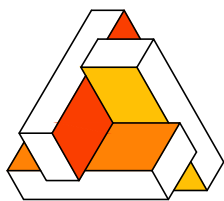


# PROVINCIA DI RAVENNA

Ente gestore:

Ente proprietario:



**ACER**  
AZIENDA CASA EMILIA-ROMAGNA  
DELLA PROVINCIA DI RAVENNA

CF e P.IVA 00080700396 V.le Farini, 26 - 48121 Ravenna  
tel. 0544 210111 - fax 0544 34146 - info@acerravenna.it



**COMUNE DI  
FAENZA**

Piazza del Popolo n. 31 - C.A.P. 48018  
Telefono 0546691111 - Fax 0546691499

## GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Progettista Architettonico e coordinamento

Ing. Elisabetta Rivola (A.C.E.R.)

Progettista Impianti elettrici e meccanici

Ing. Salvatore Pillitteri (A.C.E.R.)

Progettista Strutture

Ing. Cangini Daniele

Coordinamento sicurezza:

Ing. Salvatori Muzio

## PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA

DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DI EDIFICIO  
SITO IN VIA PONTE ROMANO, 28 - FAENZA (RA)

REALIZZAZIONE DI 6 ALLOGGI DI EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA

## PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO 2° STRALCIO

File name: 03 PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO AGOSTO 16.dwg

Disegnatore: Geom. Fiumana G.

Scale grafiche:

Capitolato speciale d'appalto:  
Disciplinare descrittivo e prestazionale  
degli elementi tecnici

E1

Emissione 14/09/17



**Indice****PARTE SECONDA****ELENCO DESCRITTIVO DELLE CATEGORIE DI LAVORAZIONI PREVISTE PER  
L'ESECUZIONE DELL'APPALTO****CAPO 1 – OPERE EDILI ED OPERE DI URBANIZZAZIONE**

Parte I – QUALITA', PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE

Parte II – QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

Parte III – PROVE, VERIFICHE E COLLAUDI

Parte IV – MODALITA' DI ESECUZIONE

Parte V – NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Parte VI – OPERE STRUTTURALI

Parte VII – OPERE STRADALI E OPERE A VERDE

**CAPO 2 – IMPIANTI ELETTRICI****CAPO 3 – IMPIANTI TERMOIDRAULICI**



**Azienda Casa Emilia-Romagna  
della Provincia di Ravenna**

## CAPO 1- OPERE EDILI ED OPERE DI URBANIZZAZIONE

<b>Parte I</b> .....	<b>1</b>
<b>QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE</b> .....	<b>1</b>
Articolo 1: ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI .....	1
Articolo 2: PROVVISTA DEI MATERIALI.....	2
Articolo 3: SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO.....	2
Articolo 4: NORME DI RIFERIMENTO.....	2
Articolo 5: GHIAIA E PIETRISCO .....	3
5.1. Requisiti per l'accettazione .....	3
5.2. Norme EN armonizzate relative agli aggregati.....	3
Articolo 6: SABBIA .....	4
Tabella 6.1 – Pezzature normali .....	4
Articolo 7: ACQUA .....	5
Articolo 8: IMPASTI.....	5
Articolo 9: ADDITIVI.....	5
9.1. Generalità .....	5
9.2. Calcestruzzo .....	6
9.3. Metodi di prova .....	10
Articolo 10: MALTE .....	10
10.1. Malte tradizionali .....	10
10.2. Malte speciali .....	12
10.3. Metodi di prova delle malte cementizie .....	13
Articolo 11: GESSO .....	14
Articolo 12: CALCE .....	14
12.1. Calci aeree.....	14
Articolo 13: CEMENTO .....	17
13.1. Classificazione dei cementi.....	18
13.2. Definizioni .....	18
13.3. Fornitura.....	19
13.4. Accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi.....	20
13.5. Dichiarazione di prestazione DOP - Regolamento prodotti da costruzione 305/201120	
13.6. Metodi di prova .....	23
Articolo 14: LATERIZI .....	24
14.1. Generalità .....	24
14.2. Classificazione .....	24

14.3.Requisiti .....	24
14.4.Accettazione e prove.....	25
14.5. Prove fisiche e prove chimiche .....	25
Articolo 15: ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO .....	28
15.1.Requisiti principali .....	28
15.2 Acciai in barre ad aderenza migliorata .....	28
15.3.Caratteristiche meccaniche e tecnologiche acciaio laminato a caldo.....	28
15.4.Prova di aderenza .....	29
15.5. Caratteristiche meccaniche e tecnologiche acciaio trafilato a freddo .....	29
15.6.Reti e tralicci di acciaio elettrosaldati .....	30
15.7.Saldature.....	31
15.8.Deroga alle limitazioni dimensionali .....	32
15.10.Norme di riferimento.....	32
<b>Parte II.....</b>	<b>33</b>
<b>QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI .....</b>	<b>33</b>
Articolo 16: MATERIALI IN GENERE .....	33
Articolo 17: ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO, SABBIA .....	33
Articolo 18: MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E MALTE.....	35
Articolo 19: ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO .....	35
Articolo 20: ARMATURE PER CALCESTRUZZO .....	35
Articolo 21: PRODOTTI A BASE DI LEGNO.....	36
21.1 .....	36
21.2.....	36
21.3.....	36
Articolo 22: PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE .....	37
Articolo 23: PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE.....	38
23.1 .....	38
23.2.....	38
23.3.....	39
Articolo 24: PRODOTTI PER COPERTURE CONTINUE .....	40
24.1 .....	40
24.2.....	40
Articolo 25: PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E COPERTURE PIANE.....	41
25.1 .....	41
25.2.....	42
25.3.....	44
25.4.....	45
Articolo 26: PRODOTTI DI VETRO (LASTRE) .....	46
26.1 .....	46
26.2.....	46

26.3.....	47
26.4.....	47
26.5.....	47
Articolo 27: PRODOTTI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEOTESSILI) .....	48
27.1.....	48
27.2.....	48
27.3.....	49
Articolo 28: INFISSI .....	49
28.1.....	49
28.2.....	50
28.3.....	50
28.4.....	51
Articolo 29: PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI .....	52
29.1.....	52
29.2.....	52
29.3.....	53
Articolo 30: PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO .....	54
30.1.....	54
30.2.....	56
30.3.....	57
Articolo 31: PRODOTTI PER PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE .....	57
31.1.....	57
31.2.....	57
31.3.....	58
31.4.....	58
31.5.....	58
Articolo 32: PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO.....	59
32.1.....	59
32.2.....	59
32.3.....	59
32.4.....	60
Articolo 33: PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO .....	60
33.1.....	60
33.2.....	61
33.3.....	61
33.4.....	62
<b>Parte III.....</b>	<b>63</b>
<b>PROVE VERIFICHE E COLLAUDO.....</b>	<b>63</b>
Articolo 34: CONTROLLI REGOLAMENTARI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	63
34.1. Resistenza caratteristica .....	63
34.2. Controlli di qualità del conglomerato .....	63
34.3. Prelievo dei campioni .....	64
34.4. Dimensioni dei provini. Casseforme.....	65

34.5. Stagionatura.....	66
34.6. Verbale di preparazione e stagionatura .....	66
34.7. Spianatura. Prova a compressione .....	67
34.8. Modalità di rottura del provino.....	67
34.9. Resoconto della prova di compressione .....	68
34.10. Valutazione preliminare della resistenza caratteristica.....	69
34.11. Controllo di accettazione.....	69
34.12. Prove complementari .....	71
Articolo 35: CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO .....	71
35.1. Prova di abbassamento al cono o Slump-test.....	71
35.2. Coefficiente di costipamento o indice di compattabilità .....	73
35.3. Prova di spandimento alla tavola a scosse .....	74
35.4. Determinazione del contenuto di cemento .....	76
35.5. Controllo della composizione del calcestruzzo fresco .....	76
35.6. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding) .....	76
Articolo 36: ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA .....	77
36.1. Misura dell'indice di maturità del calcestruzzo .....	77
36.2. Prova BRE (Building Research Establishment) .....	77
36.3. Misura del ritiro idraulico/rigonfiamento del calcestruzzo .....	78
36.4. Valori ammissibili per il ritiro.....	79
36.5. Misura della permeabilità .....	80
Articolo 37: ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO INDURITO .....	81
37.1. Controlli distruttivi.....	81
37.2. Controlli non distruttivi.....	95
37.3. Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo ..	98
Articolo 38: RILEVAZIONE DEL COPRIFERRO, POSIZIONE E DIAMETRO DEI FERRI	98
Articolo 39: CONTROLLI SULLE ARMATURE .....	99
39.1. Modalità di prelievo e metodi di prova.....	99
39.2. Controlli in stabilimento .....	99
39.3. Prodotti provenienti dall'estero.....	100
39.4. Controlli nei centri di trasformazione ed in cantiere.....	100
39.6. Marchiatura per identificazione .....	102
Articolo 40: COLLAUDO STATICO DI STRUTTURE IN C.A. ....	102
Articolo 41: DETERMINAZIONE SPERIMENTALE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE DEGLI ELEMENTI RESISTENTI ARTIFICIALI E NATURALI.....	103
41.1. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali.....	103
41.2. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti naturali .....	104
41.3. Modalità per la determinazione della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali.....	105
41.4. Resistenza a compressione degli elementi in pietra .....	106
Articolo 42: COLLAUDO STATICO DI OPERE DI SOSTEGNO E DI FONDAZIONE.....	106
<b>Parte IV.....</b>	<b>107</b>



<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE .....</b>	<b>107</b>
Articolo 46: <b>NORMATIVA SULLA PREVENZIONI INFORTUNI.....</b>	<b>107</b>
Articolo 47: <b>DISPOSITIVI DI PROTEZIONE .....</b>	<b>107</b>
Articolo 48: <b>SCAVI E SBANCAMENTI .....</b>	<b>108</b>
48.1. Ricognizione .....	108
48.2. Viabilità nei cantieri .....	108
48.3. Splanteamento e sbancamento .....	109
48.4. Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli.....	109
48.5. Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento .....	110
48.6. Deposito di materiali in prossimità degli scavi.....	110
48.7. Presenza di gas negli scavi.....	110
Articolo 49: <b>DIVIETI PER L'APPALTATORE .....</b>	<b>111</b>
Articolo 50: <b>RIPARAZIONE DI SOTTOSERVIZI .....</b>	<b>111</b>
Articolo 51: <b>RILEVATI E RINTERRI.....</b>	<b>111</b>
Articolo 52: <b>FONDAZIONI DIRETTE.....</b>	<b>112</b>
52.1. Scavi di fondazione.....	112
52.2. Rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva .....	113
Articolo 57: <b>CALCESTRUZZO LEGGERO STRUTTURALE E PER STRUTTURE IN C.A. NORMALE. CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO .....</b>	<b>113</b>
57.1. Calcestruzzo leggero strutturale .....	113
57.2. Calcestruzzo per strutture in c.a. normale.....	117
57.3. Relazione a struttura ultimata .....	124
Articolo 60: <b>SOLAI MISTI DI C.A. E C.A.P. E BLOCCHI FORATI IN LATERIZIO .....</b>	<b>125</b>
60.1. Classificazione .....	125
60.2. Prescrizioni generali.....	125
60.3. Requisiti di accettazione prove e controlli .....	125
60.4. Controlli di accettazione dei solai di C.A. e C.A.P. e laterocemento in cantiere.....	127
60.5. Esecuzione (prescrizioni regolamentari) .....	127
Articolo 61: <b>SCAVI IN GENERE.....</b>	<b>128</b>
Articolo 62: <b>SCAVI DI SBANCAMENTO .....</b>	<b>129</b>
Articolo 63: <b>SCAVI DI FONDAZIONE OD IN TRINCEA.....</b>	<b>129</b>
Articolo 64: <b>DEMOLIZIONE O RIMOZIONE DI MATERIALI CONTENENTI AMIANTO..</b>	<b>130</b>
Articolo 65: <b>RILEVATI E RINTERRI.....</b>	<b>134</b>
Articolo 66: <b>ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE (PIANE) .....</b>	<b>134</b>
66.1 .....	134
66.2.....	135
66.3.....	135
66.4.....	137
Articolo 67: <b>ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE CON VERDE (PIANE).....</b>	<b>137</b>
Articolo 68: <b>OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE .....</b>	<b>140</b>

68.1.....	140
68.2.....	140
68.3.....	140
68.4.....	141
68.5.....	141
Articolo 69: SISTEMI DI RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI .....	142
69.1.....	142
69.2.....	142
69.3.....	143
69.4.....	144
Articolo 70: OPERE DI VETRAZIONE E SERRAMENTISTICA.....	144
70.1.....	148
70.2.....	149
70.3.....	149
Articolo 71: ESECUZIONE DELLE PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE.....	150
71.1.....	153
71.2.....	154
Articolo 72: ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI .....	154
72.1.....	154
72.2.....	155
72.3.....	156
72.4.....	157
72.5.....	158
Articolo 73: LAVORI EVENTUALMENTE NON PREVISTI .....	158
Articolo 74: ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI .....	159
<b>Parte V.....</b>	<b>160</b>
<b>NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>160</b>
Articolo 75: LAVORI A MISURA.....	160
75.1. Scavi .....	160
75.2.Rilevati, rinterri, vespai.....	161
75.3 Murature.....	161
75.4. Calcestruzzi .....	163
75.5.Casseformi.....	163
75.6.Acciaio per armature e reti elettrosaldate.....	163
75.7. Solai, controsoffitti, impermeabilizzazioni e coibentazioni.....	164
75.8.Pavimenti .....	166
75.9. Rivestimenti di pareti.....	166
75.10. Fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali .....	167
75.11.Intonaci .....	167
75.12.Tinteggiature, coloriture e verniciature .....	168
75.13. Infissi.....	169
75.14. Lavori in metallo .....	170
Articolo 76:LAVORI A CORPO .....	170

Articolo 77: IMPIANTI.....	171
77.1. Impianti termico, idrico-sanitario, antincendio, gas, innaffiamento .....	171
77.2. Impianti elettrico e telefonico.....	178
77.3. Impianti ascensori e montacarichi .....	179
77.4. Opere di assistenza agli impianti .....	180
Articolo 78: LAVORI IN ECONOMIA, LAVORI COMPENSATI A CORPO E LAVORI DIVERSI	180
78.1. Lavori in economia .....	180
Articolo 79: OPERE A VERDE .....	182
79.1. Prati.....	182
79.2. Seminagioni e piantagioni .....	182
<b>Parte VI.....</b>	<b>184</b>
<b>OPERE STRUTTURALI .....</b>	<b>184</b>
Articolo 80: NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI, I SISTEMI E L'ESECUZIONE .....	184
<b>Parte VII.....</b>	<b>184</b>
<b>OPERE STRADALI E OPERE A VERDE.....</b>	<b>184</b>
Articolo 81: STUDI PRELIMINARI E MODALITÀ DELLE PROVE DI LABORATORIO E IN SITO .....	184
Articolo 82: FONDAZIONI STRADALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	185
Articolo 83: BITUMI.....	189
83.1. Trattamento superficiale con bitume a caldo.....	189
83.2. Trattamenti superficiali a semipenetrazione con catrame .....	189
83.3. Trattamento a semipenetrazione con due mani di bitume a caldo .....	190
83.4. Trattamento a penetrazione con bitume a caldo .....	191
83.5. Manti eseguiti mediante conglomerati bituminosi semiaperti .....	192
83.6. Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi .....	198
Articolo 84: PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	201
84.1. Generalità .....	201
84.2. Cordoli in calcestruzzo .....	201
84.3. Cordoni in pietra.....	202
Articolo 85: POZZETTI PER LA RACCOLTA DELLE ACQUE STRADALI. CADITOIE ...	203
85.1. Pozzetti per la raccolta delle acque stradali .....	203
85.2. Caditoie stradali .....	204
Articolo 86: PREPARAZIONE DELLE BUCHE E DEI FOSSI .....	205
Articolo 87: TERRA DA COLTIVO RIPORTATA.....	205
Articolo 88: SUBSTRATI DI COLTIVAZIONE .....	205
Articolo 89: CONCIMI ORGANICI E MINERALI.....	206
89.1. Concimi organici.....	206
89.2. Concimi minerali.....	207

Articolo 90. ACQUA PER INNAFFIAMENTO .....	208
Articolo 91. MESSA A DIMORA DI PIANTE .....	208
91.1. Generalità .....	208
91.2. Pali di sostegno, ancoraggi e legature .....	209
91.3. Protezione delle piante.....	209
Articolo 92: TAPPETI ERBOSI IN STRISCE E ZOLLE .....	209

## CAPO 2 - IMPIANTI ELETTRICI

1. GENERALITA'.....	211
A. Oggetto dell'appalto .....	211
B. Impianto elettrico al servizio del cantiere edile .....	212
C. Termini tecnici .....	212
2. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI .....	214
2.1 Note generali.....	214
2.2 Leggi e decreti .....	214
2.3 Normativa tecnica .....	216
2.4 Direttive comunitarie .....	219
2.5 Marcatura CE .....	219
3. Materiali e accessori di montaggio .....	220
5.1 Trattamenti superficiali .....	220
5.2 Verniciatura .....	221
5.3 Materiali .....	221
5.4 Colori.....	221
5.5 Collaudi delle verniciature .....	221
5.6 Garanzie sulle verniciature.....	222
5.7 Zincatura a caldo.....	222
5.8 Materiale inox.....	222
5.9 Altre opere .....	223
5.10 Coordinamento con le opere di specializzazione edile e di altre imprese appaltatrici	223
4. LIVELLI DI TENSIONE E CARATTERISTICHE DEL SISTEMA D'ALIMENTAZIONE	223
5. DEFINIZIONE DI IMPIANTO ELETTRICO .....	224
5.1 Definizione .....	224
5.2 Origine dell'impianto.....	224
6. PRESENTAZIONE DEL CAMPIONARIO, PROVE, DISPONIBILITÀ E REPERIBILITÀ DEI MATERIALI .....	225
6.1 Campionario.....	225
6.2 Prove e verifiche .....	225
6.3 Certificazione materiali.....	225
6.4 Disponibilità.....	225
7. DOCUMENTAZIONE E COLLAUDO IMPIANTO.....	226
8.1 Documentazione preliminare .....	226
8.2 Documentazione finale.....	227

8.3	Modalità di presentazione .....	229
8.4	Collaudo tecnico funzionale degli impianti. ....	229
8.	<b>NORME TECNICHE RELATIVE A MATERIALI, COMPONENTI E POSA IN OPERA</b>	<b>229</b>
8.1	Premessa .....	229
8.2	Qualità dei materiali .....	229
8.3	Verniciatura dei componenti.....	230
8.4	Protezioni meccaniche dei conduttori.....	230
8.5	Protezione dei componenti elettrici dai raggi solari .....	231
8.6	Chiusura delle canaline porta cavo .....	231
8.7	Allacciamento a scatole di derivazione, prese, pulsantiere e strumenti .....	231
8.8	Montaggio di tubi rigidi e flessibili.....	231
8.9	Allacciamento d'utenze elettriche in generale. ....	232
9.	<b>GRADI DI PROTEZIONE MECCANICA DELLE APPARECCHIATURE E DEI MATERIALI</b>	<b>232</b>
10.	<b>TUBAZIONI</b> .....	<b>233</b>
10.1	Generalità .....	233
10.2	Tubo isolante rigido pieghevole a freddo, di PVC .....	234
10.3	Tubo rigido d'acciaio .....	234
10.4	Tubo isolante pieghevole ed auto rinvenente di PVC (corrugato) .....	235
10.5	Tubo flessibile con spirale rigida in PVC (guaina).....	236
10.6	Tubo flessibile con spirale d'acciaio zincato (GUAINA).....	236
10.7	Cassette di derivazione stagne in PVC .....	237
10.8	Cassette di derivazione stagne in pressofusione .....	238
10.9	Cassette di derivazione da incasso in PVC.....	239
10.10	Canaletta d'acciaio zincato di tipo chiuso.....	240
10.11	Canaletta in materiale plastico .....	241
11.	<b>CAVI E CONDUTTORI</b> .....	<b>242</b>
11.1	Norme vigenti.....	242
11.2	Colore d'individuazione dei conduttori.....	242
11.3	Identificazione .....	244
11.4	Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione. ....	245
11.5	Contrassegno dei cavi.....	245
11.6	Isolamento dei cavi .....	245
11.7	Criteri di dimensionamento dei circuiti e delle condutture .....	245
11.8	Prescrizioni tecniche per la realizzazione delle installazioni elettriche - Esecuzione degli impianti.....	248
11.9	<b>CORPI ILLUMINANTI</b> .....	<b>255</b>
11.10	<b>APPARECCHI COMPONENTI</b> .....	<b>256</b>
13.1.	<b>CRITERI D'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI DI TERRA ED, EVENTUALMENTE, DI PROTEZIONE DELLE STRUTTURE DAI FULMINI</b> .....	<b>258</b>
13.1.	<b>QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE</b> .....	<b>261</b>
	Contrassegni - Colorazioni - Individuazioni.....	265
13.2.	Certificazioni di conformità riguardanti i quadri elettrici .....	268

## **CAPO 3 - IMPIANTI TERMOIDRAULICI**

1. DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	271
1.1.....	271
2. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI .....	272
2.1 Note generali.....	272
2.2 Leggi e decreti .....	272
<b>Acustica.....</b>	<b>273</b>
2.3 Norme UNI .....	273
2.4 Disegni di cantiere e di montaggio .....	275
2.5 Verifica del progetto esecutivo .....	278
2.6 Modifiche al progetto.....	278
2.7 Documentazione finale.....	279
3. DATI TECNICI DI RIFERIMENTO .....	281
3.1 Condizioni termo-igrometriche esterne .....	281
3.2 Condizioni interne invernali .....	281
3.3 Tolleranze .....	281
4. TIPOLOGIA DI IMPIANTI E APPARECCHIATURE .....	281
4.1 Reti di scarico .....	281
4.2 Reti di adduzione idrica.....	282
4.3 Apparecchi sanitari e rubinetteria.....	282
4.4 Acque nere.....	282
4.5 Acque saponate .....	282
4.6 Ventilazione degli scarichi.....	282
4.7 Acque bianche o meteoriche:.....	283
4.8 Impianto adduzione gas .....	283
4.9 Impianto di riscaldamento .....	283
5. QUALITÀ E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI .....	283
5.1 Tarature, prove e collaudi .....	285
5.2 Verifiche e prove da prevedere .....	286
5.3 Consistenza delle verifiche e prove preliminari per la consegna provvisoria .....	286
<b>Note generali.....</b>	<b>286</b>
6. PROVE SU MATERIALI.....	288
6.1 Prove in loco degli impianti termofluidici .....	289
7. QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI.....	292
7.1 Materiali in genere.....	292
7.2 Tubazioni .....	292
7.3 Tubazioni fuori terra .....	292
7.4 Tubazioni interrato .....	292
7.5 Valvole di intercettazione .....	293
7.6 Ancoraggio tubazioni.....	293
7.7 Collaudi per tubazioni idriche .....	294
7.8 Collaudi per tubazioni gas .....	294



7.9	MATERIALI PER OPERE MURARIE.....	295
7.10	MATERIALI PER RINTERRI E SCAVI.....	296
8.	CONTABILITA' DELLE OPERE.....	298
9.	ULTIMAZIONE DEI LAVORI E COLLAUDI.....	299
9.1	Certificato di Ultimazione Lavori e consegna provvisoria con facoltà d uso.....	300
9.2	Consistenza delle verifiche e prove finali per la consegna definitiva (collaudo)...	301
9.3	Esami a vista.....	302

## **CAPO I – OPERE EDILI E OPERE DI URBANIZZAZIONE**

### Parte I

#### **QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE**

##### *Articolo 1: ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI*

Tutti i materiali e i prodotti da costruzione da impiegare per l'esecuzione dei lavori in appalto, qualora siano soggetti all'obbligo di marcatura CE secondo il Regolamento UE n. 305/2011 del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, dovranno essere muniti di tale marchio ed accompagnati da copia cartacea della Dichiarazione di prestazione (DoP) e da tutta la documentazione idonea ad attestarne la tracciabilità, a partire dal produttore e fino alla fornitura in cantiere.

In carenza di detta documentazione obbligatoria i prodotti non potranno essere né accettati né introdotti e/o stoccati in cantiere per cui, se presenti, dovranno esserne immediatamente allontanati.

In ogni caso la Direzione dei Lavori, ai fini dell'accettazione dei suddetti materiali e prodotti, può richiedere l'effettuazione di controlli, anche parziali, su campioni prelevati dalle forniture in cantiere oppure richiedere validi attestati di conformità delle stesse forniture ai requisiti di prestazione e prescrizioni del progetto.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del Capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi dell'art. 164 del regolamento D.P.R. n. 207/2010.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il Direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'Appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei lavori, la Stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione appaltante in sede di collaudo.

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella



consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal Capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal Capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

#### *Articolo 2: PROVISTA DEI MATERIALI*

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

A richiesta della Stazione appaltante l'Appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

#### *Articolo 3: SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO*

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il Direttore dei lavori può prescriverne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'Appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del Responsabile del procedimento.

#### *Articolo 4: NORME DI RIFERIMENTO*

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI vigenti in materia, anche se non

espressamente richiamate nel presente Capitolato speciale d'appalto. In assenza di nuove ed aggiornate norme, il Direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente Capitolato speciale d'appalto o dalla Direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari ed UNI vigenti, verrà effettuato in contraddittorio con l'Impresa sulla base della redazione di verbale di prelievo.

#### *Articolo 5: GHIAIA E PIETRISCO*

##### **5.1. Requisiti per l'accettazione**

Gli aggregati per usi strutturali e non strutturali (naturali, artificiali o riciclati) sono soggetti a DOP e marcatura CE.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

La ghiaia deve essere bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili o terrose, o comunque dannose.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati provenienti da processo di riciclo conformi alla EN 12620.

##### **5.2. Norme EN armonizzate relative agli aggregati.**

EN 13055-1 Aggregati leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione

EN 13139 Aggregati per malta

EN 13383-1 Aggregati per opere di protezione (armourstone) – Specifiche

EN 12620 Aggregati per calcestruzzo

EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade

EN 13450 Aggregati per massicciate per ferrovie

Norme nazionali aggregati per calcestruzzo strutturale (applicative di EN 12620)

**UNI 8520-1:2015** *Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 - Parte 1: Designazione e criteri di conformità*

**UNI 8520-2:2016** *Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 - Parte 2: Requisiti.*

#### *Articolo 6: SABBIA*

Le sabbie sono soggette a DOP e marcatura CE con riferimento alla norma applicabile per l'utilizzo previsto. Norma di riferimento EN 12620 Aggregati per calcestruzzo

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; dev'essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

#### **Tabella 6.1 – Pezzature normali**

	Trattenuto dal	Passante al
Sabbia	setaccio 0,075 UNI 2332	setaccio 2 UNI 2332

Le sabbie da impiegarsi nel confezionamento dei conglomerati cementizi devono corrispondere alle caratteristiche granulometriche stabilite dal R.D. 16 novembre 1939, n. 229.

Nelle sabbie per conglomerati è ammessa una percentuale massima del 10% di materiale trattenuto sul crivello 7,1, vedi UNI 2334 - Crivelli di controllo e relativi fondi e coperchi - o sul setaccio 2, vedi UNI 2332-1 - Vagli di controllo, stacci di controllo e relativi fondi e coperchi. Dimensioni e tolleranze, a seconda che si tratti di sabbia per conglomerati cementizi o di sabbia per conglomerati bituminosi; in ogni caso non si devono avere dimensioni inferiori a 0,05 mm.

Le sabbie possono essere naturali o di frantumazione, devono presentare una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%.

L'Appaltatore non può impiegare sabbie di mare che non siano state preventivamente lavate a fondo con acqua dolce.

La Direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego. Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito ad esami fatti eseguire da Amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave ed i risultati di tali indagini siano ritenute idonee dalla Direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai sili. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale ed in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi prova riguardano l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

#### *Articolo 7: ACQUA*

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non essere aggressiva. L'acqua, a discrezione della Direzione dei lavori, in base al tipo di intervento od uso potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

#### *Articolo 8: IMPASTI*

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati, il rapporto acqua-cemento, e pertanto il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

#### *Articolo 9: ADDITIVI*

##### **9.1. Generalità**

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

## **9.2. Calcestruzzo**

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al DM 14 gennaio 2008, "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e relative circolari esplicative, in particolare Circolare 2 febbraio 2009; L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- dovranno essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non dovranno contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- dovranno interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo; in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

### **9.2.1. Additivi acceleranti**

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra 0,5 e 2% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento, in caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente diluito.

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal DM 14 gennaio 2008 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123 - Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.

In generale, per quanto non specificato, si rimanda alla UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni e requisiti.

### **9.2.2. Additivi ritardanti**

Gli additivi ritardanti sono da utilizzarsi per il trasporto del calcestruzzo in betoniera al fine di ritardarne l'indurimento.

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal DM 14 gennaio 2008 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni e requisiti.

### **9.2.3. Additivi antigelo**

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della Direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra 0,5 e 2% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme:

**UNI 7109** *Additivi per impasti cementizi. Additivi antigelo. Idoneità e relativi metodi di controllo.*

**UNI 7120** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione dei tempi di inizio e di fine presa delle paste cementizie contenenti additivi antigelo.*

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123 - Calcestruzzo. Determinazione dei tempi d'inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni; la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

#### **9.2.4. Additivi fluidificanti e superfluidificanti**

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua /cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della Direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra 0,2 e 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato, si rimanda alla UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni e requisiti.

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- determinazione della consistenza dell'impasto effettuata con l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla UNI 8020 - Calcestruzzo fresco - Determinazione della consistenza - Spandimento alla tavola a scosse;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;
- prova di essudamento secondo la UNI 7122 - Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

#### **9.2.5. Additivi aeranti**

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della Direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra 0,005 e 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento.

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- determinazione del contenuto d'aria secondo la UNI 6395 - Determinazione volumetrica per pressione del contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;
- prova di resistenza al gelo secondo la UNI 7087 - Calcestruzzo. Determinazione della resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo;
- prova di essudamento secondo la UNI 7122 - Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata;

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura.

### **9.2.6. Agenti espansivi**

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione della Direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra 7 e 10% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme UNI:

**UNI 8146** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo.*

**UNI 8146 FA 125-83** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8146. Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo.*

**UNI 8147** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo.*

**UNI 8147 FA 126-83** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8147. Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo.*

**UNI 8148** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.*

**UNI 8148 FA 127-83** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8148. Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.*

**UNI 8149** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.*

**UNI 8149 FA 128-83** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8149. Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.*

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123, Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura.



### 9.3. Metodi di prova

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme UNI:

- UNI 7110** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata ed in acqua satura di calce.*
- UNI 7112** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione delle sostanze zuccherine riducenti.*
- UNI 7114** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione del potere schiumogeno degli additivi aeranti e fluidificanti- aeranti.*
- UNI 7115** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della densità degli additivi liquidi o in soluzione.*
- UNI 7116** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione dell'alcalinità totale.*
- UNI 7117** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della tensione superficiale di soluzioni contenenti additivi.*
- UNI 7118** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione del pH di soluzioni contenenti additivi.*
- UNI EN 934-2** *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni e requisiti*
- UNI 10765** *Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità.*

Articolo 10: MALTE

#### 10.1. Malte tradizionali

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi, non deve essere aggressiva nè contenere solfati o cloruri in percentuale dannosa.

La sabbia da impiegare per il confezionamento delle malte deve essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose.

Le calci aeree, le pozzolane ed i leganti idraulici devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme (R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e R.D. n. 2231; legge 26 maggio 1965, n. 595, D.M. 14 gennaio 1966, D.M. 3 giugno 1968, D.M. 3 agosto 1972 e successive integrazioni o modificazioni).

L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D.M. 3 giugno 1968 così come modificato dal D.M. 13 settembre 1993.

I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la seguente tabella:

**Tabella 10.1 - Classe e tipi di malta (D.M. 20 novembre 1987)**

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M4	Idraulica	-	-	1	3	-
M4	Pozzolonica	-	1	-	-	3
M4	Bastarda	1	-	2	9	-
M3	Bastarda	1	-	1	5	-
M2	Cementizia	1	-	0,5	4	-
M1	Cementizia	1	-	-	3	-

**Tabella 10.2 - Rapporti di miscela delle malte (AITEC)**

Tipo di malta	Rapporti in volume	Quantità per 1 mq di malta (kg)
Calce idrata, sabbia	1: 3,5	142-1300
	1: 4,5	110-1300
Calce idraulica, sabbia	1:3	270-1300
	1:4	200-1300
Calce eminentemente idraulica, sabbia	1:3	330-1300
	1:4	250-1300
Calce idrata, cemento, sabbia	2:1:8	125-150-1300
	2:1:9	110-130-1300
Cemento, sabbia	1:3	400-1300
	1:4	300-1300

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante.

Malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori seguenti:

12 N/mm<sup>2</sup> [120 kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M1

8 N/mm<sup>2</sup> [80 Kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M2

5 N/mm<sup>2</sup> [50 kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M3

2,5N/mm<sup>2</sup> [25 Kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M4.

## 10.2. Malte speciali

Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, ecc.) composte da cementi ad alta resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in c.a., impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo; in caso di applicazione di prodotti equivalenti, gli stessi devono essere accettati ed autorizzati dalla Direzione dei lavori.

Per qualunque contestazione si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI 8993** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione.*

**UNI 8993 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione.*

**UNI 8994** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Controllo dell'idoneità.*

**UNI 8994 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Controllo dell'idoneità.*

**UNI 8995** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della massa volumica della malta fresca.*

**UNI 8995 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della massa volumica della malta fresca.*

**UNI 8996** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione dell'espansione libera in fase plastica.*

**UNI 8996 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione dell'espansione libera in fase plastica.*

- UNI 8997** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante canaletta.*
- UNI 8997 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante canaletta.*
- UNI 8998** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.*
- UNI 8998 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.*
- UNI EN 12190** *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Determinazione della resistenza a compressione delle malte da riparazione.*

### **10.3. Metodi di prova delle malte cementizie**

- UNI 7044** *Determinazione della consistenza delle malte cementizie mediante l'impiego di tavola a scosse.*
- UNI EN 1015-1** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della distribuzione granulometrica (mediante staccatura).*
- UNI EN 1015-2** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Campionamento globale e preparazione delle malte di prova.*
- UNI EN 1015-3** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante tavola a scosse).*
- UNI EN 1015-4** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante penetrazione della sonda).*
- UNI EN 1015-6** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della massa volumica apparente della malta fresca.*
- UNI EN 1015-7** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione del contenuto d'aria della malta fresca.*
- UNI EN 1015-19** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua delle malte da intonaco indurite.*
- UNI ENV 1170-8** *Malte e paste di cemento rinforzate con fibre di vetro (GRC). Prova mediante cicli climatici;*

*Articolo 11: GESSO*

Il gesso è ottenuto per frantumazione, cottura e macinazione di roccia sedimentaria, di struttura cristallina, macrocristallina oppure fine, il cui costituente essenziale è il solfato di calcio biidrato ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), dovrà presentarsi perfettamente asciutto, di recente cottura, di fine macinazione, privo di materie eterogenee e non alterato per estinzione spontanea. Le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche delle rocce dovranno inoltre corrispondere alle prescrizioni della norma UNI 5371 - Pietra da gesso per la fabbricazione di leganti. Classificazione, prescrizioni e prove.

I gessi dovranno essere forniti in sacchi sigillati di idoneo materiale, riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto. La conservazione dovrà essere effettuata con tutti gli accorgimenti atti ad evitare degradazioni per umidità.

*Articolo 12: CALCE***12.1. Calci aeree**

Le calci aeree impiegate dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, (aggiornato alla G.U. 29 agosto 2000) recante Norme per l'accettazione delle calci.

Agli effetti delle suddette norme le calci si dividono in:

*A Calci aeree:*

- a) calce grassa in zolle;
- b) calce magra in zolle;
- c) calce idrata in polvere.

Si dicono calci aeree magnesiache quelle contenenti più del 20% di  $\text{MgO}$ .

*B Calci idrauliche:*

- a) calce idraulica naturale in zolle;
- b) calce idraulica naturale o artificiale in polvere;
- c) calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere;
- d) calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere;
- e) calce idraulica artificiale siderurgica in polvere.

Le calci sono così definite:

*A Calci aeree:*

- a) La calce grassa in zolle, di colore pressoché bianco, è il prodotto della cottura di calcari di adatta composizione morfologica e chimica.
- b) La calce magra in zolle è il prodotto della cottura di calcari a morfologia e composizione chimica tali da non dare calci che raggiungano i requisiti richiesti per le calci di cui alla lettera a).
- c) La calce idrata in polvere è il prodotto dello spegnimento completo delle calci predette, fatto dallo stabilimento produttore in modo da ottenerla in polvere fina e secca.

Per ulteriori definizioni si rimanda alla norma **UNI 10319** - Calci aeree. Terminologia.

**B Calci idrauliche:**

- a) La calce idraulica in zolle è il prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale da risultare di facile spegnimento.
- b), c) La calce idraulica e quella eminentemente idraulica, naturale o artificiale è il prodotto ottenuto con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, con la successiva estinzione, stagionatura e macinazione.
- d) La calce idraulica artificiale pozzolanica è il prodotto della miscela intima, ottenuta per macinazione, di pozzolana energica e calce aerea.
- e) La calce idraulica siderurgica è il prodotto della miscela intima, ottenuta per macinazione, di loppe di altoforno basiche granulate e calce aerea.

Per le calci devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni, nelle quali le quantità sono espresse percentualmente in peso.

**Tabella 12.1. – Contenuti e limitazioni delle calci aeree**

Calci aeree	Requisiti	Contenuto in CaO + MgO	Contenuto in umidità	Contenuto in carboni e impurità
Calce grassa in zolle	-	□ 94%	-	-
Calce magra in zolle	-	□ 94%	-	-
Calce idrata in polvere	Fiore di calce	□ 91%	□ 3%	□ 6%
	Calce idrata da costruzione	□ 82%	□ 3%	□ 6%

**Tabella 12.2. - Requisiti fisico-meccanici delle calce aeree**

Calce aeree	Rendimento in grassello	Residuo al vaglio da 900 maglie /cmq	Residuo al vaglio da 4900 maglie/cm <sup>2</sup>	Prova stabilità volume	di di
Calce grassa in zolle	□ 2,5 mc./tonn.	-	-	-	
Calce magra in zolle	□ 1,5 mc./tonn.	-	-	-	
Calce idrata in polvere	Fiore di calce	□ 1%	□ 5%	positiva	
	Calce da costruzione	□ 2%	□ 15%	positiva	

Tutte le calce idrauliche in polvere devono:

- 1) lasciare sul setaccio da 900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo percentuale in peso inferiore al 2% e sul setaccio da 4900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo inferiore al 20%;
- 2) iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dall'inizio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore dal medesimo;
- 3) essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.

**Tabella 12.3 – Contenuti e limitazioni delle calce idrauliche**

Calce idrauliche	Perdita al fuoco	contenuto in MgO	Contenuto in carbonati	Rapporto di costituzione *	Contenuto in Mno	Residuo insolubile
Calce idraulica naturale in zolle	□ 10%	□ 5%	□ 10%	-	-	-
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	-	□ 5%	□ 10%	-	-	-
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere	-	□ 5%	□ 10%		-	-
Calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere	-	□ 5%	□ 10%	1,5%		-

Calce artificiale in polvere	idraulica siderurgica	<input type="checkbox"/> 5%	<input type="checkbox"/> 5%	-	-	<input type="checkbox"/> 5%	<input type="checkbox"/> 2,5%
------------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------------	---	---	-----------------------------	-------------------------------

\*  $R_c = (SiO_2 + Al_2 O_3) / CaO$

**Tabella 12.4. - Requisiti fisico-meccanici delle calce idrauliche in polvere**

Calci idrauliche in polvere	Resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3 tolleranza del 10%		Prova di stabilità volume
	Resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura	Resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura	
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	<input type="checkbox"/> 5 Kg/cmq.	<input type="checkbox"/> 10 Kg/cmq.	positiva
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale	<input type="checkbox"/> 10 Kg/cmq.	<input type="checkbox"/> 100 Kg/cmq.	positiva
Calce idraulica artificiale pozzolanica	<input type="checkbox"/> 10 Kg/cmq.	<input type="checkbox"/> 100 Kg/cmq.	positiva
Calce idraulica artificiale siderurgica	<input type="checkbox"/> 10 Kg/cmq.	<input type="checkbox"/> 100 Kg/cmq.	positiva

Per le prove chimico-fisiche si rinvia alle prescrizioni del citato R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 - Norme per l'accettazione delle calce.

### Articolo 13: CEMENTO

I leganti idraulici (cemento) impiegati per la produzione di calcestruzzi per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso sono soggetti a marcatura CE e DOP sia per usi strutturali che non strutturali (Per usi strutturali si faccia riferimento a - NTC 11.2.9.1 Leganti; L. 26/5/1965, n. 595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici").

E' escluso l'impiego di cementi alluminosi

Norma armonizzata di riferimento:



EN 197-1 Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni

### **13.1. Classificazione dei cementi**

Ai sensi della legge 26 maggio 1965, n. 595, i cementi sono classificati in:

A Cementi normali e ad alta resistenza:

- a) portland;
- b) pozzolanico;
- c) d'altoforno.

B Cemento alluminoso.

C *Cementi per sbarramenti di ritenuta:*

- a) portland;
- b) pozzolanico;
- c) d'altoforno.

D *Agglomeranti cementizi:*

- a) a lenta presa;
- b) a rapida presa.

### **13.2. Definizioni**

I legami idraulici sopra nominati rispondono alle seguenti definizioni:

A Cementi:

a) Cemento portland. - Per cemento portland si intende il prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio), con aggiunta di gesso o anidrite dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione;

b) Cemento pozzolanico. - Per cemento pozzolanico si intende la miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico, con la quantità di gesso o anidrite necessaria a regolarizzare il processo di idratazione;

c) Cemento d'altoforno. - Per cemento d'altoforno si intende la miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata di altoforno, con la quantità di gesso o anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.

**B** Cemento alluminoso.

Per cemento alluminoso s'intende il prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio.

**C** Cementi per sbarramenti di ritenuta.

Per cementi per sbarramenti di ritenuta, la cui costruzione è soggetta al regolamento approvato con D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363, si intendono quei cementi normali, di cui alla lettera A, i quali abbiano i particolari valori minimi di resistenza alla compressione prescritti dalle norme vigenti.

**D** Agglomeranti cementizi.

Per agglomeranti cementizi si intendono i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli che verranno stabiliti per i cementi normali di cui alla lettera A. Per le resistenze minime ed i requisiti chimici degli agglomeranti cementizi si rinvia al D.M. vigente.

**13.3. Fornitura**

I cementi e gli agglomeranti cementizi in polvere debbono essere forniti:

- a) in sacchi sigillati;
- b) in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- c) alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati, essi dovranno essere del peso di 50 kg chiusi con legame munito di sigillo. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- a) la qualità del legante;
- b) lo stabilimento produttore;
- c) la quantità d'acqua per la malta normale;
- d) le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi.

#### **13.4. Accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi**

Per l'accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi, degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche in polvere, le prove debbono essere eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 kg di legante prelevato da dieci sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione. In caso di contestazione sull'omogeneità del prodotto, saranno prelevati in contraddittorio, e per ogni mille sacchi, altri due sacchi, e sul campione prelevato da ciascuno di essi verranno ripetute le prove normali.

Qualora tutte le parti non siano presenti, la campionatura dovrà avvenire alla presenza di un notaio o di un ufficiale giudiziario.

Per le forniture di leganti alla rinfusa, la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante il prelievo di un campione medio in ragione di 10 kg per ogni 50 tonnellate o frazione.

Il campione per le prove sulle calce idrauliche naturali in zolle deve essere di 50 kg per ogni 10 tonnellate di calce, e deve essere preso con la pala da diversi punti del mucchio.

#### **13.5. Dichiarazione di prestazione DOP - Regolamento prodotti da costruzione 305/2011**

I cementi, sono prodotti soggetti a norma armonizzata pertanto, attraverso la DOP, il fabbricante deve fornire le informazioni relative alle caratteristiche essenziali del prodotto immesso sul mercato.

La dichiarazione di prestazione deve fare riferimento alla norma armonizzata (EN) o alla valutazione tecnica europea (ETA) rilasciata da un Organismo di Valutazione Tecnica (TAB) relativa al prodotto indispensabile per immettere il prodotto sul mercato.

Il fabbricante, rilasciando la DoP, appone sul prodotti la marcatura CE e si assume la responsabilità della conformità del prodotto da costruzione alla dichiarazione di prestazione.

L'emissione della DOP autorizza il produttore ad apporre la marcatura CE sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato.

#### **Tabella 13.1. - Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

<b>Classe</b>	<b>Resistenza alla compressione (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tempo inizio presa min</b>	<b>Espansione mm</b>
---------------	--	-------------------------------	----------------------

	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni			
	2 giorni	7giorni				
32,5	-	> 16	<input type="checkbox"/> 32,5	<input type="checkbox"/> 52,5	<input type="checkbox"/> 60	<input type="checkbox"/> 10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	<input type="checkbox"/> 42,5	<input type="checkbox"/> 62,5		
4,25 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	<input type="checkbox"/> 52,5	-	<input type="checkbox"/> 45	
52,5 R	> 30	-				

**Tabella 13.2. - Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà	Prova secondo	Tipo cemento	di Classe resistenza	di Requisiti
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	<input type="checkbox"/> 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	<input type="checkbox"/> 5,0%
Solfati come (SO <sub>3</sub> )	EN 196-2	CEM I CEM II (2) CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	<input type="checkbox"/> 3,5%
			42,5 R 52,5 52,5 R	<input type="checkbox"/> 4,0%
		CEM III (3)	Tutte le classi	

Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi (4)	Tutte le classi	□ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa

2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T che può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>, per tutte le classi di resistenza

3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>.

4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

**Tabella 13.3. - Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5 R	42,5	42,5 R	52,5	42,5 R
Limite inferiore di resistenza (N/mm <sup>2</sup> )	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa - Limite inferiore (min)		45			40		
Stabilità (mm) - Limite superiore		11					
Contenuto di SO <sub>3</sub> (%) Limite superiore	Tipo I	4,0			4,5		
	Tipo II (1)						
	Tipo IV						
	Tipo V						
	Tipo III/A	4,5					
	Tipo III/B						
	Tipo III/C	5,0					
Contenuto di cloruri (%) - Limite superiore		0,11					

(2)	
Pozzolanicità	Positiva a 15 giorni

(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO<sub>3</sub> per tutte le classi di resistenza

(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

### 13.6. Metodi di prova

**UNI EN 196-1** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione delle resistenze meccaniche.*

**UNI EN 196-2** *Metodi di prova dei cementi. Analisi chimica dei cementi.*

**UNI EN 196-3** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione del tempo di presa e della stabilità.*

**UNI ENV 196-4** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione quantitativa dei costituenti.*

**UNI EN 196-5** *Metodi di prova dei cementi. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici.*

**UNI EN 196-6** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione della finezza.*

**UNI EN 196-7** *Metodi di prova dei cementi. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento.*

**UNI EN 196-21** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento.*

**UNI ENV 197-1** *Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità. Cementi comuni.*

**UNI ENV 197-2** *Cemento. Valutazione della conformità.*

**UNI 10397** *Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata.*

**UNI 10517** *Cementi Comuni. Valutazione della conformità.*

**UNI ENV 413-1** *Cemento da muratura. Specifica.*

**UNI EN 413-2** *Cemento da muratura. Metodi di prova.*

*Articolo 14: LATERIZI***14.1. Generalità**

Si intendono per laterizi materiali artificiali da costruzione, formati di argilla, contenente quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro, di carbonato di calcio, purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, i pezzi dopo asciugamento, vengono esposti a giusta cottura in apposite fornaci.

Sono soggetti a DOP e marcatura CE: Mattoni pieni e semipieni, da rivestimento (faccia a vista), blocchi semipieni, forati, elementi forati per divisori e pareti di tamponamento, sia per muratura portanti che non.

Norma armonizzata di riferimento: EN 771-1 Specifica per elementi di muratura - Part 1: Elementi per muratura di laterizio

Sono soggetti a DOP e marcatura CE: Blocchi per solaio a travetti e blocchi

Norma armonizzata di riferimento: EN 15037-3 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Solai a travetti e blocchi - Parte 3: Blocchi di laterizio

Sono soggetti a DOP e marcatura CE: Blocchi per solaio gettato in opera o a pannelli/lastre

Norma armonizzata di riferimento: EN 771-1 Specifica per elementi di muratura - Part 1: Elementi per muratura di laterizio

Sono soggetti a DOP e marcatura CE: Coperture (tegole, coppi ed accessori)

Norma armonizzata di riferimento: EN 1304 Tegole di laterizio per coperture discontinue - Definizioni e specifiche di prodotto

**14.2. Classificazione**

I materiali laterizi si suddividono in:

- a) materiali laterizi pieni, quali i mattoni ordinari, i mattoncini comuni e da pavimento, le piastrelle per pavimentazione, ecc.;
- b) materiali laterizi forati, quali i mattoni con due, quattro, sei, otto fori, le tavelle, i tavelloni, le forme speciali per volterrane, per solai di struttura mista, ecc.;
- c) materiali laterizi per coperture, quali i coppi e le tegole di varia forma ed i rispettivi pezzi speciali.

**14.3. Requisiti**

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione debbono nella massa essere scevri da sassolini e da altre impurità; avere facce lisce e spigoli regolari; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine ed uniforme; dare, al colpo di martello, suono chiaro; assorbire acqua per immersione; asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici

e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco; avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

#### **14.4. Accettazione e prove**

Per le prove di accettazione sugli elementi per murature portanti si farà riferimento alle NTC 2008 paragrafo 11.10.1.1.

Per le prove di accettazione sui blocchi per solaio a travetti e blocchi e sui blocchi per solaio gettato in opera o a pannelli/lastre si farà riferimento alle NTC 08 paragrafo 4.1.9 e Cir. Min. 617/09.

Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna ed alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, debbono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.

Le prove debbono essere eseguite in uno dei laboratori ufficiali indicati dalle norme vigenti.

Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità.

Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali ed in solfati alcalini.

In casi speciali può essere prescritta una analisi chimica più o meno completa dei materiali, seguendo i procedimenti analitici più accreditati.

I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline sono analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.

#### **14.5. Prove fisiche e prove chimiche**

Per quanto attiene alle modalità delle prove chimiche e fisiche, si rimanda al citato R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 e seguenti.

#### **14.6. Norme UNI di riferimento**

##### *52.6.1. Elementi per murature*

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme:

**UNI 8942-1** *Prodotti di laterizio per murature. Terminologia e sistema di classificazione.*

**UNI 8942-2** *Prodotti di laterizio per murature. Limiti d'accettazione.*

**UNI 8942-3** *Prodotti di laterizio per murature. Metodi di prova.*



Gli elementi da impiegarsi nelle murature dovranno avere facce piane e spigoli regolari, essere esenti da screpolature, fessure e cavità e presentare superfici atte alla adesione delle malte. I mattoni da paramento dovranno presentare in maniera particolare regolarità di forma, integrità superficiale e sufficiente uniformità di colore per l'intera partita.

Gli elementi in laterizio impiegati nelle murature portanti debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 20 novembre 1987 - Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento. La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificati contenenti i risultati delle prove condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione con le modalità previste dal D.M. citato.

#### 14.6.2. Elementi per solai

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme:

**UNI 9730-1** *Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione.*

**UNI 9730-2** *Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione.*

**UNI 9730-3** *Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.*

Dovranno inoltre essere rispettate le norme dei cui al punto 7, parte 1<sup>a</sup>, del D.M. 9 gennaio 1996.

Nei blocchi forati, la resistenza caratteristica a compressione, determinata secondo le prescrizioni dell'Allegato 7 del D.M. citato e riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, dovrà risultare non minore di:

a) Solai con blocchi aventi funzioni di alleggerimento:

30 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori; 15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori.

**Tabella 14.1 - Caratteristiche di tavelle e tavelloni di uso comune**

Tipo	Spessore cm	W (cm <sup>3</sup> /ml)	Peso kN/m <sup>2</sup>	Lunghezza cm	Larghezza cm	Rottura	
						P(kN)	Mr(kNm)
Tavellone	3	122	0,28	50	25	1,50	0,72
UNI 2105	3	122	0,28	60	25		
	4	187	0,34	60	25	1,80	1,00
	4	187	0,34	70	25	1,70	1,00
	4	187	0,34	80	25	1,50	1,00
	4	187	0,34	90	25	1,10	1,00

	4	187	0,34	100	25	1,00	1,00
Tavellone	6	332	0,38	80	25	2,60	1,95
	6	332	0,38	90	25	2,30	1,95
UNI 2106	6	332	0,38	100	25	2,10	1,95
	4	496	0,44	110	25	3,10	2,95
	4	496	0,44	110	25	2,80	2,95
	4	496	0,44	120	25	2,60	2,95

W = Momento resistente minimo riferito alla sezione larga 1 m (4 elementi affiancati); P= Carico minimo di rottura concentrato in mezzeria di una tavella poggiante su due coltelli posti a cm 2,5 dagli estremi (Tabella UNI 2107); Mr= Momento flettente di rottura minimo riferito alla sezione larga 1 m (4 elementi affiancati. (fonte: Manualetto RDB, Fag, Milano, 1997)

b) Solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato:

15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori; 5 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori.

In assenza di cassero continuo inferiore durante la fase di armatura e getto, tutti i blocchi dovranno resistere ad un carico concentrato, applicato nel centro della faccia superiore, non inferiore a 1,5 kN. Il modulo elastico non dovrà essere superiore a 25 kN/mm<sup>2</sup>.

### **14.6.3. Tavelle e tavelloni**

Si farà riferimento alle seguenti norme:

1) Tipi e dimensioni:

**UNI 2105** *Tavelle. Tipi e dimensioni*

**UNI 2106** *Tavelloni. Tipi e dimensioni.*

2) Requisiti e prove

**UNI 2107** *Tavelle e tavelloni. Requisiti e prove.*

### **14.6.4. Tegole**

**UNI 8089** *Edilizia. Coperture e relativi elementi funzionali. Terminologia funzionale.*

**UNI 8090** *Edilizia. Elementi complementari delle coperture. Terminologia.*

**UNI 8091** *Edilizia. Coperture. Terminologia geometrica.*

**UNI 8178** Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.

**UNI 8635-16** Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio.

**UNI 9460 3** Coperture discontinue. Codice di pratica per la progettazione e l'esecuzione di coperture discontinue con tegole di laterizio e cemento.

#### Articolo 15: ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

### 15.1. Requisiti principali

Ogni fornitura di acciaio per cemento armato ordinario B450C e B450A (barre, rotoli, rete elettrosaldata) deve essere accompagnata da ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici (§ 11.3.1.2 delle NTC08).

Non si devono porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

### 15.2 Acciai in barre ad aderenza migliorata

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata sono conformate in modo da aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio e sono caratterizzate dal diametro  $\emptyset$  della barra tonda equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/d m<sup>3</sup>.

### 15.3. Caratteristiche meccaniche e tecnologiche acciaio laminato a caldo

Gli acciai in barre ad aderenza migliorata B450C (acciaio laminato a caldo) devono possedere le caratteristiche indicate nel seguente prospetto, valutando le tensioni di snervamento e di rottura come grandezze caratteristiche secondo quanto indicato al punto 11.3.2.1 del DM 14 gennaio 2008, "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di  $20 \pm 5$  °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti in acqua bollente e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

Tensioni caratteristiche di snervamento e rottura

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm <sup>2</sup>

Requisiti (rif. Tabella 11.3.Ib) NTC 2008

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\geq 7,5\ %$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12\ mm$	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 $\phi$	
per $16 < \phi \leq 25\ mm$	8 $\phi$	
per $25 < \phi \leq 40\ mm$	10 $\phi$	

#### 15.4. Prova di aderenza

Le barre ed i fili trafilati ad aderenza migliorata devono superare con esito positivo le prove di aderenza secondo il metodo "Beam-test" conformemente a quanto previsto nell'allegato 6 del D.M. 9 gennaio 1996; nell'allegato stesso sono pure indicate le modalità di controllo del profilo da eseguirsi in cantiere o in stabilimento.

#### 15.5. Caratteristiche meccaniche e tecnologiche acciaio trafilato a freddo

L'acciaio B450A trafilato a freddo deve rispondere alle proprietà indicate nel seguente prospetto:  
Tensioni caratteristiche di snervamento e rottura

$f_{y\ nom}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t\ nom}$	540 N/mm <sup>2</sup>

Requisiti (rif. Tabella 11.3.Ic) NTC 2008

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 2,5\ %$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
per $\phi \leq 10\ mm$	$4\phi$	

### 15.6. Reti e tralicci di acciaio elettrosaldati

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.

L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio di cui al § 11.3.2.1 gli elementi base devono avere diametro  $\phi$  che rispetta la limitazione:  $6\ mm \leq \phi \leq 16\ mm$ .

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio di cui al § 11.3.2.2 gli elementi base devono avere diametro  $\phi$  che rispetta la limitazione:  $5\ mm \leq \phi \leq 10\ mm$ .

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere:  $\phi\ min / \phi\ Max \geq 0,6$ .

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2004 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm<sup>2</sup>.

Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di riportate nelle NTC 2008. In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

La tensione di rottura, quella di snervamento e l'allungamento devono essere determinati con prova di trazione su campione che comprenda almeno uno dei nodi saldati.

Dovrà inoltre essere controllata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, determinata forzando con idoneo dispositivo il filo trasversale nella direzione di quello maggiore posto in trazione.

**Tabella 15.6.1.- Peso delle reti elettrosaldate**

Diametro $\phi$ mm	Peso barra kg/m	Peso in una direzione kg/m								
		Interasse tondini in mm								
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,099	1,98	1,32	0,99	0,79	0,66	0,49	0,39	0,33	0,28

5	0,154	3,08	2,05	1,54	1,23	1,03	0,77	0,62	0,51	0,44
6	0,222	4,44	2,96	2,22	1,78	1,48	1,11	0,89	0,75	0,63
7	0,302	6,04	4,03	3,02	2,42	2,01	1,51	1,21	1,01	0,86
8	0,394	7,89	5,26	3,94	3,15	2,63	1,97	1,58	1,31	1,13
9	0,499	9,98	6,60	4,99	4,00	3,30	2,49	1,98	1,65	1,43
10	0,617	12,30	8,18	6,17	4,93	4,09	3,08	2,45	2,04	1,76
11	0,746	14,90	9,84	7,46	5,97	4,92	3,73	2,96	2,46	2,13
12	0,888	17,80	11,80	8,88	7,10	5,88	4,44	3,52	2,94	2,54

**Tabella 15.6.2. - Sezioni delle reti elettrosaldate**

Diame tro Ømm	Sezion e barra cm_	cm_ per metro								
		Barre portanti					Barre trasversali			
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,126	2,52	1,68	1,26	1,01	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36
5	0,196	3,93	2,62	1,96	1,57	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56
6	0,283	5,65	3,77	2,83	2,30	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81
7	0,385	7,69	5,13	3,85	3,00	2,56	1,92	1,54	1,28	1,10
8	0,502	10,05	6,70	5,02	4,00	3,35	2,51	2,01	1,67	1,43
9	0,635	12,70	8,45	6,35	5,10	4,23	3,18	2,54	2,12	1,81
10	0,785	15,70	10,50	7,85	6,30	5,22	3,92	3,14	2,61	2,24
11	0,947	18,90	12,60	9,47	7,60	6,31	4,74	3,79	3,15	2,71
12	1,130	22,60	15,10	11,30	9,10	7,53	5,65	4,52	3,76	3,23

## 15.7.Saldature

Gli acciai saldabili saranno oggetto di apposita marchiatura depositata che li differenzia dagli acciai non saldabili.

Sono proibite le giunzioni mediante saldatura in opera o fuori opera, nonché il fissaggio delle gabbie di armatura tramite punti di saldatura per tutti i tipi di acciaio per i quali il produttore non abbia garantito la saldabilità all'atto del deposito di cui al punto 2.2.9. suddetto.

Per tali acciai l'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito dovranno inoltre soddisfare le limitazioni sotto riportate:

		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,014	0,012
Carbonio equivalente	C <sub>eq</sub>	0,52	0,50

Il calcolo del carbonio equivalente C<sub>eq</sub> sarà effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

### 15.8. Deroga alle limitazioni dimensionali

Le limitazioni riguardanti i massimi diametri ammessi di cui al punto 2.2.3. del D.M. 9 gennaio 1996, non si applicano alle armature ad aderenza migliorata destinate a strutture in conglomerato cementizio armato di particolari caratteristiche e dimostrate esigenze costruttive.

L'impiego di tali armature di maggior diametro deve essere autorizzato dal Servizio tecnico centrale del Ministero dei lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

### 15.10. Norme di riferimento

- UNI 8926** *Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale.*
- UNI 8927** *Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale.*
- UNI 9120** *Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d'ingegneria civile. Distinta dei ferri.*
- UNI 10622** *Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo.*
- CNR UNI 10020** *Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata.*
- UNI ENV 10080** *Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate.*
- UNI ISO 10065** *Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento.*
- UNI ISO 3766** *Disegni di costruzioni e d'ingegneria civile. Rappresentazione simbolica delle armature del calcestruzzo.*
- UNI ISO 10287** *Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate.*

Parte II  
**QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI**

*Articolo 16: MATERIALI IN GENERE*

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo Capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

La forma e le principali dimensioni delle opere oggetto dell'appalto risultano dagli elaborati del Progetto e dai documenti allagati all'appalto, con le successive consequenziali specificazioni costruttive emesse dalla Direzione Lavori in corso d'opera, che fanno parte integrante del contratto.

Si avverte che le modalità di cui ai paragrafi seguenti hanno lo scopo di indicare i lavori da eseguire e di precisare i tipi di materiale da impiegare, ma l'Impresa dovrà compiere tutte le opere necessarie, anche se non specificatamente indicate nella descrizione, per dare i lavori stessi ultimati in ogni singola parte, secondo le migliori regole d'arte, impiegando materiali nuovi, della migliore qualità e delle dimensioni idonee.

I lavori che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come riportato allo specifico articolo del Capitolato Parte Amministrativa.

*Articolo 17: ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO, SABBIA*

Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante. Avrà un pH compreso fra 6 ed 8.

Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2230; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella L. 26 maggio 1965, n. 595, nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972.

Cementi e agglomerati cementizi.

I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella L. 26 maggio 1965, n. 595 (vedi anche D.M. 14 gennaio 1966) e nel D.M. 3 giugno 1968 e successive modifiche.

Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella L. 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 31 agosto 1972.



A norma di quanto previsto dal D.M. 12 luglio 1999, n. 314, i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della L. 26 maggio 1965, n. 595 (e cioè cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della L. 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della L. 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

**Pozzolane** - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o da parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

**Gesso** - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti.

Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'art. 6.

**Sabbie** - La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia essa viva, naturale od artificiale, dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose od organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridente al tatto e dovrà provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario, la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive; alla prova di decantazione in acqua, comunque, la perdita in peso non dovrà superare il 2%. Per il controllo granulometrico, l'Appaltatore dovrà apprestare e porre a disposizione della Direzione Lavori gli stacci UNI 2332-1.

Sabbia per murature in genere.

Sarà costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 UNI 2332-1.

Sabbia per intonacature ed altri lavori.

Per gli intonaci, le stuccature, le murature di paramento od in pietra da taglio, la sabbia sarà costituita da grani passanti allo staccio 0,5 UNI 2332-1.

Sabbia per conglomerati cementizi.

Dovrà corrispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 3 giugno 1968 All. 1 e dal D.M. 9 gennaio 1996 All. 1 punto 1.2. La granulometria dovrà essere assortita (tra 1 e 5 mm) ed adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. È assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

**Articolo 18: MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E MALTE**

Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme secondo i criteri dell'art. 6.

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio 1996 e relative circolari esplicative.

**Articolo 19: ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO**

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti da laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nelle NTC di cui al DM 14 gennaio 2008.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato DM 14 gennaio 2008.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

È facoltà del Direttore dei lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

**Articolo 20: ARMATURE PER CALCESTRUZZO**

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente DM 14 gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

**Articolo 21: PRODOTTI A BASE DI LEGNO**

**21.1** - Si intendono per prodotti a base di legno quelli derivati dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno e che sono presentati solitamente sotto forma di segati, pannelli, lastre, ecc.

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutture, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente Capitolato ed alle prescrizioni del progetto. Sono qui considerati i soli prodotti a base di legno il cui uso è previsto in progetto:

**21.2** - I segati di legno a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 10$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 2$  mm;
- umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma UNI 8829;

ove necessario possono essere prese a riferimento le indicazioni riportate dalle norme ISO 1029, ISO 1030, ISO 1031, riferite ai Segati di conifere - Difetti - Classificazione; Misurazione; Termini e definizioni; ed alle norme ISO 2299, ISO 2300, ISO 2301, riferite ai Segati di latifoglie - Difetti - Classificazione; Misurazione; Termini e definizioni.

**21.3** - I pannelli a base di particelle di legno a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 5$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- umidità del 10%:  $\pm 3\%$ ;

Funzionalmente avranno le caratteristiche rispondenti alla norma SS UNIV 40.03.093.0:

Il progetto prevede un rivestimento in legno a lamelle per il piano quarto f.t. dell'edificio.

Il rivestimento è previsto con listelli di larice con caratteristiche tecniche e modalità di esecuzione puntualmente definite nei seguenti elaborati di progetto:

- P21-R0 : Sezione AA - Stralcio Prospetto Nord
- P22-R0 : Sezione AA - Stralcio Prospetto Sud

- P23-R0 : Sezione CC - Stralcio Prospetto Nord

negli elaborati dei prospetti P16-R0 e P17-R0 e nella voce del presente Capitolato dedicata ai Rivestimenti esterni.

*Articolo 22: PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE*

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato; le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

*Granito (termine commerciale).*

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, feldspati, felspatoidi).

A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline, costituite da quarzo, feldspati sodico-potassici e miche);

- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.) e le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;

alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta, nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc., che riducano la resistenza o la funzione;

avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;

delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma UNI 9724 - parte 2a,

- coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI 9724 - parte 2a,

- resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI 9724 - parte 3a,

- resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI 9724 - parte 5a,

- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234;

per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (pavimentazioni, soglie, davanzali, ....etc.), si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

### *Articolo 23: PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE*

**23.1** - Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo sulla esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Come per tutti i materiali di rivestimento e pavimentazione l'Impresa appaltatrice dovrà presentare tre campioni, tra i colori e finiture scelte dalla D.L.

**23.2** - Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto, tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cotto forte, gres porcellanato, ecc.) devono essere associate alla classificazione secondo la norma UNI EN 176 e basate sul metodo di formatura UNI EN 98 e sull'assorbimento d'acqua UNI EN 99.

a) A seconda della classe di appartenenza (secondo UNI EN 87) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alle norme seguenti:

#### ASSORBIMENTO D'ACQUA «E» IN %

FORMATURA	gruppo I	gruppo IIa	gruppo lib	gruppo III
	E 3%	3%<E6%	6%<E10%	E>10%
Estruse (A)	UNI EN 121	UNI EN 186	UNI EN 187	UNI EN 188
Estruse (A)	UNI EN 176	UNI EN 177	UNI EN 178	UNI EN 159

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto ed, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione dei lavori e fornitore.

b) Le piastrelle in Gres porcellanato previste in progetto dovranno rispondere ai seguenti requisiti verificati con test di controllo secondo le norme E.N. 176 B1.

-Tolleranze dimensionali, ortogonalità, planarità Rettilinearità: Test secondo EN98

- Massa d'acqua assorbita: est secondo EN 99

c) I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporcatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere

accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

**23.3** - I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza e/o a completamento, alle seguenti.

**23.3.1** - Mattonelle di cemento con o senza colorazione e con superficie levigata; mattonelle di cemento con o senza colorazione e con superficie striata o con impronta; marmette e mattonelle a mosaico di cemento e di detriti di pietra e con superficie levigata.

I prodotti sopracitati devono rispondere al R.D. 16 novembre 1939, n. 2334 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, di resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro ed alle prescrizioni del progetto. L'accettazione deve avvenire secondo il punto 13.1, avendo il R.D. sopracitato quale riferimento.

**23.3.2** - I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili, si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza e/o a complemento, devono rispondere a quanto segue:

essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi, che superino le tolleranze dimensionali ammesse.

Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;

le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza  $\pm 15\%$  per il singolo massello e  $\pm 10\%$  sulle medie;

la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;

il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;

il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per un singolo elemento e  $\pm 3\%$  per la media;

la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm<sup>2</sup> per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup> per la media;

I criteri di accettazione sono quelli riportati nel punto 13.1.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, per la sicurezza e per la posa.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) ed a quanto prescritto nell'articolo 12.

In mancanza di tolleranze su disegni di progetto, si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (le tolleranze predette saranno ridotte per i prodotti da incollare);

le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. 16 novembre 1939, n. 2334, per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm;

l'accettazione avverrà secondo il punto 13.1. Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, per la sicurezza e per la posa.

#### *Articolo 24: PRODOTTI PER COPERTURE CONTINUE*

**24.1** - Si definiscono prodotti per le coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari.

Per la realizzazione delle coperture continue piane nel loro insieme, si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle coperture continue.

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Nel caso di contestazione, le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI citate di seguito.

**24.2** – piastrelle in gres porcellanato antigelivo con resistenza all'abrasione PEIv antiscivolo con coefficiente di attrito maggiore o uguale a 0,40 secondo il Test BRCA

i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:

- le fessure non sono ammesse;
- le incavature non devono avere profondità maggiore di 6 mm;
- le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell'impasto;
- le scagliature sono ammesse, in forma leggera;
- le sbavature e le deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto;

sulle dimensioni nominali e sulla forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze: lunghezza  $\pm 1,5\%$ ; larghezza  $\pm 1\%$ ; altre dimensioni dichiarate  $\pm 1,6\%$ ; ortometria: scostamento orizzontale non maggiore del 1,6% del lato maggiore;

sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del  $\pm 10\%$ ;

l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua dall'intradosso, dopo 24 ore;

dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere maggiore od uguale a 1800 N su campioni maturati 28 giorni;

la resistenza a rottura F del singolo elemento deve essere maggiore od uguale a 1000 N; la media deve essere maggiore od uguale a 1500 N;

i criteri di accettazione sono quelli del punto 14.1. In caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 e UNI 8635.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

#### *Articolo 25: PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E COPERTURE PIANE*

**25.1** - I prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale), fino a formare in sito una membrana continua.

Le membrane si designano descrittivamente in base:

al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);

al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene in film, armatura alluminio in foglio sottile, ecc.);

al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere in film da non asportare, graniglie, ecc.);

al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere non-tessuto, sughero, alluminio in foglio sottile, ecc.).

I prodotti forniti in contenitori si designano descrittivamente come segue:

- 1) mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- 2) asfalti colati;
- 3) malte asfaltiche;
- 4) prodotti termoplastici;



- 5) soluzioni in solvente di bitume;
- 6) emulsioni acquose di bitume;
- 7) prodotti a base di polimeri organici.

I prodotti vengono considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**25.2** - Le membrane per coperture di edifici, in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio: strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.), devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed a complemento, alle seguenti prescrizioni.

a) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente a trazione ed avere adeguata impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9380 oppure, per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori. (Le membrane rispondenti alle varie parti della norma UNI 8629, per le caratteristiche sopracitate sono valide anche per questo impiego).

b) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione del vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;

- invecchiamento termico in acqua.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 9168 oppure, per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629, per le caratteristiche sopracitate, sono valide anche per questo impiego.

c) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e a lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed alla permeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 8629 oppure, per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e a lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);

- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti) oppure, per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

e) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti) oppure, per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**25.3** - Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri, elencate nel seguente comma a) ed utilizzate per impermeabilizzazione delle opere elencate nel seguente comma b), devono rispondere alle prescrizioni elencate nel successivo comma c).

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 15.1 comma c).

a) I tipi di membrane previste nel progetto sono:

Membrane in materiale elastomerico dotate di armatura e formate da elastomeri e bitumi ossidati ad alto punto di fusione con armatura in fibra di poliestere e simili [Per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fundamentalmente elastico, anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio: gomma vulcanizzata)].

Membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta; in questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.

b) Classi di utilizzo.

Classe C - membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o non (per esempio: fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.).

Classe D - membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce.

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi. In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che, nell'esperienza progettuale e/o applicativa, risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali.

c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898.

**25.4** - I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) e secondo il materiale costituente, devono rispondere alle prescrizioni seguenti.

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 15.1 comma c).

**25.4.1** - I bitumi da spalmatura per impermeabilizzazione (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per diversi tipi, alle prescrizioni della norma UNI 4157.

**25.4.2** -Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alla norma UNI 5660 FA 227-87.

**25.4.3** -Gli asfalti colati per impermeabilizzazione devono rispondere alla norma UNI 5654 FA 191-87.

**25.4.4** -Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla norma UNI 4377 FA 233-87.

**25.4.5** -Il mastice di asfalto sintetico, per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati, deve rispondere alla norma UNI 4378 FA 234.

**25.4.6** -I prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, epossi-poliuretanic, epossi-catrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutati in base alle caratteristiche seguenti ed i valori devono soddisfare i limiti riportati. Quando non sono riportati i limiti che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori.

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 15.1 comma c) e rispondenti alle norme UNI9527, UNI 9528, UNI 9527 FA1-92, UNI 9528 FA1-92.

b) Caratteristiche di comportamento da verificare in sito o su campioni significativi di quanto realizzato in sito secondo le norme UNI 9529, UNI 9530, UNI 9531, UNI 9532, UNI 9533 e relativi FOGLI DI AGGIORNAMENTO:

- spessore dello strato finale in relazione al quantitativo applicato per ogni metro quadrato minimo ... mm, misurato secondo <norma 5>;
- valore dell'allungamento a rottura minimo <valore minimo> %, misurato secondo <norma 6>;
- resistenza al punzonamento statico o dinamico: statico minimo <punzonamento statico> N; dinamico minimo <punzonamento dinamico> N, misurati secondo <norma 7>;
- stabilità dimensionale a seguito di azione termica e variazione dimensionale massima in % <stabilità massima> misurate secondo <norma 8>;
- impermeabilità all'acqua, minima pressione di <pressione> kPa, misurati secondo <norma 9>;
- comportamento all'acqua, variazione di massa massima in % <variazione massa>, misurata secondo <norma 10>;
- invecchiamento termico in aria a 70 °C e variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trattamento massimo °C <gradi>, misurati secondo <norma 11>;
- invecchiamento termico in acqua e variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trattamento massimo °C <gradi 1>, misurati secondo <norma 12> .

#### *Articolo 26: PRODOTTI DI VETRO (LASTRE)*

**26.1** - I prodotti di vetro sono quelli ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi, si fa riferimento alle norme UNI EN 572/17.

I prodotti di seguito descritti e riferiti al progetto vengono considerati al momento della loro fornitura.

Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni ed ai serramenti.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**26.2**-I vetri piani trasparenti float previsti per i serramenti in progetto, sono chiari e si ottengono per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto ed in particolare nella Tavola "Abaco infissi".

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte; il fornitore comunicherà i valori, se richiesti.

**26.3** - I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente, in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7142 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione.

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte; il fornitore comunicherà i valori, se richiesti.

**26.4** - I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) previsti per tutti i serramenti, sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi od altro, in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

Le loro dimensioni, il numero e il tipo delle lastre saranno quelli indicati nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7171 che definisce anche i metodi di controllo da adottare in caso di contestazione.

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte; il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

**26.5** - I vetri piani stratificati sono quelli, formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica, che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie.

Il loro spessore varia in base al numero ed allo spessore delle lastre costituenti.

Quelli in uso nel progetto In funzione della loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche saranno del tipo:

- stratificati per sicurezza semplice;
- stratificati antivandalismo;

Le dimensioni, il numero e il tipo delle lastre saranno quelli indicati nel progetto.

Per le altre caratteristiche si fa riferimento alle norme seguenti:

a) i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma UNI 7172;

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte; il fornitore comunicherà i valori, richiesti dalla D.L..

*Articolo 27: PRODOTTI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEOTESSILI)*

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

**27.1** - Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole, i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza/deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la loro funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto od alle norme UNI 9610 e 9611 e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**27.2** - Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, terroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono i prodotti forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità;

- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**27.3** - Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti e di drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura), chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

Quando non è specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche secondo i modelli di controllo riportati nelle norme:

UNI 8279/1/3/4/12/13/17 e UNI 8986.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Per i non tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

#### *Articolo 28: INFISSI*

**28.1** - Gli infissi sono gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose, nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Si dividono in elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e in serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi, inoltre, si dividono, in relazione alla loro funzione, in porte, finestre e schermi.



Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio, si fa riferimento alla norma UNI 8369 (varie parti).

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nell'articolo relativo alle vetrazioni ed ai serramenti.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**28.2** - Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, nelle dimensioni e con i materiali indicati nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limite) devono comunque nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti e garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

Il Direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

a) il controllo dei materiali costituenti il telaio, il vetro, gli elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, esatta esecuzione dei giunti, ecc.;

b) l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc. (vedere il punto 18.3 b); di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti (vedere il punto 18.3).

**28.3** - I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni essi devono essere realizzati nel loro insieme, in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e agli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione ecc.; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

a) Il Direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta, il telaio, e dei loro trattamenti preservanti e dei rivestimenti; mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti e degli accessori; mediante il controllo delle loro caratteristiche costruttive, in particolare, dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) e per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento e sulle altre prestazioni richieste.

Il Direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche o, in mancanza, a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Il progetto prevede l'uso dei seguenti serramenti e componenti che dovranno rispondere ai seguenti requisiti normativi:

Serramenti in PVC rigido I requisiti minimi richiesti sono quelli conformi alla normativa ed in particolare:

-tenuta all'acqua secondo UNI EN 12208: 9A

-permeabilità all'aria: UNI EN 12207 classe 4

-Resistenza al carico del vento: Classe C UNI EN 12210-freccia relativa frontale

La sigillatura del giunto telaio-struttura deve assicurare livelli di prestazione analoghi a quelli sopra citati.

### 3) Porte interne in legno tamburate

limiti stabiliti dalle Norme UNI

- tolleranze dimensionali misurate secondo la norma UNI EN 25;

- planarità misurata secondo la norma UNI EN 24;

- resistenza all'urto corpo molle misurata secondo la norma UNI 8200

- resistenza al fuoco (misurata secondo la norma UNI 9723-00-A1) classe 1;

- resistenza al calore per irraggiamento (misurata secondo la norma UNI 8328) ;

### 4) Porte esterne

- tolleranze dimensionali e spessore; prescrizioni standard secondo la norma UNI EN 25;

- planarità misurata secondo la norma UNI EN 24;

- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento (misurata secondo le norme UNI EN 86, 42 e 71 e UNI 7979);

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

**28.4** - Gli schermi (tapparelle, avvolgibili in PVC e frangisole) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, nelle dimensioni e con il materiale indicati nel disegno di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, lo schermo deve comunque nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) ed agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

*Articolo 29: PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI*

**29.1** - Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate)

I prodotti si distinguono:

a seconda del loro stato fisico

- rigidi (rivestimenti in pietra , ceramica, vetro, alluminio, gesso, ecc.);
- flessibili (carte da parati, tessuti da parati, ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci, vernicianti, rivestimenti plastici, ecc.);

a seconda della loro collocazione

- per esterno;
- per interno;

a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento

- di fondo;
- intermedi;
- di finitura.

Tutti i prodotti di seguito descritti nei punti 29.2 e 29.3 vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

**29.2** - Prodotti rigidi.

a) Per le piastrelle di ceramica vale quanto riportato nell'articolo prodotti per pavimentazione, tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.

b) Per le lastre di pietra vale quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione del progetto valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'articolo relativo ai prodotti di pietra integrati dalle prescrizioni date, e nell'articolo relativo ai prodotti per pavimentazioni di pietra (in particolare, per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio). Sono comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione.

c) Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto. Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti, aggressivi, ecc.) ed alle azioni termogrometriche saranno quelle prescritte nelle norme UNI, in relazione all'ambiente

(interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure, in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei lavori.

Essi, inoltre, saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc., le caratteristiche di resistenza alla usura, ai viraggi di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e la costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo i fenomeni di vibrazione e di produzione di rumore, tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.

d) Per le lastre di cartongesso, si rinvia all'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo relativo ai prodotti di calcestruzzo con, in aggiunta, le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) ed agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

In via orientativa valgono le prescrizioni della norma UNI 8981 (varie parti).

Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima, si debbono realizzare opportuni punti di fissaggio ed aggancio. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono, per quanto applicabili e/o in via orientativa, le prescrizioni dell'articolo sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo.

### **29.3 - Prodotti fluidi od in pasta.**

a) Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce-cemento-gesso), da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) e, eventualmente, da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'incendio adeguate;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza a norme UNI è sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

b) I prodotti vernicianti sono applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nella porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- avere resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto o, in mancanza, quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

I dati intendono presentati secondo le norme UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme UNI.

### *Articolo 30: PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO*

**30.1** - Si definiscono materiali isolanti termici quelli atti a diminuire in forma sensibile il flusso termico attraverso le superfici sulle quali sono applicati (vedi classificazione in tab. 1). Per la realizzazione dell'isolamento termico si rinvia agli articoli relativi alle parti dell'edificio o agli impianti.

I materiali di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione per le caratteristiche la procedura di prelievo dei campioni, delle prove e della valutazione dei risultati sarà quella indicata nelle norme UNI EN 822, UNI EN 823, UNI ENI 824, UNI ENI 825 e, in loro mancanza, quella della letteratura tecnica.

I materiali isolanti sono di seguito classificati.

A) Materiali fabbricati in stabilimento (blocchi, pannelli, lastre, feltri ecc.).

1) Materiali cellulari

- composizione chimica organica: plastici alveolari;
- composizione chimica inorganica: vetro cellulare, calcestruzzo alveolare autoclavato;
- composizione chimica mista: plastici cellulari con perle di vetro espanso.

2) Materiali fibrosi

- composizione chimica organica: fibre di legno;
- composizione chimica inorganica: fibre minerali.

3) Materiali compatti

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: agglomerati di legno.

4) Combinazione di materiali di diversa struttura

- composizione chimica inorganica: composti «fibre minerali-perlite», amianto cemento, calcestruzzi leggeri;
- composizione chimica mista: composti perlite-fibre di cellulosa, calcestruzzi di perle di polistirene espanso.

5) Materiali multistrato

- composizione chimica organica: plastici alveolari con parametri organici;
- composizione chimica inorganica: argille espanse con parametri di calcestruzzo, lastre di gesso associate a strato di fibre minerali;
- composizione chimica mista: plastici alveolari rivestiti di calcestruzzo.

I prodotti stratificati devono essere classificati nel gruppo A5. Tuttavia, se il contributo alla proprietà di isolamento termico apportato da un rivestimento è minimo e se il rivestimento stesso è necessario per la manipolazione del prodotto, questo è da classificare nei gruppi da A1 ad A4.

B) Materiali iniettati, stampati o applicati in sito mediante spruzzatura.

1) Materiali cellulari applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica organica: schiume poliuretatiche, schiume di ureaformaldeide;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo cellulare.

2) Materiali fibrosi applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica inorganica: fibre minerali proiettate in opera.

3) Materiali pieni applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: asfalto.

4) Combinazione di materiali di diversa struttura

- composizione chimica inorganica: calcestruzzo di aggregati leggeri;
- composizione chimica mista: calcestruzzo con inclusione di perle di polistirene espanso.

5) Materiali alla rinfusa

- composizione chimica organica: perle di polistirene espanso;
- composizione chimica inorganica: lana minerale in fiocchi, perlite;
- composizione chimica mista: perlite bitumata.

**30.2** - Per tutti i materiali isolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

a) dimensioni: lunghezza - larghezza - spessore valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;

b) massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nelle norme UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori;

c) resistenza termica specifica: deve essere entro i limiti previsti da documenti progettuali (calcolo in base alla L. 16 gennaio 1991, n. 10) ed espressi secondo i criteri indicati nella norma UNI 7357 ed UNI 7357 FA 1 - FA 2 - FA 3.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

**30.3** - Per i materiali isolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. Il Direttore dei lavori può attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

#### *Articolo 31: PRODOTTI PER PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE*

**31.1** - I prodotti per pareti esterne e partizioni interne sono utilizzati per realizzare i principali strati funzionali di queste parti di edificio.

Per la realizzazione delle pareti esterne e partizioni interne si rinvia all'articolo che tratta queste opere.

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione, la procedura di prelievo dei campioni e le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelle indicate nelle norme UNI 7959, UNI 8201, UNI 8326, UNI 8327, UNI 8369/2, UNI 8369/5, UNI 8979, UNI 9269 e, in mancanza di queste, quelle descritte nella letteratura tecnica.

**31.2** - I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale (vedere articolo sulle murature), ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni, devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, al loro completamento, alle seguenti:

gli elementi di laterizio (forzati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale od alleggerito devono rispondere alla norma UNI 8942 parte 2a;

gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella norma UNI 8942 (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea), i limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto e, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei lavori;

gli elementi di calcio silicato, pietra ricostruita e pietra naturale saranno accettati in base alle loro caratteristiche dimensionali e relative tolleranze; caratteristiche di forma e massa volumica



(foratura, smussi, ecc.); caratteristiche meccaniche a compressione, taglio e flessione; caratteristiche di comportamento all'acqua ed al gelo (imbibizione, assorbimento d'acqua, ecc.).

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto e, in loro mancanza, saranno quelli dichiarati dal fornitore ed approvati dalla Direzione dei lavori.

**31.3** - I prodotti ed i componenti per facciate esterne (rivestimenti di facciate ventilate) dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto e, in loro mancanza, alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi dell'ossatura devono avere caratteristiche meccaniche coerenti con quelle del progetto, in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, ecc.) alla struttura portante, resistere alle corrosioni ed azioni chimiche dell'ambiente esterno ed interno;
- gli elementi di tamponamento (lastre di grès porcellanato o ceramica laminata.) devono essere compatibili chimicamente e fisicamente, con l'ossatura; resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti, ecc.), resistere alle sollecitazioni termoigrometriche dell'ambiente esterno ed a quelle chimiche degli agenti inquinanti;
- le parti apribili ed i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte;
- i rivestimenti superficiali (trattamenti dei metalli, pitturazioni, fogli decorativi, ecc.) devono essere coerenti con le prescrizioni sopra indicate;
- le soluzioni costruttive dei giunti devono completare ed integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

La rispondenza alle norme UNI per gli elementi metallici e i loro trattamenti superficiali, per i vetri, i pannelli di legno, di metallo o di plastica e per gli altri componenti, viene considerata automaticamente soddisfacimento delle prescrizioni sopradette.

**31.4** - I prodotti ed i componenti per partizioni interne prefabbricate che vengono assemblate in opera (con piccoli lavori di adattamento o meno) devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in loro mancanza, alle prescrizioni indicate al punto precedente.

**31.5** - I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in loro mancanza, alle prescrizioni seguenti: avere spessore con tolleranze  $\pm 0,5$  mm, lunghezza e larghezza con tolleranza  $\pm 2$  mm, resistenza all'impronta, all'urto, alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio) ed, a seconda della destinazione d'uso, con basso assorbimento d'acqua, con bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore), con resistenza all'incendio dichiarata, con isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei lavori.

*Articolo 32: PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO*

**32.1** - Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà è valutata con il coefficiente di assorbimento acustico «a», definito dall'espressione:

$$a = \frac{W_a}{W_i}$$

dove:  $W_i$  è l'energia sonora incidente;

$W_a$  è l'energia sonora assorbita.

**32.2** - Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dallo spessore.

I materiali fonoassorbenti si classificano secondo lo schema di seguito riportato.

a) Materiali fibrosi:

1. Minerali (fibra di amianto, fibra di vetro, fibra di roccia);
2. Vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).

b) Materiali cellulari:

1. Minerali:

- calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);
- laterizi alveolari;
- prodotti a base di tufo.

2. Sintetici:

- poliuretano a celle aperte (elastico - rigido);
- polipropilene a celle aperte.

**32.3** - Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- lunghezza - larghezza - spessore, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nelle norme UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori;
- coefficiente di assorbimento acustico, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI EN 20354, rispondente ai valori prescritti nel progetto o, in loro assenza, a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- resistività al flusso d'aria (misurata secondo ISO/DIS 9053);
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica.

**32.4** - Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione dei lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

### *Articolo 33: PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO*

**33.1** - Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa.

Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante «R» definito dalla seguente formula:

$$R = \log \frac{W_i}{W_t}$$

dove:  $W_i$  è l'energia sonora incidente;

Wt è l'energia sonora trasmessa.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia posseggono proprietà fonoisolanti.

Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica.

Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formati da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e dalla qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento e dall'eventuale presenza di un'intercapedine d'aria.

**33.2** - Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- dimensioni: lunghezza - larghezza- spessore, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nelle norme UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori;
- potere fonoisolante, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI 8270/6 e 8270/8, rispondente ai valori prescritti nel progetto o, in loro assenza, a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;
- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica.

**33.3** - Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione dei lavori deve attivare i controlli della costanza delle caratteristiche del



prodotto in opera, ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

**33.4** - Entrambe le categorie di materiali fonoisolanti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, in relazione alla loro destinazione d'uso.

### Parte III PROVE VERIFICHE E COLLAUDO

#### *Articolo 34: CONTROLLI REGOLAMENTARI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO*

##### **34.1. Resistenza caratteristica**

Agli effetti delle presenti norme un conglomerato cementizio viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione.

La resistenza caratteristica è definita come la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

Nelle presenti norme, a meno di indicazione contraria, la “resistenza caratteristica” designa quella dedotta dalle prove a compressione a 28 giorni su cubi preparati e confezionati come al punto 3, allegato 2, del D.M. 9 gennaio 1996.

La classe di resistenza Rck, la classe di consistenza Si e il diametro massimo dell'aggregato prescritte per il conglomerato cementizio, dovranno essere indicate dal progettista delle opere. In funzione della destinazione e dell'ubicazione dell'opera il progettista indicherà anche la classe di esposizione ambientale. Il DDT dovrà riportare, oltre agli estremi della certificazione FPC, il valore dei dati prescritti dal progettista (Rck, classe di consistenza, ecc...).

Il conglomerato cementizio per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo se la miscela viene confezionata con componenti aventi essenzialmente le stesse caratteristiche - di qualità, p.e. tipo di cemento (UNI EN 197) requisiti degli aggregati (UNI 8520/2), e se i rapporti quantitativi tra i componenti, le attrezzature e le modalità di confezione e posa in opera rimangono praticamente invariati.

##### **34.2. Controlli di qualità del conglomerato**

Il controllo di qualità, così come descritto più avanti, consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del conglomerato cementizio, garantendone così la conformità alle prescrizioni di progetto.

Nel caso di utilizzo di calcestruzzo preconfezionato lo stabilimento di produzione deve essere dotato di un sistema di controllo della produzione di calcestruzzo predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2008 certificato da organismi terzi indipendenti accreditati. (NTC 11.2.8)

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

###### a) Studio preliminare di qualificazione

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio: aggregati (UNI 8520/2) cementi (UNI EN 197); acque ed additivi e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto: classe di resistenza e classe di consistenza (UNI 9858).

Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili.

b) Controllo di accettazione

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla Direzione dei Lavori durante l'esecuzione delle opere, si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali: la resistenza a compressione di provini cubici; l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc..

Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili.

c) Prove complementari

Comprende tutta l'attività sperimentale che la Direzione dei Lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

### **34.3. Prelievo dei campioni**

Il prelievo deve essere eseguito dalla Direzione dei Lavori, che provvede ad identificare i provini mediante sigle ed etichette ed a custodirli in idoneo locale prima della formatura e durante la stagionatura.

Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.

Il calcestruzzo, entro le forme o cubiere, deve essere opportunamente assestato per strati con l'utilizzo di tondini di ferro  $\varnothing$  10 mm.

Nel caso del prelievo di calcestruzzo di media consistenza la costipazione sarà eseguita con pestello di superficie di circa 1/8 e 1/4 della sezione del provino. Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua invece dovrà essere vibrato nella forma mediante vibratore ad immersione, di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.

Dopo la costipazione il calcestruzzo dovrà essere rasato con righello metallico e lisciato con idonea cazzuola o con frattazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione, fino alla sformatura.

La sformatura che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione ed in modo da non danneggiare il provino. I provini dovranno poter essere identificati e rintracciati in qualsiasi momento.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo", che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

È obbligo del Direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, di cui ai successivi paragrafi, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di conglomerato vale quanto indicato nella **UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002**;

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nella **UNI EN 12390-3:2003, UNI EN 12390-4:2002**.

#### 34.4. Dimensioni dei provini. Casseforme

La circolare 02/02/2009 n.617/C.S.LL.PP. rimanda alle norme UNI EN 12504-1, **UNI EN 12390-1, UNI EN 12390-2, UNI EN 12390-3**, alle quali si farà pertanto riferimento.

**Tabella 34.1 - Dimensioni provini cubici in funzione di quelle degli inerti**

Dimensione max inerte (mm)	Fino a 20	20 $\phi$ 30	30 $\phi$ 50	50 $\phi$ 80	80 $\phi$ 150
Lato provino (cm)	10 o 15	15 o 20	20 o 25	25 o 30	30

Si fa rilevare che la norma **UNI 6130-Parte 1<sup>a</sup>** a partire dal settembre 1981 non prevede più l'uso di provini cubici con lato di 16 cm; la dimensione dei cubetti è commisurata invece alla massima dimensione dell'inerte:

**Tabella 34-2 - Dimensioni provini cubici in funzione di quelle degli inerti (UNI 6130 – Parte 1<sup>a</sup>)**

Dimensione max inerte (mm)	Fino a 16	Oltre 16 e fino 31,5	Oltre 31,5 e fino a 63	Oltre 63 e fino a 125	Oltre 125
Lato provino (cm)	10	15	20	25	30



Sono ammesse le seguenti tolleranze, superando i seguenti valori è necessario rettificare o sostituire le casseforme adoperate:

- tolleranza fino al 1% sulle dimensioni effettive del provino;
- tolleranza angolare circa  $90^\circ \pm 30'$  riferita all'angolo formato tra due facce contigue del provino;
- tolleranza dello 0,05% sulla planarità riferita al lato del provino.

### **34.5. Stagionatura**

**La stagionatura dei provini deve avvenire conformemente alla norma UNI EN 12390-2.**

**Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla norma debbono essere opportunamente annotate sul verbale.**

La stagionatura dei provini di calcestruzzo oggi è conseguita con l'impiego di:

- banco armadio, con controllo dell'umidità e della temperatura, a tenuta ermetica che soddisfa pienamente le condizioni imposte dalla normativa;
- vasche termostatiche in acciaio inox;
- vasche termostatiche con sistemi di controllo per la maturazione accelerata.

I provini di calcestruzzo debbono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura non prima di 2 ore dall'inizio dell'esecuzione della prova. I provini non possono essere rimossi prima che sia trascorso un tempo pari a  $3/4$  del tempo di stagionatura; durante il trasporto i provini debbono essere opportunamente protetti da danni od essiccamenti. In alcuni particolari casi come prove a 7 giorni o minori, è necessario l'imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo", che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

Norme di riferimento:

**UNI EN 12390-2 *Prova sul calcestruzzo indurito – Confezionamento e stagionatura dei provini per prove di resistenza.***

### **34.6. Verbale di preparazione e stagionatura**

**Il verbale di preparazione e stagionatura dei provini di calcestruzzo in riferimento alla norma UNI EN 12390-2, deve contenere le seguenti indicazioni:**

- forma, dimensioni, massa della sformatura e numero dei provini;
- modalità di preparazione dei provini (costipazione, battitura, vibrazione, numero dei colpi e massa dell'attrezzo impiegato, ecc.);

- condizioni di stagionatura (temperatura, umidità relativa, ecc.).

### **34.7. Spianatura. Prova a compressione**

La spianatura delle facce del provino può essere eseguita:

- con macchina dotata di mole o dischi di carburo di silicio o diamantati;
- con l'applicazione di pasta di cemento, gesso, miscela di zolfo e sabbia, ecc..

La spianatura deve essere ripetuta in caso di errore di planarità o angolo tra due facce contigue superiore alle tolleranze ammesse.

La prova a schiacciamento è eseguita con presse rispondenti alle norme **UNI 6686**, ponendo il provino tra i piatti della macchina in modo che il carico risulti applicato in direzione normale a quella di costipamento durante il getto.

L'apparecchio misuratore deve consentire la valutazione istantanea del carico, per ciascuna delle scale della macchina di prova, con precisione dell'1%. Il carico deve essere applicato senza urti e con gradiente pari a  $50 \pm 20 \text{ N/cm}^2 \cdot \text{s}$ .

La prova a compressione ha termine con la rottura del provino.

La resistenza a compressione, in base al carico massimo raggiunto, è valutata con arrotondamento a  $50 \text{ N/cm}^2$ , annotando il tipo di rottura.

Tra le facce del provino ed i piatti della pressa non devono essere interposti strati di materiale deformabile (cartone, feltro, piombo): in tal modo si otterrebbero valori di resistenza più bassi, in quanto l'espansione trasversale dello strato deformabile tende a spaccare longitudinalmente il provino.

Per il calcolo della resistenza caratteristica si assume, secondo le prescrizioni del D.M. 9 gennaio 1996, il valore della resistenza alla compressione dopo 28 giorni di stagionatura con temperatura  $T = 20 \pm 2^\circ \text{ C}$ , ed umidità relativa U.R.  $> 90\%$ . Dopo 28 giorni il calcestruzzo<sup>1</sup> incrementa ancora la propria resistenza e quindi non si può più parlare a rigore di resistenza caratteristica del calcestruzzo, intesa convenzionalmente a 28 giorni di stagionatura.

Norme di riferimento:

**UNI EN 12390-3 Prova sul calcestruzzo indurito – Resistenza alla compressione dei provini.**

### **34.8. Modalità di rottura del provino**

La prova a compressione dei provini di calcestruzzo è considerata soddisfacente se avviene con un tipo di rottura del provino uniforme e simmetrica:

**a) Rottura normale**

La rottura normale è quella che avviene senza frantumazioni e senza lesioni sulle facce del provino a contatto con i piatti della pressa oleodinamica, la macchina di prova deve essere di classe 1. La rottura normale considerata più soddisfacente è quella che si manifesta con l'espulsione laterale di materiale tale che la forma restante del provino sia assimilabile a due tronchi di piramidi aventi in comune la base minore e con le facce laterali inclinate di 45°.

**b) Rottura anomala**

Le rotture anomale, cioè diverse da quelle sopra descritte, possono dipendere da diverse cause come, ad esempio, la mancata coincidenza dell'asse verticale del provino con quello della pressa oleodinamica, l'impiego di casseformi non idonee adoperate per il confezionamento del provino, difetto costruttivo della pressa o un suo mancato controllo periodico.

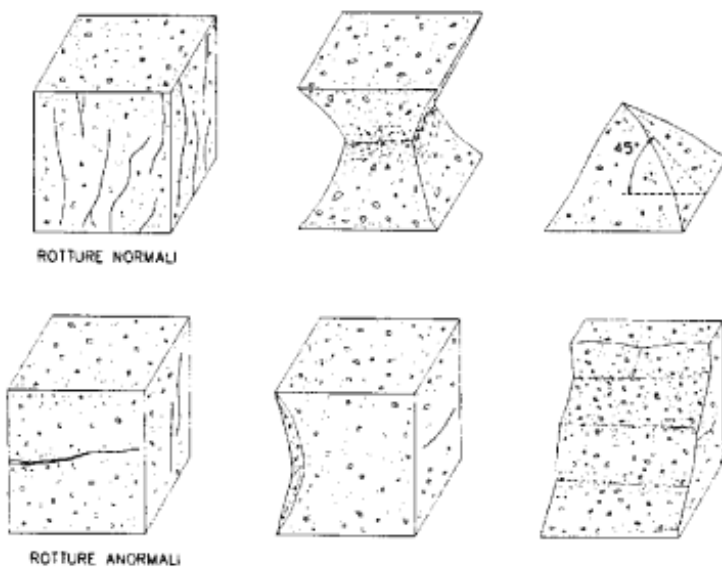


Fig. 129.1. – Rottura dei provini di calcestruzzo

**34.9. Resoconto della prova di compressione**

Il certificato, emesso da laboratorio ufficiale o in concessione (art. 20, Legge n. 1086/1971) contenente l'esito della prova a compressione del provini in calcestruzzo deve contenere i seguenti dati:

- 1) numero e sigla di identificazione del provino;
- 2) data di confezionamento del provino;
- 3) eventuale spianatura dei provini;
- 4) data della prova;
- 5) dimensioni ed area della sezione resistente;

- 6) massa del provino;
- 7) resistenza a compressione;
- 8) tipo di rottura;
- b) eventuali difetti del provino.

#### **34.10. Valutazione preliminare della resistenza caratteristica**

Prima dell'inizio di una produzione di serie o della costruzione di un'opera, il costruttore, in possesso di tutti i dati ufficiali relativi alla qualità dei componenti il conglomerato, deve valutare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato.

Tale valutazione può essere effettuata sulla base delle esperienze acquisite, di determinazioni sperimentali, o dell'uno e dell'altro criterio.

Il costruttore resta comunque responsabile della valutazione effettuata, che sarà controllata come al paragrafo seguente.

#### **34.11. Controllo di accettazione**

Il controllo di accettazione viene eseguito di regola secondo le indicazioni di cui al punto 129.11.1.

Per costruzioni con più di 1500 m<sup>2</sup> di getto di miscela omogenea si possono adottare, in alternativa, le indicazioni di cui al punto 129.11.2.

##### **34.11.1. Controllo Tipo A**

Ogni controllo di accettazione è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>2</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto.

Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Siano R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> le tre resistenze di prelievo, con:

$$R_1 = R_2 = R_3$$

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le disequazioni.

$$R_m = R_{ck} + 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$R_1 = R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

in cui:

$$R_m = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$

Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>2</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

### **34.11.2. Controllo Tipo B**

Nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>2</sup> di miscela omogenea è ammesso il controllo di accettazione di tipo statistico.

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>2</sup> di conglomerato.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m<sup>2</sup>.

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato, se risultano verificate entrambe le disequazioni:

$$R_m = R_{ck} + 1,4 s$$

$$R_1 = R_{ck} - 3,5 (N/mm^2)$$

essendo  $R_m$  la resistenza media dei 15 o più prelievi,  $R_1$  il valore minore dei 15 o più prelievi ed  $s$  lo scarto quadratico medio.

### **34.11.3. Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo**

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia.

Il Direttore dei lavori dovrà inoltre curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i provini inviati per le prove ai Laboratori Ufficiali siano effettivamente quelli prelevati alla presenza sua o del tecnico di sua fiducia.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei lavori e dovrà contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Se una prescrizione del "controllo di accettazione" non risulta rispettata, occorre procedere:

- ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme, sulla base della resistenza ridotta del conglomerato,

ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante le prove complementari ove esistessero, o con prelievo di provini del calcestruzzo indurito messo in opera (es. carotaggi) o con l'impiego di altri mezzi d'indagine. Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero tranquillizzanti si potrà:

- dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa.

I "controlli di accettazione" sono assolutamente obbligatori ed il Collaudatore è tenuto a controllarne la congruità e la validità; ove ciò non fosse, il Collaudatore è obbligato a prescrivere tutte le prove necessarie per attestare la qualità e le caratteristiche del conglomerato, seguendo la stessa procedura descritta quando non risultano rispettati i limiti fissati dai "controlli di accettazione".

La procedura prevista è integralmente estesa alla produzione di serie in stabilimento.

Essa dovrà essere documentata dal Responsabile della produzione che assume la responsabilità del rispetto delle norme.

### **34.12. Prove complementari**

Sono prove che si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non potranno però essere sostitutive dei "controlli di accettazione" che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari.

Potranno servire al Direttore dei lavori od al Collaudatore per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il "controllo di accettazione".

## *Articolo 35: CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO*

### **35.1. Prova di abbassamento al cono o Slump-test**

La prova del cono di Abrams o slump-test (UNI EN 12350-2) ha lo scopo di valutare la plasticità, e quindi la lavorabilità, del calcestruzzo. Per la prova è utilizzato uno stampo tronco conico in lamiera pesante perfettamente liscio all'interno, aperto alle due estremità, dotato manici ed alette inferiori per impedire movimenti durante il riempimento.

Il cono di Abrams ha le seguenti dimensioni:

- altezza  $30 \pm 0,2$  cm;
- diametro base maggiore  $20 \pm 0,2$  cm;
- diametro base minore  $10 \pm 0,2$  cm.

Il cono deve essere appoggiato con la base maggiore su una superficie orizzontale e pulita, generalmente assieme al cono è fornito un apposito piano metallico.

L'impasto di calcestruzzo è posto all'interno del cono in 3 strati successivi di uguale spessore, fino al riempimento, ogni strato deve essere costipato con 25 colpi di tondino di ferro del diametro di 16 mm, altezza di 60 cm avente l'estremità inferiore arrotondata.

Ultimato il riempimento e livellata la superficie, il cono deve essere sollevato lentamente, tramite i manici, in direzione verticale; successivamente l'impasto di calcestruzzo per effetto del peso proprio subisce un cedimento rispetto alla forma tronco-conica in relazione alla sua consistenza.

La misura dell'abbassamento o cedimento del cono in cm (o in mm) detto anche *slump*, eseguita rispetto all'altezza dello stampo fornisce indicazioni sulla consistenza del calcestruzzo ed il suo comportamento durante il getto all'interno delle casseforme.

In caso di disgregazione del calcestruzzo la prova deve essere ripetuta.

La norma UNI EN 12350-2 in base all'abbassamento del cono distingue 5 classi di consistenza del calcestruzzo.

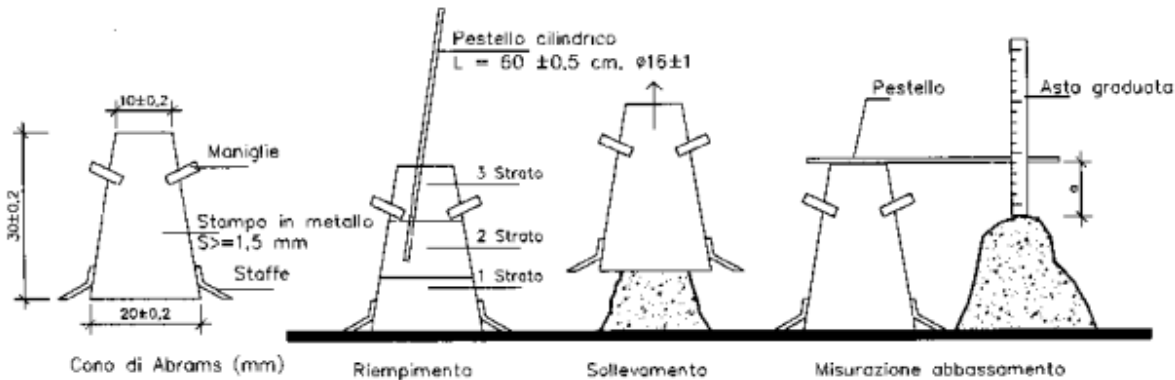
**Tabella 35.1 - Consistenza del calcestruzzo in base all'abbassamento del cono**

<b>Classe consistenza</b>	<b>di</b>	<b>Abbassamento del cono (mm)</b>	<b>Denominazione usuale</b>
S1		da 10 a 40	Umida
S2		da 50 a 90	Plastica
S3		da 100 a 150	Semifluida
S4		da 160 a 210	Fluida
S5		oltre 220	Superfluida

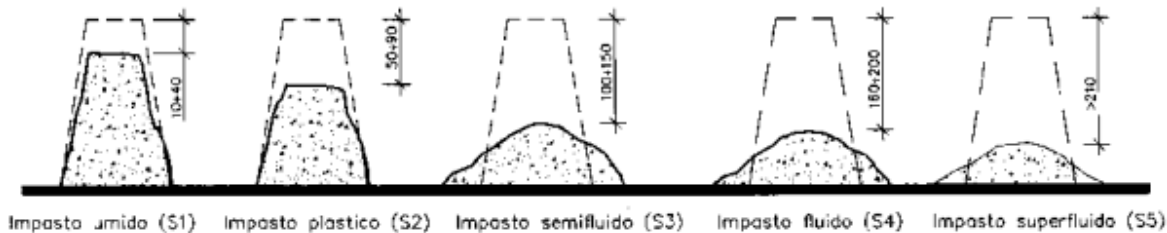
La prova ha diverse limitazioni, in particolare non è adatta per i calcestruzzi molto asciutti per i quali l'abbassamento del cono risulta pressoché nullo, inoltre non è applicabile per i calcestruzzi confezionati con aggregati di dimensione maggiore di 40 mm. Nei casi di slump maggiore di 25 mm la prova è ritenuta inattendibile.

La prova del cono deve essere eseguita al momento dello scarico dalla betoniera ed in occasione del getto: l'eventuale rimescolamento riduce sensibilmente la lavorabilità del calcestruzzo e di conseguenza lo slump.

La prova è significativa per il confronto di calcestruzzi aventi le stesse caratteristiche compositive, in quanto una variazione del cedimento indica una modifica del rapporto acqua-cemento, e viceversa.

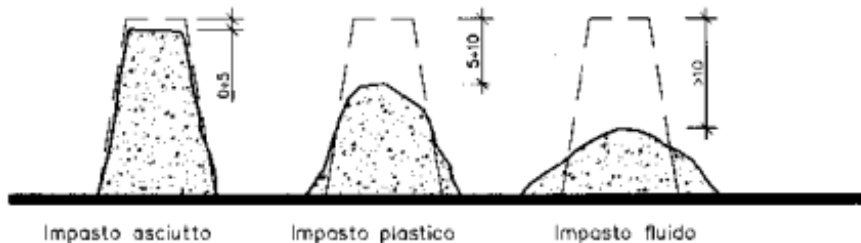


c) Fasi per la misurazione della consistenza dell'impasto di calcestruzzo fresco



b) Consistenza del calcestruzzo fresco – Slump test (UNI 9418)

Classificazione della consistenza del calcestruzzo fresco (UNI 9417): S1, S2, S3, S4, S5.  
Abbassamenti in millimetri



a) Consistenza del calcestruzzo fresco – Slump test (AITEC)

Abbassamenti in centimetri

Fig. 35.1. – Prova di abbassamento di cono

### 35.2. Coefficiente di costipamento o indice di compattabilità

La prova per la determinazione dell'indice di compattabilità (UNI EN 12350-4) è applicabile per i calcestruzzi di consistenza fino a quella semifluida, confezionati con aggregati di dimensione fino a 40 mm.

La prova è eseguita utilizzando un recipiente metallico a tenuta d'acqua e indeformabile, dotato di manici. Il recipiente con base quadrata di lato  $20 \pm 0,2$  cm e altezza di  $40 \pm 0,2$  cm, viene riempito



con il calcestruzzo versandolo in prossimità dei quattro angoli, a riempimento ultimato si rassa la superficie senza effettuare compressione sul calcestruzzo. Successivamente si consegue l'assestamento del calcestruzzo con ago vibrante o con un pestello.

Completato l'abbassamento, si misura l'abbassamento del calcestruzzo h dal bordo del recipiente. La misura deve essere fatta lungo gli assi mediani e a 5 cm dal bordo, assumendo come abbassamento della prova la media degli abbassamenti misurati.

**Tabella 35.2 - Consistenza del calcestruzzo in base all'indice di compattabilità**

Classe di consistenza	Indice di Compattabilità	Tolleranza
C0	$\geq 1.46$	$\pm 0.10$
C1	da 1.45 ad 1.26	$\pm 0.10$
C2	da 1.25 ad 1.11	$\pm 0.08$
C3	da 1.10 ad 1.04	$\pm 0.05$

Norma di riferimento:

**UNI EN 12350-4 Calcestruzzo fresco. Determinazione della consistenza. Indice di compattabilità.**

### **35.3. Prova di spandimento alla tavola a scosse**

#### **35.3.1. Prova in laboratorio**

La prova di spandimento della tavola a scosse, eseguita in laboratorio, prevede la formazione di un tronco di cono di calcestruzzo mediante l'impiego di uno stampo tronco-conico metallico, simile al cono di Abrams, riempito con due strati di calcestruzzo ciascuno assestato con 25 colpi con un pestello del diametro di 16 mm e lunghezza di 60 cm posto su di un piano circolare in acciaio del diametro di 75 cm appoggiato su un supporto con camma d'alzata.

Dopo avere sfilato lo stampo tronco-conico, il piano è messo in movimento in modo da provocare una scossa al secondo.

Lo stampo tronco-conico ha le seguenti dimensioni: base maggiore 25 cm, base minore 17 cm, altezza 13 cm.

La prova ha lo scopo di valutare la mobilità del calcestruzzo e la sua tendenza alla segregazione.

Norma di riferimento:

**UNI EN 12350-4 Calcestruzzo fresco. Determinazione della consistenza. Spandimento alla tavola a scosse.**

### **35.3.2. Prova in cantiere**

La prova della tavola a scosse effettuata in cantiere (**UNI EN 12350-4**) prevede l'impiego di una doppia tavola in legno delle dimensioni di 70 cm x 70 cm, con piano superiore rivestito in lamiera zincata piana dello spessore di 2 mm.

Al centro della tavola è tracciata una croce e un cerchio di 20 cm di diametro sopra cui viene appoggiato lo stampo tronco-conico che deve essere riempito di calcestruzzo con due strati di ciascuno assestato con 10 colpi di pestello, dopo il riempimento la superficie del cono deve essere rasata.

Dopo avere sfilato lo stampo tronco di cono, la tavola superiore dotata su un lato di una maniglia, viene sollevata e lasciata cadere per 15 volte in 15 secondi da un'altezza di 4 cm data dal fermo di battuta. Successivamente si procede alla misura dello spandimento del calcestruzzo sul piano della tavola come indicato nel paragrafo precedente.

Lo stampo tronco-conico ha le seguenti dimensioni: base maggiore 20 cm, base minore 13 cm, altezza 20 cm.

### **35.3.3. Prova Vebe**

La prova Vebe è utilizzata per valutare la consistenza o grado Vebe del calcestruzzo. La prova che può essere eseguita in cantiere o in laboratorio è applicabile a calcestruzzi di bassa lavorabilità confezionati con inerte di diametro massimo di 40 mm.

La prova è svolta mediante uno strumento detto consistometro di Vebe costituito da:

- stampo tronco-conico di metallo dotato di imbuto per consentire il riempimento di calcestruzzo;
- contenitore cilindrico di metallo;
- braccio rotante con all'estremità un disco orizzontale di plastica trasparente, di diametro leggermente inferiore al quello dello stampo, che viene appoggiato sulla superficie di calcestruzzo, dopo avere tolto lo stampo;
- tavolo vibrante a frequenza prestabilita.

Il tronco di cono di calcestruzzo ed il disco di plastica attaccato ad una asta graduata per effetto della vibrazione che determina la costipazione si abbassano. La prova termina quando il disco di plastica trasparente è a contatto uniformemente con la superficie del calcestruzzo.

Il grado di consistenza è dato dal tempo in secondi, misurati con un cronometro, impiegato per raggiungere la perfetta aderenza del disco di plastica al calcestruzzo. Il tempo deve essere compreso tra 5 e 30 secondi.

Il metodo è impiegato per calcestruzzi con uno slump non superiore a 5 cm, in caso contrario il tempo di vibrazione è molto breve con notevoli errori di misura.

#### **35.4. Determinazione del contenuto di cemento**

La Direzione dei lavori può ordinare di eseguire una prova sul calcestruzzo fresco per accertarne il contenuto di cemento rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.

Per l'esecuzione della prova dovrà essere prelevato un campione di max 8 kg di calcestruzzo.

#### **35.5. Controllo della composizione del calcestruzzo fresco**

La prova è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco (dosaggio dell'acqua, dosaggio del legante e distribuzione granulometrica degli inerti), rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere. Il metodo non è applicabile a calcestruzzo nel quale la dimensione massima dell'aggregato supera 31,5 mm e a calcestruzzo prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni, di peso variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua.

Norma di riferimento:

L'assorbimento d'acqua degli aggregati normali e di quelli pesanti deve essere quello pesanti deve essere determinato in conformità alla norma UNI EN 1097-6:2008;

L'assorbimento d'acqua degli aggregati leggeri nel cls fresco deve essere quello del valore ottenuto a 1 ora con riferimento al metodo riportato nell'appendice C della norma UNI EN 1097-6:2008 utilizzando le condizioni di umidità dell'aggregato all'atto dell'utilizzo anziché quelle legate alla condizione dopo essiccamento.

#### **35.6. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding)**

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come volume d'acqua essudata per unità di superficie:  $\text{cm}^2/\text{cm}^2$ ) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.

La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con diametro massimo maggiore di 40 mm.

L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo debbono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

Norma di riferimento: **UNI 7122** Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

### *Articolo 36: ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA*

#### **36.1. Misura dell'indice di maturità del calcestruzzo**

Il grado di maturità del calcestruzzo viene misurato con strumenti detti matuometri che registrano e controllano la temperatura in funzione del tempo.

Lo strumento è costituito da una sonda che, annegata nel calcestruzzo al momento del getto, fornisce una serie continua di valori della temperatura durante il processo di maturazione. Un microprocessore mette in continua relazione la temperatura ed il tempo aggiornando continuamente il valore del grado di maturazione su un visualizzatore digitale in modo da essere letto agevolmente.

Tali valori, rilevati direttamente in situ, e correlati con valori diretti di resistenza alla compressione e di maturità di impasti di prova effettuati precedentemente in laboratorio, possono fornire un'indicazione affidabile e continua per la stima della resistenza del calcestruzzo della struttura.

Tale metodo, consentendo una valutazione a priori della resistenza del calcestruzzo, può evitare la messa in esercizio dell'opera che altrimenti potrebbe, successivamente all'effettuazione dei controlli di accettazione previsti dalle norme, risultare non accettabile e tale da richiedere la dequalificazione, ove possibile, ovvero il consolidamento o la demolizione dell'opera realizzata.

#### **36.2. Prova BRE (Building Research Establishment)**

La resistenza del calcestruzzo prima della sformatura è valutata determinando la forza di estrazione mediante inserti post-inseriti nel getto. La prova è stata sviluppata nel 1977 dal *Building Research Establishment* inglese (BRE).

L'attrezzatura comprende una speciale chiave dinamometrica, un dispositivo di contrasto, chiavi, bulloni d'ancoraggio ed altri utensili.

La prova viene effettuata nel seguente modo:

- esecuzione di un foro nel calcestruzzo indurito;
- inserimento di un bullone d'ancoraggio;
- fissaggio del dispositivo di contrasto del bullone;
- applicazione del martinetto cavo o della chiave dinamometrica con rotazione lenta, fino alla rottura.

La resistenza media del calcestruzzo si stima con l'ausilio di una curva di taratura sperimentale o, se non disponibile, della curva di correlazione fornita dalla casa costruttrice, unitamente, all'attrezzatura necessaria e con l'effettuazione di almeno sei prove.

Norme di riferimento:

**UNI 10157** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione mediante inserti post-inseriti ad espansione geometrica e forzata.*

### **36.3.Misura del ritiro idraulico/rigonfiamento del calcestruzzo**

Il fenomeno delle variazioni dimensionali delle strutture in c.a. è influenzato dalle condizioni ambientali in cui avviene la maturazione del calcestruzzo e si manifesta con:

- il ritiro per le strutture a contatto con l'aria avente una percentuale di umidità relativa minore del 95%. La causa è dovuta al ritiro della pasta cementizia;
- il rigonfiamento per le strutture immerse in acqua o in ambienti con umidità relativa maggiore del 95%.

La conoscenza del grado di ritiro idraulico del calcestruzzo è importante in quanto il processo, parzialmente reversibile, sottopone a tensioni di trazione le strutture favorendo quindi la formazione di fessurazioni con gli effetti negativi riguardanti la protezione dell'armatura metallica. In alcune strutture come le lastre delimitanti ambienti con diversa percentuale di umidità relativa si possono verificare anche fenomeni di imbarcamento. La formazione di stati di fessurazioni deve essere evitata e/o ridotta mediante la realizzazione di appositi giunti di dilatazione.

L'entità del ritiro assiale viene misurato, in laboratorio, con l'utilizzo di casseforme delle dimensioni di 100 mm x 100 mm x 500 mm, idonee per provini di calcestruzzo confezionato con inerti fino a 30 mm di diametro. La cassaforma è in acciaio con superfici interne rettificata, fornita con due inserti all'estremità. Il ritiro deve essere misurato con un comparatore con sensibilità di 0,01 mm.

Norme di riferimento:

**ASTM C 426.**

**UNI 6555** *Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima fino a 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*

**UNI 7086** *Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima oltre 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*

### 36.4.Valori ammissibili per il ritiro

Secondo le attuali norme tecniche, (D.M. 9 gennaio 1996) per la valutazione dell'entità del ritiro finale  $e_{CS}$  ( $t_{\neq}$ ,  $t_0$ ) dell'opera realizzata, in mancanza di una diretta sperimentazione e quando non si ricorra ad additivi speciali si ammettono i valori riportati nella tabelle seguenti.

**Tabella 36.1 - Atmosfera con umidità relativa di circa 75%**

$t_0$	□ □ 20 cm	□ □ 60 cm
1 □ 7 giorni	$0,26 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^{-3}$
8 □ 60 giorni	$0,23 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^{-3}$
> 60 giorni	$0,16 \times 10^{-3}$	$0,20 \times 10^{-3}$

**Tabella 36.2 - Atmosfera con umidità relativa di circa 55%**

$t_0$	□ □ 20 cm	□ □ 60 cm
1 □ 7 giorni	$0,43 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^{-3}$
8 □ 60 giorni	$0,32 \times 10^{-3}$	$0,30 \times 10^{-3}$
> 60 giorni	$0,19 \times 10^{-3}$	$0,28 \times 10^{-3}$

in cui:

$t_0$  = età del conglomerato a partire dalla quale si considera l'effetto del ritiro;

$a$  = dimensione fittizia =  $2A_C / u$ ;

$A_C$  = area della sezione del conglomerato;

$u$  = perimetro della sezione di conglomerato a contatto con l'atmosfera.

Per valori intermedi si effettuerà l'interpolazione lineare.

Norme di riferimento:

**UNI 6555** *Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima fino a 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*

**UNI 6687** *Malta normale. Determinazione del ritiro idraulico. Prova di laboratorio.*

**UNI 7086** *Calcestruzzo confezionato con inerti con dimensione massima oltre 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*

**UNI EN 680** *Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC). Determinazione del ritiro da essiccamento.*

**UNI EN 1367-4** *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento.*

### **36.5. Misura della permeabilità**

Le strutture in calcestruzzo devono risultare più o meno impermeabili all'acqua o ai gas, in funzione delle condizioni ambientali (fattori di esposizione UNI 9858) o delle prestazioni attese, p.e. opere idrauliche: serbatoi, dighe, gallerie; pontili, porti, ecc.. La permeabilità del calcestruzzo deriva soprattutto da cavità interne e porosità aperta che consentono il passaggio di liquidi e di gas. I principali fattori che la determinano possono essere sintetizzati come segue:

- *rapporto acqua/cemento (a/c)*. L'acqua di impasto in eccesso provoca nella pasta cementizia in maturazione la formazione di pori capillari tanto più grandi quando maggiore è il rapporto a/c con conseguenziale aumento del ritiro;
- *compattazione del calcestruzzo*. Le modalità di compattazione del calcestruzzo, durante il getto, debbono essere tali da non lasciare spazi vuoti, vespai, ecc.;
- *condizioni di maturazione*. La maturazione dello strato corticale del calcestruzzo per effetto di un'eccessiva velocità di essiccamento spesso dovuta ad elevata temperatura esterna favorisce la formazione di porosità degli strati esterni compromettendo il copriferro con pregiudizio per l'integrità delle armature metalliche.

La permeabilità di un calcestruzzo è prescritta, in termini di livello di prestazione, dal progettista come profondità di penetrazione. Le modalità di misurazione della penetrazione dell'acqua in un calcestruzzo, in condizioni convenzionali, sono descritte nella DIN 1048 (ISO un calcestruzzo si considera adatto alla confezione se fornisce, in assenza di specifiche diverse, valori massimi non superiori a 50 mm e valori medi non superiori a 20 mm.

Per l'esecuzione di prove di permeabilità del calcestruzzo in situ si possono applicare i seguenti metodi:

- *ISAT*. La prova consiste nel fissare mediante adesivo o tasselli ad espansione una capsula riempita d'acqua alla superficie di calcestruzzo, e misurare mediante un tubicino capillare graduato la quantità d'acqua assorbita in 10 minuti sotto un battente di 200 mm d'acqua nel tempo sopradetto. Gli assorbimenti vengono classificati in bassi, medi e alti;

- Figg. La prova si basa sull'aspirazione mediante pompa ed ago ipodermico dell'aria da un foro ottenuto con un trapano e successivamente sigillato con silicone; l'indice di permeabilità è ottenuto in relazione al tempo necessario per ripristinare la pressione all'interno del foro.

Norme di riferimento:

**UNI ENV 206** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

**DIN1048** *Test methods for concrete.*

**ISO 7031**

**UNI 9525** *Calcestruzzo. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per immersione sottovuoto.*

**UNI 9526** *Calcestruzzo. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per capillarità.*

*Articolo 37: ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO INDURITO*

### **37.1. Controlli distruttivi**

#### **37.1.1. Prove di trazione diretta**

La prova è eseguita sottoponendo a trazione un provino prismatico, avente  $L = d$  dove  $d$  è la massima dimensione trasversale.

Le facce del provino sono incollate, mediante resine epossidiche, a due testate metalliche che, esercitando uno sforzo di trazione, ne provocherà la rottura. Quest'ultima dovrebbe verificarsi all'incirca nella mezzeria del provino. Questa prova non ha impiego frequente ed ha un valore puramente teorico, in quanto difetti locali e piccole eccentricità del carico hanno grande rilevanza sul valore della resistenza a trazione.

Norme di riferimento:

**UNI 6135** *Prove distruttive sui calcestruzzi. Prova di trazione.*



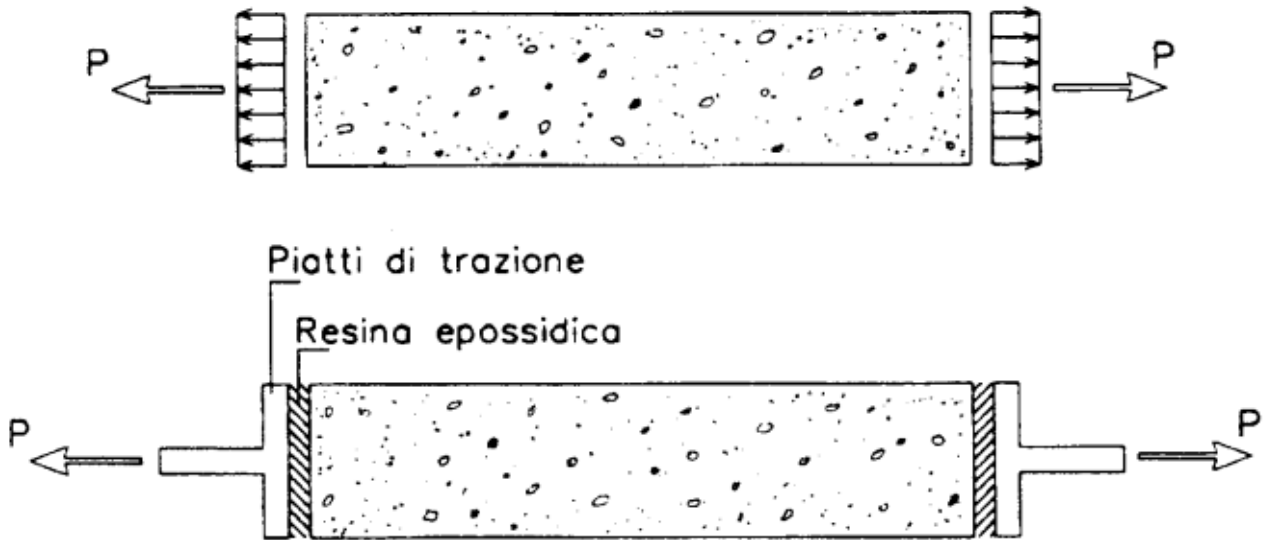


Fig. 37.1. – Prova a trazione diretta

### **37.1.2. Prova di trazione indiretta o prova brasiliana**

La prova è eseguita posizionando il provino cilindrico fra due piani di una pressa, previa interposizione di un materiale cedevole che consente l'uniforme distribuzione delle pressioni lungo le due generatrici diametralmente contrapposte del provino.

Norme di riferimento:

**UNI 6135** *Prove distruttive sui calcestruzzi. Prova di trazione.*

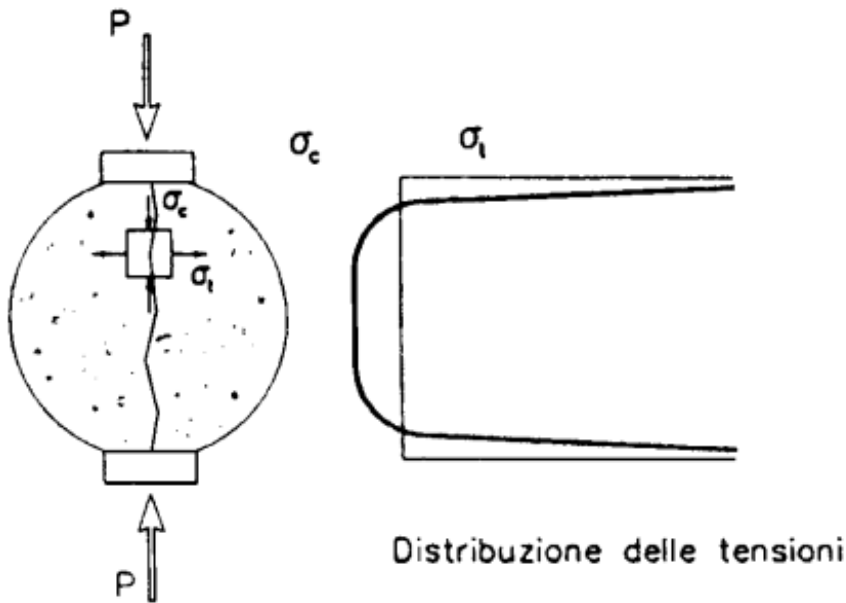


Fig. 37.2. – Prova a trazione indiretta o prova brasiliana

### **37.1.3. Prova a trazione per flessione**

La prova è eseguita provocando la rottura per flessione di un provino prismatico considerato come trave appoggiata su due punti e soggetto ad un carico concentrato applicato in mezzeria o a due carichi concentrati applicati entrambi ad un terzo della luce a partire dagli appoggi.

La resistenza è calcolata dividendo il valore del momento flettente di rottura per il modulo di resistenza a flessione della sezione del provino.

I risultati della prova di flessione, per il tipo di sollecitazione indotta, non sono confrontabili con i risultati della prova di trazione diretta e risultano mediamente pari al doppio di quelli che si otterrebbero dalla prova di trazione diretta.

Norme di riferimento:

**UNI 6133** *Prove distruttive sui calcestruzzi. Prova di flessione.*

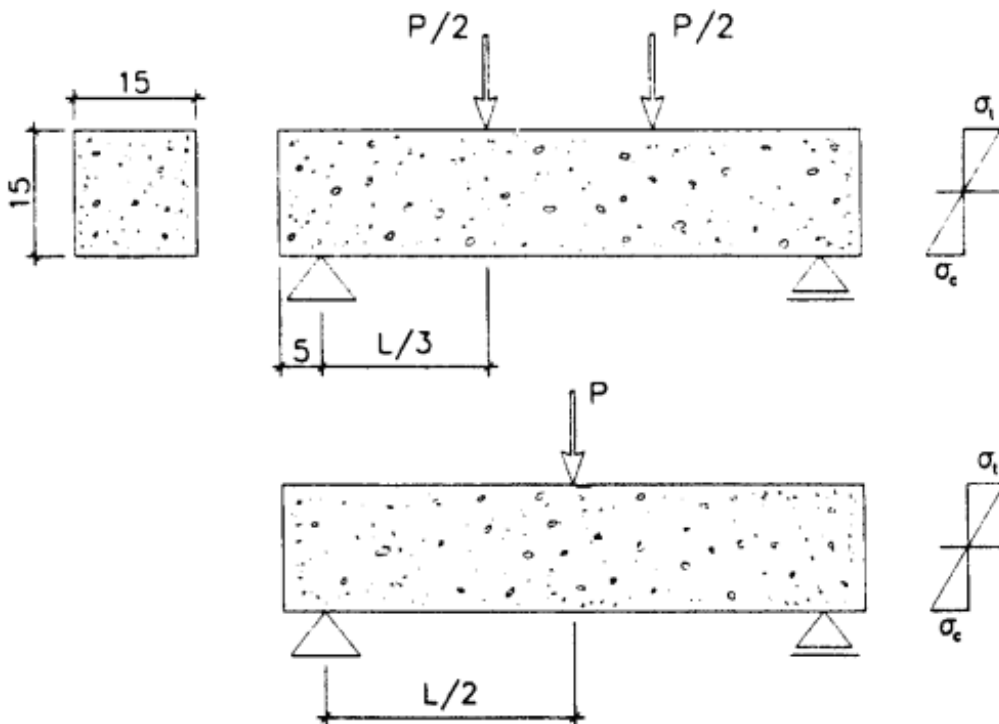


Fig. 37.3. – Prova a trazione per flessione

#### 37.1.4. Misura del modulo di elasticità

Il D.M. 9 gennaio 1996 per il modulo elastico istantaneo  $E_c$ , tangente all'origine, in mancanza di diretta sperimentazione da eseguirsi secondo la norma **UNI 6556** - Prove su calcestruzzi - Determinazione del modulo elastico secante a compressione, consente di assumere, in sede progettuale il seguente valore:

**Tabella 137.1 - Modulo elastico istantaneo  $E_c$  del calcestruzzo secondo la resistenza**

	Classe del calcestruzzo (N/mm <sup>2</sup> )						
	15	20	25	30	35	40	50
$E_c$	22.070	25.490	28.500	31.220	33.720	36.050	40.300

La relazione non è applicabile ai calcestruzzi maturati a vapore. Essa inoltre non è da considerarsi vincolante nell'interpretazione dei controlli sperimentali delle strutture.

L'E/C2 propone la seguente espressione per il modulo di elasticità secante  $E_{cm}$ :

$$E_{cm} = 9500 f_c^{\frac{2}{3}} \left( N/mm^2 \right)$$

a cui corrisponde il valore tangente all'origine:

$$E_c = 1,2 \cdot E_{cm} \approx 11000 f_c^{\frac{2}{3}} \left( N/mm^2 \right)$$

con  $f_c$  si intende la resistenza media a compressione.

**Tabella 37.2 - Modulo elastico secante  $E_{cm}$  del calcestruzzo secondo la resistenza caratteristica (E/C2)**

	Classe del calcestruzzo (N/mm <sup>2</sup> )								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$E_{cm}$	26.000	27.500	29.000	30.500	32.000	33.500	35.000	36.000	37.000

Tali valori si riferiscono a calcestruzzi stagionati per 28 giorni in condizioni normali ( $T = 20^\circ C$ ; U.R. > 90%) e confezionati con inerte prevalentemente siliceo. Nel caso dell'analisi delle caratteristiche di deformabilità in condizioni statiche o della modellazione dinamica di una struttura è consigliabile ricorrere a prove su campioni di calcestruzzo specifico, confezionato con i materiali e nelle proporzioni impiegate.

Il modulo elastico del calcestruzzo dipende da diversi fattori fra i quali il rapporto *inerte/pasta di cemento*, ed è condizionato a sua volta dal rapporto *acqua/cemento* e dall'assortimento. Se l'inerte impiegato nel confezionamento del calcestruzzo ha un alto modulo elastico, maggiore della pasta di cemento, lo sarà anche il calcestruzzo. Per i calcestruzzi confezionati con inerti leggeri o con modulo elastico più o meno uguale a quello della pasta di cemento, il modulo elastico del calcestruzzo non risulta influenzato dal rapporto *inerte/pasta di cemento*.

Nel calcolo delle deformazioni elastiche di elementi strutturali in c.a., il valore del modulo elastico del calcestruzzo dovrebbe sempre essere determinato sperimentalmente su idonei provini prelevati durante il getto e con la necessaria attenzione alle condizioni di umidità. Infatti il modulo elastico secante a compressione ( $E_S$ ) è più alto su provini saturi o comunque umidi di quello determinato sullo stesso provino asciutto, tale comportamento è sostanzialmente diverso da

quanto avviene nelle prove per la valutazione della resistenza meccanica e del modulo elastico dinamico ( $E_d$ ).

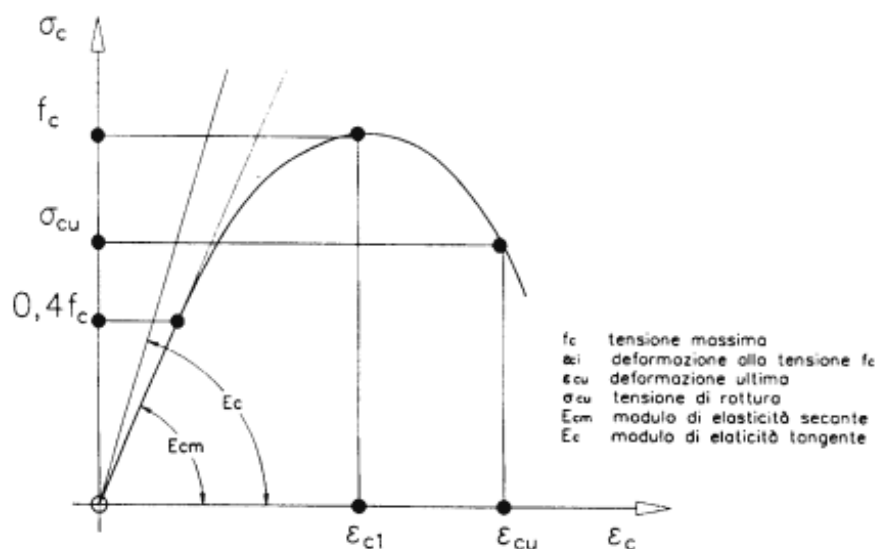


Fig. 37.4. Modulo elasticità del calcestruzzo

### 37.1.5. Carotaggio

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo *in situ* può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. Il carotaggio è un'operazione localmente distruttiva che si rende necessaria su strutture di nuova costruzione in caso di non conformità dei controlli previsti all'allegato 2 ovvero durante le attività di collaudo, quando il numero di campioni prelevato durante l'esecuzione dell'opera non risultasse rispondente ai minimi previsti nell'allegato 2; su strutture in esercizio invece il carotaggio si rende necessario ogni qualvolta si deve procedere alla verifica statica dell'opera ovvero si deve prevedere un cambio di destinazione d'uso, con aumento di capacità portante.

L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori vanno sempre ripristinati con malte espansive, a ritiro compensato.

La norma di riferimento è UNI EN 12504-1 "Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture – Carote – Prelievo, esame e prova di compressione".

La resistenza meccanica del calcestruzzo ricavata dalla carota prelevata in opera differisce sostanzialmente dal valore cubico convenzionale, confezionato e stagionato in condizioni standard (UNI 6127). L'estrapolazione dal valore di resistenza a compressione della carota a quello cubico deve pertanto considerare diversi fattori, dei quali si citano i principali:

- fattore geometrico, cilindrico/cubico, pari a 1.2 secondo il D.M. 9 gennaio 1996 ovvero variabile fra 1.25 ( $R_{ck15}$ ) 1.2 ( $R_{ck60}$ ) secondo la UNI 9858;
- dimensioni del getto, compattazione, stagionatura, variabile fra 1.05 e 1.20;
- disturbo del campione durante il prelievo (tormento), compreso fra 1.05 e 1.2.

### 37.1.5.1. Estrazione dei provini

L'estrazione dei provini di calcestruzzo, indurito, con almeno 28 giorni di stagionatura può essere eseguita con:

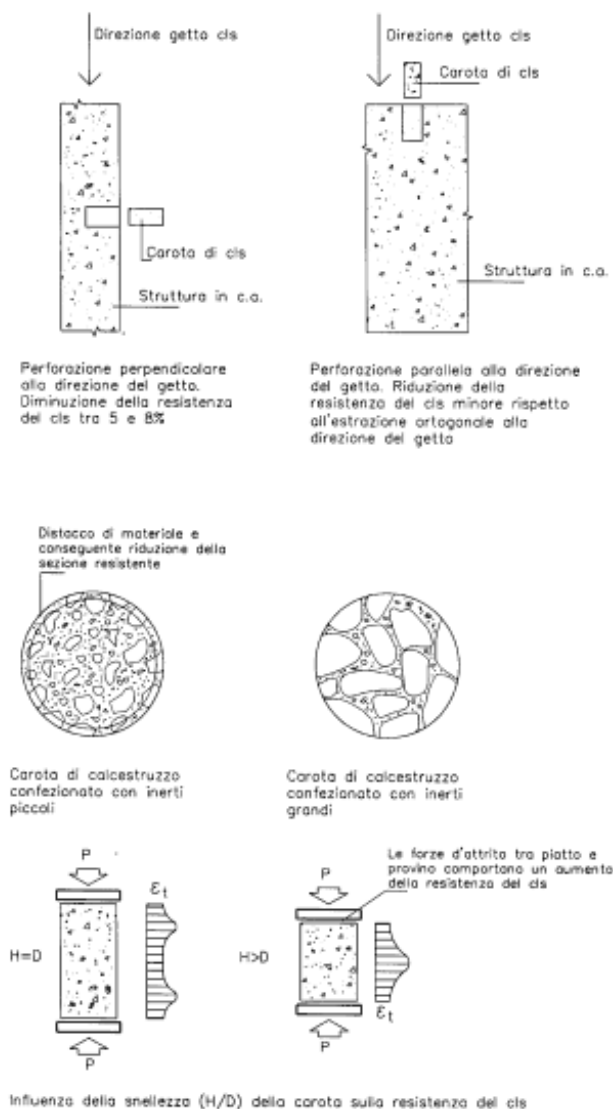


Fig. 37.5 – Carotaggio di struttura in c.a.

- macchine carotatrici rigidamente ancorate alla struttura, in maniera da evitare stati di coazione non quantificabili, raffreddate ad acqua, con carotiere con corona diamantata. I diametri commerciali variano fra 50 mm e 200 mm, fermo restando che la norma **UNI 6131** prescrive che il diametro del campione non sia minore di 3 volte il diametro massimo dell'inerte;
- sega a disco diamantato, si ricorre a questa tecnica per l'estrazione di campioni da lastre di rivestimento, muri, pavimentazioni stradali, ecc..

Nel caso delle grandi strutture (dighe, opere marittime, ecc.) è consentito l'estrazione di grossi blocchi di calcestruzzo in corrispondenza dell'intersezione di due o più superfici, mediante la realizzazione di piani di distacco ortogonali alle superfici libere, realizzando ad esempio una serie di fori allineati e contigui.

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei, parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

Le norme americane **ASTM C42-90**, a differenza della norma **UNI 6131**, consigliano diametri di carote non inferiori a 2 volte quello massimo dell'inerte<sup>2</sup>.

Il CENT/TC11 per avere dei risultati attendibili richiede almeno 9 carote con diametro di 100 mm per zona e 3 carote per singolo elemento, per diametri inferiori a 50 mm tali valori debbono essere aumentati di 3 volte<sup>3</sup>.

Campioni di piccolo diametro determinano una considerevole dispersione dei risultati, il campione di prova deve pertanto essere valutato con modelli statistici, per ottenere risultati attendibili è quindi necessario aumentare il numero di provini realizzando un campione statisticamente significativo.

Norme di riferimento:

**UNI 6131** *Prelevamento campioni di calcestruzzo indurito.*

**UNI 10766** *Calcestruzzo indurito. Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.*

#### *37.1.5.2. Verbale di prelevamento dei campioni di calcestruzzo indurito*

Il verbale di prelievo dei campioni calcestruzzo indurito deve contenere le seguenti indicazioni:

- 1) località e denominazione del cantiere;
- 2) posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- 3) forma e dimensione dei provini;
- 4) numero e sigla di ciascun campione;
- 5) data del getto;

6) data del prelievo delle carote;

7) modalità di estrazione ed utensile impiegato.

### 37.1.5.3. Calcolo della resistenza del calcestruzzo

I risultati delle prove di compressione ottenuti da provini cilindrici prelevati in opera mediante carotaggio non coincidono con i valori della resistenza a compressione del calcestruzzo ricavata da provini cubici confezionati al momento del getto e stagionati in condizioni controllate di umidità e temperatura.

Le differenze di resistenza a compressione sono riconducibili a molteplici fattori, fra i quali:

- le modalità di esecuzione del getto e la conseguente diversa compattazione del calcestruzzo nell'elemento strutturale;
- la diversità geometrica tra provini cubici e cilindrici;
- l'influenza del prelievo, dove la scasseratura del provino cubico è praticamente ininfluenza ai fini della resistenza finale mentre l'asportazione della carota dalla struttura, con utensile meccanico, determina un disturbo (*tormento*) sul campione prelevato, per il provino cubico confezionato al momento del getto,

per tenere conto di tali influenze, si utilizzano i fattori di conversione riportati nelle seguenti tabelle; tali valori tendono all'unità quanto maggiore è la resistenza a compressione del calcestruzzo.

**Tabella 37.3 - Fattori di conversione fra resistenze a compressione di provini cubici con lato di 15 cm e provini cilindrici con diametro 15 cm ed altezza di 30 cm**

$R_{\text{cub}} < 25 \text{ N/mm}^2$	$R_{\text{cil}} = 0,80 R_{\text{cub}}$
$R_{\text{cub}} \square 25 \text{ N/mm}^2 < 60 \text{ N/mm}^2$	$R_{\text{cil}} = 0,83 R_{\text{cub}}$
$R_{\text{cub}} \square 60 \text{ N/mm}^2$	$R_{\text{cil}} = 0,85 R_{\text{cub}}$

Da : Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996

**Tabella 37.4 - Fattori di conversione fra resistenze a compressione misurate su provini cilindrici di pari diametro ma di diversa snellezza h/d (\*)**



Snellezza h/d	1.00	2.00	4.00
Indici della resistenza a compressione di cilindri di snellezza h/d	118%	100%	92%

(\*) Da : Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996.

Il valore di resistenza a compressione ottenuto da un campione cilindrico di calcestruzzo prelevato in opera (carota) deve essere opportunamente incrementato, per poter stimare il corrispondente valore relativo ad un calcestruzzo confezionato al momento del getto, con coefficienti che permettono di considerare correttamente l'effetto del danneggiamento subito dal campione prelevato in opera rispetto a quello semplicemente "scasserato" oppure la diversa influenza delle condizioni di posa in opera e confezionamento, compattazione, stagionatura, i valori per ciascun parametro sono compresi fra 1.05 e 1.20.

Per quanto concerne invece l'influenza del fattore di forma e della geometria dei campioni, oltre ai riferimenti già forniti nelle linee guida, la relazione correntemente più impiegata per correlare la resistenza cilindrica con la resistenza cubica di un calcestruzzo è quella fornita dal D.M. 9 gennaio 1996 - punto 4.0.2 che si riporta più avanti:

$$R_{cub} = \frac{R_{cil}}{0,83} \cong 1,20 \cdot R_{cil}$$

Esemplificando, per ricondurre il risultato determinato da campioni prelevati in situ alla resistenza cubica convenzionale a 28 giorni si può fare riferimento alla seguente relazione:

$$R_{cub\ 28gg.} = \beta \cdot \psi \cdot \omega \cdot R_{car} = (1.05 \div 1.20) (1.05 \div 1.20) \cdot 1.20 \cdot R_{car}$$

dove:

$R_{cub.28gg}$  valore stimato della resistenza a compressione, cubica, convenzionale a 28 gg;

$R_{car}$  valore sperimentale della resistenza a compressione determinato su una carota prelevata in opera;

□ coefficiente variabile fra 1,05 e 1,20, relativo all'influenza delle operazioni di prelievo del campione;

- coefficiente variabile fra 1,05 e 1,20, relativo all'influenza delle dimensioni e delle modalità di posa, stagionatura e compattazione del getto;
- coefficiente pari a 1.20 (D.M. 09/01/96), relativo all'influenza della forma e della geometria del campione.

Un'analogia espressione che può essere impiegata per valutare la resistenza del calcestruzzo nelle strutture mediante carotaggio è quella proposta dalla Concrete Society, inglese (Technical Report n° 10) o fornita dalle British Standard (BSI 1881-P120/83) e riassunta nel seguito:

$$R_{cub} = R_{\lambda} \cdot \frac{w}{1,5 + \frac{1}{\lambda}}$$

dove:

$R_{cub}$  = resistenza cubica del calcestruzzo della struttura;

$R_{\square}$  = valore della resistenza a compressione del calcestruzzo misurato sperimentalmente con carote avente rapporto *altezza/diametro* = □ □

$w$  = costante con valore 2,5 per carotaggio in direzione perpendicolare alla direzione del getto e 2,3 per carotaggio parallelo alla direzione del getto<sup>4</sup>.

Il valore della resistenza cilindrica  $R_{cil}$  attuale del calcestruzzo nella struttura può essere calcolato con la seguente relazione:

$$R_{cil} = R_{\lambda} \cdot \frac{w}{1,5 + \frac{1}{\lambda}}$$

Alle relazioni suddette, in presenza di spezzoni di armatura nelle carote, debbono essere apportate delle correzioni moltiplicando i risultati ottenuti per il seguente fattore:

$$1 + 1,5 \cdot \left( \frac{f_s}{f_c} \cdot \frac{h}{L} \right)$$

dove:

$f_s$  = diametro della barra;

$f_c$  = diametro della carota;

$h$  = distanza dell'asse della barra dalla base più vicina della carota;

$L$  = lunghezza della carota.

Sperimentalmente è stato evidenziato che la resistenza a compressione del calcestruzzo aumenta al diminuire del rapporto  $L/f_c$  a causa dell'influenza positiva dello sforzo di taglio trasmesso dall'attrito piastra/provino, che ostacola la rottura del materiale, durante lo schiacciamento della carota; la resistenza quindi dovrebbe essere valutata su provini aventi altezza/diametro ( $h/d$ ) maggiore di 2; per valori inferiori a tale rapporto viene introdotto un fattore di correzione riportati nella seguente tabella <sup>5</sup>:

Tabella 37.5 - Fattori di correzione per provini cilindrici con rapporti  $h/d \geq 2$  (\*)

Rapporto altezza/diametro $h/d$	Fattori di correzione	
	ASTM=C 42-68	British Standard 1881-1970
2,00	1,00	1,00
1,75	0,99	0,98
1,50	0,97	0,96
1,25	0,94	0,94
1,00	0,91	0,92

(\*)Da : Collepari M., *Scienza e tecnologia del calcestruzzo*, Milano 1991

La bibliografia specialistica ed alcune normative estere consigliano di assumere che il valore della resistenza a compressione determinata su provini prelevati in opera sia pari a circa l'80% del valore convenzionale, ottenuto da provini cubici, confezionati al momento del getto.

Durante il prelievo dalle struttura, per evitare di tagliare i ferri delle armature provocando inutili danneggiamenti è opportuno ricorrere al impiego di particolari rilevatori che permettono di individuare agevolmente i materiali ferromagnetici, quali sono le barre di armatura.

Norme di riferimento:

**UNI 10766** *Calcestruzzo indurito. Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.*

### **37.1.6. Metodo di estrazione (Pull-out)**

La prova di estrazione è un metodo semidiretto, localmente distruttivo per la misura della resistenza a compressione del calcestruzzo<sup>6</sup>.

La prova consiste nell'estrazione per contrasto di un tassello Fischer BM 16 TCP entrambi posizionati in opera prima del getto (intervento preventivo), oppure di un tassello ad espansione inserito in una fase successiva al getto, Fischer-Zycon M 10 TCP (intervento post-opera).

L'estrazione viene eseguita con un opportuno martinetto il quale esercita una forza  $P_0$  che viene a sua volta a distribuirsi sulla corona circolare di un opportuno anello di contrasto, studiato in funzione della profondità del tassello.

È l'anello infatti che determina la rottura, per compressione, del conglomerato secondo una superficie tronco conica, la forza  $P_0$  di estrazione e la resistenza a compressione  $R$  del calcestruzzo sono fra loro correlabili sperimentalmente.

I coefficienti che caratterizzano tale relazione vengono variati ogni qualvolta varia la geometria del corpo estratto.

Si possono infatti modificare la profondità dello stelo (tassello), i diametri  $D$  dell'anello di contrasto e  $d$  della testa dello stelo (tassello), determinando in tal modo differenti valori dell'angolo  $b$  di rottura del calcestruzzo<sup>7</sup>.

L'attrezzatura è composta da tasselli Fischer BM 16 TCP, nel caso di inserti pre-inseriti UNI 10157 e Fischer-Zycon M 10 TCP UNI 9536 nel caso di inserti post-inseriti, da un manometro di precisione, da un martinetto a doppio effetto, una pompa ed un anello di contrasto.

Le prove possono essere eseguite con due diverse procedure:

- a) *posizionamento sul cassero*, e prima del getto di calcestruzzo, di un inserto di acciaio, o di altro materiale, di adeguata geometria e successiva estrazione dello stesso dal calcestruzzo indurito con rilievo della forza, il tutto nel rispetto delle specifiche previste dalla norma **UNI 9536**. La prova è utilizzata soprattutto per il controllo delle strutture prefabbricate e nella costruzione di carte di controllo della resistenza di elementi strutturali in c.a.p. durante le diverse fasi di produzione: scasseratura, tesatura dei cavi, stoccaggio;
- b) *introduzione nella struttura*, mediante foratura con idoneo utensile, di un tassello ad espansione, successiva estrazione dal calcestruzzo indurito con rilievo della forza, secondo le modalità previste dalla norma **UNI 10157**. Gli inserti metallici possono essere del tipo ad espansione forzata o ad espansione geometrica; la profondità utile dell'inserto non deve essere minore di 35 mm.

Letta la pressione al manometro all'istante dello strappo del bullone, si risale mediante la curva di calibrazione del martinetto alla forza di estrazione  $P_0$  e quindi alla resistenza a compressione locale del calcestruzzo.

Norme di riferimento:

**UNI 9536** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione con inserti preinglobati nel getto.*

**UNI 9536 FA 1-92** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione con inserti preinglobati nel getto.*

**UNI 10157** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione mediante inserti post-inseriti ad espansione geometrica e forzata.*

**UNI 9536** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione con inserti preinglobati nel getto.*

**UNI 9536 FA 1-92** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione con inserti preinglobati nel getto.*

### **37.1.7. Prova di aderenza (Pull-off)**

Il metodo Pull-off si basa su un disco d'acciaio con bullone di trazione che viene incollato sulla superficie del calcestruzzo mediante adesivo a base di resina epossidica, bicomponente ad indurimento rapido e previa esecuzione di un'incisione della zona con punta diamantata fissata ad un trapano. Dopo l'indurimento del collante viene applicata una forza di trazione mediante un martinetto agganciato al nodo sferico del bullone di trazione.

Dall'area del disco e dall'intensità del carico di rottura si determina la resistenza a trazione del calcestruzzo.

La prova, secondo i produttori delle apparecchiature, è idonea per il controllo periodico delle strutture, per l'analisi dei danni riportati dalle superfici in calcestruzzo, per la misura dell'aderenza di intonaci e malte su superfici in calcestruzzo, per il controllo del grado di adesione di rivestimenti isolanti a strutture di ponti e dell'efficacia dell'adesione al substrato di rivestimenti anticorrosivi e di finiture pittoriche.

Norme di riferimento:

**BS 1881 - Partrs 201/207.**

**ISO 4624.**

### **37.1.8. Metodo di penetrazione (Sonda Windsor)**

La sonda di Windsor è un metodo penetrometrico e consiste nella penetrazione di una sonda sparata nel materiale oggetto dell'indagine da una pistola a mezzo di una carica calibrata<sup>8</sup>.

L'equipaggiamento tipo richiesto da questa metodica consiste di una pistola, di cartucce calibrate, di sonde di metallo temprato e geometria nota, sonde di Windsor, di un calibro e di altri attrezzi secondari connessi con le operazioni di prova.

Le sonde di Windsor hanno il diametro di 6.3 mm (0.25 in), la lunghezza di 79.5 mm (3.125 in), la punta conica. Il retro della sonda è filettato e viene avvitato ad una capsula che funge da "driver" all'interno della canna. La sonda è sparata nel calcestruzzo grazie ad una carica, calibrata in maniera tale da sviluppare una energia di 79.5 kg · m (575 lb · ft)<sup>9</sup>.

Nel calcestruzzo in opera la prova viene eseguita con tre sonde, sparate grazie ad una speciale dima munita di tre fori posti ai vertici di un triangolo equilatero, di lato 177 mm (7 in), la media dei

tre valori sarà il valore unico, caratteristico di quella posizione. Le singole lunghezze di infissione sono misurate con l'ausilio di un calibro e di una piastrina di riscontro.

Norme di riferimento:

**ASTM C 803** *Penetration Resistance of Hardened Concrete.*

## **37.2. Controlli non distruttivi**

### **37.2.1. Prove sclerometriche**

La prova è molto semplice e l'utilizzo in fase di collaudo, soprattutto di strutture in c.a.p., può rivelarsi particolarmente utile in virtù dell'assenza di danneggiamento della struttura durante la prova<sup>10</sup>. L'impiego va però regolamentato con una procedura che garantisca le parti, Direzione dei Lavori ed Impresa, nell'interpretazione dei risultati, si dovrà pertanto realizzare una curva di taratura con almeno cinque diversi rapporti a/c ed un numero di cubetti compreso fra 30 e 60, tali comunque da comprendere tutte le classi di resistenza impiegate per la produzione degli elementi in c.a.p. ultimate le strutture e prima della consegna ogni trave verrà testata con il metodo sclerometrico (UNI 9189) in almeno sei punti, la curva di taratura, i certificati delle prove sclerometriche saranno consegnati al Collaudatore che sulla scorta di questi risultati sperimentali potrà autonomamente procedere alla verifica in situ delle strutture poste in opera. Rispetto ai valori così determinati è possibile accettare una dispersione dei risultati compresi il  $\pm 10\%$ .

Si precisa a riguardo che la procedura fin qui descritta non sostituisce in alcun modo quanto prescritto dall'all. 2 del D.M. 9 gennaio 1996 ma rappresenta l'unico modo per consentire l'accettazione ed il collaudo di materiali in epoca diversa da quella del confezionamento.

Nel seguito si riassumono le fasi previste dalla UNI 9189, della prova sclerometrica che prevede:

- la documentazione dell'attività dell'attrezzatura attraverso verifiche periodiche dello strumento e comunque con interventi di manutenzione presso la casa produttrice oltre le 500 prove;
- la pulizia, preliminare alla esecuzione della prova, delle superfici sulle quali devono essere effettuate le prove sclerometriche viene eseguita con spazzole dure e/o mole smerigliate, al fine di eliminare dal calcestruzzo le eventuali rugosità lasciate dai casseri in legno o dalla polvere di cemento indurita e depositatasi durante la vibrazione del calcestruzzo. In generale si raccomanda di asportare uno spessore superficiale di qualche millimetro.

Durante il saggio l'asse dello strumento deve essere perpendicolare alla superficie della struttura per evitare che l'eventuale inclinazione possa influenzare i risultati.

Norme di riferimento:

**UNI 9189** *Calcestruzzo indurito. Determinazione dell'indice sclerometrico.*

**UNI 9189 FA 1-90** *Calcestruzzo indurito. Determinazione dell'indice sclerometrico.*

### **37.2.2. Rilievi microsismici o ad ultrasuoni**

Il metodo ad ultrasuoni utilizza impulsi con frequenza variabile da 50 a 150 kHz, generati e registrati da circuiti elettrici. L'attrezzatura di prova consiste di un generatore degli impulsi meccanici che si trasmettono nel calcestruzzo, di un ricevitore che riceve ed amplifica il segnale e fornisce il valore rilevato del tempo di transito.

Gli impulsi, a voltaggio continuo, sono generati elettronicamente e trasformati in treni d'onda di energia meccanica da un trasduttore trasmettitore che deve aderire perfettamente alla superficie del calcestruzzo, l'adesione sarà realizzata con un idoneo mezzo accoppiante: grasso, stucco, gel, ecc..

Ad una distanza nota dal trasmettitore si applicherà, in maniera analoga alla precedente, un trasduttore ricevitore, del tutto simile al primo; l'energia meccanica verrà quindi nuovamente convertita in impulsi elettrici della stessa frequenza.

Lo strumento di misura elettronico, fornisce il tempo che intercorre fra l'emissione e la ricezione dell'impulso e lo visualizza mediante un oscilloscopio o con il segnale digitalizzato. Lo strumento deve misurare il tempo di transito con la precisione del 1%.

Per poter determinare con sufficiente chiarezza l'emissione di impulsi, l'impulso elettronico del trasmettitore dovrà avere un tempo di uscita minore di un quarto del suo periodo naturale.

La frequenza di ripetizione deve essere bassa e tale da evitare interferenze e disturbi fra impulsi consecutivi.

Le condizioni climatiche ed operative durante le prove possono influenzare i risultati e devono perciò essere monitorate, inoltre poiché l'intervallo della velocità degli impulsi, relativo alle resistenze correnti del calcestruzzo, è relativamente piccolo, si dovrà usare, specie nelle prove in-situ, particolare cura nelle operazioni di prova.

Per il calcestruzzo si usano trasduttori con frequenza oscillante fra i 20 ed i 150 kHz e sono molto diffusi anche i trasduttori piezo-elettrici.

Il metodo consente di acquisire una considerevole mole di informazioni sulle caratteristiche qualitative di elementi di calcestruzzo.

Poiché sono le proprietà elastiche del calcestruzzo quelle che influenzano la velocità delle onde, nella interpretazione dei risultati si cercherà di correlare il modulo elastico con la resistenza <sup>11</sup>.

Per un mezzo infinito, omogeneo, isotropo ed elastico la velocità dell'onda di compressione è data da:

$$V = \sqrt{\left( k \cdot \frac{E_d}{r} \right)}$$

dove:

$V$  = velocità dell'onda di compressione (km/sec);

$k = (1 - n)/(1 + n) \cdot (1 - 2n)$ ;

$E_d$  = modulo elastico dinamico (kg/cm<sup>2</sup>);

$\rho$  = peso specifico (kg/m<sup>3</sup>);

$\nu$  = modulo di Poisson.

In questa espressione a patto che si dia una ragionevole stima del modulo di Poisson  $\nu$  e del peso specifico  $\rho$  è possibile dedurre  $E_d$  da una misura di velocità d'onda.

Inoltre, il modulo di Poisson e la densità varieranno poco per miscele con aggregati naturali, pertanto le relazioni fra velocità e modulo elastico saranno ragionevolmente rispettate, a dispetto del fatto che il calcestruzzo non rappresenta il mezzo ideale al quale fanno riferimento i modelli matematici della trasmissione di onde elastiche nei solidi.

Normativa di riferimento:

**UNI 9524** *Calcestruzzo indurito. Rilievi microsismici mediante impulsi d'onde vibrazionali ad alta frequenza, in campioni o strutture di calcestruzzo semplice, armato o precompresso.*

**UNI 9524 FA 1-92** *Calcestruzzo indurito. Rilievi microsismici mediante impulsi d'onde vibrazionali ad alta frequenza, in campioni o strutture di calcestruzzo, armato o precompresso.*

**UNI 9742** *Valutazione della deformazione ciclica progressiva in componenti esposti ad elevata temperatura in presenza di sisma.*

**UNI 9771** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della frequenza fondamentale di risonanza flessionale, estensionale e torsionale.*

**ASTM C597-71 - BS 4408.**

### **37.2.3. Controlli con ultrasuoni**

Il metodo di controllo con ultrasuoni deve essere impiegato per il controllo di diversi parametri quali la variazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo nel tempo, la valutazione dei moduli di elasticità dinamico ed elasticità dinamico di taglio, il coefficiente dinamico di Poisson, lo sforzo di compressione, l'indice percentuale dei vuoti, la stima della resistenza caratteristica del calcestruzzo, la presenza di difetti interni, la valutazione dell'entità di fessure superficiali o di strati danneggiati, gli effetti prodotti da basse temperature, lo spessore di elementi strutturali, ecc..

Norme di riferimento:

**UNI 8555** *Prove non distruttive. Controlli mediante ultrasuoni. Termini e definizioni.*



**UNI 8769** *Prove non distruttive. Apparecchiature ad ultrasuoni. Verifica delle caratteristiche controllabili mediante blocchi di calibrazione.*

**UNI 8769:1986/A1** *Prove non distruttive. Apparecchiature ad ultrasuoni. Verifica delle caratteristiche controllabili mediante blocchi di calibrazione.*

**UNI 9094** *Prove non distruttive. Determinazione della velocità di propagazione degli ultrasuoni nei materiali solidi.*

**UNI 9437** *Prove non distruttive. Apparecchiature ad ultrasuoni. Verifica delle caratteristiche controllabili mediante strumentazione esterna.*

#### **37.2.4. Metodo delle correnti indotte**

Per l'applicazione del metodo delle correnti indotte si rimanda alle seguenti norme:

**UNI 9190-1** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Generalità.*

**UNI 9190-2** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Verifica delle caratteristiche del sistema a correnti indotte mediante campioni di calibrazione.*

**UNI 9190-2** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Verifica delle caratteristiche del sistema a correnti indotte mediante campioni di calibrazione.*

**UNI 9190-3** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Caratteristiche principali delle apparecchiature.*

#### **37.3. Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo**

L'idoneità di agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo verticali o orizzontali dovrà essere verificato con le seguenti prove:

- adesivi applicati a spatola: prova a scorrimento;
- adesivi strutturali iniettabili: prova di comprimibilità.

Norma di riferimento:

**UNI EN 1799** *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Prove per misurare l'idoneità degli agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo.*

#### **Articolo 38: RILEVAZIONE DEL COPRIFERRO, POSIZIONE E DIAMETRO DEI FERRI**

L'entità minima del copriferro, per i diversi elementi strutturali da realizzare, è stabilita dal D.M. 9 gennaio 1996, come riportata nella seguente tabella:

**Tabella 38.1- Entità minima del copriferro**

<b>Struttura</b>	<b>Ambiente aggressivo (cm)</b>	<b>non</b>	<b>Ambiente aggressivo (cm)</b>
Solette, setti, pareti	<input type="checkbox"/> 0,8		<input type="checkbox"/> 2
Pilastrini e travi = 2	<input type="checkbox"/> 2		<input type="checkbox"/> 4

Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate almeno una volta il diametro delle barre stesse ed in ogni caso non meno di 2 cm. In caso di accoppiamento delle barre la mutua distanza tra le coppie deve essere di almeno 4 cm.

L'eventuale rilevazione dei ferri d'armatura, per particolari opere strutturali, dovrà essere effettuata mediante apposita strumentazione.

Il valore del copriferro è stimato in funzione dell'entità dell'assorbimento elettromagnetico mediante la lettura di un apposito diagramma di correlazione, in dotazione allo strumento, noto di già il diametro della barra d'acciaio o determinandolo come appresso.

Per maggiore sicurezza è consigliabile ripetere la prova utilizzando un altro spessore. La precisione della tecnica è stimata in circa 10%.

### *Articolo 39: CONTROLLI SULLE ARMATURE*

#### **39.1. Modalità di prelievo e metodi di prova**

Per quanto pertinente si fa riferimento al D.M. 14 gennaio 2008 punto 11.3 e Circolare 02/02/2009 n.617 C.S.LL.PP.

Il prelievo dei campioni e le prove saranno effettuati secondo la norma **UNI EN ISO 15630-1:2004**, salvo quanto stabilito ai punti 11.3.2.10.4 dello stesso D.M. 14 gennaio 2008, per quanto riguarda la determinazione dei valori caratteristici  $f_{yk}$ ,  $f_{tk}$  ( $A_{gt}$ ) $_k$ .

#### **39.2. Controlli in stabilimento**

I produttori di barre lisce e ad aderenza migliorata, di fili trafilati, di reti e di tralicci elettrosaldati debbono sottoporre la propria produzione, presso i propri stabilimenti, a controlli di carattere statistico secondo le modalità indicate ai punti 11.3.1.2 e 11.3.2.10.1 del D.M. 14 gennaio 2008 oltre che nella Circolare 02/02/2009 n.617 C.S.LL.PP. Queste prevedono che i valori caratteristici  $f_{yk}$ ,  $f_{tk}$  ( $A_{gt}$ ) $_k$  e, per barre e fili ad aderenza migliorata l'indice di aderenza, soddisfino i limiti e le prescrizioni contenute nel citato **D.M. 14 gennaio 2008**.

Tutte le forniture di acciaio debbono essere accompagnate da un ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici con le modalità di cui al punto 11.3.1.2 delle NTC 2008). Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul DDT (Documento di trasporto).

### 39.3. Prodotti provenienti dall'estero

Gli adempimenti di cui ai punti 11.3.1.2 e 11.3.2.10.1 del D.M. 14 gennaio 2008 oltre che della Circolare 02/02/2009 n.617 C.S.LL.PP si applicano anche ai prodotti provenienti dall'estero.

### 39.4. Controlli nei centri di trasformazione ed in cantiere.

L'acciaio per cemento armato può essere lavorato in cantiere o presso Centri di trasformazione che devono possedere i requisiti previsti al paragrafo 11.3.1.7 D.M. 14 gennaio 2008. Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata

- a) da dichiarazione su DDT degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività rilasciato dal STC;
- b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno;

come da indicazioni del paragrafo 11.3.1.7 D.M. 14 gennaio 2008.

In cantiere dovranno essere effettuati i controlli di cui al paragrafo 11.3.2.10.4 del D.M. 14 gennaio 2008 come di seguito indicato

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento.

In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti. I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il punto 11.3.2.3, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

Caratteristica	Valore limite	NOTE
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 - 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450 x (1,25+0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova. Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino. Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme. Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale. Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;

- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;

- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento; - il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;

- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;

- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove; - l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;

- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;

- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

### **39.5. Tolleranze**

Per le tolleranze vale quanto riportato al paragrafo 34.7.2..

### **39.6. Marchiatura per identificazione**

Tutti i produttori di barre lisce o ad aderenza migliorata, di fili, di reti e di tralicci devono procedere ad una marchiatura del prodotto fornito, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

A tali produttori è fatto obbligo di depositare il "marchio" (nervatura e marchiatura) presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale.

### *Articolo 40: COLLAUDO STATICO DI STRUTTURE IN C.A.*

Ai sensi del punto 9.1 del D.M. 14 gennaio 2008, il collaudo statico di cui all'art. 7 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, dovrà comprendere i seguenti adempimenti tecnici:

- a) controllo di quanto prescritto per le opere eseguite sia con materiali regolamentati dal DPR 6.6.2001 n. 380, leggi n. 1086/71 e n. 64/74 sia con materiali diversi;
- b) ispezione dell'opera nelle varie fasi costruttive degli elementi strutturali ove il collaudatore sia nominato in corso d'opera, e dell'opera nel suo complesso, con particolare riguardo alle parti strutturali più importanti. L'ispezione dell'opera verrà eseguita alla presenza del Direttore dei lavori e del Costruttore, confrontando in contraddittorio il progetto depositato in cantiere con il costruito. Il Collaudatore controllerà altresì che siano state messe in atto le prescrizioni progettuali e siano stati eseguiti i controlli sperimentali. Quando la costruzione è eseguita in procedura di garanzia di qualità, il Collaudatore deve prendere conoscenza dei contenuti dei documenti di controllo qualità e del registro delle non-conformità.
- c) esame dei certificati delle prove sui materiali, articolato: - nell'accertamento del numero dei prelievi effettuati e della sua conformità alle prescrizioni contenute al Cap. 11 delle presenti

norme tecniche; - nel controllo che i risultati ottenuti delle prove siano compatibili con i criteri di accettazione fissati nel citato Cap. 11 ;

- d) esame dei certificati di cui ai controlli in stabilimento e nel ciclo produttivo, previsti al Cap. 11;
- e) controllo dei verbali e dei risultati delle eventuali prove di carico fatte eseguire dal Direttore dei lavori. Il Collaudatore, nell'ambito delle sue responsabilità, dovrà inoltre:
- f) esaminare il progetto dell'opera, l'impostazione generale, della progettazione nei suoi aspetti strutturale e geotecnico, gli schemi di calcolo e le azioni considerate;
- g) esaminare le indagini eseguite nelle fasi di progettazione e costruzione come prescritte nelle presenti norme;
- h) esaminare la relazione a strutture ultimate del Direttore dei lavori, ove richiesta; Infine, nell'ambito della propria discrezionalità, il Collaudatore potrà richiedere:
- i) di effettuare tutti quegli accertamenti, studi, indagini, sperimentazioni e ricerche utili per formarsi il convincimento della sicurezza, della durabilità e della collaudabilità dell'opera, quali in particolare: 1- prove di carico; 2 - prove sui materiali messi in opera, anche mediante metodi non distruttivi; 3 - monitoraggio programmato di grandezze significative del comportamento dell'opera da proseguire, eventualmente, anche dopo il collaudo della stessa.

#### *Articolo 41: DETERMINAZIONE SPERIMENTALE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE DEGLI ELEMENTI RESISTENTI ARTIFICIALI E NATURALI*

##### **41.1. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali**

La produzione degli elementi resistenti artificiali deve essere controllata, in ogni stabilimento di produzione, mediante prove eseguite presso Laboratori Ufficiali o in Concessione, ex art. 20 legge 1086/1971, con periodicità almeno annuale, su un numero non inferiore a trenta elementi. Il Direttore dei lavori può richiedere ulteriori prove di controllo.

Il Direttore dei Lavori provvede, con lo scopo di accertare la conformità delle caratteristiche fisiche e meccaniche degli elementi consegnati in cantiere a quelle dichiarate dal produttore, ad eseguire con le modalità di seguito descritte il "controllo di accettazione". Il "controllo di accettazione" viene eseguito, per ogni consegna in cantiere, su uno o più campioni costituiti ciascuno da tre elementi da sottoporre a prova di compressione. Per ogni campione siano  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  la resistenza a compressione dei tre elementi con

$$f_1 < f_2 < f_3$$

il controllo si considera positivo se risultano verificate entrambe le disuguaglianze:

$$(f_1 + f_2 + f_3)/3 = 1,20 f_{bk}$$

$$f_1 = 0,90 f_{bk}$$

Al Direttore dei lavori spetta comunque l'obbligo di curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove ai laboratori siano effettivamente quelli prelevati in cantiere con indicazioni precise sulla fornitura e sulla posizione che nella muratura occupa la fornitura medesima.

#### **41.2. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti naturali**

La produzione degli elementi resistenti naturali deve essere controllata per ogni cava mediante prove eseguite presso Laboratori Ufficiali o in Concessione, ex art. 20 - Legge n. 1086/1971, con periodicità almeno annuale, su un numero non inferiore a trenta elementi, comunque ogni qual volta che cambino sostanzialmente la natura e le caratteristiche meccaniche del materiale. Il Direttore dei Lavori può richiedere ulteriori prove di controllo.

Il Direttore dei Lavori provvede, con lo scopo di accertare la conformità delle caratteristiche fisiche e meccaniche degli elementi consegnati in cantiere a quelle dichiarate dal produttore, ad eseguire con le modalità di seguito descritte il "controllo di accettazione". Il "controllo di accettazione" viene eseguito, per ogni consegna in cantiere, su uno o più campioni costituiti ciascuno da tre elementi da sottoporre a prova di compressione. Per ogni campione siano  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  la resistenza a compressione dei tre elementi con

$$f_1 < f_2 < f_3$$

il controllo si considera positivo se risultano verificate entrambe le disuguaglianze:

$$(f_1 + f_2 + f_3)/3 = 1,20 f_{bk}$$

$$f_1 = 0,90 f_{bk}$$

Al Direttore dei lavori spetta comunque l'obbligo di curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove ai laboratori siano effettivamente quelli prelevati in cantiere con indicazioni precise sulla fornitura e sulla posizione che nella muratura occupa la fornitura medesima.

### 41.3. Modalità per la determinazione della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali

#### 41.3.1. Resistenza a compressione nella direzione dei carichi verticali

Si definisce resistenza caratteristica quella resistenza al disotto della quale ci si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

La resistenza di rottura a compressione di un singolo elemento è data dalla seguente espressione:

$$f_{bi} = N/A$$

in cui:

N = carico di rottura applicato in direzione ortogonale al piano di posa;

A = area lorda della sezione normale alla direzione di carico

Il valore della resistenza caratteristica  $f_{bk}$  si ricava dalla formula seguente, applicata ad un numero minimo di 30 elementi:

$$f_{bk} = f_{bm} (1 - 1.64 \delta)$$

in cui:  $f_{bm}$  = media aritmetica della resistenza dei singoli elementi  $f_{bi}$

$$\delta = \frac{s}{f_{bm}} = \text{coefficiente di variazione}$$

s = stima dello scarto quadratico medio

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f_{bm} - f_{bi})^2}{n-1}}$$

Qualora, per ragioni dimensionali (dimensione blocco = 40 cm) si operi su semiblocchi, il valore di  $f_{bi}$  è dato dalla media di resistenza dei due semiblocchi.

Il valore della  $f_{bk}$  non è accettabile per

$$\delta > 0,2$$



#### **41.3.2. Resistenza a compressione nella direzione ortogonale a quella dei carichi verticali e nel piano della muratura**

La resistenza caratteristica a compressione in direzione ortogonale ai carichi verticali e nel piano della muratura sarà dedotta da quella media  $f_{bm}$  mediante la relazione:

$$f_{bk} = 0,7 f_{bm}$$

La resistenza media  $f_{bm}$  sarà ricavata da prove su almeno sei campioni.

#### **41.4. Resistenza a compressione degli elementi in pietra**

La resistenza media a compressione  $f_{bm}$  degli elementi in pietra, con esclusione dei tufi, deve essere determinata secondo le modalità descritte nel R.D. 16 novembre 1939, n. 2232, recante le norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione.

Per i tufi, le prove di cui all'art. 135.2, in base alle quali le singole cave determineranno la resistenza media a compressione  $f_{bm}$ , devono essere eseguite su trenta elementi da provare nella Direzione di lavoro. Non sono ammessi tufi la cui resistenza media a compressione  $f_{bm}$  sia inferiore a 20 kg/cm<sup>2</sup> e per i quali il singolo campione abbia resistenza a compressione inferiore a 15 Kg/cm<sup>2</sup>.

Per tutti gli elementi resistenti naturali si considera convenzionalmente

$$f_{bk} = 0,75 f_{bm}$$

#### **Articolo 42: COLLAUDO STATICO DI OPERE DI SOSTEGNO E DI FONDAZIONE**

Gli interventi di collaudo statico delle opere di sostegno e di fondazione sono previsti dal Punto A.4. del D.M. 11 marzo 1988 recante "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

Il collaudo statico dovrà accertare la risposta prestazionale delle opere eseguite, la conformità alle prescrizioni di progetto nonché il rispetto di quanto previsto dalla normativa vigente. Le attività di collaudo comprenderanno, oltre alla verifica dei documenti progettuali, il rilievo, con metodi non distruttivi, della consistenza delle opere realizzate, anche l'esecuzione di prove di carico e rilievi sperimentali finalizzati a controllare l'efficienza e la qualità delle opere realizzate.

Il Collaudatore potrà comunque prevedere, nell'ambito del proprio mandato, ulteriori indagini, prove ed attività sperimentali finalizzate sempre ad integrare i dati a lui trasmessi e/o comunque acquisiti.

Parte IV  
MODALITÀ DI ESECUZIONE

*Articolo 46: NORMATIVA SULLA PREVENZIONI INFORTUNI*

Nell'esecuzione delle demolizioni e degli scavi, anche se non espressamente richiamate, dovranno essere osservate le disposizioni delle seguenti norme e successive modificazioni ed integrazioni:

- D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547. Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164. Norme per prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- D.Lg. 15 agosto 1991, n. 277. Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990, n. 212;
- - D.Lg. 14 agosto 1996, n. 493. Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro;
- D.L. 81/08 del 09 aprile 2008 testo unico sulla sicurezza

In generale dovranno essere rispettate le prescrizioni del piano di sicurezza e di coordinamento, del piano operativo e le indicazioni impartite dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori. e/o del Direttore dei lavori.

*Articolo 47: DISPOSITIVI DI PROTEZIONE*

Sulla rispondenza alla normativa vigenti norme dei dispositivi di protezione si rimanda alle seguenti norme:

**UNI EN 340** *Indumenti di protezione. Requisiti generali.*

**UNI EN 34** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi di discesa.*

**UNI EN 341:1993/A1** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi di discesa.*

**UNI EN 352-1** *Protettori auricolari. Requisiti di sicurezza e prove. Cuffie.*

**UNI EN 353-1** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio rigida.*

**UNI EN 353-2** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio flessibile.*

- UNI EN 354** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Cordini.*
- UNI EN 355** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Assorbitori di energia.*
- UNI EN 358** *Dispositivi individuali per il posizionamento sul lavoro e la prevenzione delle cadute dall'alto. Sistemi di posizionamento sul lavoro.*
- UNI EN 360** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo retrattile.*
- UNI EN 361** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Imbracature per il corpo.*
- UNI EN 362** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Connettori.*
- UNI EN 363** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Sistemi di arresto caduta.*
- UNI EN 364** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Metodi di prova.*
- UNI EN 365** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Requisiti generali per le istruzioni per l'uso e la marcatura.*
- UNI EN 367** *Indumenti di protezione. Protezione contro il calore e le fiamme. Metodo di prova: determinazione della trasmissione di calore mediante esposizione a una fiamma.*

#### *Articolo 48: SCAVI E SBANCAMENTI*

##### **48.1. Ricognizione**

L'Appaltatore prima di eseguire gli scavi o sbancamenti previsti deve eseguire indagini sulla natura del terreno, per individuare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o erroneamente indicati) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori.

Il cantiere è già provvisto di recinzione .

##### **48.2. Viabilità nei cantieri**

Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli.

Le rampe di accesso al fondo degli scavi di splateamento o di sbancamento devono avere una carreggiata solida, atta a resistere al transito dei mezzi di trasporto di cui è previsto l'impiego, ed una pendenza adeguata alla possibilità dei mezzi stessi.

La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco venga limitato ad un solo lato,

devono essere realizzate piazzuole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20 m lungo l'altro lato.

I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.

Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.

Alle vie di accesso ed ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

### **48.3. Splateamento e sbancamento**

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, secondo le prescrizioni dell'art. 12 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 1,50 m è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve provvedersi all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di scavo eseguiti con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

### **48.4. Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli**

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 m, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, secondo le prescrizioni dell'art. 13 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi almeno 30 cm rispetto al livello del terreno o stradale.

Nello scavo dei cunicoli, a meno che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporre idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento; la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del rivestimento in muratura.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano edifici o manufatti, le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

Nell'infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine, con pericolo per i lavoratori.

Nei lavori in pozzi di fondazione profondi oltre 3,00 m deve essere disposto, a protezione degli operai addetti allo scavo ed all'esportazione del materiale scavato, un robusto impalcato con apertura per il passaggio della benna.

#### **48.5. Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento**

Si ritengono scavi subacquei quelli eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto un livello costante determinato da acque sorgive nelle cavità di fondazione, sia dopo un parziale prosciugamento con pompe, sia dopo la predisposizione di canali di drenaggio.

Se l'Appaltatore, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione dei lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la Direzione dei lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, i completamenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'Appaltatore dovranno essere accettati dalla Direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in muratura o in c.a. al fine di prevenire il dilavamento delle malte.

#### **48.6. Deposito di materiali in prossimità degli scavi**

È vietato, secondo le prescrizioni dell'art. 14 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi, soprattutto se privi delle necessarie armature, in quanto il materiale accumulato può esercitare pressioni tali da provocare frane.

Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

#### **48.7. Presenza di gas negli scavi**

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, come stabilisce l'art. 15 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni

di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o la irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare una efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata una efficace e continua aerazione.

Quando è stata accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque in grado di provocare fiamme o surriscaldamenti tali ad incendiare il gas.

Nei casi sopra previsti i lavoratori devono operare in abbinamento nell'esecuzione dei lavori.

#### *Articolo 49: DIVIETI PER L'APPALTATORE*

L'Appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione, prima che la Direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

#### *Articolo 50: RIPARAZIONE DI SOTTOSERVIZI*

L'Appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, ecc.) danneggiati con o senza incuria dall'impresa durante gli scavi e demolizioni e certificati dalla Direzione dei lavori.

#### *Articolo 51: RILEVATI E RINTERRI*

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione, e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla Direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato di addossare terrapieni a murature o strutture in c.a. di recente realizzazione e delle quali si riconosca il non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'asestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

## *Articolo 52: FONDAZIONI DIRETTE*

### **52.1. Scavi di fondazione**

Nell'esecuzione degli scavi per raggiungere il piano di posa della fondazione, secondo quanto prescritto dal punto C.4.5 del D.M. 11 marzo 1988, n. 127, si deve tener conto di quanto specificato al punto A.2, al punto D.2 ed alla Sezione G, dello stesso D.M..

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione della opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal Direttore dei lavori.

Nel caso che per eseguire gli scavi si renda necessario deprimere il livello della falda idrica si dovranno valutare i cedimenti del terreno circostante; ove questi non risultino compatibili con la stabilità e la funzionalità delle opere esistenti, si dovranno opportunamente modificare le modalità

esecutive. Si dovrà, nel caso in esame, eseguire la verifica al sifonamento. Per scavi profondi, si dovrà eseguire la verifica di stabilità nei riguardi delle rotture del fondo.

## **52.2. Rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva**

In corso d'opera si deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva del terreno.

*Articolo 57: CALCESTRUZZO LEGGERO STRUTTURALE E PER STRUTTURE IN C.A. NORMALE. CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO*

### **57.1. Calcestruzzo leggero strutturale**

#### **57.1.1. Definizioni**

Si definisce calcestruzzo leggero strutturale, un conglomerato cementizio a struttura chiusa ottenuto sostituendo tutto o in parte l'inerte ordinario con aggregato leggero artificiale, costituito da argilla o scisti espansi.

Questo calcestruzzo è caratterizzato da una massa volumica a 28 gg. compresa tra 1400 e 2000 kg/m<sup>2</sup>.

La resistenza caratteristica a compressione R<sub>ck</sub> a 28 gg. deve risultare non inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

La massa volumica del conglomerato viene misurata secondo le procedure indicate nella norma **UNI 7548 - Parte 2°**.

Per la determinazione di R<sub>ck</sub> valgono le prescrizioni relative ai conglomerati ordinari.

#### **57.1.2. Aggregato leggero**

##### **57.1.2.1. Definizioni**

Si definisce massa volumica media dei granuli il rapporto tra la massa del materiale essiccato ed il suo volume, delimitato dalla superficie dei granuli stessi. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma **UNI 7549 - Parte 5°**.

Si definisce massa volumica dell'aggregato leggero in mucchio (peso in mucchio) la massa di un volume unitario di aggregato, comprendendo nella misura i vuoti dei granuli e fra i granuli. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma **UNI 7549 - Parte 4°**.

Per gli aggregati di argilla espansa, in via approssimata, la massa volumica media dei granuli può stimarsi moltiplicando per 1,7 la massa volumica in mucchio.

##### **57.1.2.2. Caratteristiche dei granuli**



Per granuli di argilla espansa e di scisti espansi si richiede:

- nel caso di argilla espansa: superficie a struttura prevalentemente chiusa, con esclusione di frazioni granulometriche ottenute per frantumazione successiva alla cottura;
- nel caso di scisti espansi: struttura non sfaldabile con esclusione di elementi frantumati come sopra indicato.

#### *57.1.2.3. Coefficiente di imbibizione*

Il coefficiente di imbibizione dell'aggregato leggero è definito come quantità di acqua che l'inerte leggero può assorbire, in determinate condizioni, espressa in per cento della sua massa.

Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma UNI 7549 Parte 6° (giugno 1976).

Il coefficiente di imbibizione determinato dopo 30 min. deve essere non maggiore del 10% per aggregati con massa volumica in mucchio superiore a 500 kg/m<sup>2</sup>, e 15% per aggregati con massa volumica in mucchio non superiore a 500 kg/m<sup>2</sup>.

#### **57.1.3. Composizione del calcestruzzo**

##### *57.1.3.1. Definizioni*

Il volume del calcestruzzo assestato è uguale alla somma dei volumi assoluti del cemento, degli aggregati, dell'acqua e dell'aria occlusa.

Si definisce volume assoluto di un componente il suo volume reale, escludendo i vuoti dei granuli e fra i granuli, per i componenti solidi.

Si definisce indice di assestamento di un calcestruzzo leggero il valore determinato con le procedure indicate nell'appendice B della norma **UNI 7549 - Parte 12°**.

##### *57.1.3.2. Acqua*

L'acqua impiegata per l'impasto del calcestruzzo leggero è costituita da:

- acqua efficace: è quella contenuta nella pasta cementizia. Essa condiziona la lavorabilità e la resistenza del calcestruzzo leggero. A titolo orientativo, per un calcestruzzo di consistenza plastica, avente un indice di assestamento compreso tra 1,15 e 1,20 il dosaggio di acqua efficace risulta compreso fra 150 e 180 litri per metro cubo di calcestruzzo assestato;
- acqua assorbita dell'aggregato leggero nel periodo di tempo tra miscelazione e posa in opera.

L'assorbimento dà luogo ad una perdita progressiva di lavorabilità dell'impasto.

Si assume pari all'assorbimento in peso a 30 min. misurato secondo **UNI 7549-76**. In mancanza di una determinazione diretta, tale assorbimento può essere valutato pari al 10% del peso dell'aggregato leggero presente nell'impasto.

Il dosaggio dell'acqua risulta dalla somma dell'acqua efficace e dell'acqua assorbita. Da tale somma si deve detrarre l'acqua contenuta nella sabbia naturale ed il 40% dell'acqua presente come umidità nell'aggregato leggero.

Quindi l'umidità presente nell'aggregato leggero deve essere determinata ai fini del calcolo del dosaggio dell'acqua di impasto. La prebagnatura degli aggregati leggeri non è necessaria se non in casi particolari.

#### *57.1.3.3. Aria occlusa*

È misurata dai vuoti residui di assestamento dell'impasto ed ha un volume che può considerarsi mediamente compresso tra il 2,5% ed il 3,5% del volume del calcestruzzo assestato.

La quantità di aria occlusa può essere aumentata a mezzo di additivi aeranti (vedi **UNI 7103-72**), comunque non superando il 7% del volume del calcestruzzo assestato.

### **57.1.4. Confezione e posa del calcestruzzo**

#### *57.1.4.1. Confezione*

È opportuno eseguire una prova del mescolatore al fine di verificare l'idoneità per l'impasto previsto.

In condizioni normali, si consiglia di introdurre i componenti dell'impasto nel mescolatore in rotazione nel seguente ordine:

- aggregato grosso;
- 2/3 dell'acqua totale prevista e, dopo un intervallo di circa 30" / 60":
- aggregato fine e cemento,
- 1/3 dell'acqua prevista, con eventuali additivi.

Il tempo di miscelazione, a partire dall'avvenuta introduzione di tutti i componenti, non deve risultare inferiore a un minuto primo, seppure sia consigliabile un tempo maggiore.

#### *57.1.4.2. Consistenza*

Per disporre di sufficiente coesione ed evitare segregazioni, la consistenza dovrà essere "plastica" al momento della posa in opera, e cioè con un indice di assestamento compreso, nei casi ordinari, tra 1,10 e 1,20.

La consistenza necessaria al momento del getto dovrà essere determinata, caso per caso, con prove preliminari.

#### *57.1.4.3. Posa e compattazione*

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione.

La compattazione del calcestruzzo leggero va sempre realizzata con l'impiego di vibrazione, la cui entità deve essere maggiore che per il calcestruzzo ordinario.

### **57.1.5. Proprietà del calcestruzzo indurito**

Data la estrema variabilità delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo leggero in funzione della sua composizione e del tipo di aggregato leggero utilizzato, la maggior parte delle caratteristiche necessarie ai fini dei calcoli strutturali andranno definite per via sperimentale.

È obbligatorio quindi eseguire uno "studio preliminare di qualificazione" esteso alle grandezze di seguito indicate.

#### **57.1.5.1. Massa volumica**

Si intende quella misurata a 28 giorni di stagionatura, determinata secondo la norma **UNI 7548 - Parte 2°**.

La massa del calcestruzzo armato, in mancanza di valutazioni specifiche, si potrà assumere incrementando di 100 kg/m<sup>2</sup> la massa misurata del calcestruzzo.

#### **57.1.5.2. Resistenza caratteristica a compressione**

È definita e va controllata come per il calcestruzzo normale secondo i criteri di cui all'Allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996.

#### **57.1.5.3. Resistenza a trazione**

Va determinata mediante prove sperimentali a trazione semplice, secondo le modalità di cui alle norme UNI.

Se la resistenza a trazione è determinata mediante prove di resistenza a trazione indiretta o a trazione per flessione, il valore della resistenza a trazione semplice può essere dedotto utilizzando opportuni coefficienti di correlazione.

Valutata la resistenza a trazione media  $f_{ctm}$  su almeno 6 campioni prismatici o cilindrici, i valori caratteristici corrispondenti ai frattili 5% e 95% possono assumersi pari a:

$$f_{ctk} (5\%) = 0,7 f_{ctm}$$

$$f_{ctk} (95\%) = 1,3 f_{ctm}$$

Il valore della resistenza a trazione per flessione si assumerà, in mancanza di sperimentazione diretta, pari a:

$$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm}$$

#### 57.1.5.4. Modulo elastico

Il modulo elastico secante a compressione va determinato mediante sperimentazione diretta da eseguirsi secondo la norma **UNI 6556**, ed è dato dal valore medio su almeno 3 Provini prismatici o cilindrici.

#### 57.1.5.5. Dilatazione termica

In mancanza di determinazione diretta, il coefficiente di dilatazione termica può assumersi pari a:

$$l = 0,8 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

## 57.2. Calcestruzzo per strutture in c.a. normale

### 57.2.1. Trasporto e consegna

Il Direttore dei lavori prima dell'accettazione del calcestruzzo dovrà verificare l'eventuale segregazione dei materiali, perdita di componenti o contaminazione della miscela durante il trasporto e lo scarico dai mezzi.

Per il calcestruzzo preconfezionato i tempi di trasporto devono essere commisurati alla composizione del calcestruzzo ed alle condizioni atmosferiche, a tal la Direzione dei lavori potrà chiedere all'Appaltatore, prima dell'esecuzione del getto, informazioni circa la composizione del calcestruzzo (additivi, tipo di cemento, rapporto acqua/cemento, tipo di aggregati, ecc., impianto di produzione del calcestruzzo preconfezionato, tipo di autobetoniera e quantità di calcestruzzo, certificazioni varie, estremi della bolla di consegna). Tali informazioni dovranno essere date dall'Appaltatore prima o durante il getto del calcestruzzo.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

Il Direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non risponda alle prescrizioni contrattuali ed alle prescrizioni delle norme UNI vigenti in materia ovvero se la consistenza venga portata ai valori contrattuali.

Norma di riferimento:

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

### 57.2.2. Getto

#### 57.2.2.1 Modalità

Prima dell'esecuzione del getto la Direzione dei lavori dovrà verificare la corretta posizione delle armature metalliche, la rimozione di polvere, terra, ecc, dentro le casseformi; i giunti di ripresa delle armature, la bagnatura dei casseri, le giunzioni tra i casseri, la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali, la stabilità delle casseformi, ecc..

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm, inoltre l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La Direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati, e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'Appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per la protezione delle strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme: piogge, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla Direzione dei lavori.

Norma di riferimento:

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

*57.2.2.2. Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito*

Le interruzioni del getto devono essere limitate al minimo possibile, in tutti i casi devono essere autorizzate dalla Direzione dei lavori.

Le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo.

Le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo. La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;

- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- Collegando i due getti con malta con collegamento a ritiro compensato.

Norma di riferimento:

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

#### *57.2.2.3 Getti in climi freddi*

I getti di calcestruzzo in climi freddi non devono essere eseguiti a temperatura inferiore a 0 °C. Nei casi estremi la Direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di additivi acceleranti. In caso di temperature molto basse il calcestruzzo dovrà essere confezionato con inerti preriscaldati con vapore ed acqua con temperatura tra 50 e 90 °C, avendo cura di non mescolare il cemento con l'acqua calda per evitare una rapida presa.

A discrezione della Direzione dei lavori anche le casseforme potranno essere riscaldate dall'esterno mediante vapore acqueo, acqua calda od altro.

#### *57.2.2.4. Getti in climi caldi*

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti ad esempio tenendo all'ombra gli inerti ed aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la Direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

#### **57.2.3. Vibrazione e compattazione**

La compattazione del calcestruzzo deve essere appropriata alla consistenza del calcestruzzo. Nel caso di impiego di vibratori l'uso non deve essere prolungato per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico ed il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

Norma di riferimento:

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

#### **57.2.4. Stagionatura e protezione - Fessurazione superficiale**

La stagionatura delle strutture in calcestruzzo armato potrà essere favorita approntando accorgimenti per prevenire il prematuro essiccamento per effetto dell'irraggiamento solare e dell'azione dei venti, previa autorizzazione della Direzione dei lavori, mediante copertura con teli di plastica, rivestimenti umidi, getti d'acqua nebulizzata sulla superficie, prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione ed il ultimo allungando i tempi del disarmo. I metodi predetti possono essere applicati sia separatamente o combinati.

I tempi di stagionatura potranno essere determinati con riferimento alla maturazione in base al grado di idratazione della miscela di calcestruzzo, agli usi locali, ecc.; in tutti i casi si farà riferimento al punto 10.6. - Stagionatura e protezione, della norma UNI 9858 ed in particolare al Prospetto XII - Durata minima del tempo di stagionatura in giorni per classi di esposizione 2 e 5a.

Per le strutture in c.a. in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla Direzione dei lavori. Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

Norme di riferimento:

- UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*
- UNI 8656** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti.*
- UNI 8656 FA 219-87** *Foglio di aggiornamento n. 1. Alla UNI 8656. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti.*
- UNI 8657** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua.*
- UNI 8657 FA 220-87** *01/05/87 Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8657. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua.*
- UNI 8658** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento.*
- UNI 8658 FA 221-87** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8658. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento.*
- UNI 8659** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco.*
- UNI 8659 FA 222-87** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8659. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco.*

**UNI 8660** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.*

**UNI 8660 FA 223-87** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8660. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.*

### **57.2.5 Maturazione accelerata a vapore**

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80 °C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60 °C, il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10°C/h.

Norma di riferimento:

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

### **57.2.6. Disarmo delle strutture**

Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche adottando opportuni provvedimenti.

Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei lavori.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato, dopo l'autorizzazione del Direttore dei lavori e alla presenza del capo cantiere. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle armature da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

Il disarmo di armature provvisorie di grandi opere quali:

- centine per ponti ad arco;
- coperture ad ampia luce e simili;
- altre opere che non rientrano negli schemi di uso corrente

deve essere eseguito:

- con cautela;
- da operai pratici;
- sotto la stretta sorveglianza del capo cantiere;



- solo dopo l'autorizzazione del Direttore dei lavori.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

Il disarmo deve essere eseguito ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, le operazioni non devono provocare danni al calcestruzzo e soprattutto agli spigoli.

L'Appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni ..... dalla data di esecuzione del getto.

Il caricamento delle strutture in c.a. disarmate deve essere autorizzato dalla Direzione dei lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo ed i carichi sopportabili.

La Direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio.

In ogni caso per il disarmo delle strutture in c.a. si farà riferimento alle norme:

D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni.

**SS UNI U50.00.206.0** Casseforme. *Requisiti generali per la progettazione, la costruzione e l'uso.*

**UNI 9858** Calcestruzzo. *Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

**Tabella 57.1. Tempi minimi per del disarmo delle strutture in c.a. dalla data del getto**

	<b>Calcestruzzo normale (giorni)</b>	<b>Calcestruzzo ad alta resistenza (giorni)</b>
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette si luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

### **57.2.7. Casseforme e puntelli**

Le casseforme possono essere realizzate con i seguenti materiali:

a) metallici: acciai e leghe di alluminio;

b) legno e materiali a base di legno;

c) altri materiali purché rispondenti alle prescrizioni di sicurezza per la struttura.

I casseri e i puntelli devono rimanere indisturbati fino alla data di disarmo delle strutture. I casseri ed i puntelli devono assicurare le tolleranze strutturali in modo da non compromettere l'idoneità delle strutture interessate.

La controfrecchia assicurata ai casseri deve essere rispondente alle prescrizioni progettuali strutturali e della centinatura.

Le giunzioni dei pannelli dei casseri devono assicurare una tenuta stagna per evitare la perdita degli inerti fini. La superficie interna dei casseri non deve provocare difetti alla superficie del calcestruzzo. La superficie interna dei casseri, prima dell'uso, deve essere accuratamente pulita, gli eventuali prodotti disarmanti devono essere autorizzati dalla Direzione dei lavori.

I casseri ed i puntelli devono rispondere alla seguente norma: **SS UNI U50.00.206.0** Casseforme. Requisiti generali per la progettazione, la costruzione e l'uso, inoltre, devono essere montati da personale specializzato.

**Tabella 57.2. Legname per carpenteria**

Tavolame	Tavole (o sottomisure)	spessore 2,5 cm larghezza 8-16 cm lunghezza 4 m
	Tavoloni (da ponteggio)	spessore 5 cm larghezza 30-40 cm lunghezza 4 m
Legname segato	Travi (sostacchine)	sezione quadrata da 12x12 a 20x20 cm lunghezza 4 m
Legname tondo	Antenne, candele	diametro min 12 cm lunghezza > 10-12 cm
	Pali, ritti	diametro 10-12 cm lunghezza > 6-12 cm
Residui di lavorazioni	da tavole (mascelle)	lunghezza >20 cm

precedenti	da travi (mozzature)	
------------	----------------------	--

Fonte: AITEC, Il cemento armato: carpenteria

### **57.2.8. Disarmanti**

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo, la permeabilità, influenzarne la presa, o determinare la formazione di bolle e macchie.

La Direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali; in generale le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore lo stesso vale per l'applicazione del prodotto.

Norme di riferimento:

**UNI 8866-1** *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione.*

**UNI 8866-1 FA 1-89** *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione.*

**UNI 8866-2** *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.*

**UNI 8866-2 FA 1-89** *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.*

### **57.3. Relazione a struttura ultimata**

Le operazioni di collaudo avranno inizio dopo il completamento della struttura e la redazione da parte del Direttore dei lavori della relazione a strutture ultimate (art. 6, legge n. 1086/1971). Quest'ultima deve essere emessa in duplice copia, entro il termine di 60 giorni e inviata all'Ufficio del Genio Civile competente per territorio, e dovrà riguardare gli adempimenti degli obblighi di cui all'art. 4 della legge n. 1086/1971, esponendo e/o allegando:

- a) i certificati delle prove sui materiali impiegati emessi da laboratori ufficiali;
- b) per le opere in conglomerato armato precompresso, ogni indicazione inerente alla tesatura dei cavi ed ai sistemi di messa in coazione;
- c) l'esito delle eventuali prove di carico, allegando le copie dei relativi verbali firmate per copia conforme.

Delle due copie della relazione, una sarà conservata agli atti del Genio Civile e l'altra, con l'attestazione dell'avvenuto deposito, sarà restituita al Direttore dei lavori che provvederà a consegnarla al Collaudatore statico unitamente agli elaborati progettuali architettonici e strutturali e a tutta la documentazione inerente alla Direzione dei lavori.

*Articolo 60: SOLAI MISTI DI C.A. E C.A.P. E BLOCCHI FORATI IN LATERIZIO*

### **60.1. Classificazione**

I solai misti in cemento armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio si distinguono nelle seguenti categorie:

- a) solai con blocchi aventi funzione principale di alleggerimento;
- b) solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato.

### **60.2. Prescrizioni generali**

I blocchi dovranno rispettare le indicazioni del paragrafo 4.1.9 del dm 14/02/2008 con le ulteriori specificazioni di cui alla Circolare 02/02/2009 C.S.LL.PP.

Devono essere conformati in modo che nel solaio in opera sia assicurata con continuità la trasmissione degli sforzi dall'uno all'altro elemento.

Nel caso si richieda al laterizio il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono usare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. In ogni caso, ove sia prevista una soletta di conglomerato staticamente integrativa di altra in laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la solidarietà ai fini della trasmissione degli sforzi tangenziali.

Per entrambe le categorie il profilo dei blocchi delimitanti la nervatura di conglomerato da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso di calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse sotto i limiti stabiliti.

### **60.3. Requisiti di accettazione prove e controlli**

#### ***60.3.1. Spessore delle pareti e dei setti.***

Lo spessore delle pareti orizzontali compresse non deve essere minore di 8 mm, quello delle pareti perimetrali non minore di 8 mm, quello dei setti non minore di 7 mm.

Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiore di 3 mm.

Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei ed allineati, particolarmente in direzione orizzontale, con setti con rapporto spessore/lunghezza il più possibile uniforme.

Il rapporto fra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione del blocco non deve risultare superiore a  $0,6 + 0,625 h$ , ove  $h$  è l'altezza del blocco in metri,  $h \leq 0,32$  m.

### **60.3.2. Caratteristiche fisico-meccaniche**

La resistenza caratteristica a compressione, determinata secondo punto C4.1.9.1.3 della , Circolare 02/02/2009 C.S.LL.PP. riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature deve risultare non minore di:

- $30 \text{ N/mm}^2$  nella direzione dei fori;
- $15 \text{ N/mm}^2$  nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio,  
per i blocchi collaboranti;

e di:

- $15 \text{ N/mm}^2$  nella direzione dei fori;
- $5 \text{ N/mm}^2$  nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio,  
per i blocchi non collaboranti.

La resistenza caratteristica a trazione per flessione determinata secondo punto C4.1.9.1.3 della , Circolare 02/02/2009 C.S.LL.PP. deve essere non minore di:

- $10 \text{ N/mm}^2$  per i blocchi di tipo *b*),

e di:

- $7 \text{ N/mm}^2$  per i blocchi tipo *a*).

In assenza di cassero continuo inferiore durante la fase di armatura e getto tutti i blocchi devono resistere ad un carico concentrato, applicato nel centro della faccia superiore (su un'area di  $5 \times 5 \text{ cm}^2$ ) non inferiore a  $1,5 \text{ kN}$ . La prova va effettuata secondo le modalità indicate nell'Allegato 7 del D.M. 9 gennaio 1996.

Il modulo elastico del laterizio non deve essere superiore a:  $25 \text{ kN/mm}^2$ .

Il coefficiente di dilatazione termica lineare del laterizio deve essere:

$$a = 6 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Il valore di dilatazione per umidità misurato secondo quanto stabilito nel capitolo 11 delle NTC deve essere minore di  $4 \cdot 10^{-4}$

### **60.3.3. Integrità dei blocchi**

Speciale cura deve essere rivolta al controllo dell'integrità dei blocchi con particolare riferimento alla eventuale presenza di fessurazioni.

### **60.3.4. Controlli di qualità dei blocchi in laterizio**

La produzione degli elementi laterizi deve essere controllata mediante prove su blocchi di produzione corrente certificate da Laboratori Ufficiali, con frequenza almeno annuale.

## **60.4. Controlli di accettazione dei solai di C.A. e C.A.P. e laterocemento in cantiere**

In fase di accettazione in cantiere si dovrà provvedere a controllare la rispondenza dei requisiti del prodotto alle prescrizioni del progetto attraverso rilievi geometrici e controllo dei documenti di accompagnamento (Dichiarazione di prestazione).

La documentazione di accompagnamento prescritta è la seguente:

- DOP (Dichiarazione di prestazione) e marcatura CE riferita alle seguenti norme.
  - o EN 13224 per solai nervati Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi nervati per solai
  - o EN 1168 per solai alveolari Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Lastre alveolari
  - o EN 13747 per solai a lastra tralicciata Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Lastre per solai
  - o Serie EN 15037 per solai a travetti e blocchi

## **60.5. Esecuzione (prescrizioni regolamentari)**

### **60.5.1. Protezione delle armature**

Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare contornata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia.

Per armatura collocata entro nervatura, le dimensioni di questa devono essere tali da consentire il rispetto dei seguenti limiti:

- distanza netta tra armatura e blocco = 8 mm;
- distanza netta tra armatura ed armatura = 10 mm.

### **60.5.2. Bagnatura degli elementi**

Prima di procedere ai getti i laterizi devono essere convenientemente bagnati.

### **60.5.3. Caratteristiche degli impasti per elementi prefabbricati**

Devono impiegarsi malte cementizie con dosature di legante non minori a 450 kg/ m<sup>2</sup> di cemento e conglomerati con  $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ .

### **60.5.4. Blocchi**

Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

### **60.5.5. Allineamenti e forzature**

Si dovrà curare il corretto allineamento dei blocchi evitando la forzatura dei blocchi interposti tra i travetti prefabbricati.

### **60.5.6. Conglomerati per i getti in opera**

Si dovrà studiare la composizione del getto in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite.

Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature nè la distanza netta minima tra le armature.

Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con eventuali altri elementi prefabbricati.

### **60.5.7. Modalità di getto**

Per rendere efficace quanto indicato ai punti precedenti occorre con opportuni provvedimenti eliminare il rischio di arresto del getto al livello delle armature.

### **60.5.8. Solidarizzazione tra intonaci e superfici di intradosso**

Qualora si impieghino materiali d'intonaco cementizi aventi resistenza caratteristica a trazione superiore ad 1 N/mm<sup>2</sup> dovranno adottarsi spessori inferiori ad 1 cm o predisporre armature di sostegno e diffusione opportunamente ancorate nelle nervature.

### **Articolo 61: SCAVI IN GENERE**

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. 11 marzo 1988, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere, l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere, a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate in area di cantiere a sud del lotto fino al completamento dell'edificio e alla realizzazione delle opere esterne in progetto.

Previo assenso della Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, si applica il disposto del Capitolato generale emanato con D.M. 19 aprile 2000, n. 145 e pubblicato su G.U.R.I. 7 giugno 2000, n. 131, art. 36, comma 3.

#### *Articolo 62: SCAVI DI SBANCAMENTO*

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

#### *Articolo 63: SCAVI DI FONDAZIONE OD IN TRINCEA*

Per scavi di fondazione in genere si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o ai pilastri di fondazione propriamente detti. In ogni caso saranno considerati come gli scavi di fondazione quelli per dar luogo a fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e l'Amministrazione si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali



compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni o sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei lavori.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

#### *Articolo 64: DEMOLIZIONE O RIMOZIONE DI MATERIALI CONTENENTI AMIANTO*

I lavori di demolizione o di rimozione dell'amianto possono essere effettuati solo da imprese rispondenti ai requisiti di cui all'articolo 212 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152".

Per le imprese di bonifica da amianto è stata già resa obbligatoria l'iscrizione all'Albo gestori ambientali (ex rifiuti), nella categoria 10 - Bonifica dei beni contenenti amianto.

Prima dell'inizio dei lavori di demolizione o di rimozione dell'amianto ovvero di materiali contenenti amianto da edifici, da strutture, da apparecchi e da impianti, nonchè dai mezzi di trasporto, l'Appaltatore dovrà predisporre un **PIANO DI LAVORO**.

Questo piano deve prevedere le misure necessarie per garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori sul luogo di lavoro e la protezione dell'ambiente esterno. Il piano, in particolare, deve prevedere:

- a) la rimozione dell'amianto o dei materiali contenenti amianto prima dell'applicazione delle tecniche di demolizione, a meno che tale rimozione non possa costituire per i lavoratori un

rischio maggiore di quello rappresentato dal fatto che l'amianto o i materiali contenenti amianto siano lasciati sul posto;

- b) la fornitura ai lavoratori dei dispositivi di protezione individuale;
  - c) la verifica dell'assenza di rischi dovuti all'esposizione all'amianto sul luogo di lavoro, al termine dei lavori di demolizione o di rimozione dell'amianto;
  - d) adeguate misure per la protezione e la decontaminazione del personale incaricato dei lavori;
  - e) adeguate misure per la protezione dei terzi e per la raccolta e lo smaltimento dei materiali;
  - f) l'adozione, nel caso in cui sia previsto il superamento del valore limite di 0,1 fibre/cm<sup>3</sup> delle seguenti misure:
    - 1. fornire ai lavoratori un adeguato dispositivo di protezione delle vie respiratorie e altri dispositivi di protezione individuali, esigendone l'uso durante questi lavori;
    - 2. provvedere all'affissione di cartelli per segnalare che si prevede il superamento del valore limite di esposizione;
    - 3. adottare le misure necessarie per impedire la dispersione della polvere al di fuori dei locali o dei luoghi di lavoro;
    - 4. consultare i lavoratori o i loro rappresentanti sulle misure da adottare prima di procedere a queste attività;
- a) la natura dei lavori, data di inizio e la loro durata presumibile;
  - b) il luogo dove i lavori saranno effettuati;
  - c) le tecniche lavorative adottate per la rimozione dell'amianto;
  - d) le caratteristiche delle attrezzature o dei dispositivi che si intendono utilizzare.

**Copia del piano di lavoro deve essere inviata all'organo di vigilanza (ASL di competenza) per informarla delle modalità di rimozione e smaltimento dei materiali contenenti amianto, almeno trenta giorni prima dell'inizio dei lavori.**

Se entro questo periodo di trenta giorni l'organo di vigilanza non formula motivata richiesta di integrazione o modifica del piano di lavoro e non rilascia prescrizione operativa, il datore di lavoro può eseguire i lavori.

Il datore di lavoro deve provvedere affinché i lavoratori o i loro rappresentanti abbiano accesso alla documentazione.

Il datore di lavoro provvede alla informazione e alla formazione dei lavoratori addetti a queste lavorazioni ed a tutti gli adempimenti previsti dal D. Lgs. N.81/2008 agli artt. 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260.

#### *Rimozione e smaltimento di lastre di cemento - amianto*

Questa operazione comporta lo smontaggio delle lastre di copertura, il loro trasferimento a terra ed il successivo imballaggio e trasporto in discarica.

Tutte le fasi di questo intervento devono essere impostate e realizzate adottando idonee misure per limitare al minimo la dispersione di fibre nell'ambiente. Le lastre da rimuovere dovranno essere preventivamente bagnate e trattate superficialmente con resine sintetiche la cui azione pellicolante impedisca l'emissione di fibre sia durante lo smontaggio che durante le fasi successive. La resina sintetica, fluidificata e nebulizzata, dovrà essere spruzzata a pioggia sulle lastre mediante pompe airless, dotate, cioè, di bassa pressione di mandata per attenuare l'impatto tra il getto fluido e la superficie della copertura e limitare così l'emissione di fibre nell'atmosfera durante questa fase operativa. I prodotti collanti o vernicianti o incapsulanti utilizzati dovranno essere opportunamente colorati al fine di rendere visibili le zone trattate.

Tali prodotti non devono comportare pericolo di scivolamento nel caso di pedonamento delle coperture.

Non sarà necessario pulire la superficie delle lastre prima di spruzzare su di esse la resina pellicolante; infatti tale operazione, pur migliorando l'adesione tra copertura e resina e prolungando così nel tempo l'azione ricoprente di quest'ultima, potrebbe causare il distacco e la dispersione di fibre nell'ambiente. D'altra parte il ricoprimento delle lastre con la resina non deve necessariamente essere duraturo poiché ha la funzione di fissare le fibre sulla superficie delle lastre per il tempo che intercorre tra lo smontaggio ed il deposito in discarica.

Gli elementi di fissaggio delle coperture, ganci, viti e chiodi dovranno essere rimossi adottando ogni cautela per evitare danneggiamenti o rotture. Occorrerà evitare possibilmente tutte quelle operazioni, come il taglio, la foratura, la raschiatura che, alterando l'integrità strutturale delle lastre, causerebbero l'emissione di fibre nell'atmosfera.

Si ricorrerà, solo se necessario, ad attrezzature manuali o a macchine utensili caratterizzate da velocità di rotazione ridotta, dell'ordine di 300 giri/min. L'uso di utensili ad alta velocità, normalmente utilizzati per la foratura, il taglio e la raschiatura sarà consentito se dotati di sistemi di aspirazione molto efficaci.

Le lastre rimosse dovranno essere manipolate con cura per evitare rischi di frantumazione o di caduta dall'alto e dovranno essere trasferite a terra mediante un adeguato dispositivo di sollevamento. Saranno quindi impilate e pallettizzate per facilitare la loro movimentazione nell'area del cantiere destinata al loro stoccaggio.

Poiché l'impilamento potrebbe causare una consistente emissione di fibre nell'atmosfera, si ritiene necessario, per limitare questa evenienza, bagnare le lastre su entrambi i lati, come raccomanda lo stesso D.M. 6/9/94.

Le lastre, ordinatamente impilate, saranno quindi avvolte in imballaggi sigillati, costituiti in genere da teli di plastica evitando, con cura la presenza di pezzi acuminati sporgenti nelle pile che

possano causare la lacerazione e lo sfondamento del materiale di imballaggio. Tale fase potrà, a scelta dell'impresa, essere effettuata in copertura, prima del calo a terra del materiale.

Durante le fasi della rimozione sarà necessario raccogliere in sacchi impermeabili e quindi sigillare tutti i frammenti di lastre nel momento stesso in cui si formano.

I materiali asportati non devono essere frantumati, non devono essere lasciati cadere a terra ma devono essere calati a terra tramite idoneo mezzo di sollevamento. Pertanto le lastre smontate, bagnate su entrambe le superfici, devono essere accatastate e palettizzate, in modo da acconsentire un agevole movimentazione con i mezzi di sollevamento disponibili in cantiere.

I materiali di risulta, ottenuti durante tutta l'operazione, dovranno essere adeguatamente imballati con materiale non deteriorabile o rivestiti con teli di plastica sigillati.

Eventuali pezzi acuminati o taglienti devono essere sistemati in modo da evitare lo sfondamento dell'imballaggio.

Tutti i materiali di risulta devono essere etichettati a norma di legge come rifiuti contenenti amianto (R.C.A.) ed allontanati dal cantiere al più presto possibile contenuti in idonei cassoni.

L'accatastamento temporaneo dovrà essere separato dagli altri detriti, preferibilmente nel container destinato al trasporto, oppure in una zona appositamente destinata, in luogo non transitato da mezzi e persone che possano causarne la frantumazione.

Giornalmente dovrà essere effettuata una pulizia a umido e/o con aspiratori a filtri assoluti della zona di lavoro e delle aree del cantiere che possano essere state contaminate da fibre di amianto.

Gli addetti alla rimozione dovranno essere dotati di mezzi protettivi (elementi di protezione delle vie respiratorie, indumenti adatti ad evitare la contaminazione degli abiti, calzature adatte al pedonamento della copertura per evitare rischi di scivolamento ed infine guanti di protezione durante la manipolazione delle lastre rimosse) sia durante lo smontaggio delle lastre che durante la loro successiva manipolazione.

Qualora si riscontrasse un accumulo di fibre di amianto nei canali di gronda, questi dovranno essere bonificati inumidendo con acqua la crosta presente sino ad ottenere una fanghiglia densa che, mediante palette e contenitori a perdere, verrà posta all'interno di sacchi di plastica. Questi sacchi, sigillati con nastro adesivo, dovranno poi essere smaltiti come rifiuti di amianto.

Lo smaltimento del materiale deve essere svolto da ditta specificatamente autorizzata relativamente al trasporto, tramite operatore con relativa iscrizione all'Albo smaltitori presso la sezione Regionale dell'Albo presente nelle CCIAA di ogni capoluogo di Regione e relativamente all'attività di smaltimento tramite smaltitore con relativa autorizzazione regionale.

Sarà inoltre cura dell'Appaltatore predisporre la documentazione a corredo richiesta dallo smaltimento in discarica autorizzata.

*Articolo 65: RILEVATI E RINTERRI*

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei lavori, si impiegheranno in genere, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare, in tutto o in parte, i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in genere, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo, contemporaneamente, le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per poi essere riprese al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei lavori.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore. È obbligo dell'Appaltatore (escluso qualsiasi compenso) dare ai rilevati, durante la loro costruzione quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata, ove occorra e, se inclinata, sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso il monte.

*Articolo 66: ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE (PIANE)*

**66.1** - Le coperture continue sono quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.

Le coperture piane previste in progetto sono del tipo

- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

**66.2** - Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali definiti secondo la norma UNI 8178.

A) la copertura praticabile del calpestio di parte del piano primo realizzata con:

- piastrelle
- membrana cementizia bicomponente cm 0,3
- cls cm 5
- polistirene espanso estruso cm 10

Bitume cm 0,4

Isocal cm 8

B) la copertura non praticabile ;

bitume cm 0,4

polistirene espanso estruso cm 10

isocal cm 8

-

C) la copertura della Centrale Termica

- bitume cm 0,5
- Isocal cm 3
- polistirene spanso estruso cm 4

La presenza di altri strati funzionali (complementari), eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della norma UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati, sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

**66.3** - Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto ed in particolare saranno realizzate le stratigrafie previste nella tavola A07-Particolari costruttivi-stratigrafie; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

1) per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente Capitolato sui calcestruzzi;

2) per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico, alle specifiche già indicate e, inoltre, si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo;

3) per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo;

4) lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino, a realizzare uno strato continuo.

Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate nell'articolo su prodotti per le coperture e le descrizioni indicate negli elaborati grafici di progetto citati. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente materiali ausiliari (adesivi, ecc.), e le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione di bordi, punti particolari, risvolti, ecc., ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato.

Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo sui prodotti per le coperture. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante, allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto, che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

Sarà curato, inoltre, che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) od altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate, per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto;

5) lo strato filtrante, sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con fogli di nontessuto sintetico od altro prodotto adatto accettato dalla Direzione dei lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili;

7) lo strato di protezione sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto.

I materiali (piastrelloni in cls., ghiaietto, terra ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile.

Nel caso di protezione costituita da pavimentazione, quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc. tra la copertura e la pavimentazione sovrastante;

8) lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto si rinvia per i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione, si curerà che il piano (od i

piani) inclinato che lo concretizza abbia il corretto orientamento verso gli eventuali punti di confluenza e che, nel piano, non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolino il deflusso dell'acqua. Si cureranno inoltre le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.

9) lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (vedere l'articolo sui prodotti per le coperture continue). Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.); inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.

10) per gli altri strati complementari riportati nella norma UNI 8178, si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo Capitolato ad esso applicabile.

Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o alle precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

**66.4** - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione delle coperture piane, opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte che, almeno per gli strati più significativi, il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare saranno verificati: i collegamenti tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati); l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove siano richieste lavorazioni in sito verranno verificati con semplici metodi da cantiere: le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione); le adesioni o connessioni fra strati (o, quando richiesta, l'esistenza di completa separazione); la tenuta all'acqua, all'umidità, ecc.;

b) a conclusione dell'opera il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Egli avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

*Articolo 67: ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE CON VERDE (PIANE)*

Le coperture continue con verde sono composte da:

un supporto di base costituito da soletta in cemento armato, elementi prefabbricati o altro materiale, priva di pendenze, liscio, pulito, asciutto, con angoli e spigoli regolari, impermeabilizzata,

uno strato di separazione protezione e compensazione:

Fornitura e posa in opera di tessuto non tessuto protettivo, con sovrapposizione cm 5.



tessuto (TNT polipropilene) non decomponibile, resistenza chimica acidi, basi, solventi

Resistenza biologica batteri, microrganismi, roditori

Grammatura 300 gr./mq,

una Membrana antiradice:

Fornitura e posa di elemento di tenuta realizzato con manto in PVC plastificato ottenuto per spalmatura e stabilizzato dimensionalmente con inserto di velo di vetro da 50 g/m<sup>2</sup>

Buona resistenza agli attacchi dovuti a muffe, batteri, radici, idrocarburi e aggressivi chimici in genere

Spessore mm 1,5

Colore rosso.

Massa areica 1,80 ± 5% kg/m<sup>2</sup>    UNI 8202/7

Carico a rottura =>600 N/5cm    UNI 8202/8

Allungamento a rottura =>200%    UNI 8202/8

Stabilità dimensionale a caldo 6h a 80°C ≤ 0,1%    UNI 8202/17

Resistenza al punzonamento statico (supporto rigido) Ps5    UNI 8202/11

Resistenza al punzonamento dinamico (supporto rigido) Pd3    UNI 8202/12

Piegatura a freddo ≤ -20°C    UNI 8202/15    Impermeabilità all'acqua (6h con 0,5 MPa)  
impermeabile    UNI 8202/21

Pozzetti di controllo e scarico al bordo:

Fornitura e posa di Pozzetti di scarico/controllo tipo Optigrun o similare posti in opera al bordo del contenimento del sistema cm 30x15 h 30 con coperchio

dispositivo di invaso con regolazione della falda costituito da tubo di scarico d 50 mm

saldatura e sigillatura dell'anello di guaina antiradice, inserimento dei tubi conduttori/drenanti compresa la fornitura di tutti i materiali e il montaggio a regola d'arte

Quantità accumulo riserva idrica c.a. 50 lt/mq

Quantità prevista: 1/100 mq (1 per ogni vasca separata)

Materiale drenante:

Fornitura e posa di materiale drenante e di accumulo composto da Lapillo alveolare a cellule aperte vulcanite

vulsina minerale magmatico effusivo calcinato ad alta temperatura – umidità 6/10% - porosità 40/60% - resistenza temp.1.150 c° - assorbimento H<sub>2</sub>O = 2 lt./cm./mq - Ph. 7 –peso medio 900 kg/mc compreso fattore di compattazione del 10%

Capacità di accumulo idrico c.a. 250 lt/mc

Spessore Strato Assestato: 5 cm

Tessuto di separazione:

Fornitura e posa di tessuto filtrante in polipropilene 100% resistente batteri microrganismi, acidi,basi,solventi

Grammatura 200 gr./mq.

Permeabilità all'acqua > 230 l/mq x sec.

Spessore strato mm 2,00

Substrato di vegetazione:

Fornitura e posa di terriccio tipo Optigrun o similare per giardini pensili estensivi tipo E per tetti piani o inclinati val Ph 5,5/7

peso 850/950 kg/mc compreso fattore di compattazione del 20%

Spessore Strato Assestato: 10 cm

Il ciclo di posa, posa dei pozzetti di ispezione degli scarichi, del materiale drenante/accumulo in lapillo di lava, del tessuto filtrante, del terriccio permanente tipo "E", deve essere effettuato tramite tubi di invaso (scarico) da inserire nei bocchettoni con saldatura della flangia alla membrana antiradice e la Messa a dimora talee di sedum/stuoia precoltivata sedum.

Il rapporto scarichi/ superfici sarà:

Verticale 1/200 mq

orizzontale/laterale 1/100 mq

La dimensione degli scarichi sarà di 100 mm se a fondo 60 mm se laterali.

La soletta deve essere costruita in piano, il fondo deve essere liscio privo di asperita', non è soggetto a compattamento od a movimenti di assestamento, rimane impermeabilizzata.

I contenimenti laterali devono avere un'altezza di ca 20 cm devono essere lisci privi di asperita' lineari con andamento regolare.

Non sono necessarie prese d'acqua.

*Articolo 68: OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE*

**68.1** - Le opere di impermeabilizzazione servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti, controterra, ecc.) o comunque, lo scambio igrometrico tra ambienti.

Le soluzioni previste dal progetto sono relative a::

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;

**68.2** - Le impermeabilizzazioni, si suddividono nelle seguenti categorie:

a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;

b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;

c) impermeabilizzazioni di opere interrato;

d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua).

**68.3** - Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali; ove non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le seguenti prescrizioni:

1) per le impermeabilizzazioni di coperture;

2) per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni;

3) per le impermeabilizzazioni di opere interrato valgono le prescrizioni seguenti:

per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo, si sceglieranno i prodotti che, per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti nel terreno.

Inoltre, durante la realizzazione, si curerà che risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti, onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione;

per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria), si opererà come indicato nel punto a) per la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc., si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica;

per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o

di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate, per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc., nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno.

Durante l'esecuzione si curerà la corretta realizzazione di risvolti e di bordi, nonché di punti particolari (per esempio: i passaggi di tubazioni), in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione nella sigillatura e finitura del raccordo tra guaina ed intonaco prevedendo la posa di una banda di alluminio a fissaggio meccanico, come indicato nei particolari dei parapetti terrazze di cui alla Tav. A07.

La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza, saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;

4) per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua), si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc., curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento.

L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti simili, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

**68.4** - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione, opererà come segue:

nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte, almeno per gli strati più significativi, il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare saranno verificati: i collegamenti tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti, costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove saranno richieste lavorazioni in sito.

Saranno verificati con semplici metodi da cantiere: le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione; ecc.; la impermeabilità dello strato di tenuta d'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc...;

a conclusione dell'opera il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) per verificare la resistenza ad azioni meccaniche, l'interconnessione e la compatibilità con altre parti dell'edificio e con le eventuali opere di completamento.

Egli avrà cura, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi, unitamente alle schede tecniche di prodotti ed alle eventuali prescrizioni per la manutenzione.

**68.5** - Le impermeabilizzazioni sia di superfici orizzontali che verticali dovranno essere realizzate seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di specifiche particolari esse dovranno essere realizzate nel loro insieme, in

modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e agli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento dell'integrità di manufatti realizzati ed a garantire negli ambienti delle condizioni salubrità richiesta; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenute nel tempo.

#### *Articolo 69: SISTEMI DI RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI*

**69.1** - Si definisce sistema di rivestimento il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei, che realizzano la finitura dell'edificio. I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzione, in:

- rivestimenti per esterno e per interno;
- rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

**69.2** - Sistemi realizzati con prodotti rigidi.

Questi sistemi devono essere realizzati secondo le prescrizioni del progetto e a completamento del progetto, con le indicazioni seguenti:

per le piastrelle di ceramica o gres porcellanato si procederà alla posa su letto di malta, svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione, e curando la sufficiente continuità dello strato stesso, dello spessore, delle condizioni ambientali di posa (temperatura ed umidità) e di maturazione. Si valuterà inoltre la composizione della malta, onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto.

Durante la posa del rivestimento si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta, si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc., in modo da applicare, successivamente, uno strato di collegamento (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguata compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto;

per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti simili si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili), a loro volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralicci o simili. I sistemi di fissaggio devono garantire, comunque, un'adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alle corrosioni, permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio ed il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche.

Il sistema nel suo insieme deve avere comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto a vento, pioggia, ecc. ed assolvere le altre funzioni ad esso affidate quali tenuta all'acqua, ecc. Durante la posa del rivestimento si

cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque la corretta esecuzione dei giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.;

### **69.3 - Sistemi realizzati con prodotti fluidi.**

Questi sistemi devono essere realizzati, secondo le prescrizioni date nel progetto, con prodotti costituiti da pitture, vernici impregnanti, ecc. aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile e, a completamento del progetto, devono rispondere alle indicazioni seguenti:

#### a) Su pietre naturali ed artificiali:

- impregnazione della superficie con siliconi o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti alle radiazioni U.V., al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera.

#### b) Su intonaci esterni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche.

#### c) Su intonaci interni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
- rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
- tinteggiatura della superficie con tinte a tempera.

#### d) Su prodotti di legno e di acciaio.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto e, in loro mancanza (od a loro integrazione), si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme UNI 8758 o UNI 8760 e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione e le condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio, ivi comprese le condizioni citate all'alinea precedente per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture, ivi comprese le condizioni citate al secondo alinea.

e) Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si cureranno, per ogni operazione, la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali

(temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

**69.4** - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione dei sistemi di rivestimento opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e che almeno per gli strati più significativi, il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque, con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato.

In particolare saranno verificati:

- per i rivestimenti rigidi, le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, ecc.;
  - per i rivestimenti fluidi od in pasta, il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto nel punto a), verificando la loro completezza, specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori;
- b) a conclusione dei lavori, il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) e con facili mezzi da cantiere creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o, comunque, simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi egli verificherà, in particolare, il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti; per i rivestimenti in fogli: l'effetto finale e l'adesione al supporto; per quelli fluidi: la completezza, l'assenza di difetti locali e l'aderenza al supporto.

#### *Articolo 70: OPERE DI VETRAZIONE E SERRAMENTISTICA*

- Le opere di vetratura sono quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo) sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, porta-finestre o porte.
- Le opere di serramentistica sono quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

I serramenti previsti in progetto sono in pvc:

I serramenti in pvc saranno del tipo e realizzati come qui di seguito descritto:

##### 1.1 PVC rigido

Il materiale deve essere rigido, altamente resistente agli urti e risultare, nelle sue proprietà distintive, privo di sostanze plastificanti. Per la resistenza agli agenti atmosferici e la resistenza alle intemperie si applicano i requisiti sanciti dalla normativa RAL RG 716/1

##### 1.2 Acciaio

Per i rinforzi vanno impiegati profili di acciaio ST 37 con superficie zincata galvanicamente.

### 1.3 Alluminio

I particolari in alluminio devono essere conformi alla norma ISO 17615 (profili di precisione in AlMgSi 0.5).

### 1.4 Guarnizioni di tenuta

Per le guarnizioni di tenuta impiegate nella realizzazione di finestre e facciate è richiesto l'impiego di caucciù sintetico, ad es. APTK - secondo DIN 7863 - profili in elastomero non cellulare, oppure di un materiale termoplastico con un'adeguata durezza Shore. La tenuta tra telaio e battente viene garantita mediante una guarnizione mediana ed una guarnizione interna di battuta. La guarnizione mediana e la guarnizione di battuta devono essere conformate come guarnizioni tubolari e coestruse con il profilo (guarnizione mediana coestrusa con il telaio, guarnizione di battuta coestrusa con l'anta).

### 1.5 Conformazione dei profili

I profili per telai devono essere conformati quali profili a 5 camere con uno spessore minimo dei profili di 72 mm.

I profili per ante semicomplanari devono essere conformati quali profili a 7 camere con uno spessore minimo dei profili di 78,5 mm.

### Superfici e colori

#### 1.6 Strutture (goffrate)

Colorazione in massa: bianco antico, bianco perla oppure bianco papiro.

Compressione supplementare delle superfici a vista mediante goffatura uniforme con effetto tipo legno.

Requisito essenziale: assenza di pellicola.

### Tipologie di apertura e ferramenta

#### 1.7 Ferramenta anta e ribalta

La ferramenta impiegata deve essere di tipo anta e ribalta, certificate RAL in conformità con la normativa RAL RG 607/3. Le componenti devono essere trattate con un procedimento anticorrosivo ferro-zinco con deposito minimo di 12 µm. La ferramenta standard deve sopportare un peso massimo dell'anta di 100 kg. Il fissaggio di tutti gli elementi portanti deve avvenire attraverso due pareti di profilo oppure direttamente nel rinforzo di acciaio. In presenza di ante di peso maggiore la ferramenta deve sopportare un peso massimo di 130 kg.

### Vetratura

#### 1.8 Struttura del vetro - spessore del vetro



La qualità e le dimensioni del vetro devono essere conformi a UNI EN 1279, salvo diversa disposizione indicata nelle voci di capitolato. Vanno rispettate le relative norme e disposizioni dei produttori di vetro, soprattutto per l'impiego di vetri isolanti e vetri speciali. Devono essere impiegati vetri certificati RAL.

Se non sussistono particolari esigenze (ad es. carico del vento, isolamento acustico, isolamento termico), di serie viene impiegato un vetro basso-emissivo, valore  $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ , con riempimento in argon. Per soddisfare requisiti più rigorosi, si devono poter impiegare vetri con uno spessore: per finestre e porte-finestre, vetro antinfortuno 3.3+12+4.4  $U_g$  1.1 valore dB 41 sul vetro.

### 1.9 Guarnizioni del vetro

La vetratura deve essere eseguita a secco e senza sigillanti. La tenuta tra telaio e vetro viene garantita mediante una guarnizione combinata tra tubolare e a becco in EPDM. Le guarnizioni del vetro devono essere di tipo perimetrale ed incollate in un punto centrale della zona superiore

Profilo tecnico-prestazionale di finestre e porte-finestre in PVC:

Requisiti di sistema

#### 1.1 Tipologia anta

Anta semicomplanare	Anta a gradino	Anta a scomparsa	Anta accoppiata
<b>X</b>			

### Valori prestazionali

#### 1.1 Permeabilità all'aria secondo UNI EN 12207

Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
-	-		<b>X</b>

#### 1.2 Tenuta all'acqua secondo UNI EN 12208

1A	2°	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A
-	-	-	-					<b>X</b>

#### 1.3 Resistenza al carico del vento secondo UNI EN 12210 - freccia relativa frontale

Classe A	Classe B	Classe C

< 1/150	< 1/200	< 1/300
-		<b>X</b>

**1.4 Resistenza al carico del vento secondo UNI EN 12210 - (prova di deformazione)**

Classe 1 400 Pa	Classe 2 800 Pa	Classe 3 1200 Pa	Classe 4 1600 Pa	Classe 5 2000 Pa
-	-		<b>X</b>	

Fissaggio alle opere murarie

Con falso telaio

**1.1 Applicazione**

Ai fini di evitare ponti termici, il collegamento del serramento con la muratura deve avvenire impiegando un controtelaio opportunamente isolato, realizzato da una struttura portante in tubolare di acciaio da 30 x 15 rivestita con profilo tubolare in PVC, dotato di spigolo di supporto intonaco, di guarnizioni coestruse di battuta che evitano l'utilizzo di coprifilatura interna. Nel controtelaio deve essere presente un nasello d'attacco per eventuale bancale esterno e di una adeguata scanalatura per eventuale inserimento del bancale interno.

Sistema di oscuramento

Cassonetto per alloggio tapparella da murare a scomparsa, isolato termicamente e acusticamente.

Spalle laterali già termoisolate in tutte le finestre.

Avvolgibili per esterni con profilo in PVC dim mm 14x50 peso circa 4,6 kg/mq, estruso a doppia parete curva multifaccettata e suddivisa in 5 camere interne per garantire robustezza e rigidità, rinforzi ad H in ferro applicati in base alla larghezza ed al colore dell'avvolgibile. Portoncini blindati:

Frangisole esterni ad incasso con lamelle in alluminio da 63 mm di colore grigio RAL 7035, apertura comando a motore,

Portoncino in metallo coibentato colore avorio telaio in acciaio di colore in tinta; serratura tipo Yale.

Porte interne:

Anta tamburata in mdf laccata bianca, ossatura in legno massiccio, intelaiatura con massello di abete giuntato di sezione 34x38 mm., riempimento con struttura a nido d'ape, telaio realizzato con profili pluricellulare estruso in pvc, rinforzato sul lato, mostrine ad incastro stessa colorazione del telaio e anta, guarnizione di battuta colore bianco, serratura tipo patent, tre cerniere colore alluminio, compreso di maniglia finitura alluminio. Cornici arrotondate telescopiche in pvc estruso.

incluso controtelai per porte a battente e scorrevoli interno muro. Guarnizione di battuta antirumore.

**70.1** - Le opere di vetrage devono essere realizzate con i materiali e le modalità previsti dal progetto e, ove questo non sia sufficientemente dettagliato, valgono le prescrizioni seguenti:

a) le lastre di vetro, in relazione al loro comportamento meccanico, devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico di vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbalzi ed alle deformazioni prevedibili del serramento.

Per la loro scelta devono essere considerate le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici, sia di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc.

Per la valutazione dell'adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico ed acustico, la sicurezza, ecc. (UNI 7143, UNI 7144, UNI 7170 e UNI 7697).

Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

b) I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, sono scelti in relazione alla conformazione e alle dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore, le dimensioni in genere e la capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi e delle ante apribili e alla resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc., e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento, gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto un materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

c) La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e di materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.

Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione e le condizioni ambientali di posa e di manutenzione.

Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma UNI 6534 potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente Capitolato, nei limiti di validità della norma stessa.

**70.2** - La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto e quando non precisato deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.

a) Le finestre devono essere collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e, comunque, in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Il giunto tra controtelaio e telaio fisso, se non progettato in dettaglio onde mantenere le prestazioni richieste al serramento, dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- deve essere assicurata la tenuta all'aria e l'isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo; se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm), si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento o di carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

b) La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta, previa eventuale interposizione di elementi separatori quale non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta.

c) Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antiefrazione), acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei lavori.

**70.3** - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione il Direttore dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte.

In particolare saranno verificati: la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi e i controtelai, l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate e il rispetto delle prescrizioni di progetto, del Capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni;

b) a conclusione dei lavori il Direttore dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza di giunti, sigillature, ecc. Saranno eseguiti controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria), l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

Nelle grandi opere i controlli predetti potranno avere carattere casuale e statistico.

Egli avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

### *Articolo 71: ESECUZIONE DELLE PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE*

Il progetto prevede la realizzazione di pareti esterne di tamponamento in blocchi termici in laterizio alveolare tipo Poroton o similari

In fase di posa in opera possono essere indifferentemente usati sia giunti di malta continui che interrotti (vedi "Regole di posa in opera").

#### REGOLE DI POSA IN OPERA

In generale la muratura in blocchi termici in laterizio tipo Poroton o similari si esegue come una qualsiasi altra muratura in laterizio;

Lo stoccaggio in cantiere

All'interno del cantiere deve essere predisposta un'area per il deposito dei pacchi provenienti dalla fornace. E' bene che il materiale non venga posato a diretto contatto con il terreno in quanto in tal modo potrebbe assorbire umidità, humus, ecc. e dare luogo, in fase di posa in opera, a problemi di efflorescenze localizzate od a fenomeni di non perfetta aderenza tra malta-intonaco e blocco. Specialmente durante la stagione invernale è bene proteggere il materiale dalle intemperie al fine di evitare che l'azione dell'acqua piovana e del gelo possano in qualche modo danneggiarlo.

La scelta degli elementi

Prima della fase di posa in opera deve essere fatta una cernita degli elementi eventualmente difettosi presenti all'interno dei pacchi.

La posa in opera

I blocchi termici in laterizio tipo poroton non richiedono particolari tecniche di posa in opera e sono quindi assimilabili ai normali mattoni o blocchi in laterizio. Nella fase di posa in opera dei blocchi sarà comunque buona cosa operare in modo tale che sia soddisfatto quanto segue:

a) i giunti di malta orizzontali siano i più regolari possibili e di spessore compreso tra 5 e 15 mm;

- b) i giunti di malta orizzontali e verticali siano accuratamente riempiti fino alla superficie esterna (le eventuali sbavature verso l'esterno vanno subito tolte con la cazzuola);
- c) le facce del muro siano tra loro parallele e gli spigoli risultino perfettamente verticali e controllati con il filo a piombo;
- d) i vari corsi di blocchi devono essere tra loro adeguatamente sfalsati al fine di ottenere un buon collegamento degli elementi che compongono il muro;
- e) i blocchi eventualmente tolti perché murati in modo non corretto devono essere riutilizzati con malta nuova;
- f) i giunti orizzontali e verticali possono essere eventualmente interrotti in modo da formare due strisce parallele al piano medio del muro ad una distanza massima pari a  $t/3$  (dove  $t$  è lo spessore del muro). L'interruzione del giunto di malta, anche di un solo centimetro, consente di ottenere un miglioramento delle caratteristiche termiche della parete e può essere operata sia in presenza di murature portanti che di tamponamento. Per murature portanti particolarmente sollecitate si consiglia comunque di porre particolare attenzione alla qualità della malta.
- g) nel caso di impiego di blocchi ad incastro si consiglia di eseguire sempre il giunto di malta verticale se il blocco è conformato in modo tale da consentire di ricavare un'apposita tasca per l'alloggiamento della malta stessa;
- h) nel caso in cui non si riesca ad "arrivare in quota" con un numero intero di corsi si consiglia, per raggiungere la quota voluta, di tagliare i blocchi; è del tutto sconsigliato l'uso di soluzioni alternative (quali l'impiego di elementi di altra natura - blocchi o mattoni in laterizio normale, a fori orizzontali od altro);
- i) blocchi termici in laterizio tipo Poroton devono essere messi in opera con foratura disposta in senso verticale;
- l) la profondità della zona di appoggio di eventuali architravi sopra porta o sopra finestra deve essere almeno pari a  $2/3$  dello spessore del muro.

## PROTEZIONE DELLE MURATURE

### Protezione delle murature in CORSO d'opera

La muratura in blocchi deve essere protetta sia in fase di posa in opera che dopo la realizzazione dei muri fino a che non sia stato eseguito il relativo solaio di piano. In caso di pioggia è necessario

quindi interrompere i lavori e coprire le teste delle murature con teli di plastica od altro mezzo al fine di evitare che i fori verticali si riempiano d'acqua. Questa prescrizione, se non rispettata, può dare origine ad una serie di problemi, anche gravi, che di solito si manifestano a costruzione ultimata (macchie di umidità, muffe, ecc.).

Si consiglia infine di interrompere i lavori in presenza di temperature prossime od inferiori a  $0^{\circ}\text{C}$ .

## COME FARE L'INTONACO

Su murature monostrato in blocchi termici in laterizio si consiglia di utilizzare un intonaco di finitura esterno a tre strati come di seguito illustrato

- 1) applicazione di un rinzafo a base cemento-calce avente particolari caratteristiche di elasticità. La superficie muraria così trattata si presenta quindi omogenea e con caratteristiche di adesione ottimali per lo strato di fondo a seguire;
- 2) applicazione di un intonaco di fondo normale od alleggerito;
- 3) applicazione di uno strato di finitura traspirante.

In generale l'intonaco dovrebbe essere posto in opera dopo che la struttura abbia esaurito i suoi assestamenti iniziali ed abbia avuto il tempo per rilasciare l'eventuale umidità di costruzione presente al suo interno. L'intonaco non deve essere posto in opera con temperature troppo basse o troppo elevate (che possono comprometterne la presa).

## INTERVALLI DI POSA E SPESSORE DEGLI STRATI

Tipo di strato	Spessori consigliati	Stagionatura
Rinzafo	in modo coprente	circa 2 settimane
Corpo dell'intonaco	minimo 20 mm fino a 60 mm	circa 1 settimana per cm
Finitura	spessore della sabbia	circa 20 giorni per eventuali tinteggiature

In condizioni atmosferiche avverse è necessario tenere conto di tempi di stagionatura più lunghi rispetto a quelli indicati in tabella. Intervalli più brevi di quelli indicati nella suddetta tabella comportano un maggiore rischio di fessurazioni ed una responsabilità da imputare a chi li determina (es. produttore di premiscelati, proprietario, direzione lavori, applicatore, ecc.). In ogni caso la responsabilità della valutazione dell'idoneità dello stato della superficie sottostante compete all'ultimo esecutore. Il rischio di formazione di fessure è particolarmente presente soprattutto sulle facciate maggiormente esposte e quindi soggette a notevoli variazioni termiche (sole > pioggia > sole > ombra > sole > vento).

## LA GIUNZIONE TRA MURATURA DI TAMPONAMENTO E STRUTTURA IN C.A.

E' prescritto l'inserimento nell'intonaco una sottile rete metallica o in fibra di vetro, estesa per circa 20-30 cm ai lati della zona di giunzione tra tamponamento e c.a. soggetta alla possibile fessurazione.

### Protezione dei ponti termici

E' bene ricordare che, in presenza di elementi in c.a. quali cordoli di piano, pilastri, travi è necessario prevedere una adeguata protezione del ponte termico innescato da tali elementi. Questa può essere realizzata in modo molto semplice, con l'inserimento di un elemento in laterizio di ricoprimento. Questa operazione consente inoltre di uniformare la superficie da intonacare

Il totale cambiamento dei modi e dei tempi di costruzione ha portato al manifestarsi nelle strutture in muratura di alcuni fenomeni (lievi fessurazioni o cavillature) che sono direttamente collegati

### Temperatura e ritiro

Nei calcoli relativi agli edifici correnti in cemento armato, come lo sono spesso gli edifici di abitazione o ad uso uffici, non si tiene generalmente conto degli effetti del ritiro e delle variazioni di temperatura esterna per gli elementi di costruzione compresi tra giunti posti ad una distanza massima pari a:

- 25 metri per le regioni secche o a forte variazione di temperatura;
- 50 metri per le regioni umide e temperate.

Quando queste distanze limite sono oltrepassate, si tiene conto, nei calcoli, degli effetti del ritiro e delle variazioni di temperatura esterna, a meno di non assumere speciali accorgimenti per risolvere tale problema.

La tolleranza derivante dal fatto di trascurare gli effetti del ritiro e delle variazioni di temperatura per gli elementi di costruzione compresi tra giunti distanti al massimo delle lunghezze stabilite più sopra, si applica solo agli elementi di una ossatura completa in cemento armato che poggia su dei supporti normalmente flessibili. Essa non riguarda il caso delle travi di grande lunghezza che poggiano su sostegni in muratura, per i quali occorre prendere delle disposizioni necessarie affinché gli effetti del ritiro e delle variazioni termiche non producano dei disordini nelle murature né eventualmente degli sforzi anormali nelle travi. Tra i valori limite di 25 e 50 metri, si può prendere in considerazione, per un edificio di situazione geografica determinata, un valore intermedio giustificato.

Le tamponature esterne ed interne sono puntualmente rappresentate nelle citate tavole di progetto.

**71.1** - La parete esterna è il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno.



Si intende per partizione interna un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nell'esecuzione delle pareti esterne, si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, ad intercapedine, termo-isolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina od inserita).

Nell'esecuzione delle partizioni interne, si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

**71.2** - Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie di parete sopracitata è composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni), che devono essere realizzati come segue.

a) Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti similari saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo sulle opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.), richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc., si rinvia alle prescrizioni date nell'articolo relativo alle coperture.

Per gli intonaci ed i rivestimenti in genere si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque, in relazione alle funzioni attribuite alle pareti ed al livello di prestazione richiesto, si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione si curerà la completa realizzazione dell'opera, con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni, curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

## **Articolo 72: ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI**

**72.1** - La pavimentazione è un sistema edilizio avente lo scopo di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso.

Le pavimentazioni sono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni interne su solaio;
- pavimentazioni esterne su terreno (cioè dove la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

**72.2** - Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere una o più funzioni).

Le pavimentazioni in progetto sono le seguenti:

a) La pavimentazione su strato portante avrà quali elementi o strati fondamentali:

- 1) lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- 2) lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- 3) lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni, qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- 4) lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- 5) lo strato di rivestimento, con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- 6) lo strato di impermeabilizzante, con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi ed ai vapori;
- 7) lo strato di isolamento termico, con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- 8) lo strato di isolamento acustico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- 9) lo strato di compensazione, con funzione di compensare quote, pendenze, errori di planarità ed, eventualmente, incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).

b) La pavimentazione su terreno avrà quali elementi o strati funzionali:

- 1) il terreno (suolo), con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- 2) lo strato impermeabilizzante (o drenante);
- 3) lo strato ripartitore;
- 4) lo strato di compensazione e/o pendenza;

5) il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste, possono essere previsti altri strati complementari.

**72.3** - Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

1) Per lo strato portante, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente Capitolato sulle strutture di calcestruzzo, sulle strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.

2) Per lo strato di scorrimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia.

Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, dei risvolti, ecc.

3) Per lo strato ripartitore, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno.

Durante la realizzazione si curerà, oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici, in modo da evitare azioni meccaniche localizzate od incompatibilità chimico-fisiche.

Sarà infine curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.

4) Per lo strato di collegamento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e, nei casi particolari, alle prescrizioni del produttore riguardanti gli elementi di fissaggio, meccanici od altro tipo.

Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o alle quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso o rifiuto o insufficienza, che possono provocare scarsa resistenza o adesione. Si verificherà, inoltre, che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.

5) Per lo strato di rivestimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nell'articolo sui prodotti per pavimentazioni.

Durante la fase di posa si cureranno la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.), nonché le caratteristiche di planarità o, comunque,

delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di maturazione.

6) Per lo strato di impermeabilizzazione, a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore, valgono le indicazioni fornite per questi strati nell'articolo sulle coperture continue.

7) Per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'articolo sulle coperture piane.

8) Per lo strato di isolamento acustico, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento, per i prodotti, alle prescrizioni già date nell'apposito articolo.

Durante la fase di posa in opera, si cureranno il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante, i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato, nei casi di utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc., il corretto posizionamento di questi elementi ed i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc., con lo strato sottostante e sovrastante.

9) Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori di 20 mm).

**72.4** - Per le pavimentazioni su terreno, la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

1) Per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore, per conferirgli adeguate caratteristiche meccaniche, di comportamento all'acqua, ecc. In caso di dubbio o contestazione, si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

2) Per lo strato impermeabilizzante o drenante, si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc. indicate nella norma UNI 8381, per le massicciate (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) ed alle norme UNI e/o CNR, per i non tessuti geotessili. Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco, in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo e limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili, si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc.

In caso di dubbio o contestazione, si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

Questo strato assolve quasi sempre anche funzione di strato di separazione e/o scorrimento.

3) Per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti, dei bordi e dei punti particolari.

4) Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore, purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o comunque scarsa aderenza, dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

5) Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc.).

Durante l'esecuzione si cureranno, a seconda della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni fornite dal progetto stesso e comunque si curerà, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.), l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si cureranno, inoltre, l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale e il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

**72.5** - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione delle coperture piane, opererà nel seguente modo:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte che, almeno per gli strati più significativi, il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare saranno verificati: i collegamenti tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati; l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove siano richieste lavorazioni in sito, verranno verificati con semplici metodi da cantiere: le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione); le adesioni fra strati (o, quando richiesto, l'esistenza di completa separazione); la tenuta all'acqua, all'umidità, ecc.;

b) a conclusione dell'opera il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Egli avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

### *Articolo 73: LAVORI EVENTUALMENTE NON PREVISTI*

Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi. Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Saranno a carico dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.

*Articolo 74: ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI*

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione dei lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

L'Amministrazione si riserva in ogni modo il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dall'esecuzione di opere e alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Parte V  
**NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

*Articolo 75: LAVORI A MISURA*

**75.1. Scavi**

**75.1.1. Scavi in genere**

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore deve ritenere compensato per tutti gli altri eventuali oneri:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

**75.1.2. Misurazione degli scavi in genere**

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; quindi essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi.

Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

## **75.2. Rilevati, rinterri, vespai**

### **75.2.1. Misurazioni**

Il volume dei rilevati e dei rinterri sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterri di scavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

### **75.2.2. Preparazione dei piani di posa dei rilevati**

La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi: il taglio e l'asportazione di piante, arbusti, basso bosco, ceppai e vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, ecc., sarà compensato per ogni metro quadrato di superficie preparata.

### **75.2.3. Riempimento con misto granulare**

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

## **75.3 Murature**

### **75.3.1. Generalità**

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m<sup>2</sup> e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m<sup>2</sup>, rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di



pilastrini, piattabande, ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzafo delle facce visibili dei muri. Tale rinzafo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati a terrapieni. Per questi ultimi muri è pure sempre compresa la eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle ammorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale. Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle murature rotte senza alcun compenso in più.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastrini, ecc., di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature.

Per le ossature di aggetto inferiore a 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo.

Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sarà considerata come della stessa specie del muro stesso.

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a 1 m<sup>2</sup>, intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande, ecc., nonché eventuali intelaiature in legno che la Direzione dei lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete.

### **75.3.2. Murature in pietra da taglio**

La pietra da taglio da pagarsi a volume sarà sempre valutata a metro cubo in base al volume del primo parallelepipedo retto rettangolare, circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e gli altri pezzi da pagarsi a superficie, saranno valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile.

Per le pietre di cui una parte viene lasciata grezza, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto delle dimensioni assegnate dai tipi prescritti.

Nei prezzi relativi di elenco si intenderanno sempre compresi tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

#### **75.4. Calcestruzzi**

I calcestruzzi per fondazioni e le strutture costituite da getto in opera saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni previste dal progetto esecutivo, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

L'armatura ad aderenza migliorata verrà compensata a parte.

#### **75.5. Casseformi**

I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computati separatamente con i relativi prezzi di elenco. Pertanto, per il compenso di tali opere, bisognerà attenersi a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari.

#### **75.6. Acciaio per armature e reti elettrosaldate**

##### **75.6.1. Diametri**

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata, per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo, nonché la rete elettrosaldata, opportunamente sagomate e collocate in opera secondo le quantità del progetto esecutivo delle strutture in c.a., sarà valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

Si ricorda che la massa teorica ( $\square$ ) dell'acciaio ad aderenza migliorata è di 7,865 kg/dm<sup>3</sup>. Il diametro della barra tonda equipesante può essere calcolato con la seguente relazione:

$$\phi_{eq} = 2 \cdot \sqrt{\frac{m}{\pi \cdot l \cdot \gamma}}$$

dove:

- $l$  = lunghezza di uno spezzone di barra
- $m$  = massa dello spezzone di ferro
- $\square$  = massa teorica dell'acciaio 7,865 kg/dm<sup>3</sup>.

### 75.6.2. Tolleranze

Nei calcoli statici si adottano di norma le sezioni nominali. Le sezioni effettive non devono risultare inferiori al 98% di quelle nominali.

Nei calcoli statici si adotteranno le sezioni effettive, qualora queste risultassero inferiori a tale limite. Per barre ad aderenza migliorata non è comunque ammesso superare le tolleranze indicate nella seguente tabella:

**Tabella 75.1 – Tolleranze ammesse per le barre di acciaio**

Diametro nominale (mm)	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Tolleranza sulla sezione ammessa per l'impiego (□)	□ 10	□ 10	□ 9	□ 8	□ 8	□ 8	□ 8	□ 6	□ 6	□ 6	□ 6
Diametro nominale mm	22	24	26	28	30						
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	□ 5	□ 5	□ 5	□ 5	□ 5						

Nell'elaborazione dei risultati sperimentali ottenuti in laboratorio si opera comunque sulle sezioni effettive delle barre lisce e sulle sezioni delle barre equipesanti per barre e fili trafilati ad aderenza migliorata.

Per i fili di acciaio trafilati e per i fili delle reti e dei tralicci la tolleranza sulle sezioni ammesse per l'impiego è di  $\pm 4\%$  per tutti i diametri.

## 75.7. Solai, controsoffitti, impermeabilizzazioni e coibentazioni

### 75.7.1. Solai

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo come ogni altra opera di cemento armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà invece pagato al metro quadrato di superficie netta misurato all'interno dei cordoli e delle travi di calcestruzzo armato, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo armato o su eventuali murature portanti.

Nei prezzi dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore della caldana, nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. Nel prezzo dei solai, di tipo prefabbricato, misti

di cemento armato, anche predalles o di cemento armato precompresso e laterizi sono escluse la fornitura, lavorazione e posa in opera del ferro occorrente.

È invece compreso il noleggio delle casseformi e delle impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseformi dei cementi armati.

Il prezzo a metro quadrato dei solai suddetti si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio sia sostituito da calcestruzzo; saranno però pagati a parte tutti i cordoli perimetrali relativi ai solai stessi.

#### **75.7.2. Controsoffitti**

I controsoffitti piani saranno pagati in base alla superficie della loro proiezione orizzontale. È compreso e compensato nel prezzo anche il raccordo con eventuali muri perimetrali retti o curvi, tutte le forniture, magisteri e mezzi d'opera per dare i controsoffitti finiti.

È esclusa e compensata a parte l'orditura portante principale di sostegno.

#### **75.7.3. Impermeabilizzazioni**

Le impermeabilizzazioni con malta di asfalto, bitume, guaina prefabbricata a base di bitume, membrana composita, ecc., dello spessore minimo e caratteristiche rispondenti a quelle indicate nell'elenco prezzi o nei disegni progettuali esecutivi, sarà compensata:

- a metro quadrato, per le superfici piane;
- a metro quadrato di proiezione orizzontale per le superfici inclinate.

#### **75.7.4. Massetto isolante**

Il massetto isolante posto in opera a qualunque altezza nel rispetto di eventuali pendenze, con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e le dimensioni minime illustrate nel progetto esecutivo, sarà compensato a metro cubo.

#### **75.7.5. Isolamento termo-acustico di pareti verticali o intercapedini di murature, solai, terrazze, ecc.**

L'isolamento termo-acustico di pareti verticali, intercapedini di murature, solai, terrazze realizzate con pannelli rigidi, posti in opera con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e le dimensioni minime illustrate nel progetto esecutivo, sarà compensato a metro quadrato.

#### **75.7.6. Norme sulla misurazione delle coibentazioni**

Per altre indicazioni circa la misurazione delle coibentazioni, non previste espressamente, si rimanda alla norma:

**UNI 6665** - *Superficie coibentate. Metodi di misurazione.*

La norma stabilisce le modalità per la misurazione delle superficie ai fini della loro contabilizzazione. Si applica per la misurazione in base ai disegni esecutivi, sia in situ delle superficie coibentate di tubazioni, apparecchi e serbatoi.

### 75.8. Pavimenti

I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati per la superficie in vista, pertanto le parti coperte da altre strutture non verranno considerate. Nella misura non sarà perciò compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e finiti, compreso il sottofondo.

In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi gli oneri, le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere stesse.

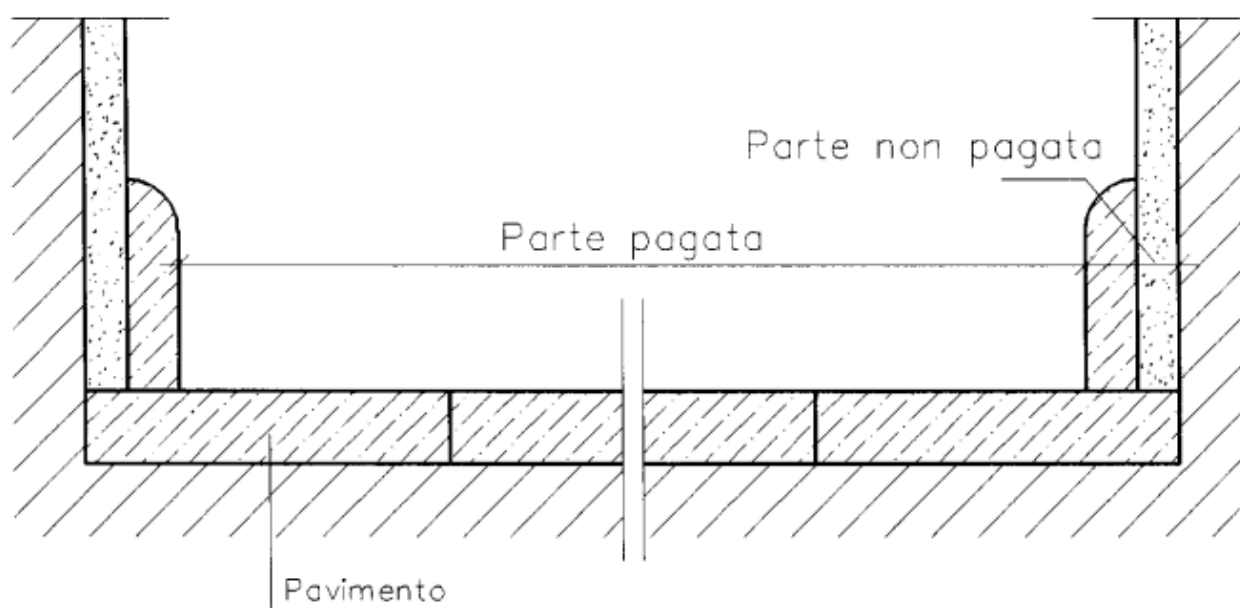


Fig. 75.1. – Misurazione dei pavimenti

### 75.9. Rivestimenti di pareti

I rivestimenti di piastrelle verranno misurati per la superficie effettiva qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato sono comprese la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, angoli, ecc., che saranno computati nella misurazione, nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei giunti e la fornitura di collante per rivestimenti.

## **75.10. Fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali**

I prezzi della fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici effettive dei materiali in opera.

Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme, prescritte nel presente Capitolato, si intende compreso nei prezzi di elenco.

Specificatamente detti prezzi comprendono gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la provvisoria protezione in deposito, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiaccia di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chivette, perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per il perfetto rifinimento dopo la posa in opera.

I prezzi di elenco sono pure comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento, e, dove richiesto, un incastro perfetto.

## **75.11. Intonaci**

### **75.11.1. Generalità**

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi 5 cm. Varranno sia per superfici piane, che curve. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo di elenco degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contropavimenti, zoccolature e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

### **75.11.2. Intonaci interni**

Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate.

Tuttavia saranno detratti i vani di superficie maggiore di 4 m<sup>2</sup>, valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva; dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano, ed aggiunte le loro riquadrature.

Nessun ulteriore compenso sarà dovuto all'Appaltatore per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

## **75.12. Tinteggiature, coloriture e verniciature**

### **75.12.1. Generalità**

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere sono compresi tutti gli oneri prescritti nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione del presente Capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura d'infissi, ecc..

Tutte le coloriture o verniciature s'intendono eseguite su ambo le facce e con i rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

### **75.12.2. Pareti interne ed esterne**

Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme applicate per gli intonaci.

### **75.12.3. Infissi e simili**

Per le porte, bussole e simili, si computerà due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra o allo sguincio, se ci sono, non detraendo la eventuale superficie del vetro.

È compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettone tipo romano per tramezzi e dell'imbotto tipo lombardo, pure per tramezzi.

La misurazione della mostra e dello sguincio sarà eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti.

### **75.12.4. Opere in ferro semplici e senza ornati**

Per le opere in ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi a vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione.

### **75.12.5. Opere in ferro di tipo normale a disegno**

Per le opere in ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata due volte l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui al punto precedente.

### **75.12.6. Serrande in lamiera ondulata**

Per le serrande in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sarà computata due volte e mezza la luce netta del vano, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche la coloritura della superficie non in vista.

### **75.13. Infissi**

#### **75.13.1. Modalità di misurazione delle superfici**

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, sarà misurata considerando le luci nette (fig. 75.2, a).

I prezzi elencati comprendono la fornitura a pie' d'opera dell'infisso e dei relativi accessori di cui sopra, l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera.

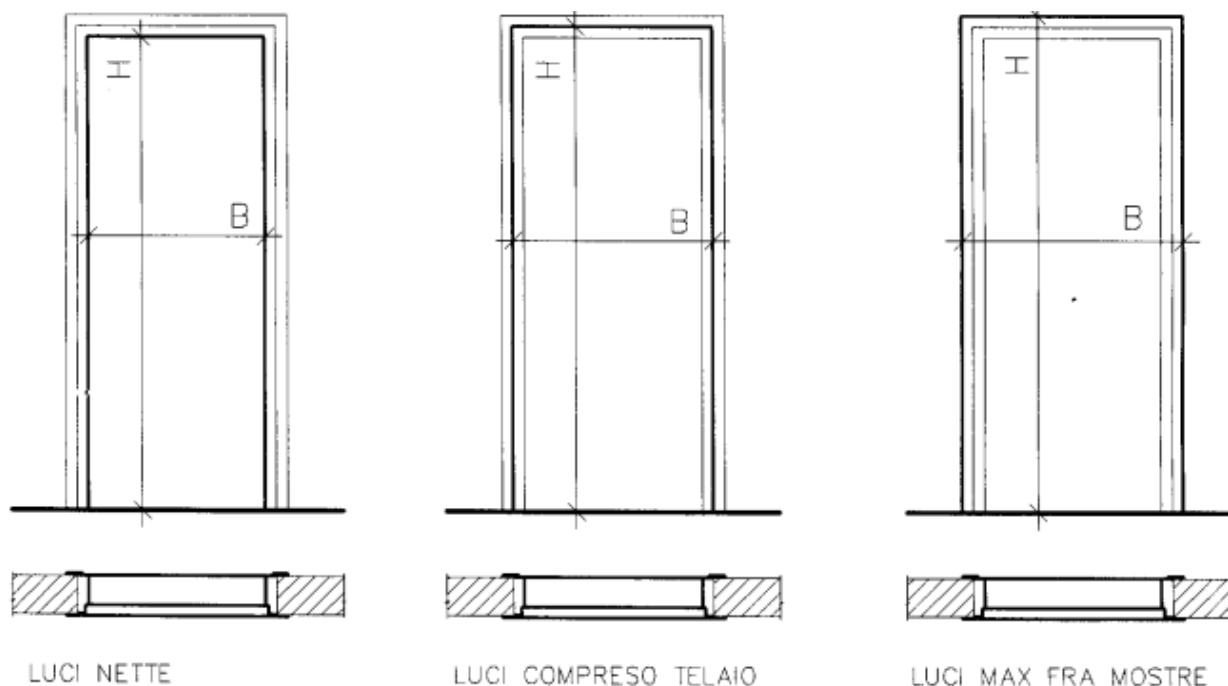


Fig. 75.2. – Misurazione delle superfici degli infissi

#### **75.13.2. Infissi in pvc rigido**

Gli infissi, come porte, finestre, vetrate, coprirulli e simili, si misureranno da una sola faccia sul perimetro esterno dei telai, siano essi semplici o a cassettoni, senza tener conto degli zampini da incassare nei pavimenti o soglie. Le parti centinate saranno valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscritto, ad infisso chiuso, compreso come sopra il telaio maestro, se esistente. Nel prezzo degli infissi sono comprese mostre e contromoste.



Gli spessori indicati nelle varie voci del prezzo di elenco sono quelli che debbono risultare a lavoro compiuto.

Tutti gli infissi dovranno essere sempre provvisti delle ferramenta di sostegno e di chiusura, delle codette a muro, maniglie e di ogni altro accessorio occorrente per il loro buon funzionamento. Essi dovranno inoltre corrispondere in ogni particolare ai campioni approvati dalla Direzione dei lavori per l'esecuzione di prove e controlli in riferimento alle norme UNI in materia.

#### **75.13.3. Infissi di alluminio e acciaio**

Gli infissi di alluminio, come finestre, vetrate di ingresso, porte, pareti a facciate continue, saranno valutati od a cadauno elemento od al metro quadrato di superficie misurata all'esterno delle mostre e coprifili e compensati con le rispettive voci d'elenco. Nei prezzi sono compresi i controtelai da murare, tutte le ferramenta e le eventuali pompe a pavimento per la chiusura automatica delle vetrate, nonché tutti gli oneri derivanti per l'esecuzione di tali opere.

### **75.14. Lavori in metallo**

#### **75.14.1. Lavori in metallo**

Tutti i lavori in metallo saranno in generale valutati a peso e i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse bene inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

#### **75.14.2. Ringhiere e cancellate**

Le ringhiere e cancellate costituite da elementi uguali e ripetuti in lunghezza saranno valutate a peso per metro lineare, sulla base dei tabellari dei ferri e dei profilati che ne riportano il peso per metro lineare.

#### **75.14.3. Tubi pluviali**

I tubi pluviali potranno essere di plastica, metallo, ecc.. I tubi pluviali di plastica saranno misurati al metro lineare in opera, senza cioè tener conto delle parti sovrapposte, intendendosi compresa nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura a posa in opera di staffe e cravatte di ferro.

I tubi pluviali di acciaio, rame o lamiera zincata, ecc., saranno valutati a peso.

### **Articolo 76: LAVORI A CORPO**

La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale: il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata nelle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal

capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorchè non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili negli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo la regola dell'arte.. la contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate nella tabella "B", allegata al presente capitolato, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito. L'elenco dei prezzi unitari e il computo metrico hanno validità ai soli fini della determinazione del prezzo a base d'asta in base al quale effettuare l'aggiudicazione, in quanto l'appaltatore e' tenuto, in sede di partecipazione alla gara, a verificare le voci e le quantità richieste per l'esecuzione completa dei lavori progettati, ai fini della formulazione della propria offerta e del conseguente corrispettivo. Gli oneri per la sicurezza sono valutati in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e sul bando di gara, secondo la percentuale stabilita nella predetta tabella B, intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito.

#### *Articolo 77: IMPIANTI*

### **77.1. Impianti termico, idrico-sanitario, antincendio, gas, innaffiamento**

#### **77.1.1. Tubazioni e canalizzazioni**

Le tubazioni di ferro e di acciaio saranno valutate a peso, la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, al quale verrà applicato il peso unitario del tubo accertato attraverso la pesatura di campioni effettuata in cantiere in contraddittorio.

Nella misurazione a chilogrammi di tubo sono compresi: i materiali di consumo e tenuta, la verniciatura con una mano di antiruggine per le tubazioni di ferro nero, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli di espansione.

##### *77.1.1.1. Tubazioni di ferro nero o zincato con rivestimento esterno bituminoso*

Le tubazioni di ferro nero o zincato con rivestimento esterno bituminoso saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà valutata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendente linearmente anche i pezzi speciali.

Nelle misurazioni sono comprese le incidenze dei pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di consumo e di tenuta e l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza delle giunzioni e dei pezzi speciali.

##### *77.1.1.2. Tubazioni di rame nude o rivestite di PVC*

Le tubazioni di rame nude o rivestite di PVC saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, i materiali di consumo e di tenuta, l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza

delle giunzioni e dei pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

#### *77.1.1.3. Tubazioni di polietilene*

Le tubazioni in pressione di polietilene poste in vista o interrate saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i vari pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

#### *77.1.1.4. Tubazioni di plastica*

Le tubazioni di plastica, le condutture di esalazione, ventilazione e scarico saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera (senza tener conto delle parti sovrapposte) comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di tenuta, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

#### *77.1.1.5. Norme UNI per tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione*

**UNI 7441-75** *Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*

**UNI 7442** *Raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*

**UNI 7445** *Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte interrate di convogliamento di gas combustibili. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*

**UNI 7446** *Raccordi di PVC rigido (non plastificato) per condotte interrate di convogliamento di gas combustibili. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*

**UNI 7448** *Tubi di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova.*

**UNI 7449** *Raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova.*

**UNI ISO/TR 7473** *Tubi e raccordi di policloruro di vinile (PVC) rigido (non plastificato). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.*

#### *77.1.1.6. Norme UNI per tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione*

**UNI EN 1401-1** *Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.*

77.1.1.7. Norme UNI per tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati

**UNI EN 1329** Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema.

77.1.2. Pezzi speciali

77.1.2.1. Pezzi speciali in lamiera

I canali, i pezzi speciali e gli elementi di giunzione, eseguiti in lamiera zincata (mandata e ripresa dell'aria) o in lamiera di ferro nera (condotto dei fumi) saranno valutati a peso sulla base di pesature convenzionali. La quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, misurato in mezzera del canale, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, giunzioni, flange, risvolti della lamiera, staffe di sostegno e fissaggi, al quale verrà applicato il peso unitario della lamiera secondo lo spessore e moltiplicando per i metri quadrati della lamiera, ricavati questi dallo sviluppo perimetrale delle sezioni di progetto moltiplicate per le varie lunghezze parziali.

Il peso della lamiera verrà stabilito sulla base di listini ufficiali senza tener conto delle variazioni percentuali del peso.

È compresa la verniciatura con una mano di antiruggine per gli elementi in lamiera nera.

77.1.2.2. Pezzi speciali in plastica, gres, ecc.

I pezzi speciali (curve, braghe, riduzioni, ecc.), in mancanza del prezzo specifico, possono essere valutati a corpo, per ogni tipo, oppure come normale tubazione considerandoli come tubazioni virtuali avente lunghezza equivalente, come indicato nella seguente tabella.

**Tabella 77.1 – 1 Pezzi speciali e lunghezza equivalente**

<b>Pezzo speciale</b>	<b>Caratteristiche geometriche</b>	<b>Tubazione virtuale (ml)</b>
Braga semplice	-	1,25
Braga doppia	-	1,75
Curva semplice a 45°	∅ □ 20 cm	1,50
Curva semplice a 45°	∅ > 20 cm	2,50
Curva a squadra a 90°	∅ □ 20 cm	1,50
Curva a squadra a 90°	∅ > 20 cm	2,50

Riduzione	-	1,00
Ispezioni con tappo, ecc.	-	2,00
Tappo piano	-	0,25
Giunto semplice	-	2,50
Giunto a squadra	-	2,25
Sifone verticale	-	5,00
Sifone orizzontale	-	8,00

### **77.1.3. Sigillature**

Le sigillature delle tubazioni eseguite con materiali idonei previa accettazione da parte del Direttore dei lavori, non previste nell'esecuzione di opere idrauliche, saranno valutate in base al loro sviluppo lineare.

### **77.1.4. Apparecchiature**

#### *77.1.4.1. Organi di intercettazione*

Gli organi di intercettazione, misura e sicurezza, saranno valutati a numero nei rispettivi diametri e dimensioni. Sono comprese le incidenze per i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.2. Radiatori*

I radiatori saranno valutati, nelle rispettive tipologie, sulla base dell'emissione termica ricavata dalle rispettive tabelle della ditta costruttrice (*Watt*).

Sono comprese la protezione antiruggine, i tappi e le riduzioni agli estremi, i materiali di tenuta e le mensole di sostegno.

#### *77.1.4.3. Ventilconvettori*

I ventilconvettori saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla portata d'aria e alla emissione termica, ricavata dalle tabelle della Ditta costruttrice.

Nei prezzi sono compresi anche i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.4. Caldaie*

Le caldaie saranno valutate a numero secondo le caratteristiche costruttive ed in relazione alla potenzialità resa.

Sono compresi anche i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.5. Bruciatori*

I bruciatori saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche di funzionamento ed in relazione alla portata del combustibile.

Nel prezzo sono compresi l'apparecchiatura elettrica ed i tubi flessibili di collegamento.

#### *77.1.4.6. Scambiatori di calore*

Gli scambiatori di calore saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla potenzialità resa.

Sono compresi anche i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.7. Elettropompe*

Le elettropompe saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata e prevalenza.

Sono compresi anche i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.8. Serbatoi di accumulo*

I serbatoi di accumulo saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla capacità.

Sono compresi anche gli accessori d'uso, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.9. Serbatoi autoclave*

I serbatoi autoclave saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla capacità.

Sono compresi anche gli accessori d'uso, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.10. Gruppi completi autoclave monoblocco*

I gruppi completi autoclave monoblocco saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive, alla portata e prevalenza delle elettropompe ed alla capacità del serbatoio.

Sono compresi anche gli accessori d'uso, tutte le apparecchiature di funzionamento, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

*77.1.4.11. Bocchette, anemostati, griglie, serrande di regolazione, ecc.*

Le bocchette, gli anemostati, le griglie, le serrande di regolazione, sovrappressione e tagliafuoco ed i silenziatori saranno valutati a decimetro quadrato ricavando le dimensioni dai rispettivi cataloghi delle ditte costruttrici.

Sono compresi anche i controtelai ed i materiali di collegamento.

*77.1.4.12. Cassette terminali riduttrici della pressione dell'aria*

Le cassette terminali riduttrici della pressione dell'aria saranno valutate a numero in relazione della portata dell'aria.

È compresa la fornitura e posa in opera di tubi flessibili di raccordo, i supporti elastici e le staffe di sostegno.

*77.1.4.13. Elettroventilatori*

Gli elettroventilatori saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata e prevalenza.

Sono compresi anche i materiali di collegamento.

*77.1.4.14. Batterie di scambio termico*

Le batterie di scambio termico saranno valutate a superficie frontale per il numero di ranghi.

Sono compresi anche i materiali di fissaggio e collegamento.

*77.1.4.15. Condizionatori monoblocco*

I condizionatori monoblocco, le unità di trattamento dell'aria, i generatori di aria calda ed i recuperatori di calore, saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata d'aria e alla emissione termica.

Sono compresi anche i materiali di collegamento.

*77.1.4.16. Gruppi refrigeratori d'acqua e torri di raffreddamento*

I gruppi refrigeratori d'acqua e le torri di raffreddamento saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla potenzialità resa.

Sono comprese le apparecchiature elettriche relative ed i pezzi speciali di collegamento.

*77.1.4.17. Apparecchi per il trattamento dell'acqua*

Gli apparecchi per il trattamento dell'acqua saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata.

Sono comprese anche le apparecchiature elettriche relative ed i pezzi speciali di collegamento.

#### *77.1.4.18. Gruppi completi antincendio*

I gruppi completi antincendio per attacco motopompa e gli estintori portatili saranno valutati a numero secondo i rispettivi componenti ed in relazione alla capacità. Norme UNI di riferimento:

**UNI 9489** *Apparecchiature per estinzione incendi. Impianti fissi di estinzione automatici a pioggia (sprinkler).*

**UNI 9490** *Apparecchiature per estinzione incendi. Alimentazioni idriche per impianti automatici antincendio.*

**UNI EN 671-1** *Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni. Naspi antincendio con tubazioni semirigide.*

**UNI EN 671-2** *Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni. Idranti a muro con tubazioni flessibili.*

**UNI EN 671-2** *Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni. Idranti a muro con tubazioni flessibili.*

**UNI 10779** *Impianti di estinzione incendi. Reti di idranti. Progettazione, installazione ed esercizio.*

**UNI EN 54-2** *Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Centrale di controllo e segnalazione.*

**UNI EN 54-4** *Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Apparecchiatura di alimentazione.*

**UNI 9795** *Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme d'incendio. Sistemi dotati di rivelatori puntiformi di fumo e calore e punti di segnalazione manuali.*

#### *77.1.4.19. Rivestimenti termoisolanti*

I rivestimenti termoisolanti saranno valutati al metro quadrato di sviluppo effettivo misurando la superficie esterna dello strato coibente.

Le valvole, le saracinesche saranno valutate con uno sviluppo convenzionale di 2 m<sup>2</sup> cadauna.

#### *77.1.4.20. Rubinetterie per gli apparecchi sanitari*

Le rubinetterie per gli apparecchi sanitari saranno valutate a numero per gruppi completi secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e dimensioni.



Sono compresi i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.21. Valvole, saracinesche*

Le valvole, le saracinesche e le rubinetterie varie saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni.

Sono compresi i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.22. Quadri elettrici relativi alle centrali, tubi protettivi, ecc.*

I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di comando delle apparecchiature, le linee di terra ed i collegamenti equipotenziali sono valutati nel prezzo di ogni apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.

## **77.2. Impianti elettrico e telefonico**

### **77.2.1. Canalizzazioni e cavi**

- I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.

I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati.

Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda ed i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.

- I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.

- I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm, morsetti fissi oltre tale sezione.

- Le scatole, le cassette di derivazione ed i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.

Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

### **76.2.2. Apparecchiature in generale e quadri elettrici.**

Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti.

Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:

- superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
- numero e caratteristiche degli interruttori, contatori, fusibili, ecc..

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc..

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori ed i contatori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:

- a) il numero dei poli;
  - b) la tensione nominale;
  - c) la corrente nominale;
  - d) il potere di interruzione simmetrico;
  - e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello); comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.
- I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità.

Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

- I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato.

Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

### **77.3. Impianti ascensori e montacarichi**

Gli impianti saranno valutati a corpo per ciascun impianto.

Nel prezzo a corpo sono compresi tutti i materiali e prestazioni di manodopera specializzata necessari per dare l'impianto completo e funzionante.

#### **77.4. Opere di assistenza agli impianti**

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie, guide e porte ascensori;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
- materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
- trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterri relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni.

Le opere e gli oneri di assistenza agli impianti dovranno essere calcolati in ore lavoro sulla base della categoria della manodopera impiegata e della quantità di materiali necessari e riferiti a ciascun gruppo di lavoro.

### *Articolo 78: LAVORI IN ECONOMIA, LAVORI COMPENSATI A CORPO E LAVORI DIVERSI*

#### **78.1. Lavori in economia**

##### **78.1.1. Manodopera**

Gli operai per i lavori da eseguirsi in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai ritenuti non idonei dalla Direzione dei lavori.

Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'impresa si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'impresa si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'impresa anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel presente articolo, si rimanda all'articolo 26.44..

### **78.1.2. Subappalto**

L'impresa è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto.

Il fatto che il subappalto sia o non sia stato autorizzato, non esime l'impresa dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante.

Non sono, in ogni caso, considerati subappalti le commesse date dall'impresa ad altre imprese:

- a) per la fornitura di materiali;
- b) per la fornitura anche in opera di manufatti ed impianti speciali che si eseguono a mezzo di ditte specializzate.

### **78.1.3. Noleggi**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a pié d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro e il prezzo relativo a meccanismi in riposo, in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per scaldare per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a pié d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

#### **78.1.4 Trasporti**

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

### *Articolo 79: OPERE A VERDE*

#### **79.1. Prati**

I prati saranno valutati secondo la superficie effettiva ovvero secondo eventuali diverse specificazioni dell'elenco prezzi.

#### **79.2. Seminagioni e piantagioni**

Le seminagioni sulle scarpate dei rilevati saranno valutate a superficie per la proiezione orizzontale delle scarpate stesse, mentre le piantagioni saranno valutate a numero di piantine attecchite.

Nei relativi prezzi, oltre la fornitura dei semi e delle piantine, è compresa la preparazione del terreno ed ogni onere necessario per la piantagione.

Nelle viminate è pure compreso ogni onere e garanzia per l'attecchimento. La valutazione viene fatta per metro quadrato.

### **79.1.2. Misurazione degli scavi in genere**

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; quindi essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi.

Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

## Parte VI OPERE STRUTTURALI

### *Articolo 80: NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI, I SISTEMI E L'ESECUZIONE*

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sub-sistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, dovranno essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel Capitolato Speciale di Appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.

Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, dovranno essere applicati rispettivamente gli articoli 15, 16 e 17 del Cap. Gen. n. 145/00. Prima di compiere l'approvvigionamento in cantiere, di ogni tipo di materiale che l'Appaltatore intenderà impiegare, dovrà essere presentata alla D.L. una campionatura: l'accettazione del materiale sarà subordinata al giudizio positivo della stessa D.L. Anche se non espressamente menzionate, nel presente capitolato speciale di appalto dovranno essere osservate, tutte le norme tecniche nazionali (UNI, UNI EN, UNICHIM, CNR, CEI, raccomandazioni NorMaL) e regionali vigenti al momento dell'appalto. Resta bene inteso che, in caso di difficoltà interpretative o difformità tra norme che regolano il medesimo argomento, sarà riservato compito della D.L. indicare i criteri da seguire.

## Parte VII OPERE STRADALI E OPERE A VERDE

### *Articolo 81: STUDI PRELIMINARI E MODALITÀ DELLE PROVE DI LABORATORIO E IN SITO*

L'Impresa indicherà alla Direzione dei lavori i materiali terrosi che essa ritiene più idonei al particolare impiego, sia per componenti che per granulometria, scegliendoli tra quelli del tipo sabbioso-ghiaioso con moderato tenore di limo ed argilla.

La Direzione dei lavori in seguito all'esito delle prove di laboratorio su detti materiali o su altri di propria scelta, designerà la provenienza e la composizione del terreno da approvvigionare.

Per l'accettazione del terreno saranno richiesti i risultati delle prove di bagno asciuga e, ove le condizioni climatiche lo richiedano, di congelamento ripetute.

Le prove preliminari che si richiedono sono le seguenti:

- 1) prove per la determinazione delle caratteristiche fisiche dell'aggregato (analisi granulometrica);
- 2) prove per la determinazione della densità massima e dell'umidità ottima del terreno;

- 3) prove per la determinazione dell'umidità e della densità massima della miscela terra-legante;
- 4) prove per la determinazione delle caratteristiche di accettazione del cemento secondo le norme vigenti;
- 5) prove ripetute di bagno-asciuga e del congelamento per la determinazione del comportamento della miscela all'azione degli agenti atmosferici.

L'Impresa durante l'esecuzione dei lavori provvederà ad eseguire a proprie cure e spese, presso il laboratorio di cantiere e presso laboratori ufficiali, periodiche prove di controllo e tutte quelle che la Direzione dei lavori riterrà opportuno effettuare.

Le caratteristiche granulometriche cui dovrà rispondere la miscela di stabilizzazione, saranno determinate periodicamente mediante prove di laboratorio del terreno da impiegare, ed approvate dalla Direzione dei lavori.

#### *Articolo 82: FONDAZIONI STRADALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO*

Per quanto concerne la manipolazione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo valgono le norme già indicate nei precedenti articoli riguardanti i conglomerati.

L'aggregato grosso (i pietrischi e le ghiaie) avranno le caratteristiche almeno pari a quelle della categoria III, della tabella II, art. 3 delle norme edite dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (fascicolo n 4 delle *Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali*, ultima edizione) e saranno di pezzatura compresa fra i 25 mm e i 40 mm. I pietrischetti o ghiaietti avranno caratteristiche almeno pari a quelle della categoria IV della tabella III dell'art. 4 delle norme su indicate della pezzatura compresa fra i 10 mm e i 25 mm.

I materiali dovranno essere di qualità e composizione uniforme, puliti e praticamente esenti da polvere, argilla o detriti organici. A giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, questa potrà richiedere la preventiva lavatura.

L'aggregato fine sarà costituito da sabbie naturali, eminentemente silicee e di cava o di fiume, o provenienti dalla frantumazione artificiale di rocce idonee. L'aggregato dovrà passare almeno per il 95% dal crivello con fori da 7 mm, per almeno il 70% dal setaccio 10 ASTM e per non oltre il 10% dal setaccio 100 ASTM.

La sabbia dovrà essere di qualità viva, ruvida al tatto, pulita ed esente da polvere, argilla od altro materiale estraneo, di granulometria bene assortita.

Il cemento normale o ad alta resistenza dovrà provenire da cementifici di provata capacità e serietà e dovrà rispondere alle caratteristiche richieste dalle norme vigenti.

L'acqua da impiegarsi dovrà essere pulita e priva di qualsiasi sostanza che possa ridurre la consistenza del calcestruzzo od ostacolarne la presa e l'indurimento.



Il calcestruzzo sarà costituito con inerti di almeno tre pezzature, dosato con kg 200 di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.

La proporzione delle varie pezzature di inerti ed il rapporto acqua e cemento verranno determinati preventivamente con prove di laboratorio ed accettati dalla Direzione dei lavori.

La dosatura dei diversi materiali, nei rapporti sopradescritti per la miscela, dovrà essere fatta esclusivamente a peso, con bilance possibilmente a quadrante e di agevole lettura.

Si useranno almeno due bilance, una per gli aggregati ed una per il cemento.

L'acqua sarà misurata in apposito recipiente tarato provvisto di dispositivo di dosatura automatica, che consenta di mantenere le erogazioni effettive nel limite del 2% in più o in meno rispetto alla quantità di volta in volta stabilita.

Le formule di composizione suindicate si riferiscono ad aggregati asciutti; pertanto si dovranno apportare nelle dosature le correzioni richieste dal grado di umidità degli aggregati stessi.

Anche i quantitativi di acqua da adottarsi sono comprensivi dell'acqua già eventualmente presente negli aggregati stessi.

La miscelazione dovrà effettuarsi a mezzo di un mescolatore di tipo idoneo.

La durata della mescolazione non dovrà essere inferiore ad un minuto nelle impastatrici a mescolazione forzata, ed a 1,5 minuti nelle impastatrici a tamburo, contando il tempo a partire dal termine della immissione di tutti i componenti nel mescolatore.

In ogni caso, ad impasto finito, tutti gli elementi dovranno risultare ben avvolti dalla pasta di cemento; e non dovranno aversi differenziazioni o separazioni sensibili nelle diverse parti dell'impasto.

La composizione effettiva del calcestruzzo sarà accertata, oltre che mediante controllo diretto della formazione degli impasti, arrestando, mediante aggiunta di alcool, i fenomeni di presa nei campioni prelevati subito dopo la formazione del conglomerato, e sottoponendo i campioni stessi a prove di laboratorio.

Prima di ogni ripresa del lavoro, o mutandosi il tipo di impasto, il mescolatore dovrà essere accuratamente pulito e liberato dagli eventuali residui di materiale e di calcestruzzo indurito.

In nessun caso e per nessuna ragione sarà permesso di utilizzare calcestruzzo che abbia già iniziato il processo di presa, neppure procedendo ad eventuali aggiunte di cemento. Il calcestruzzo potrà essere confezionato sia nello stesso cantiere di stesa che in altro cantiere dell'Impresa purché il trasporto sia eseguito in modo da non alterare la uniformità e la regolarità della miscela.

Nel caso in cui l'Impresa desiderasse aumentare la plasticità e lavorabilità del conglomerato, l'eventuale aggiunta di opportuni correttivi, come prodotti aereatori o plastificanti, dovrà essere autorizzata dalla Direzione dei lavori; le spese relative saranno a carico dell'Impresa.

Prima di addivenire alla posa del calcestruzzo, l'Impresa avrà cura di fornire e stendere a sue spese sul sottofondo uno strato continuo ed uniforme di sabbia, dello spessore di almeno 1 cm.

Per il contenimento e per la regolazione degli spessori del calcestruzzo durante il getto, l'Impresa dovrà impiegare guide metalliche dei tipi normalmente usati allo scopo, composte di elementi di lunghezza minima di 3 m, di altezza non inferiore allo spessore del calcestruzzo, muniti di larga base e degli opportuni dispositivi per il sicuro appoggio ed ammassamento al terreno e collegate fra di loro in maniera solida e indeformabile. Le guide dovranno essere installate con la massima cura e precisione.

L'esattezza della posa delle guide sarà controllata con regolo piano della lunghezza di 2 m, e tutte le differenze superiori ai 3 mm in più od in meno dovranno essere corrette. Le guide dovranno essere di tipo e resistenza tali da non subire inflessioni od oscillazioni sensibili durante il passaggio e l'azione della macchina finitrice.

Il getto della pavimentazione potrà essere effettuato in due strati ed essere eseguito in una sola volta per tutta la larghezza della strada, oppure in due strisce longitudinali di uguale larghezza gettate distintamente una dopo l'altra, se la carreggiata è a due corsie; i giunti fra le due strisce dovranno in ogni caso corrispondere alle linee di centro della carreggiata di traffico.

Qualora la carreggiata abbia un numero di corsie superiori a due le strisce longitudinali di eguale larghezza da gettarsi distintamente dovranno essere tante quante sono le corsie.

Il costipamento e la finitura del calcestruzzo dovranno essere eseguiti con finitrici a vibrazione del tipo adatto ed approvato dalla Direzione dei lavori, automoventesi sulle guide laterali, munite di un efficiente dispositivo per la regolarizzazione dello strato di calcestruzzo secondo la sagoma prescritta (sagomatrice) e agente simultaneamente ed uniformemente sull'intera larghezza del getto.

La vibrazione dovrà essere iniziata subito dopo la stesa del calcestruzzo e proseguita fino al suo completo costipamento.

L'azione finitrice dovrà essere tale da non spezzare durante l'operazione, gli elementi degli aggregati da non alterare in alcun punto l'uniformità dell'impasto; si dovrà evitare in particolare che, alla superficie della pavimentazione si formino strati differenziati di materiale fine.

I getti non potranno essere sospesi durante l'esecuzione dei lavori se non in corrispondenza dei giunti di dilatazione o di contrazione. In quest'ultimo caso il taglio del giunto dovrà essere formato per tutto lo spessore del calcestruzzo.

In nessun caso si ammetteranno riprese e correzioni eseguite con malta o con impasti speciali. La lavorazione dovrà essere ultimata prima dell'inizio della presa del cemento.

A vibrazione ultimata lo strato del calcestruzzo dovrà risultare perfettamente ed uniformemente costipato su tutto lo spessore e dovrà presentare la superficie scabra per facilitare l'ancoraggio del sovrastante strato di conglomerato bituminoso (*binder*). Si prescrive pertanto, che, prima dell'inizio della presa, la superficie verrà accuratamente pulita dalla malta affiorante per effetto della

vibrazione, e a tale scopo si farà uso di spazzoloni moderatamente bagnati, fino ad ottenere lo scoprimiento completo del mosaico.

La pavimentazione finita dovrà corrispondere esattamente alle pendenze trasversali e alle livellette di progetto o indicate dalla Direzione dei lavori e risultare uniforme in ogni punto e senza irregolarità di sorta.

In senso longitudinale non si dovranno avere ondulazione od irregolarità di livelletta superiori a 5 mm in più o in meno rispetto ad una asta rettilinea della lunghezza di 3 m appoggiata al manto. Gli spessori medi del manto non dovranno risultare inferiori a quelli stabiliti, con tolleranze massime locali di un centimetro in meno. In caso di irregolarità e deficienze superiori ai limiti sopraddetti, l'Amministrazione potrà richiedere il rifacimento anche totale dei tratti difettosi, quando anche si trattasse di lastre intere. L'Impresa è obbligata a fornire tutte le prestazioni che si ritenessero necessarie per l'esecuzione delle prove o dei controlli, nonché il trasporto in sito e ritorno degli strumenti ed attrezzature occorrenti.

I giunti longitudinali saranno formati a mezzo di robuste guide metalliche di contenimento, già precedentemente descritte.

Essi, per le strade a due corsie verranno costruiti in corrispondenza dell'asse della carreggiata, mentre per le strade aventi un numero maggiore di corsie i giunti verranno costruiti in corrispondenza alla linea di separazione ideale fra corsia e corsia; tali giunti dovranno avere parete verticale ed interessare tutto lo spessore del calcestruzzo.

La parete del giunto dovrà presentarsi liscia e priva di scabrosità ed a tale scopo si avrà cura di prendere, durante il getto, tutti gli accorgimenti del caso.

Prima della costruzione della striscia adiacente alla parete del giunto, tale parete dovrà essere spalmata, a cura e spese dell'Impresa, di bitume puro.

I giunti trasversali di dilatazione saranno disposti normalmente all'asse stradale, a intervalli eguali, conformi al progetto o alle prescrizioni della Direzione dei lavori e saranno ottenuti inserendo nel getto apposite tavolette di materiale idoneo deformabili, da lasciare in posto a costituire ad un tempo il giunto ed il suo riempimento.

Dette tavolette dovranno avere una altezza di almeno 3 cm inferiori a quella del manto finito. Per completare il giunto sino a superficie, le tavolette, durante il getto, dovranno essere completate con robuste sagome provvisorie rigidamente fissate al preciso piano della pavimentazione in modo da consentire la continuità del passaggio e di lavoro della finitrice e da rimuovere a lavorazione ultimata.

La posa in opera delle tavolette deve essere fatta con un certo anticipo rispetto al getto e con tutti gli accorgimenti e la cura necessaria perché il giunto risulti rettilineo regolare, della larghezza massima di 10 mm e con spigoli perfettamente profilati.

Non saranno tollerate deviazioni maggiori di 10 mm rispetto all'allineamento teorico. Qualora si usino tavolette di legno, si dovranno impiegare essenze dolci; inoltre gli elementi, prima della loro posa in opera dovranno essere ben inzuppati d'acqua.

I giunti potranno anche essere ottenuti provvedendo, a vibrazione ultimata, ad incidere con tagli netti in corrispondenza della tavoletta sommersa a mezzo di opportune sagome metalliche vibranti o a mezzo di macchine tagliatrici.

I bordi dei giunti verranno successivamente regolarizzati con frattazzi speciali in modo da sagomare gli spigoli secondo profili circolari del raggio di 1 cm.

I giunti di contrazione saranno ottenuti incidendo la pavimentazione dall'alto mediante sagome metalliche inserite provvisoriamente nel getto o mediante una lamina vibrante. L'incisione deve avere in ogni caso una profondità pari almeno la metà dello spessore totale della fondazione, in modo da indurre successiva rottura spontanea della lastra in corrispondenza della sezione di minor resistenza così creata.

Le distanze fra i giunti di contrazione saranno conformi al progetto od alle prescrizioni della Direzione dei lavori.

Trascorso il periodo di stagionatura del calcestruzzo si provvederà alla colmatatura dei giunti, previa accurata ed energica pulizia dei vani da riempire, con mastice bituminoso la cui composizione dovrà corrispondere alle seguenti caratteristiche:

bitume penetrazione da 80 a 100 20% in peso;

mastice di asfalto in pani 35% in peso;

sabbia da mm 0 a 2 45% in peso.

### *Articolo 83: BITUMI*

#### **83.1. Trattamento superficiale con bitume a caldo**

Quando si voglia eseguire questo trattamento, che potrà effettuarsi con due mani di bitume a caldo, si adopererà per la prima mano kg 1,500/mq di bitume a caldo, e per la seconda mano kg 0,800/mq con le adatte proporzioni di pietrischetto e graniglia.

#### **83.2. Trattamenti superficiali a semipenetrazione con catrame**

Le norme generali di applicazione stabilite per i trattamenti di emulsione bituminosa, possono di massima estendersi ad analoghi trattamenti eseguiti con catrame o con miscela di catrame e filler.

Quando si procede alla prima applicazione, allo spandimento del catrame dovrà precedere l'accuratissima pulitura a secco della superficie stradale, la quale sarà fatta a mano o con spazzatrici meccaniche, o con macchine soffiatrici, in modo da liberare completamente la

massicciata cilindrata da ogni sovrapposizione di detriti, polvere ed impurità di qualsiasi specie, mettendo a nudo il mosaico di pietrisco e ghiaia.

Lo spandimento del catrame dovrà eseguirsi su strada perfettamente asciutta e con tempo secco e caldo.

Ciò implica che i mesi più propizi sono quelli da maggio a settembre e che in caso di maltempo il lavoro deve sospendersi.

Il catrame sarà riscaldato prima dell'impiego in adatte caldaie a temperatura tale che all'atto dello spandimento essa non sia inferiore a 120°C, e sarà poi sparso in modo uniforme mediante polverizzazioni sotto pressione e successivamente disteso con adatti spazzoloni in modo che non rimanga scoperto alcun tratto della massicciata.

La quantità di catrame da impiegarsi per la prima mano sarà di kg 1,500 per mq, la seconda mano dovrà essere di bitume puro in ragione di 1 kg/mq o di emulsione bituminosa in ragione di kg 1,200/mq.

Necessitando una variazione in più o in meno di detto quantitativo a richiesta della Direzione dei lavori, la variazione di prezzo sarà fatta con aumento o detrazione in base al prezzo unitario stabilito in elenco.

Per le strade già aperte al traffico lo spandimento si effettuerà su metà strada per volta e per lunghezza da 50 a 100 m, delimitando i margini della zona catramata con apposita recinzione, in modo da evitare che i veicoli transitino sul catrame di fresco spandimento.

Trascorse dalle 3 alle 5 ore dallo spandimento, a seconda delle condizioni di temperatura ambientale, si spargerà in modo uniforme sulla superficie catramata uno strato di graniglia in elementi di dimensioni di circa 8 mm ed in misura di un mc per ogni quintale circa di catrame facendo seguire alcuni passaggi da prima con rullo leggero e completando poi il lavoro di costipamento con rulli di medio tonnellaggio non superiore alle 14 t.

Per il controllo sia della quantità che della qualità di catrame sparso si seguiranno le norme precedentemente descritte.

### **83.3. Trattamento a semipenetrazione con due mani di bitume a caldo**

Preparato il piano stradale con cilindatura a secco nella quale il mosaico superficiale sia sufficientemente aperto, si procederà allo spandimento del bitume riscaldato a 180°C con inaffiatrici o distributrici a pressione in quantità di kg 2,500/mq in modo da avere la regolare e compiuta penetrazione nei vuoti della massicciata e l'esatta ed uniforme distribuzione della detta quantità: allo spandimento si provvederà gradualmente ed a successive riprese in modo che il legante sia per intero assorbito.

Mentre il bitume è ancora caldo si procederà allo spargimento uniforme di pietrischetto di elevata durezza, pezzatura da 15 a 20 mm, sino a coprire totalmente il bitume in quantità non inferiore a 20 litri per mq provvedendo poi alla cilindatura in modo da ottenere il totale costipamento della massiciata, i cui interstizi dovranno, in definitiva, risultare totalmente riempiti di bitume e chiusi dal pietrischetto.

Ove si manifestassero irregolarità superficiali l'Impresa dovrà provvedere ad eliminare a sue cure e spese con ricarico di pietrischetto e bitume sino alla normale sagoma stradale. Se affiorasse in seguito il bitume, l'Impresa è tenuta, senz'altro compenso, allo spandimento di graniglia sino a saturazione.

Si procederà in tempo successivo alla spalmatura del manto di usura con kg 1,200 per mq di bitume dato a caldo usando per il ricoprimento litri 15/mq di pietrischetto e graniglia della pezzatura da 5 a 15 mm di elevata durezza provenienti da rocce di resistenza alla compressione di almeno 1.500 kg/cm<sup>2</sup> e coefficiente di qualità Deval non inferiore a 14, e provvedendo alla cilindatura sino ad ottenere un manto uniforme.

#### **83.4. Trattamento a penetrazione con bitume a caldo**

L'esecuzione del pavimento a penetrazione, o a bitume colato, sarà eseguita solo nei mesi estivi. Essa presuppone l'esistenza di un sottofondo, costituito da pietrisco cilindrato dello spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei lavori all'atto esecutivo. Ove il sottofondo sia da costituirsi con ricarico cilindrato, all'atto dell'impianto dovrà essere compensato a parte in base ai rispettivi prezzi unitari. Esso sarà eseguito con le norme precedentemente indicate per le cilindature, avendo cura di proseguire la compressione meccanica a fondo fino a che la superficie non abbia raggiunto l'esatta sagoma prescritta e si presenti unita ed esente da vuoti, impiegando la necessaria qualità di materiale di saturazione.

Prima di dare inizio alla vera e propria pavimentazione a penetrazione, il detto sottofondo cilindrato, perfettamente prosciugato, dovrà essere ripulito accuratamente in superficie. Si spargerà poi su di esso uno strato di pietrisco molto pulito di qualità dura e resistente, dello spessore uniforme di 10 cm costituito da elementi di dimensione fra 4 e 7 cm, bene assortiti fra loro, ed esenti da polvere o da materie estranee che possono inquinarli, ed aventi gli stessi requisiti dei precedenti articoli, fra i quali coefficiente di Deval non inferiore a 14.

Si eseguirà quindi una prima cilindatura leggera, senza alcuna aggiunta di materiale di aggregazione, procedendo sempre dai fianchi verso il centro della strada, in modo da serrare sufficientemente fra di loro gli elementi del pietrisco e raggiungere la sagoma superficiale prescritta con monta tra  $1/150^{\text{mo}}$  e  $1/200^{\text{mo}}$  della corda, lasciando però i necessari vuoti nell'interno dello strato per la successiva penetrazione del bitume.

Quest'ultimo sarà prima riscaldato a temperatura fra i 150° e i 180° centigradi in adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa, e sarà poi sparso in modo che sia garantita la regolare e completa penetrazione nei vuoti della massiciata e l'esatta ed uniforme distribuzione

della complessiva quantità di kg 3,500 per mq. Lo spandimento avverrà uniformemente e gradualmente ed a successive riprese in guisa che il bitume sia completamente assorbito.

Quando l'ultimo bitume affiorante in superficie sia ancor caldo, si procederà allo spandimento il più uniforme possibile di uno strato di minuto pietrisco di pezzatura fra 20 e 25 mm, della qualità più dura e resistente, fino a ricoprire completamente il bitume, riprendendo poi la cilindatura del sottostante strato di pietrisco sino ad ottenere il completo costipamento così che gli interstizi dovranno in definitiva essere completamente riempiti dal bitume e chiusi dal detto minuto pietrisco.

Sarà cura dell'Impresa di stabilire il grado di penetrazione del bitume che assicuri la migliore riuscita della pavimentazione normalmente non maggiore di  $60 \div 80$  mm nei climi caldi; da  $80 \div 100$  mm nei climi freddi.

Qualora durante e dopo la cilindatura si manifestassero irregolarità superficiali nello strato di pietrisco compresso e penetrato dal bitume, l'Impresa dovrà accuratamente eliminarle sovrapponendo altro pietrisco nelle zone depresse e proseguendo la compressione e lo spandimento di bitume e minuto pietrisco fino a raggiungere il necessario grado di regolarità della sagoma stradale.

Ultimata la compressione e la regolarizzazione di sagoma, si procederà allo spandimento di uno strato di bitume a caldo in ragione di kg 1,200/mq con le modalità precedentemente indicate per i trattamenti superficiali col detto materiale.

Detto spandimento sarà fatto secondo linee normali alla direzione del primo spandimento di bitume, e sarà coperto con uno strato di buona graniglia della pezzatura da 5 a 10 mm, in misura di 10 litri per mq circa che verrà incorporato nel bitume mediante rullatura con rullo leggero, così da regolarizzare in modo perfetto la sagoma del piano viabile.

Qualora si verificassero in seguito affioramenti di bitume ancor molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedono, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in guisa da raggiungere una piena saturazione.

L'Impresa sarà obbligata a rifare a tutte sue cure e spese quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita, e cioè dessero luogo ad accentuata deformazione della sagoma stradale ovvero a ripetute abrasioni superficiali, prima del collaudo, ancor che la strada sia stata aperta al traffico.

### **83.5. Manti eseguiti mediante conglomerati bituminosi semiaperti**

Per le strade a traffico non molto intenso nelle quali si vuol mantenere una sufficiente scabrezza si potrà ricorrere a manti formati con pietrischetti o graniglia e sabbia, e, in alcuni casi, anche con additivo, leganti con bitumi solidi o liquidi, secondo le formule di composizione in seguito indicate.

Per ottenere i conglomerati bituminosi in oggetto si dovranno impiegare come aggregato grosso per manti d'usura materiali ottenuti da frantumazioni di rocce aventi elevata durezza con resistenza minima alla compressione di *kg 1250/cmq*.

Per strati non d'usura si potranno usare anche materiali meno pregiati. Saranno ammessi aggregati provenienti dalla frantumazione dei ciottoli e delle ghiaie.

Gli aggregati dovranno corrispondere alle granulometrie di cui in appresso.

Per assicurare la regolarità della granulometria la Direzione dei lavori potrà richiedere che l'aggregato grosso venga fornito in due distinti assortimenti atti a dare, per miscela, granulometrie comprese nei limiti stabiliti.

Gli aggregati da impiegarsi per manti di usura non dovranno essere idrofilii.

Come aggregato fine si dovranno impiegare sabbie aventi i requisiti previsti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2228 e dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2229 e dalle norme vigenti per il confezionamento del calcestruzzo.

Si potranno usare tanto sabbie naturali che sabbie provenienti dalla frantumazione delle rocce. In quest'ultimo caso si potranno ammettere anche materiali aventi più del 5% di passante al setaccio 200.

L'additivo dovrà corrispondere ai requisiti di cui alle Norme del CNR per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, sabbie, additivi per le costruzioni stradali (fasc. n 4 ultime edizioni).

I bitumi solidi e liquidi dovranno corrispondere ai requisiti sulla qualità e provenienza dei materiali previsti dal presente Capitolato. In seguito sono indicate le penetrazioni e le viscosità dei bitumi che dovranno essere adottate nei diversi casi.

I conglomerati dovranno risultare a seconda dello spessore finale del manto (a costipamento ultimato) costituiti come è indicato nelle tabelle che seguono.

Tabella 83.1. - Conglomerati del tipo i (per risagomature, strati di fondazione, collegamento per manti di usura in strade a traffico limitato)

<b>Conglomerato</b>	<b>A per spessori inferiori a 35 mm</b>	<b>B per spessori superiori a 35 mm</b>
	<b>% in peso</b>	<b>% in peso</b>
<b>Aggregato grosso:</b>		
Passante al crivello 25 e trattenuto al setaccio 10	—	66 – 81
Passante al crivello 20 e trattenuto al setaccio 10	66 - 81	—



<b>Aggregato fine:</b>		
Passante al setaccio 10	15 - 25	15 - 25
<b>Bitume:</b>		
Quando si impieghino bitumi liquidi è consigliabile aggiungere anche additivo, in percentuali comprese tra il 2 ed il 3% del peso totale	4,2 - 5,5	4,2 - 5,5
Per tutti i predetti conglomerati le pezzature effettive dell'aggregato grosso entro i limiti sopra indicati saranno stabilite di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione alle necessità	—	—

**Tabella 83.2. - Conglomerato del tipo II (per manti di usura su strade comuni)**

<b>Conglomerato</b>	<b>A per spessori inferiori a 20 mm</b>	<b>B per spessori superiori a 20 mm</b>
	<b>% in peso</b>	<b>% in peso</b>
<b>Aggregato grosso:</b>		
Passante al crivello 15 e trattenuto al setaccio 10	—	59 – 80
Passante al crivello 10 e trattenuto al setaccio 10	60 - 80	—
<b>Aggregato fine:</b>		
Passante al setaccio 10 e trattenuto dal 200	15 - 30	15 - 30
<b>Additivo:</b>		
Passante dal setaccio 200	3 - 5	3 - 5
Bitume	4,5 - 6,0	4,5 – 6,0

Si useranno bitumi di penetrazione compresa tra 80 e 200, a seconda dello spessore del manto, ricorrendo alle maggiori penetrazioni per gli spessori minori e alle penetrazioni minori per gli strati di fondazione di maggior spessore destinati a sopportare calcestruzzi o malte bituminose tenendo

anche conto delle escursioni locali delle temperature ambientali. Impiegando i bitumi liquidi si dovranno usare i tipi di più alta viscosità; il tipo BL 150 - 200 si impiegherà tuttavia solo nelle applicazioni fatte nelle stagioni fredde.

Nella preparazione dei conglomerati, la formula effettiva di composizione degli impasti dovrà corrispondere, a seconda dei tipi di conglomerati richiesti di volta in volta, alle prescrizioni di cui sopra e dovrà essere preventivamente comunicata alla Direzione dei lavori.

Per la esecuzione di conglomerati con bitumi solidi si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati con un essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore, per la aspirazione della polvere. Gli aggregati dovranno essere riscaldati a temperature comprese tra i 120°C e 160°C.

Il bitume dovrà essere riscaldato a temperatura compresa tra i 150°C e i 180°C. Il riscaldamento deve essere eseguito in caldaie idonee, atte a scaldare uniformemente tutto il materiale evitando il surriscaldamento locale, utilizzando possibilmente, per lo scambio di calore, liquidi caldi o vapori circolanti in serpentine immerse o a contatto col materiale.

Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario. Il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato debbono essere condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione all'atto della posa in opera non deve risultare comunque diminuita di oltre il 30% rispetto a quella originaria.

Allo scopo di consentire il sicuro controllo delle temperature suindicate, le caldaie di riscaldamento del bitume e i sili degli aggregati caldi dovranno essere muniti di termometri fissi.

Per agevolare la uniformità della miscela e del regime termico dell'essiccatore, il carico degli aggregati freddi nell'essiccatore dovrà avvenire mediante un idoneo alimentatore meccanico, che dovrà avere almeno tre distinti scomparti riducibili a due per conglomerati del 1° tipo.

Dopo il riscaldamento l'aggregato dovrà essere riclassificato in almeno due diversi assortimenti, selezionati mediante opportuni vagli.

La dosatura di tutti i componenti dovrà essere eseguita a peso, preferibilmente con bilance di tipo automatico, con quadranti di agevole lettura. Si useranno in ogni caso almeno due distinte bilance: una per gli aggregati e l'altra per il bitume, quest'ultima dovrà eventualmente utilizzarsi anche per gli additivi.

Si potranno usare anche impianti a dosatura automatica volumetrica purché la dosatura degli aggregati sia eseguita dopo il loro essiccamento, purché i dispositivi per la dosatura degli aggregati, dell'additivo e del bitume siano meccanicamente e solidamente collegati da un unico sistema di comando atto ad evitare ogni possibile variazione parziale nelle dosature, e purché le miscele rimangano in caso comprese nei limiti di composizione suindicati.

Gli impianti dovranno essere muniti di mescolatori efficienti capaci di assicurare la regolarità e la uniformità delle miscele.

La capacità dei mescolatori, quando non siano di tipo continuo, dovrà essere tale da consentire impasti singoli del peso complessivo di almeno 200 kg.

Nella composizione delle miscele per ciascun lavoro dovranno essere ammesse variazioni massime dell'1% per quanto riguarda la percentuale di bitume, del 2% per la percentuale di additivo, e del 10% per ciascun assortimento granulometrico stabilito, purché sempre si rimanga nei limiti estremi di composizione e di granulometria fissati per i vari conglomerati.

Per l'esecuzione di conglomerati con bitumi liquidi, valgono le norme sopra stabilite, ma gli impianti dovranno essere muniti di raffreddatori capaci di abbassare la temperatura dell'aggregato, prima essiccato ad almeno 110°C, riducendola, all'atto dell'impasto, a non oltre i 70°C.

Potrà evitarsi l'uso del raffreddatore rinunciando all'essiccazione dell'aggregato mediante l'impiego di bitumi attivati con sostanze atte a migliorare l'adesione tra gli aggregati ed il bitume in presenza d'acqua. L'uso di questi materiali dovrà essere tuttavia autorizzato dalla Direzione dei lavori e avverrà a cura e spese dell'Appaltatore.

I bitumi liquidi non dovranno essere riscaldati, in ogni caso, a più di 90°C, la loro viscosità non dovrà aumentare per effetto del riscaldamento di oltre 40% rispetto a quella originale.

Qualora si voglia ricorrere all'impiego di bitumi attivati per scopi diversi da quelli sopraindicati, ad esempio per estendere la stagione utile di lavoro o per impiegare aggregati idrofili, si dovrà ottenere la preventiva autorizzazione dalla Direzione dei lavori.

Per la posa in opera e per il trasporto allo scarico del materiale dovranno essere eseguiti in modo da evitare, di modificare o sporcare la miscela e ogni separazione dei vari componenti.

I conglomerati dovranno essere portati sul cantiere di stesa a temperature non inferiori a 110°C se eseguiti con bitumi solidi.

I conglomerati formati con bitumi liquidi potranno essere posti in opera anche a temperatura ambiente.

La stesa in opera del conglomerato sarà condotta, se eseguita a mano, secondo i metodi normali con appositi rastrelli metallici.

I rastrelli dovranno avere denti distanziati l'uno dall'altro di un intervallo pari ad almeno 2 volte la dimensione massima dell'aggregato impiegato e di lunghezza pari ad almeno 1,5 volte lo spessore dello strato del conglomerato.

Potranno usarsi spatole piane in luogo dei rastrelli solo per manti soffici di spessore inferiore ai 20 mm.

Per lavori di notevole estensione la posa in opera del conglomerato dovrà essere invece eseguita mediante finitrici meccaniche di tipo idoneo.

Le finitrici dovranno essere semoventi; munite di sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale capace di assicurare il mantenimento della uniformità degli impasti ed un grado uniforme di assestamento in ogni punto dello strato deposto.

Dovranno consentire la stesa di strati dello spessore di volta in volta stabilito, di livellette e profili perfettamente regolari, compensando eventualmente le irregolarità della fondazione. A tale scopo i punti estremi di appoggio al terreno della finitrice dovranno distare l'uno dall'altro, nel senso longitudinale della strada, di almeno tre metri; e dovrà approfittarsi di questa distanza per assicurare la compensazione delle ricordate eventuali irregolarità della fondazione.

Per la cilindatura del conglomerato si dovranno usare compressori a rapida inversione di marcia, del peso di almeno 5 tonnellate.

Per evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote del rullo si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua.

La cilindatura dovrà essere iniziata dai bordi della strada e si procederà poi di mano in mano verso la mezzeria.

I primi passaggi saranno particolarmente cauti per evitare il pericolo di ondulazioni o fessurazioni del manto.

La cilindatura dopo il primo consolidamento del manto, dovrà essere condotta anche in senso obliquo all'asse della strada, e, se possibile, anche in senso trasversale.

La cilindatura dovrà essere continuata sino ad ottenere un sicuro costipamento.

Tutti gli orli e i margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti (come i giunti in corrispondenza alle riprese di lavoro, ai cordoni laterali, alle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) dovranno essere spalmati con uno strato di bitume, prima di addossarvi il manto, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità ed adesione delle parti.

Inoltre tutte le giunzioni e i margini dovranno essere battuti e finiti a mano con gli appositi pestelli da giunta, a base rettangolare opportunamente scaldati o freddi nel caso di conglomerati preparati con bitumi liquidi.

A lavoro finito i manti dovranno presentare superficie in ogni punto regolarissima, e perfettamente corrispondente alle sagome ed alle livellette di progetto o prescritte dalla Direzione dei lavori.

A lavoro finito non vi dovranno essere in alcun punto ondulazioni od irregolarità superiori ai 5 mm misurati utilizzando un'asta rettilinea della lunghezza di tre metri appoggiata longitudinalmente sulla pavimentazione.

### 83.6. Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi

Per strade a traffico molto intenso, nelle quali si vuole costituire un manto resistente e di scarsa usura e ove si disponga di aggregati di particolare qualità potrà ricorrersi a calcestruzzi bituminosi formati con elevate percentuali di aggregato grosso, sabbia, additivo, bitume.

Gli aggregati grossi dovranno essere duri, tenaci, non fragili, provenienti da rocce preferibilmente endogene, ed a fine tessitura: debbono essere non gelivi o facilmente alterabili, né frantumabili facilmente sotto il rullo o per effetto del traffico: debbono sopportare bene il riscaldamento occorrente per l'impasto; la loro dimensione massima non deve superare i  $\frac{2}{3}$  dello spessore del manto finito.

Di norma l'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetto o graniglia ottenuti per frantumazione da rocce aventi resistenza minima alla compressione di kg 1250/cm<sup>2</sup> nella direzione del piano di cava ed in quella normale, coefficiente di Deval non inferiore a 12, assai puliti e tali da non perdere per decantazione in acqua più dell'uno per cento in peso. I singoli pezzi saranno per quanto possibile poliedrici.

La pezzatura dell'aggregato grosso sarà da 3 a 15 mm con granulometria da 10 a 15 mm dal 15 al 20% - da 5 a 10 mm dal 20 al 35% - da 3 a 5 mm dal 10 al 25%.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbia granulare preferibilmente proveniente dalla frantumazione del materiale precedente, sarà esente da polvere d'argilla e da qualsiasi sostanza estranea e sarà interamente passante per lo staccio di mm 2 (n 10 della serie ASTM): la sua perdita di peso per decantazione non dovrà superare il 2%.

La granulometria dell'aggregato fine sarà in peso:

dal 10 al 40% fra mm 2 e mm 0,42 (setacci n 10 e n 40 sabbia grossa);

dal 30 al 55% fra mm 0,42 e mm 0,297 (setacci n 40 e n 80 sabbia media);

dal 16 al 45% fra mm 0,297 e mm 0,074 (setacci n 80 e n 200 sabbia fine).

L'additivo minerale (*filler*) da usare potrà essere costituito da polvere di asfalto passante per intero al setaccio n 80 (mm 0,297) e per il 90% dal setaccio n 200 (mm 0,074) ed in ogni caso da polveri di materiali non idrofili.

I vuoti risultanti nell'aggregato totale adottato per l'impasto dopo l'aggiunta dell'additivo non dovranno eccedere il 20-22% del volume totale.

Il bitume da usarsi dovrà presentare, all'atto dell'impasto (prelevato cioè dall'immissione nel mescolatore), penetrazione da 80 a 100 ed anche fino a 120, onde evitare una eccessiva rigidità non compatibile con lo scarso spessore del manto.

L'impasto dovrà corrispondere ad una composizione ottenuta entro i seguenti limiti:

- a) aggregato grosso delle granulometrie assortite indicate, dal 40 al 60%;
- b) aggregato fine delle granulometrie assortite indicate, dal 25 al 40%;
- c) additivo, dal 4 al 10%;
- d) bitume, dal 5 all'8%.

Nei limiti sopraindicati la formula della composizione degli impasti da adottarsi sarà proposta dall'Impresa e dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei lavori.

Su essa saranno consentite variazioni non superiori allo 0,5% in più o in meno per il bitume - all'1,5% in più o in meno per gli additivi - al 5% delle singole frazioni degli aggregati in più o in meno, purché si rimanga nei limiti della formula dell'impasto sopra indicato.

Particolari calcestruzzi bituminosi a masse chiuse ed a granulometria continua potranno eseguirsi con sabbie e polveri di frantumazione per rivestimenti di massicciate di nuova costruzione o riprofilatura di vecchie massicciate per ottenere manti sottili di usura d'impermeabilizzazione antiscivoli.

Le sabbie da usarsi potranno essere sabbie naturali di mare o di fiume o di cava o provenire da frantumazione purché assolutamente scevre di argilla e di materie organiche ed essere talmente resistenti da non frantumarsi durante la cilindratura: dette sabbie includeranno una parte di aggregato grosso, ed avranno dimensioni massime da 9,52 mm a 0,074 mm con una percentuale di aggregati del 100% di passante al vaglio di 9,52 mm; dell'84% di passante al vaglio di 4,76 mm; dal 50 al 100% di passante dal setaccio da 2 mm; dal 36 all'82% di passante dal setaccio di 1,19 mm; dal 16 al 58% di passante al setaccio di 0,42 mm; dal 6 al 32% di passante dal setaccio di mm 0,177; dal 4 al 14% di passante dal setaccio da 0,074 mm.

Come legante potrà usarsi o un bitume puro con penetrazione da 40 a 200 od un cut-back medium curring di viscosità 400/500 l'uno o l'altro sempre attirato in ragione del  $6 \div 7,5\%$  del peso degli aggregati secchi: dovrà aversi una compattezza del miscuglio di almeno l'85%.

Gli aggregati non dovranno essere scaldati ad una temperatura superiore a 120°C ed il legante del secondo tipo da 130° a 110°C.

Dovrà essere possibile realizzare manti sottili che, nel caso di rivestimenti, aderiscano fortemente a preesistenti trattamenti senza necessità di strati interposti: e alla prova *Hobbarb Field* si dovrà avere una resistenza dopo 24 ore di 45 kg/cmq.

Per l'esecuzione di comuni calcestruzzi bituminosi a massa chiusa da impiegare a caldo, gli aggregati minerali saranno essiccati e riscaldati in adatto essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore e collegato ad alimentatore meccanico.

Mentre l'aggregato caldo dovrà essere riscaldato a temperatura fra i 130° ed i 17°C, il bitume sarà riscaldato tra 160° e 180°C in adatte caldaie suscettibili di controllo mediante idonei termometri registratori.

L'aggregato caldo dovrà essere riclassificato in almeno tre assortimenti e raccolto, prima di essere immesso nella tramoggia di pesatura in tre sili separati, uno per l'aggregato fine e due per quello grosso.

Per la formazione delle miscele dovrà usarsi una impastatrice meccanica di tipo adatto, tale da formare impasti del peso singolo non inferiore a kg 200 ed idonea a consentire la dosatura a peso di tutti i componenti ed assicurare la perfetta regolarità ed uniformità degli impasti.

Per i conglomerati da stendere a freddo saranno adottati gli stessi apparecchi avvertendo che il legante sarà riscaldato ad una temperatura compresa fra i 90° ed i 110°C e l'aggregato sarà riscaldato in modo che all'atto della immissione nella mescolatrice abbia una temperatura compresa tra i 50° e 80°C.

Per tali conglomerati è inoltre consentito all'Impresa di proporre apposita formula nella quale l'aggregato fine venga sostituito in tutto od in parte da polvere di asfalto da aggiungersi fredda: in tal caso la percentuale di bitume da miscelare nell'impasto dovrà essere di conseguenza ridotta.

Pur rimanendo la responsabilità della riuscita a totale carico dell'Impresa, la composizione variata dovrà sempre essere approvata dalla Direzione dei lavori.

Per la posa in opera, previa energica spazzatura e pulitura della superficie stradale, e dopo avere eventualmente conguagliato la massicciata con pietrischetto bitumato, se trattasi di massicciata nuda, e quando non si debba ricorrere a particolare strato di collegamento (binder), si procederà alla spalmatura della superficie stradale con un kg di emulsione bituminosa per mq ed al successivo stendimento dell'impasto in quantità idonea a determinare lo spessore prescritto: comunque mai inferiore a kg 66/mq in peso per manti di tre centimetri ed a kg 44/mq per manti di due centimetri.

Per lo stendimento si adopereranno rastrelli metallici e si useranno guide di legno e sagome per l'esatta configurazione e rettifica del piano viabile e si procederà poi alla cilindatura, iniziandola dai bordi della strada e procedendo verso la mezzera, usando rullo a rapida inversione di marcia, del peso da 4 a 6 tonnellate, con ruote tenute umide con spruzzi d'acqua, qualora il materiale aderisca ad esse.

La cilindatura, dopo il primo assestamento, onde assicurare la regolarità, sarà condotta anche in senso obliquo alla strada (e, quando si possa, altresì, trasversalmente): essa sarà continuata sino ad ottenere il massimo costipamento.

Al termine delle opere di cilindatura, per assicurare la chiusura del manto bituminoso, in attesa del costipamento definitivo prodotto dal traffico, potrà prescriversi una spalmatura di 0,700 kg per mq di bitume a caldo eseguita a spruzzo, ricoprendola poi con graniglia analoga a quella usata per il calcestruzzo ed effettuando una ultima passata di compressore.

È tassativamente prescritto che non dovranno aversi ondulazioni nel manto; questo sarà rifiutato se, a cilindatura ultimata, la strada presenterà depressioni maggiori di 3 mm al controllo effettuato con aste lunghe 3 metri nel senso parallelo all'asse stradale e con la sagoma nel senso normale.

Lo spessore del manto sarà fissato nell'elenco prezzi: comunque esso non sarà mai inferiore, per il solo calcestruzzo bituminoso compresso, a 20 mm ad opera finita.

La percentuale dei vuoti del manto non dovrà risultare superiore al 15%: dopo sei mesi dall'apertura al traffico tale percentuale dovrà ridursi ad essere non superiore al 5%. Inoltre il tenore di bitume non dovrà differire, in ogni tassello che possa prelevarsi, da quello prescritto di più dell'1% e la granulometria dovrà risultare corrispondente a quella indicata con le opportune tolleranze.

A garanzia dell'esecuzione l'Impresa assumerà la gratuita manutenzione dell'opera per un triennio. Al termine del primo anno lo spessore del manto non dovrà essere diminuito di oltre mm 1: al termine del triennio di oltre 4 mm.

#### *Articolo 84: PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO*

##### **84.1. Generalità**

Valgono per la pavimentazione tutte le norme indicate nel precedente articolo per le fondazioni in calcestruzzo di cemento.

In questo caso però il calcestruzzo sarà costipato con inerti di almeno tre pezzature e sarà dosato con trecento Kg di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.

La superficie della pavimentazione a vibrazione ultimata dovrà presentare un leggero affioramento di malta, sufficiente per la perfetta chiusura e lisciatura del piano del pavimento.

Non saranno assolutamente permesse aggiunte in superficie di malta cementizia anche se questa fosse confezionata con una più ricca dosatura di cemento.

Prima che il calcestruzzo inizi la presa e quando il piano sia sufficientemente asciutto si dovrà striare trasversalmente la pavimentazione con una scopa di saggina, così da renderla sicuramente scabra.

Si avrà particolare cura affinché i bordi dei giunti longitudinali e trasversali siano leggermente arrotondati con una curva di raggio di 1 cm e siano rifiniti in piano perfetto con la rimanente pavimentazione.

##### **84.2. Cordoli in calcestruzzo**

I cordoli in calcestruzzo devono presentare una struttura compatta e spigoli pieni. In caso di elemento composto da due strati di calcestruzzo, i due strati devono risultare ben collegati. Lo spessore minimo del calcestruzzo a vista deve essere maggiore o uguale a 10 mm.

I cordoni in calcestruzzo devono avere forma prismatica con sezione trasversale rettangolare. Il bordo esterno o di invito deve essere arrotondato.



Si ammettono le seguenti tolleranze sulle misure nominali:

- larghezza  $\pm 3$  mm;
- lunghezza  $\pm 5$  mm per la lunghezza nominale pari ad 1 metro;
- altezza  $\pm 5$  mm.

È ammessa una conicità massima di 5 mm nella lunghezza normale e 2 mm nella larghezza. Si ammette inoltre una risega massima di 5 mm nel passaggio dalla superficie anteriore verticale alla superficie di calpestio.

Le verifiche a flessione su almeno 3 provini di cordolo, per ogni forma e dimensione, devono avere resistenza media a flessione non inferiore a  $6 \text{ N/mm}^2$ , in riferimento alla norma DIN 483.

I cordoli dovranno essere collocati su massetto in conglomerato cementizio avente spessore non inferiore a 10 cm. Gli spazi tra gli elementi dovranno essere sigillati con malta cementizia dosata a 500 kg.

### **84.3. Cordoni in pietra**

I cordoni in pietra per delimitazione marciapiedi qualora non specificatamente indicato dovranno essere forniti in uno seguenti tipi di pietra: graniti, sieniti, porfidi, basalti, travertini o altra pietra naturale avente non meno idonee caratteristiche meccaniche e di resistenza agli agenti atmosferici, in generale devono essere molto compatti.

Le facce esterne dovranno essere lavorate a punta fine; lo spigolo esterno dovrà essere arrotondato. Per le tolleranze sulle misure nominali è ammesso  $\pm 3$  mm per la larghezza e  $\pm 10$  mm per l'altezza. La lunghezza dei cordoni dovrà essere misurata sullo spigolo anteriore arrotondato.

I cordoli dovranno essere collocati su massetto in conglomerato cementizio avente spessore non inferiore a 10 cm. Gli spazi tra gli elementi dovranno essere sigillati con malta cementizia dosata a 500 kg.

Norme di riferimento:

**R.D. 16 novembre 1939** - Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione.

**UNI 2712** - Manufatti lapidei stradali. Cordoni di pietra.

*Articolo 85: POZZETTI PER LA RACCOLTA DELLE ACQUE STRADALI. CADITOIE*

### **85.1. Pozzetti per la raccolta delle acque stradali**

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali saranno costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato ad elevato dosaggio di cemento e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma **UNI EN 124**.

Potranno essere realizzati mediante associazione dei pezzi idonei: pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45x45 cm e di 45x60 cm per i pozzetti sifonati; il tubo di scarico deve avere diametro interno minimo 150 mm.

I pozzetti dovranno essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti; l'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla Direzione dei Lavori.

Gli eventuali cesti di raccolta del fango saranno realizzati in ferro zincato, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali.

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m<sup>3</sup> d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati in c.a. dovranno essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni. Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole portasecchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

Norme di riferimento:

**UNI EN 124** *Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità.*

## **85.2. Caditoie stradali**

Le caditoie stradali per la raccolta delle acque defluenti dalle cunette laterali della strada devono essere opportunamente sagomate. Le prese possono essere a griglia, a bocca di lupo, a griglia e bocca di lupo, a fessura.

Le caditoie devono essere disposte ad un interasse di 25÷50 m.

I dispositivi di chiusura e di coronamento, secondo la norma **UNI EN 124**, possono essere fabbricati con i seguenti materiali:

- a) ghisa a grafite lamellare;
- b) ghisa a grafite sferoidale;
- c) getti in acciaio;
- d) acciaio laminato;
- e) i materiali di cui alle lettere a), b), c) e d) abbinati a calcestruzzo;
- f) calcestruzzo armato.

I chiusini, e griglie e i telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante: EN 124, la classe corrispondente; il nome e/o la sigla del fabbricante, eventuale marchio di conformità.

La classe di impiego (classe A15, classe B125, ecc.) di chiusini e caditoie deve essere rispondente all'uso della strada (pedonale, ciclabile, parcheggio, ecc.)

Norme di riferimento:

**UNI EN 124** *Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità.*

**Articolo 86: PREPARAZIONE DELLE BUCHE E DEI FOSSI**

Le buche per la messa a dimora di piante dovranno essere di dimensioni ampie ovvero in rapporto alle caratteristiche delle piante da mettere a dimora.

Nell'esecuzione delle buche l'impresa dovrà evitare ristagni d'acqua e il regolare scolo delle acque superficiali., in caso contrario dovranno essere predisposte le necessarie opere di drenaggio previa autorizzazione da parte della Direzione dei lavori.

**Articolo 87: TERRA DA COLTIVO RIPORTATA**

La terra da coltivo prima della messa in opera dovrà essere accettata dalla Direzione dei lavori, in merito ai seguenti valori:

- PH minore o uguale al 6;
- calcare totale maggiore o uguale al 5%;
- sostanze organiche minori di 1,5%;
- azoto totale minore di 0,1%;
- fosforo ammissibile minore di 30 ppm;
- potassio assimilabile minore del 2%;
- conducibilità idraulica minore di 0,5 cm x ora;
- conducibilità Ece.

La terra da coltivo dovrà essere priva di pietre, elementi di tronchi, rami, radici ed altri elementi che ne possano ostacolare la lavorazione agronomica durante la posa in opera.

Norme di riferimento:

**CNR**      *Guida alla descrizione del suolo, 1987.*

**S.I.S.S.**    *Metodi normalizzati di analisi del suolo.*

**Articolo 88: SUBSTRATI DI COLTIVAZIONE**

I substrati di coltivazione (terricciato di letame, terriccio di castagno, terra d'erica, terriccio di foglie di faggio, terriccio di bosco, sfagno, torba, miscugli tra vari substrati) dovranno essere forniti in confezioni sigillate, nelle quali è riportata la quantità, il tipo e le caratteristiche del contenuto. In assenza di tali informazioni l'Appaltatore dovrà produrre alla Direzione dei lavori prima della messa in opera i risultati delle analisi.

La fornitura delle analisi è obbligatoria in caso di substrati non confezionati e privi delle indicazioni riportate sulla confezione; l'Appaltatore (ad esclusione della torba e dello sfagno) dovrà fornire indicazioni sui seguenti parametri:

- sostanza organica;
- azoto nitrico;
- azoto ammoniacale;
- densità apparenti riferita ad uno specificato tenore di umidità;
- capacità idrica di campo;
- conducibilità Ece.

L'eventuale sostituzione dei substrati non confezionati con altri componenti (sabbia lavata, perlite, polistirolo espanso, pomice, pozzolana, argilla espansa, ecc.) deve essere autorizzata dalla Direzione dei lavori.

Norme di riferimento:

Legge 19 ottobre 1984, n. 748 - Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti.

**CNR** *Guida alla descrizione del suolo, 1987.*

**S.I.S.S.** *Metodi normalizzati di analisi del suolo.*

*Articolo 89: CONCIMI ORGANICI E MINERALI*

### **89.1. Concimi organici**

I concimi minerali ed organici dovranno essere rispondenti alle prescrizioni normative vigenti e nel rispetto delle prescrizioni contrattuali. Eventuali sostituzioni dovranno essere autorizzate dalla Direzione dei lavori, in base a specifiche analisi di laboratorio e specie della pianta da mettere a dimora.

*Concimi organici*

a) Concimi organici azotati.

Debbono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarato, azoto organico, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili né di fosforo né di potassio, a meno che questo non costituisca parte integrante di matrici organiche.

b) Concimi organici NP.

Debbono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarati, azoto organico e fosforo, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio. È consentita, nei casi previsti nell'allegato 1 B, la dichiarazione dell'anidride fosforica totale quando il fosforo, anche se non in forma organica, costituisce parte integrante di matrici organiche.

## **89.2. Concimi minerali**

### *1 - Concimi minerali semplici*

#### *a) Concimi minerali azotati semplici.*

Debbono contenere, espressamente dichiarato, azoto in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo o di potassio.

#### *b) Concimi minerali fosfatici semplici.*

Debbono contenere, espressamente dichiarato, fosforo in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di potassio.

#### *c) Concimi minerali potassici semplici.*

Debbono contenere, espressamente dichiarato, potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di fosforo.

### *2 - Concimi minerali composti*

#### *a) Concimi minerali composti NP.*

Debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto e fosforo in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio.

#### *b) Concimi minerali composti NK.*

Debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo.

#### *c) Concimi minerali composti PK.*

Debbono contenere, espressamente dichiarati, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto.

d) Concimi minerali composti NPK.

Devono contenere, espressamente dichiarati, azoto, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi.

*3 - Concimi minerali a base di elementi secondari*

Sono concimi a base di elementi secondari i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno degli elementi secondari: calcio, magnesio, sodio e zolfo. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

*4 - Concimi minerali a base di microelementi (oligo-elementi)*

Sono concimi a base di microelementi i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno o più microelementi: boro, cobalto, rame, ferro, manganese, molibdeno e zinco. Possono anche contenere elementi secondari, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

*5 - Norme di riferimento:*

Legge 19 ottobre 1984, n. 748 - Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti.

*Articolo 90. ACQUA PER INNAFFIAMENTO*

L'acqua per innaffiamento delle piante non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa. L'Appaltatore a richiesta della Direzione dei lavori dovrà fornire le necessarie analisi sulla qualità dell'acqua, il periodo di utilizzarne in base alla temperatura.

*Articolo 91. MESSA A DIMORA DI PIANTE*

**91.1. Generalità**

Prima della messa a dimora delle piante, l'impresa appaltatrice, qualora ordinato dalla Direzione dei lavori, dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, per collocare le piante su uno strato di fondo di spessore adeguato al tipo di pianta.

Le piante messe a dimora non dovranno presentare radici allo scoperto né risultare interrate oltre il livello di colletto.

Durante la messa a dimora l'eventuale imballo o contenitore della zolla dovrà essere tagliato al colletto e aperto lungo i lati o fianchi, ma non dovrà essere rimosso sotto la zolla.

Le buche dovranno essere riempite con terra da coltivo semplice oppure miscelata con torba ed opportunamente costipata. La Direzione dei lavori potrà richiedere l'effettuazione di una concimazione localizzata, in modo non provocare danni per disidratazione.

Dopo il riempimento attorno alla pianta dovrà essere realizzata una conca o bacino per consentire la ritenzione dell'acqua che deve essere somministrata in quantità abbondante per agevolare la ripresa della pianta e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

### **91.2. Pali di sostegno, ancoraggi e legature**

La Direzione dei lavori dovrà verificare che gli alberi e gli arbusti messi a dimora risultino dotati di pali di sostegno, di diametro ed altezza in funzione delle piante.

I pali di sostegno o tutori dovranno essere dritti, scortecciati ed appuntiti nella parte di maggiore diametro. La parte appuntita da collocarsi nel terreno dovrà essere trattata e resa imputrescibile per un'altezza di almeno 10 cm. La Direzione dei lavori potrà autorizzare l'impiego di pali in legno di produzione industriale, appositamente trattati allo scopo.

A discrezione della Direzione dei lavori i pali potranno essere sostituiti con ancoraggi in funi d'acciaio dotati di tendifilo.

Le legature dovranno essere costituite da materiale elastico o corde di canapa, è vietato l'impiego di filo di ferro.

La Direzione dei lavori potrà ordinare di inserire tra tronco e tutore un apposito cuscinetto antifrizione in modo da evitare eventuali danni alla corteccia.

### **91.3. Protezione delle piante**

L'impresa appaltatrice per prevenire eventuali danneggiamenti (transito di persone, animali, precipitazioni atmosferiche, ecc.) delle piante messe a dimora previa autorizzazione della Direzione dei lavori dovrà approntare le necessarie opere di protezione.

#### *Articolo 92: TAPPETI ERBOSI IN STRISCE E ZOLLE*

Le zolle erbose dovranno essere fornite in forme regolari (rettangolari, quadrati o a strisce).

Le strisce dovranno essere fornite arrotolate, mentre le zolle dovranno essere fornite su pallet.

Le zolle dovranno avere uno spessore da 3 a 6 cm, secondo la specifica destinazione e le caratteristiche del supporto.

La Direzione dei lavori, prima della posa in opera, dovrà verificare la corretta preparazione del terreno (rullatura, battitura, sabbiatura, trattamenti fertilizzanti, e quant'altro necessario).

Il prato, una volta ultimato, potrà essere utilizzato non prima di 30 giorni.





**Azienda Casa Emilia-Romagna  
della Provincia di Ravenna**

## **CAPO 2 – IMPIANTI ELETTRICI**

## 1. GENERALITA'

Il presente documento definisce le prescrizioni tecniche ed i requisiti generali per la fornitura, installazione e verifica degli impianti elettrici relativi al *progetto di riqualificazione edilizia residenziale pubblica consistente nella demolizione e ricostruzione di edificio sito in via Ponte romano 28 a Faenza per complessivi n.6 alloggi*.

Questo documento si riferisce pertanto alle caratteristiche tecniche e funzionali, nonché alle prestazioni dei singoli componenti degli impianti in oggetto, cui dovrà attenersi l'Impresa in fase esecutiva.

Parte integrante di questo documento sono gli elaborati di progetto costituiti dalle planimetrie d'impianto, schemi elettrici, relazioni tecniche, particolari d'installazione. Completano la documentazione tecnica gli elaborati tecnico - amministrativi, che individuano quantitativamente ed economicamente l'intervento.

I materiali, le apparecchiature ed i lavori indicati sui disegni ma non riportati sulle specifiche o viceversa, o la cui fornitura o esecuzione siano implicite per una soddisfacente esecuzione e completamento di un impianto, si dovranno ritenere inclusi nella fornitura come se fossero indicati sui disegni o sulle specifiche.

### **A. Oggetto dell'appalto**

Il presente progetto comprende la fornitura, installazione, verifica degli impianti elettrici e speciali a servizio del fabbricato, opere elettriche che si possono riassumere in:

- Impianti elettrici ordinari in esecuzione ad incasso, con distribuzione a livello del massetto del pavimento mediante uso di tubi corrugati di materiale e dimensioni idonee;
- Impianti elettrici ordinari in esecuzione a vista mediante l'uso di tubi in PVC di dimensioni idonee per i locali al piano interrato;
- Fornitura e posa in opera dei corpi illuminanti esterni alla struttura per l'illuminazione dell'area esterna completi di linee di alimentazione e organi di protezione e comando per le linee elettriche;
- Realizzazione degli impianti speciali (telefonico, televisivo DDT e SAT);
- Esecuzione delle canalizzazioni interrate per l'impianto elettrico.
- Realizzazione dell'impianto di terra;
- Realizzazione di impianto fotovoltaico;

Gli impianti elettrici saranno realizzati in conformità alla legge n°186 del 1°marzo 1968.

## **B. Impianto elettrico al servizio del cantiere edile**

Il presente progetto non comprende in alcun modo le opere elettriche necessarie all'allestimento del cantiere edile, opere che competono all'impresa, e che comunque dovranno essere eseguite nel rispetto della normativa vigente.

## **C. Termini tecnici**

La terminologia adottata nei vari documenti contrattuali, dovrà essere intesa come qui di seguito riportato:

*Conduttore di protezione (PE)* - Conduttore prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra.

*Conduttore PEN* - Conduttore che svolge insieme le funzioni sia di conduttore di protezione sia di conduttore di neutro.

*Conduttore di terra (CT)* - Conduttore di protezione che collega il collettore principale di terra (o nodo) al dispersore o i dispersori tra loro.

*Conduttore equipotenziale principale (EQSP) e supplementare (EQS)* - Conduttore di protezione destinato ad assicurare il collegamento equipotenziale.

*Contatto diretto* - Contatto di persona con parti attive.

*Contatto indiretto* - Contatto di persona con una massa in tensione per guasto.

*Corrente di guasto* - Corrente che si stabilisce a seguito di un cedimento dell'isolante o quando l'isolamento è corto circuitato.

*Corrente di guasto a terra* - Corrente di guasto che si chiude attraverso l'impianto di terra.

*Corrente differenziale* - Somma algebrica dei valori istantanei delle correnti che percorrono tutti i conduttori attivi di un circuito in un punto dell'impianto.

*Massa* - Parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensioni in condizioni ordinarie, ma che può anche andare in tensione in condizioni di guasto.

*Massa estranea* - Parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado d'introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra.

*Parte attiva* - Conduttore o parte conduttrice in tensione nel servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro, escluso per convenzione il conduttore PEN.

*Resistenza di terra* - Resistenza tra il collettore (o nodo) principale di terra e la terra.

*Tensione di contatto* - Tensione che si stabilisce fra parti simultaneamente accessibili in caso di guasto dell'isolamento.

*Circuito di distribuzione* - Circuito che alimenta un quadro di distribuzione.

*Circuito terminale* - Circuito direttamente collegato agli apparecchi utilizzatori o alle prese a spina.

*Doppio isolamento* - Isolamento comprendente sia l'isolamento principale sia l'isolamento supplementare.

*Interruttore differenziale di tipo A* - Interruttore differenziale il cui sgancio è assicurato per correnti alternate sinusoidali differenziali e per correnti differenziali unidirezionali e pulsanti, applicate improvvisamente o lentamente crescenti.

*Interruttore differenziale di tipo AC* - Interruttore differenziale il cui sgancio è assicurato per correnti alternate sinusoidali differenziali applicate improvvisamente o lentamente crescenti.

*Isolamento principale* - Isolamento delle parti attive utilizzato per la protezione base contro i contatti diretti.

*Isolamento rinforzato* - Sistema unico d'isolamento applicato alle parti attive, in grado di assicurare un grado di protezione contro i contatti elettrici equivalente al doppio isolamento, nelle condizioni specificate dalle norme relative.

*Supporto* - Staffe, zanche, tubo, profilato di ferro, tasselli e simili, di dimensioni piccole, adatte a realizzare un appoggio cui possono essere ancorati solidamente strumenti di misura, regolatori, tubi, cavi, cassette di giunzione, ecc.

*Supporto esistente* - S'intende un appoggio disponibile (strutture metalliche, terreno livellato, strutture prefabbricate, superfici metalliche ecc.) su cui possono essere ancorate parti di un impianto senza interposizione di opere accessorie.

*Supporto artificiale* - S'intende l'opera necessaria (colonnine, telai in profilato di ferro, portali, mensole

d'acciaio, ecc.) per fissare l'apparecchiatura quando non è disponibile un "supporto esistente" o se disponibile, questo non è ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

*Fissaggio* - Qualunque opera accessoria che consente di fissare accuratamente lo strumento, cassetta, tubo, ecc., solidamente ad un supporto.

*Passerelle* - Strutture realizzate con profilati di ferro imbullonati e/o saldati tra loro oppure miste con profilati e lamiera forate o lisce, aventi lo scopo di sostenere i tubetti secondari singoli ed i cavi multipli, le linee per i collegamenti primari, cavi elettrici, ecc.; si rammenta che con le dizioni "passerella verticale" oppure "orizzontale" si deve intendere il piano d'appoggio dei tubi.

*Canaletta* - Elemento prefabbricato di plastica o lamiera entro cui sono posati i tubi ed i cavi.

*Cunicolo* - Scavo con pareti e fondo in muratura o calcestruzzo (questi ultimi possono essere del tipo prefabbricato) adatto a contenere tubi e/o cavi posati sul fondo, oppure staffati sulle pareti o disposti su passerelle.

*Scavo* - Fossa con le pareti e fondo non rivestiti; sul fondo della fossa, previa interposizione di una fila di mattoni, sono interrati cavi multipli.

*Livello del piano d'installazione* - S'intende la quota rispetto al terreno, alla quale possono essere installate parti dell'impianto e/o apparecchiature.

*Livello del piano di lavoro* - S'intende la quota rispetto al terreno, e piano sul quale il personale e le relative attrezzature possono poggiare; dove richiesto, il piano di lavoro provvisorio (come impalcature, ponteggi vari, ecc.) necessari per eseguire i lavori d'installazione di parti dell'impianto o di apparecchiature, sarà a carico dell'Installatore, il quale sarà tenuto a provvedere anche ad eventuali prestazioni di scale a mano o di altro tipo, che consentano l'accesso al piano di lavoro.

## **2. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI**

### **2.1 Note generali**

Gli impianti devono essere realizzati in ogni loro parte e nel loro insieme in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione.

In particolare deve essere rispettato quanto elencato alle voci seguenti, compreso successivi aggiornamenti anche se non specificati.

### **2.2 Leggi e decreti**

I principali provvedimenti legislativi che riguardano la sicurezza per la prevenzione infortuni, inerenti il settore elettrico, sono:

- Legge n. 1341 del 13/12/1964 "Linee elettriche aeree Esterne"

- Legge n. 186 del 01/03/1968 “Disposizioni concernenti materiali e impianti elettrici”
- Legge n. 791 del 18/10/1977 “Attuazione della direttiva del Consiglio della Comunità Europea (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”
- DM del 15/12/1978 “Designazione del Comitato Elettrotecnico Italiano di normalizzazione Elettrotecnica ed Elettronica”
- DM del 5/10/1984 “Attuazione della direttiva (CEE) n. 47 del 16/1/1984 che adegua al progresso tecnico la precedente direttiva (CEE) n. 196 del 6/2/1979 concernente il materiale elettrico destinato ad essere impiegato in atmosfera esplosiva già recepito con il Decreto del Presidente della Repubblica 21/7/1982 n. 675”
- Legge n. 818 del 7/12/1984 “Nulla osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, modifica agli Articoli 2 e 3 della Legge 4/3/1982 n. 66 e norme integrative all’ordinamento del corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco”
- DM dell’8/3/1985 “Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendio ai fini del rilascio del Nulla osta provvisorio di cui alla Legge 7/12/1984 n. 818”
- DM del 27/3/1985 “Modificazioni al decreto Ministeriale 16/2/1982, contenente l’elenco dei depositi e industrie pericolosi, soggetti alle visite e controlli di prevenzione incendi”
- Legge n. 46 del 5/3/1990 “Norme per la sicurezza degli impianti”
- Direttiva 06/95/CEE del 12-12-2006 “Riguardante la marcatura CE del materiale elettrico”
- DPR 392 del 18-4-94 “Emendamenti alla legge 46/90 e al DPR 447”
- DPR n. 459 24/07/1996 “Regolamento per l’attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti di riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relativi alle macchine”
- D.Lgs. n. 615 12/11/1996 “Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalle direttive 92/ 31/ CEE, 93/ 68/ CEE, 93/97/ CEE”
- D.Lgs. n. 626 25/11/1996 “Attuazione della direttiva 93/68/CEE (che notifica la direttiva 73/23/CEE) in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato all’essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”
- D.Lgs. n. 277 del 31/07/1997 “Modificazioni del decreto legislativo 25 novembre 1996, n. 626 recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”

- DPR n. 126 del 23/03/1998 “Regolamento recante norme per l’attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera esplosiva”
- DM del 5/05/1998 “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne”
- D.Lgs. n. 79 del 16/03/1999 “Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica”
- Legge n. 36 del 22/02/2001 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”
- DPR n. 462 del 22/10/2001 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”
- DM n. 37 del 22/01/2008 “Regolamento concernente l’attuazione dell’art. 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”
- D.Lgs. n. 81 del 9/04/2008 e smi “Testo unico sulla sicurezza”.
- Le disposizioni del Locale Comando dei Vigili del Fuoco, del distributore di energia elettrica ENEL, TELECOM, A.U.S.L., ARPA, ecc..

### **2.3 Normativa tecnica**

L’Ente normatore nazionale per il settore elettrico ed elettronico è il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano). Esso ha lo scopo di stabilire:

- i requisiti che devono avere i materiali, le macchine, le apparecchiature e gli impianti elettrici affinché corrispondano alla regola di buona elettrotecnica;
- il livello minimo di sicurezza per impianti e apparecchi per la loro conformità giuridica alla regola d’arte;
- i criteri con i quali detti requisiti debbono essere provati e controllati.

Si riportano a titolo esemplificativo alcune norme CEI:

- Norma CEI 0-2 “Guida alla documentazione di progetto degli impianti elettrici”
- Norma CEI 0-16 “Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”

- Norma CEI 11-1 “Impianti elettrici con tensione superiore ad 1 kV in corrente alternata”
- Norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica Linee in cavo”
- Norma CEI 11-46 “Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa”
- Norma CEI 11-47 “Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa” Dicembre 2008
- Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”
- Norma CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell’induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”
- Norma CEI EN 50086 2-4 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati”
- Norma CEI 17-13 fasc. 1433: “Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione”;
- Norma CEI 23-51“fasc. 2731: “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”;
- Norma CEI 20-20 fasc. 663: “Cavi isolati in polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V”;
- Norma CEI 20-13: “Cavi isolati in gomma butilica con grado di isolamento superiore a 3”;
- Norma CEI 20-22: Prova dei cavi non propaganti l’incendio”;
- Norma CEI 23-8: “Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori”;
- Norma CEI 23-14: “Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori”;
- Norma CEI 23-18 (fasc. 532): “Interruttori differenziali per usi domestici e similari”;
- Norma CEI 23-5: “Prese a spina per usi domestici e similari”;
- Norma CEI 23-3: “Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari”;
- Norma CEI 64-9 (fasc. 1020): “Impianti elettrici negli edifici civili”;
- Norma CEI 64-50: “Guida CEI edilizia residenziale”;
- Norma CEI 64-51: “Criteri particolari per Centri Commerciali”;



- Norma CEI 64-52: “Criteri particolari per Edifici Scolastici”;
- Norma CEI 64-53: “Criteri particolari per edifici a prevalente uso residenziale”;
- Norma CEI 64-54: “Criteri particolari per locali di pubblico spettacolo”;
- Norma CEI 64-55: “Criteri particolari per Strutture Alberghiere”;
- Norma CEI 64-57: “Impianti di piccola produzione distribuita”;
- Norma CEI 64-12: “Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”;
- Norma CEI EN 62305-1/4:” Norme per la protezione contro i fulmini”;
- Norma CEI 34-21: “Apparecchi di illuminazione”;
- Norma CEI 14-18 fasc. 4125: “Trasformatori trifase di distribuzione di tipo a secco 50 Hz, da 100 a 2500 kVA, con una tensione massima per il componente non superiore a 36 KV. – Parte 2: Prescrizioni supplementari per i trasformatori con una tensione massima per il componente uguale a 36 kV”;
- Norma CEI 17-1 fasc. 4659C: “Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000 V”;
- Norma CEI 17-5 fasc. 1913E: “Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici”;
- Norma CEI 17-6 fasc. 4973: “Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV”;
- Norma CEI 17-11 fasc. 2097E: “Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili”;
- Norma CEI 17-21 fasc. 4032: “Prescrizioni comuni per l’apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione”;
- Norma CEI 70-1 fasc. 1915E: “Gradi di protezione degli involucri. (Codice IP)”;
- Norma CEI 100-2: “ Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni”;
- Norma CEI 100-7: “ Guida per l’applicazione delle norme sugli impianti di ricezione televisiva”;
- Norma CEI 103-1: “Impianto telefonici interni”;
- Norma EN 60849: “Sistemi elettroacustici applicati ai servizi di emergenza”;

- Norma CEI UNI EN 12464-1: “Illuminazione di interni con luce artificiale”;
- Norma UNI EN 1838: “Illuminazione di emergenza”;
- Norma UNI 9795: “Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme incendio”;
- Norma CEI 306-2: “ Guida per il cablaggio per telecomunicazioni e distribuzione multimediale negli edifici residenziali”;
- Norma CEI 306-10: “ Sistemi di cablaggio strutturato: Guida alla realizzazione ed alle norme tecniche”;
- Norma CEI 64-14: “ Guida alle verifiche degli impianti elettrici”;
- Norma CEI 11-27: “ Lavori su impianti elettrici”;
- Norma CEI 11-48: “ Esercizio degli impianti elettrici”;
- Norma CEI 79-3: “ Norme particolari per Impianti antieffrazione e antintrusione”;

**Le Norme si intendono quelle vigenti alla data di sottoscrizione del contratto da parte dell'Appaltatore.**

## **2.4 Direttive comunitarie**

Tutti i componenti e gli impianti utilizzati nella costruzione dell'impianto dovranno essere conformi alle direttive comunitarie vigenti. In particolare per quanto riguarda le macchine ed i componenti di sicurezza, queste dovranno possedere i requisiti stabiliti dal DPR 459/96 (Direttiva Macchine), quest'ultimo come modificato/abrogato dalla Direttiva 2006/42/CE (Nuova Direttiva Macchine) - Dlgs 17/2010.

## **2.5 Marcatura CE**

In base alla direttiva 93/68 in materia di marcatura CE del materiale elettrico di bassa tensione, recepita dal Decreto Legislativo 25 novembre 1996 n. 626 (pubblicato sul supplemento ordinario della G.U. del 14/12/96), tutto il materiale elettrico utilizzato per la costruzione dell'impianto elettrico deve essere marcato CE. Il presente capitolato speciale d'appalto si intende integrato in ogni articolo dalle disposizioni intervenute a seguito della Legge 415/98, quest'ultima come

modificata/abrogata dal Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE" (G.U. n. 100 del 2 maggio 2006).

### *3. Materiali e accessori di montaggio*

La fornitura comprende tutti i materiali accessori di montaggio che si renderanno necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature.

Qui di seguito sono riportati alcuni tra i più comuni "materiali accessori di montaggio" usati; l'elenco deve essere inteso come indicativo e non limitativo: - supporti, tasselli, staffette, zanche in profilato di ferro, collari d'acciaio piatto e graffette di fusione o in profilato, chiodi a sparo, viti, dadi e bulloni, nastro metallico rivestito di PVC, targhette metalliche e/o di plastica d'identificazione, pick, nastro di teflon, nastri di gomma e di neoprene, nastri tipo scotch, nastri e tubetti sterlingati, morsetti concentrici, capicorda a compressione, treccia flessibile per la messa a terra, staffe, zanche per il fissaggio dei terminali dei cavi, elettrodi, fluidi lubrificanti, ecc.

I materiali accessori di montaggio non saranno contabilizzati separatamente poiché la loro incidenza dovrà intendersi compresa nella voce principale cui si riferisce.

Per attrezzi la cui dotazione d'uso è compresa nel prezzo della manodopera, s'intendono gli attrezzi portatili e da banco d'uso singolo (per es. martelli; tenaglie, pinze, cacciavite, trapani, martelli demolitori, filiere, banchi da lavoro, pennelli, spruzzatori, saldatrici, secchi, recipienti, attrezzatura personale antinfortunistica, ecc.).

Sono comprese inoltre le prestazioni di trabattelli, scale e quant'altro necessario, per eseguire le opere nel rispetto delle norme antinfortunistiche.

Al termine dei lavori dovranno inoltre essere lasciate come scorta alcuni materiali di consumo come fusibili, lampade di segnalazione, vetri per pulsanti, ecc. nella misura minima del 10 % di quanto installato.

### **5.1 Trattamenti superficiali**

I cicli di verniciatura da adottare, in funzione sia del tipo d'aggressione ambientale che delle varie funzioni e operazioni assegnate alle opere, sono i seguenti:

- verniciature a base di resine epossidiche
- verniciature a base di resine poliesteri
- verniciature a base di resine poliuretaniche
- verniciature a base epossidiche e viniliche
- verniciature a base di cloro caucciù

Qualora si voglia procedere a proteggere le opere metalliche con rivestimenti anti corrosivi di diversa natura, si dovrà darne espressa motivata ragione in sede di presentazione dei cicli di verniciatura.

## **5.2 Verniciatura**

I lavori di verniciatura dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con idonei materiali e con esperte maestranze.

In particolare, le superfici da proteggere dovranno essere preventivamente sottoposte ad un trattamento idoneo a rimuovere completamente da tutte le zone, ivi comprese quelle di difficile accessibilità, ossido, scorie residue dai cordoni di saldatura, incrostazioni e depositi di varia natura.

I lavori che la D.L. giudicherà non eseguiti a perfetta regola d'arte dovranno essere rifatti o ripristinati a cura e spese dell'Appaltatore.

## **5.3 Materiali**

Tutti i prodotti di consumo, quali diluenti, vernici, solventi, ecc. potranno essere utilizzati soltanto se contenuti in confezioni sigillate, direttamente provenienti dalla fabbrica della Società produttrice delle vernici. Le vernici, sia fornite già mescolate, sia fornite con gli ingredienti in recipienti separati, prima dell'uso, dovranno essere preventivamente mescolate o miscelate al fine di renderle omogenee e di consistenza uniforme.

Durante l'applicazione dovranno essere frequentemente agitate. La diluizione, qualora necessaria, dovrà essere fatta esclusivamente con il tipo di diluente consigliato dal fornitore di vernici e nella quantità raccomandata. L'aggiunta di diluente dovrà avvenire durante il processo di miscelatura ad omogeneizzazione delle vernici.

## **5.4 Colori**

I colori saranno a scelta della D.L.

## **5.5 Collaudi delle verniciature**

Le verniciature saranno sottoposte ad appropriati collaudi, secondo UNI 4715 e DIN 53151, al fine di:

- verificare lo spessore complessivo degli strati applicati, con media di dieci misure campione entro una superficie di due metri quadri circa.
- continuità, con assenza di lesioni e porosità dello strato applicato.

- verificare composizione, diluizione, catalisi, ecc.

### **5.6 Garanzie sulle verniciature**

L'Appaltatore garantirà che i rivestimenti saranno in tutto conformi alle presenti prescrizioni e garantirà che la durata del rivestimento protettivo, sarà almeno di dodici mesi dal certificato di fine lavori.

Entro tale periodo l'Appaltatore si deve impegnare a rifare la verniciatura, compresa la pulizia della superficie d'acciaio, in tutti quei punti, e per l'entità richiesta, in cui esistono anomalie che non sono compatibili con la durata di detto rivestimento.

Tale rifacimento dovrà essere effettuato interamente a carico dell'Appaltatore, nei termini di volta in volta notificati dalla Committente o dalla D.L.

### **5.7 Zincatura a caldo**

La zincatura a caldo, ove prevista, dovrà essere realizzata in accordo alla norma UNI 5744-66.

Il ciclo di processo della zincatura sarà:

- sgrassaggio delle superfici
- lavaggio delle superfici
- decapaggio acido delle superfici
- zincatura, con ricoprimento minimo di 450 g/m<sup>2</sup>.

### **5.8 Materiale inox**

Solitamente i materiali saranno in acciaio inox, d'opportuna composizione, tale in ogni modo da essere compatibile con la corrosività che può derivare dall'ambiente circostante e dal tipo d'utilizzo della struttura stessa.

La finitura esterna degli acciai inox dovrà essere liscia, vale a dire priva di lavorazioni precedenti. Solo nell'ipotesi che, le parti in vista degli acciai inox presentino evidenti segni delle lavorazioni, allora le superfici dovranno essere "spazzolate". Si ricorda che, in ogni modo, la bulloneria all'esterno dovrà essere inox, rondelle e dadi compresi.

### **5.9 Altre opere**

Sono pure comprese e compensate nelle rispettive voci tutte le seguenti opere:

- Pulizia ed ingrassaggio di parti a contatto ed in scorrimento e filettature ossidatesi dal momento della presa in consegna e durante il montaggio, ed eventuali piccole riparazioni derivate da incidenti di trasporto od altro; esecuzione di tutti i collaudi elencati dagli articoli riguardanti il collaudo degli impianti, compresi il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie.
- Risarcimento alla Committente per spese che la stessa incontrerà per riparazioni di danni a strumenti, apparecchiature e lo stesso ad opere già eseguite; (tali danni saranno addebitati all'Impresa stessa alle condizioni richieste per il ripristino delle opere danneggiate). Protezione con mezzi idonei ed approvati dalla Direzione Lavori, delle apparecchiature e strumenti che potrebbero essere danneggiate sia in fase di montaggio sia in fase di normale manutenzione delle tubazioni ed apparecchiature di processo. Allineamento e taratura degli strumenti anche se installati da altri. Esecuzione di tutti i collaudi d'isolamento e funzionamento con l'impiego, il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie che devono essere di fornitura dell'Installatore. Esecuzione di tutte quelle modifiche e rifacimenti, conseguenti al mancato rispetto da parte dell'Impresa delle specifiche, norme disegni e ad errate operazioni di montaggio ed a necessità derivanti dalla mancata osservanza delle istruzioni impartite dall'incaricato della Committente.

### **5.10 Coordinamento con le opere di specializzazione edile e di altre imprese appaltatrici**

Per le opere, lavori, o predisposizioni di specializzazione edile e di altre opere non facenti parte del ramo d'arte della ditta appaltatrice ed escluse dall'appalto, le cui caratteristiche esecutive, funzionali, installative, siano subordinate ad esigenze dimensionali o funzionali degli impianti oggetto dell'appalto, è fatto obbligo alla ditta appaltatrice di rendere note tempestivamente all'Amm.ne appaltante le anzidette esigenze, onde la stessa Amm.ne possa disporre di conseguenza. Si raccomanda inoltre la necessità della più stretta collaborazione con le altre imprese eventualmente operanti nel cantiere, al fine di non determinare ritardi od arrecare intralcio di qualsiasi genere nello svolgimento dei lavori di ciascuno, e di consentire l'esecuzione di ogni opera a perfetta regola d'arte. Competono all'impresa aggiudicataria delle presenti opere, gli eventuali collegamenti delle apparecchiature elettriche installate o fornite dall'impresa termoidraulica. Questa potrà inoltre fornire parti elettriche relative a sue apparecchiature, da installarsi entro quadri, ecc.

## **4. LIVELLI DI TENSIONE E CARATTERISTICHE DEL SISTEMA D'ALIMENTAZIONE**

I livelli di tensione, con le tolleranze previste dalle norme adottate e le caratteristiche del sistema

d'alimentazione saranno le seguenti:

- Energia elettrica, consegnata interrata
- -Tensione nominale concatenata della distribuzione in BT 400 V  $\pm 10\%$
- Tensione nominale stellata (a vuoto) della distribuzione in BT 230 V  $\pm 10\%$
- Frequenza nominale 50 Hz  $\pm 2\%$
- Sistema di conduttori attivi trifase a quattro fili
- Corrente di c.to c.to trifase ai morsetti dei contatori ENEL 10 kA
- Corrente di c.to c.to fase - neutro ai morsetti dei contatori ENEL 6 kA
- Modo di collegamento a terra, sistema TT
- Potenza installata futura per la singola UI, circa 3,0 kW
- Potenza assorbita futura per la singola UI, circa 3,0 kW .

I vari circuiti sono così alimentati:

- Tensione dei circuiti ausiliari di comando delle bobine 220 Vca  $\pm 10\%$
- Tensione dei circuiti ausiliari di comando delle segnalazioni 24 Vca  $\pm 10\%$
- Tensione dei circuiti ausiliari d'emergenza 220 Vcc  $\pm 15\%$

Fattore di potenza: l'impianto deve essere predisposto per garantire un fattore di potenza medio mensile nel punto di consegna del distributore (ENEL o equivalente) pari o superiore a 0,9.

Valgono comunque le disposizioni impartite dal gestore di rete all'atto di connessione alla rete di distribuzione e quanto indicato nelle Norme CEI 0-16 e CEI 0-21

## 5. DEFINIZIONE DI IMPIANTO ELETTRICO

### 5.1 Definizione

Insieme dei componenti elettrici elettricamente associati al fine di soddisfare a scopi specifici e aventi caratteristiche coordinate.

Fanno parte dell'impianto elettrico tutti i componenti elettrici non alimentati tramite prese a spina; fanno parte dell'impianto elettrico anche i componenti utilizzatori fissi alimentati tramite prese a spina destinate unicamente alla loro alimentazione (CEI 64-8/2).

### 5.2 Origine dell'impianto

L'impianto elettrico di cui al punto precedente ha origine nel punto di consegna dell'energia elettrica da parte dell'ente distributore (ENEL).

## *6. PRESENTAZIONE DEL CAMPIONARIO, PROVE, DISPONIBILITÀ E REPERIBILITÀ DEI MATERIALI*

### **6.1 Campionario**

L'Amministrazione ove lo ritenga necessario, richiederà all'Impresa il campionario di determinati materiali di normale commercio che essa intende impiegare nell'esecuzione degli impianti. Ogni campione deve essere numerato, deve portare un cartello col nome dell'Impresa ed essere elencato in apposita distinta. La presentazione di campioni non esime l'Impresa dall'obbligo di sostituire quei materiali che, pur essendo conformi ai campioni, non fossero corrispondenti alle prescrizioni del Capitolato Speciale d'Appalto.

### **6.2 Prove e verifiche**

Sono a carico dell'Appaltatore le spese per prove, esami, verifiche, esperienze saggi e prelevamento, preparazione ed invio di campioni di materiali forniti, agli Istituti autorizzati di prova indicati dall'Amministrazione appaltante, nonché il pagamento delle relative spese e tasse con il carico della osservanza sia delle vigenti disposizioni regolamentari per le prove dei materiali da costruzione in genere, sia di quelle che potranno essere emanate durante il corso dei lavori e così anche durante le operazioni di collaudo.

L'impresa non potrà mai accampare pretese di compensi per eventuali ritardi o sospensioni dei lavori che si rendessero necessari per gli esami di cui al punto precedente. Qualora per l'urgenza di porre a termine i lavori nel tempo stabilito o nei casi di forza maggiore, l'Impresa abbia, a suo rischio e pericolo, continuato i lavori in pendenza di conoscere l'esito dell'esame di cui sopra e questo sia negativo o non conforme alle prescrizioni del presente capitolato, la Ditta stessa dovrà provvedere a sue totali spese alla rimozione dei materiali stessi entro 10 giorni dalla data dell'ordine di servizio, emesso dalla D.L., con cui la medesima viene edotta dei risultati delle prove.

### **6.3 Certificazione materiali**

Per tutti i materiali dei quali è prevista certificazione o altro, copia di detti documenti deve essere consegnata alla D.L. almeno una settimana prima della messa in opera.

### **6.4 Disponibilità**

Nell'esecuzione dell'impianto elettrico l'Impresa è tenuta ad utilizzare apparecchiature normalmente presenti e reperibili sul mercato o facilmente sostituibili con altre di pari caratteristiche.



## 7. DOCUMENTAZIONE E COLLAUDO IMPIANTO

### 8.1 Documentazione preliminare

L'impresa, prima dell'esecuzione dei lavori, dovrà eseguire il controllo rigoroso degli elaborati di progetto delle opere e dei relativi calcoli, approntando se necessario, in accordo con la stazione appaltante e con l'autorizzazione del progettista, eventuali integrazioni o modifiche per l'esecuzione in cantiere a perfetta regola d'arte, non comportanti comunque aumenti economici del quadro di spesa. Tutti i disegni di progetto e le specifiche eventualmente fornite dal committente dovranno essere controllati ed accettati dall'Appaltatore che ne assumerà relativa responsabilità, controfirmandoli per accettazione.

L'impresa dovrà inoltre trasmettere, prima della messa in opera, tutta l'ulteriore documentazione e piani necessari per una consegna ed un montaggio a regola d'arte.

Si indicano ad esempio:

- dati costruttivi ancora necessari
- disegni di posizionamento di tutti i gruppi di potenza dimensionamento e qualità dei quadri a secondo
- delle installazioni e la loro posizione, con una visibile disposizione delle installazioni all'interno dei quadri stessi;
- descrizione e documentazione tecnica delle apparecchiature utilizzate;
- disegni di montaggio per le costruzioni ecc.;
- schemi complessivi funzionamento per tutti i capitoli con cablaggi ivi riportati;
- schemi logici commentati oppure liste di sequenza per tutti i comandi elettrici;
- schemi di regolazione commentati;
- schemi elettrici per unità tipiche;
- fogli caratteristici per le apparecchiature più importanti secondo il desiderio della DD.LL.
- liste delle apparecchiature per l'intero volume di consegna, suddivisi per gruppi di potenza e stazioni
- (utilizzabili quale documentazione dello stato finale), con specificazione del tipo, modello, numero, ecc.;
- documentazione dei cablaggi, composta da elenchi cablaggio verificati e completati secondo il modello

- tratto dai piani dettagliati dei tracciati dei cablaggi;
- altre documentazioni a richiesta della DD.LL.

Tutti gli ulteriori piani e documenti, , dovranno essere consegnati a cura dell'Impresa e sottoposti alla DD.LL. e al suo rappresentante autorizzato per l'approvazione. L'approvazione della documentazione dell'Impresa da parte della D.L. non solleva quest'ultima dal proprio obbligo di garanzia.

Nessun onere o compenso aggiuntivo sarà riconosciuto all'impresa per quanto previsto nel presente paragrafo, restando espressamente convenuto che di questi oneri è stato tenuto conto nello stabilire i prezzi dei lavori a misura, a corpo e in economia.

## 8.2 Documentazione finale

A fine lavori, l'Appaltatore consegnerà alla D.L. la documentazione esecutiva di quanto eseguito, composta dai seguenti fascicoli:

Fascicolo	Descrizione Documento
A	Impianto elettrico: certificati previsti dal D.M.n°37 del 22 gennaio 2008. Dichiarazione di conformità completa degli allegati
B	Impianto elettrico: operazioni di verifica Relazione sulle operazioni di verifica previste dal Capitolato Speciale Appalto e/o norme CEI vigenti
C	Impianto elettrico: certificati prove di tipo <ul style="list-style-type: none"><li>• Certificati delle prove di tipo, previsti dalle prescrizioni</li><li>• Verifiche e prove sui quadri AS, ANS, ASD (CEI 1713/1 tab. 7)</li><li>• Omologazioni apparecchiature e materiali oggetto di specifiche norme</li></ul>

D	<p>Impianto elettrico: disegni e schemi esecutivi</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Schemi unifilari e funzionali di tutti i quadri</li><li>• Schema dell'impianto di terra</li><li>• Schema topografico impianti speciali</li><li>• Schema delle vie cavo interrato, aeree, sotto traccia</li><li>• Schema topografico delle utenze installate</li><li>• Planimetria generale dell'impianto</li></ul>
E	<p>Impianto elettrico: tabelle riepilogative</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dati dei cavi (sezione, lunghezza, nome..)</li><li>• Elenco componenti standard</li></ul>
F	<p>Impianto elettrico: depliant illustrativi</p> <p>Raccolta di tutti i depliant illustrativi dei componenti utilizzati (interruttori, cavi, tubi, scatole, contattori .... ). La raccolta deve essere accompagnata da una tabella riassuntiva composta dai seguenti campi:</p> <p>Tipo, Modello, Marca, Fornitore</p>
G	<p>Monografia apparecchiature elettromeccaniche, e speciali</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Marca, modelli, depliant, dati tecnici e norme di manutenzione</li><li>• installazione delle apparecchiature, manuali di programmazione ed uso.</li><li>• Tabella di cui al punto precedente</li></ul>

### **8.3 Modalità di presentazione**

Tutti i disegni e gli schemi dovranno essere prodotti su supporto magnetico, in formato AutoCAD®; relazioni, tabelle, ecc. saranno in formato Word® ed Excel®.

Tutta la documentazione dovrà essere presentata in almeno 3 copie su carta bianca e 1 copia su carta lucida riproducibile per i disegni.

La documentazione tecnica di cui ai punti "A" dovrà essere controfirmata dal Legale rappresentante dell'Impresa.

Quella invece prevista ai punti "B", "C", "D", "E", "F", "G", dovrà essere controfirmata dal Responsabile tecnico dell'impresa.

La raccolta di depliant di cui alla precedente voce F deve essere limitata solo alle pagine riportanti apparecchiature effettivamente installate nell'impianto.

Si evidenzia che la mancata presentazione di tutta la documentazione nelle forme sopraindicate, sarà pregiudizievole per la stesura del Certificato di Regolare esecuzione o di quello di Collaudo.

Di tutti gli oneri derivanti dalla predisposizione di quanto sopra indicato è stato tenuto conto nello stabilire i prezzi di tariffa, per cui nessun altro compenso spetta all'Appaltatore.

### **8.4 Collaudo tecnico funzionale degli impianti.**

L'impresa dovrà nominare a propria cura e spese, un tecnico collaudatore abilitato ai sensi di legge, il quale dovrà effettuare il collaudo tecnico funzionale degli impianti realizzati. Ogni onere derivante, compreso ogni assistenza, sarà a carico dell'impresa.

## **8. NORME TECNICHE RELATIVE A MATERIALI, COMPONENTI E POSA IN OPERA**

### **8.1 Premessa**

Le seguenti prescrizioni vanno intese come prescrizioni principali e fondamentali da utilizzarsi nella realizzazione dell'impianto elettrico.

Per i dettagli operativi, l'Impresa dovrà osservare scrupolosamente quanto riportato negli elaborati di progetto ed in particolare nei Dettagli Tipici d'Installazione e nelle Prescrizioni Tecniche.

### **8.2 Qualità dei materiali**

Tutti i materiali, gli apparecchi e / o apparecchiature impiegate negli impianti elettrici devono essere adatti

all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere sottoposte durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono avere caratteristiche e dimensioni tali da rispondere alle relative norme CEI e tabelle d'unificazione CEI - UNEL, ove queste esistono; inoltre, gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia CEI e la lingua Italiana.

### **8.3 Verniciatura dei componenti**

La verniciatura dei componenti dovrà essere a regola d'arte prevedendo ai necessari trattamenti (pulizia,

carteggio, aggrappante) per garantire la perfetta aderenza della vernice.

In particolare, lo strato di vernice deve essere in grado di resistere ad operazioni di graffiatura, eseguita con accessori non metallici.

Nel caso di danneggiamenti allo strato di verniciatura, dovrà essere sostituito l'intero componente prevedendo il suo riutilizzo solo dopo aver rifatto il processo di verniciatura.

Le operazioni di verniciatura non devono essere eseguite in cantiere e tanto meno sui componenti montati. E' vietato procedere alla verniciatura delle guaine flessibili.

### **8.4 Protezioni meccaniche dei conduttori**

I conduttori elettrici devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni possono essere, tubazioni di vario tipo, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile.

Non sono ammessi conduttori posati direttamente sotto intonaco, se non del tipo Pyrotenax® ed espressamente concordato con la D.L.

Nei locali chiusi assimilabili agli edifici civili ed espressamente previsto dal progetto, gli impianti elettrici si eseguiranno prevalentemente sotto traccia con tubi protettivi in materiale termoplastico auto rinvenente.

### **8.5 Protezione dei componenti elettrici dai raggi solari**

Per il posizionamento esterno di quadri elettrici, scatole di derivazione, pulsantiere e strumenti di misura

l'Impresa dovrà prendere particolari accorgimenti in modo da evitare che nel corso della giornata tali componenti siano colpiti direttamente dai raggi solari.

### **8.6 Chiusura delle canaline porta cavo**

Le canaline sono previste con coperchio di chiusura.

La chiusura dei coperchi deve avvenire in modo affidabile e sicuro utilizzando le sole modalità previste dal Costruttore.

Non è consentito utilizzare viteria addizionale per bloccare i coperchi.

Il coperchio deve essere smontabile secondo le indicazioni del Costruttore.

A questo scopo la canalina deve avere lo spazio libero laterale necessario ad eseguire l'operazione.

### **8.7 Allacciamento a scatole di derivazione, prese, pulsantiere e strumenti**

Gli allacciamenti elettrici effettuati con tubo, guaina o anche solamente con l'utilizzo del cavo, a componenti

elettrici montati in posizione verticale, deve avvenire preferibilmente dal basso.

Il foro d'entrata del cavo nel componente deve essere sulla superficie orizzontale inferiore del componente elettrico.

### **8.8 Montaggio di tubi rigidi e flessibili**

Nel montaggio dei tubi rigidi e flessibile è necessario procedere al piegamento dei tubi rigidi ricorrendo a

pezzi speciali, come curve e manicotti, solo quando il piegamento del tubo è impossibile.

Nella posa dei tubi rigidi o flessibili è necessario che gli stessi percorrano percorsi paralleli

equidistanti, sia in prossimità di tratti rettilinei, sia in prossimità di curve.

### **8.9 Allacciamento d'utenze elettriche in generale.**

Per l'allacciamento di motori, strumenti e utenze elettriche in generale deve essere utilizzato, nella parte

terminale, un tratto di tubo flessibile in modo da ridurre le vibrazioni trasmesse dal motore ai giunti della via cavi ed in modo da favorire le operazioni di sostituzione del componente elettrico ed utilizzando appositi raccordi muniti di gommino intermedio di tenuta (RTGamma).

### *9. GRADI DI PROTEZIONE MECCANICA DELLE APPARECCHIATURE E DEI MATERIALI*

Il grado di protezione meccanica minimo degli equipaggiamenti elettrici e strumentali è come di seguito indicato:

	Interno	Esterno
Quadri elettrici (con porte chiuse):	IP41	IP 55
Quadri elettrici (con porte aperte):	IP 20	IP 20
Apparecchiature elettriche:	IP 40	IP 55
Torrette a pavimento	IP 52	
Motori elettrici:	IP 54	IP 55
Apparecchi illuminanti per uffici:	IP 20	
Apparecchi illuminanti per sale e zona pubblico:	IP 40	
Apparecchi illuminanti per zone tecniche		

## 10. TUBAZIONI

### 10.1 Generalità

Ad integrazione e completamento di quanto la rappresentazione grafica consente di indicare si precisa quanto segue:

La posa sarà eseguita in modo ordinato secondo percorsi orizzontali o verticali, paralleli o perpendicolari a pareti e/o soffitti, senza tratti obliqui ed evitando incroci o accavallamenti non necessari.

Saranno evitate le giunzioni su tubi di tipo corrugato o di tipo flessibile o di diametro diverso.

Per le giunzioni fra tubazioni rigide e tubazioni flessibili, saranno impiegati gli adatti raccordi previsti allo scopo dal costruttore del tubo flessibile.

Negli impianti in vista (generalmente stagni) l'ingresso di tubi in cassette, contenitori e canalette avverrà tramite adatto pressa tubo senza abbassare il grado di protezione previsto.

Per consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori il rapporto fra il diametro interno del tubo

protettivo ed il diametro del fascio di cavi contenuti sarà almeno pari a:

- 1,4 per le linee luce, FM e simili;
- 1,6 per le linee telefoniche;
- 2,5 per i cavi coassiali d'impianto TV.

Il diametro delle tubazioni non sarà comunque inferiore a 16 mm. o a quello riportato sui disegni di progetto.

Analogamente le dimensioni delle canalette porta cavi non saranno inferiori a quelle riportate sui disegni e, salvo diversa indicazione o in assenza di dimensione, le canalette saranno dimensionate per portare i cavi su un unico strato.

Sempre allo scopo di facilitare l'infilaggio non saranno eseguite più di due curve, o comunque curve per più di 180° sulle tubazioni protettive senza l'interposizione di una cassetta di transito.

Analogamente nei tratti rettilinei non sarà superata la lunghezza di 10 m senza l'interposizione di una cassetta rompi tratta.

I tubi protettivi e le canalette portacavi devono essere disposte in modo da non essere soggette ad influenze dannose in relazione a sovra riscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc.

Nel vano corsa e nel locale macchine di ascensore e montacarichi, è vietata l'installazione di



condutture estranee all'impianto di ascensore e montacarichi.

Dovranno essere lasciate tubazioni di scorta in numero e dimensione sufficiente per i prevedibili ampliamenti dell'impianto.

### **10.2 Tubo isolante rigido pieghevole a freddo, di PVC**

Il tubo sarà autoestinguente, della serie pesante, con grado di compressione minimo di 750 N, conforme alle

tabelle CEI-UNEL, alle norme CEI vigenti e provvisto di marchio italiano di qualità (IMQ). Esso sarà impiegato per la posa in vista (a parete, a soffitto o nel contro soffitto).

Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a bicchiere conformi alle citate norme e tabelle. Non sarà possibile eseguire i manicotti e le curve a caldo, sul posto di posa. Tubazioni e accessori avranno marchio IMQ.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non sarà superiore a 1 m, in ogni caso i tubi devono essere fissati in prossimità d'ogni giunzione e sia prima sia dopo ogni cambiamento di direzione. In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato a caldo con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili; oppure saranno impiegati collari in materiale isolante, con fascetta di bloccaggio del tubo.

Collari e morsetti saranno ancorati a parete o a soffitto mediante viti inox e tasselli di plastica.

Nei locali umidi o bagnati e all'esterno, degli accessori di fissaggio descritti potranno essere impiegati solo quelli in materiale isolante.

Per la posa interrata saranno impiegati tubi in PVC conformi alle norme CEI 23-46 con rinfiacco in calcestruzzo.

### **10.3 Tubo rigido d'acciaio**

Il tubo sarà d'acciaio zincato a caldo con metodo "sendzimir", con riporto di zinco sulla saldatura e con

superficie interna priva di asperità dannose, conforme alle norme CEI vigenti e provvisto di marchio italiano di qualità (IMQ).

Esso sarà impiegato per la posa in vista a parete o a soffitto negli ambienti indicati negli elaborati grafici.

Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a bicchiere conformi alle citate norme e tabelle.

I giunti dovranno essere del tipo rapido, con garanzia della continuità elettrica e guarnizione in elastomero. Tubazioni e accessori avranno marchio IMQ.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non sarà superiore a 1 m, in ogni caso i

tubi devono essere fissati in prossimità d'ogni giunzione e sia prima sia dopo ogni cambiamento di direzione. In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato a caldo con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili.

Collari e morsetti saranno ancorati a parete o a soffitto mediante viti inox e tasselli di plastica.

#### **10.4 Tubo isolante pieghevole ed auto rinvenente di PVC (corrugato)**

Sarà conforme alle norme CEI vigenti, in materiale auto estinguente, di tipo pesante, provvisto di marchio

italiano di qualità.

Sarà impiegato esclusivamente per la posa sotto traccia a parete, a soffitto, o a pavimento, curando che in tutti i punti sia ricoperto da almeno 15 mm d'intonaco, oppure entro pareti prefabbricate del tipo a sandwich od in vista nel contro soffitto.

Non potranno essere eseguite giunzioni se non in corrispondenza di scatole o di cassette di derivazione, se non attraverso appositi giunti in materiale morbido trasparente.

I cambiamenti di direzione saranno eseguiti con curve ampie (raggio di curvatura compreso fra tre e sei volte il diametro nominale del tubo).

Avrà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N.

Al fine di facilitare il riconoscimento immediato delle linee, i tubi isolanti pieghevoli ed auto rinvenenti

dovranno essere diversamente colorati secondo la diverso utilizzo, come di seguito indicato:

- nero: circuiti luce e prese

- verde: linee telefoniche e trasmissione dati
- azzurro: citofonia e video citofonia
- marrone: antintrusione e rivelazione incendi
- viola: amplificazione
- blu: illuminazione di sicurezza, su proprio circuito
- bianco: impianto TV

### **10.5 Tubo flessibile con spirale rigida in PVC (guaina)**

Sarà in materiale auto estinguente e costituito da un tubo di plastica morbida, internamente liscio rinforzato

da una spirale di sostegno in PVC. La spirale avrà caratteristiche (passo dell'elica, rigidità ecc.) tali da garantire l'inalterabilità della sezione anche per il raggio minimo di curvatura (raggio minimo = 2 x diametro interno) ed il ritorno alla sezione originale in caso di schiacciamento. Il campo di temperatura d'impianto si estenderà da -15 °C a +70 °C.

Per il collegamento a tubi d'altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori ecc. saranno impiegati esclusivamente raccordi previsti allo scopo dal costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), anello di tenuta, ghiera filettata di serraggio, controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati. Le estremità dei tubi flessibili non saranno bloccate con raccordi del tipo a clips serrate con viti. Avrà resistenza allo schiacciamento non inferiore a 320 N.

Per posa in vista, il tubo protettivo flessibile, sarà limitato al tratto più breve possibile per consentire il raccordo alla cassetta di derivazione od apparecchiatura. In ogni modo il tubo flessibile non potrà essere impiegato laddove sia possibile impiegare il tubo protettivo rigido.

### **10.6 Tubo flessibile con spirale d'acciaio zincato (GUAINA)**

Sarà costituito da un tubo flessibile a spirale d'acciaio zincato a semplice aggraffatura, con rivestimento

esterno in guaina morbida di PVC auto estinguente, con campo di temperatura d'impiego da -15 °C a +80 °C.

La guaina esterna presenterà internamente delle nervature elicoidali in corrispondenza all'interconnessione fra le spire del tubo flessibile e ciò allo scopo di assicurare una perfetta

aderenza ed evitare che si abbiano a verificare scorrimenti reciproci.

Per i collegamenti a tubi d'altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori ecc., saranno impiegati esclusivamente i raccordi metallici previsti allo scopo del costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), manicotto con filettatura stampata per protezione delle estremità taglienti e per la messa a terra, guarnizione conica, ghiera di serraggio e controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati.

In ogni caso non è ammesso bloccare le estremità del tubo flessibile con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

Per posa in vista, il tubo protettivo flessibile, sarà limitato al tratto più breve possibile per consentire il raccordo alla cassetta di derivazione od apparecchiatura. In ogni modo il tubo flessibile non potrà essere impiegato laddove sia possibile impiegare il tubo protettivo rigido.

### **10.7 Casette di derivazione stagne in PVC**

Saranno in materiale isolante a base di PVC auto estinguente, con grado di protezione minimo IP 55.

Nei locali umidi o bagnati è ammesso solo l'impiego del tipo di materiale isolante.

Saranno dotate di coperchio con chiusura a vite. Non sono ammessi i coperchi con chiusura a pressione che non richiedono attrezzo per la rimozione.

Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che siano allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali. Saranno fissate a parete o soffitto con non meno di due viti.

Per quanto possibile, si cercherà di unificare i tipi e le dimensioni.

Tutte le tubazioni, protettive entreranno dai fianchi delle cassette. L'ingresso avverrà esclusivamente

attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti.

Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non sarà pertanto superiore a quello dei fori stessi.

Le tubazioni non sporgeranno all'interno della cassetta, poiché ogni tubo dovrà essere innestato per mezzo di un apposito raccordo tubo - scatola ad innesto rapido, senza l'utilizzo d'alcun tipo d'utensile per le forature.

Setti di separazione fissi saranno previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni

nominali diverse.

In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo d'impianto.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori saranno eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese, interruttori ecc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato.

Il serraggio dei conduttori sarà a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio avvitante.

Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati, non deve essere superiore al 70% del massimo disponibile.

Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con sigle poste sulla superficie interna o su quell'esterna del coperchio di ciascuna cassetta in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

### **10.8 Cassetta di derivazione stagne in pressofusione**

Saranno realizzate in pressofusione in alluminio lega UNI 5070, con pareti lisce di spessore superiore a 3

mm.

Avranno grado di protezione minimo IP 55.

Saranno dotate di coperchio con chiusura a vite e guarnizione in neoprene.

Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che siano allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali. Saranno fissate a parete o soffitto con non meno di due viti.

Per quanto possibile, si cercherà di unificare i tipi e le dimensioni. Tutte le tubazioni, protettive entreranno dai fianchi delle cassette.

Le tubazioni non sporgeranno all'interno della cassetta, poiché ogni tubo dovrà essere innestato per mezzo di un apposito raccordo tubo - scatola ad innesto rapido, senza l'utilizzo d'alcun tipo d'utensile per le forature.

Le tubazioni saranno collegate alla cassetta per mezzo di un apposito raccordo tubo - scatola o

mediante filettatura da realizzarsi direttamente sulla parete della stessa. I bordi delle tubazioni saranno lisciati, onde evitare il danneggiamento delle guaine dei conduttori nelle operazioni di infilaggio e sfilaggio.

In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo d'impianto.

All'interno delle cassette saranno predisposte una o più viti per la messa a terra e pratiche guide per l'applicazione di profilati tipo DIN o morsettiere. Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori saranno eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese, interruttori ecc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato.

Il serraggio dei conduttori sarà a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio avvitante.

Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati, non deve essere superiore al 70% del massimo disponibile.

Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con sigle poste sulla superficie interna o su quell'esterna del coperchio di ciascuna cassetta in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

### **10.9 Casette di derivazione da incasso in PVC**

Saranno in materiale termoplastico autoestinguente, (GWT 650 °C); con grado di protezione IP 40, o per

l'impiego in locali umidi o bagnati, con grado di protezione IP 55 per realizzare impianti incassati stagni.

Saranno di grande capacità, previste per la realizzazione di colonne montanti o derivazioni principali; predisposte per l'inserimento di separatori per la suddivisione di circuiti diversi; coperchi lisci a filo del rivestimento esterno, od eventualmente alti per il raccordo tra impianto incassato ed impianto esterno. In ogni caso il coperchio sarà con chiusura vite.

Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che siano allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali, saldamente fissate con malta cementizia. Particolare cura ed attenzione si dovrà avere affinché le cassette ed in particolare i tubi non siano ostruiti da malta od altro.

Per quanto possibile, si cercherà di unificare i tipi e le dimensioni. Saranno inoltre disponibili

inserti, e raccordi per realizzare insiemi composti.

Tutte le tubazioni, protettive entreranno prevalentemente dai fianchi delle cassette, attraverso le predisposizioni previste dal costruttore e senza praticare ulteriori allargamenti o produrre rotture che indeboliscano la struttura della cassetta.

Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non sarà pertanto superiore a quello già previsto dal costruttore. Le tubazioni che spogeranno all'interno saranno opportunamente tagliate a filo cassetta.

In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo d'impianto.

All'interno delle cassette potranno trovare posto, relè, partitori TV, collettori di terra , ecc.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori saranno eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese, interruttori ecc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato.

Il serraggio dei conduttori sarà a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio avvitante.

Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati, non deve essere superiore al 50% del massimo disponibile.

Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con sigle poste sulla superficie interna o su quell'esterna del coperchio di ciascuna cassetta in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

### **10.10 Canaletta d'acciaio zincato di tipo chiuso**

Essa sarà ottenuta da lamiera d'acciaio protetta con zincatura a fuoco sendzimir oppure, se indicato nel

computo metrico o nella specifica, con zincatura a fuoco per immersione dopo le lavorazioni foratura e piegatura.

I fianchi avranno un'altezza di almeno 75 mm e lo spessore non sarà inferiore a 1,5 mm.

Per la sospensione saranno impiegate, per quanto possibile, mensole ancorate sia a profilati fissati a soffitto, sia con tasselli direttamente a parete in modo da avere sempre un lato libero.

La distanza fra due sostegni non sarà superiore a 2 m e in ogni modo tale che la freccia d'inflessione non sia superiore a 5 mm.

La distanza della canaletta dal soffitto o da un'altra sovrapposta sarà di almeno 20 cm.

Il collegamento fra due tratti avverrà mediante giunti di tipo telescopico o da incastro in modo da ottenere la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi ed evitarne l'abrasione durante la posa oppure impiegando giunti ad angolo di tipo esterni e piastre coprigiunto interne.

Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc., saranno impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, ecc. In ogni caso gli spigoli che possono danneggiare i cavi saranno protetti con piastre terminali copri filo.

Per il collegamento delle varie parti saranno impiegati non meno di quattro bulloni d'acciaio zincato o cadmiato di tipo con testa tonda e larga posta all'interno della canaletta e muniti di rondella.

La canaletta sarà dotata di coperchio fissato o a scatto o mediante moschettoni e asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza agli attraversamenti di pareti.

Nei punti di giunzione, d'ingresso di tubazioni e analoghi sarà mantenuto il grado di protezione.

Gli accessori per la sospensione (mensole, staffe, supporti, ecc.) saranno in acciaio zincato o inossidabile, secondo il grado d'aggressività dell'ambiente o di quanto indicato nel Computo metrico o nella Specifica.

Tutte le minuterie, bulloni, clips, per il bloccaggio del coperchio saranno in acciaio zincato o inossidabile o in nylon.

Per la canaletta zincata per immersione sarà ripristinata la protezione nei punti in cui dovesse essere

indispensabile intervenire con tagli, brusche piegature, fori, ecc., oltre ovviamente alla zincatura per

immersione potranno essere impiegate vernici catodiche rispetto allo zinco, quale minio o cromato di Pb.

Dovranno essere previsti i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI.

### **10.11 Canaletta in materiale plastico**

Essa sarà realizzata in materiale plastico isolante autoestinguente, con grado di protezione del sistema IP 40.



Potrà essere montata a sospensione con mensole ancorate sia a profilati fissati a soffitto, sia con tasselli direttamente a parete od a battiscopa, in modo da avere sempre un lato libero.

Il collegamento fra due tratti avverrà mediante idonei giunti ad incastro, in modo da ottenere la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi e del coperchio di chiusura.

Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc., saranno impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, ecc.

La canaletta sarà dotata di coperchio fissato a scatto ed apribile solo con attrezzo.

Nei punti di giunzione, d'ingresso di tubazioni e analoghi sarà mantenuto il grado di protezione.

Saranno previsti all'interno traversine di trattenuta cavi ed eventuali setti di separazione per realizzare scomparti divisi, come pure cassette coordinate portafrutto o di derivazione.

## *11. CAVI E CONDUTTORI*

### **11.1 Norme vigenti**

- Legge del 1 marzo 1968, n.186.
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI 16-4 - Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori.

### **11.2 Colore d'individuazione dei conduttori**

Nella realizzazione degli impianti per l'individuazione dei conduttori, in particolare per quelli che, negli impianti civili, collegano invertitori e deviatori o l'interruttore al punto luce, dovranno essere seguiti i seguenti criteri:

1. Imposizione del colore giallo - verde esclusivamente per i conduttori di terra o di protezione o equipotenziali.
2. Imposizione del colore blu chiaro per i conduttori di neutro o per il conduttore mediano in corrente continua.
3. Ammissione, per i cavi unipolari senza rivestimento protettivo, dei colori nero, grigio e marrone, arancione, rosa, rosso, turchese, violetto e bianco.

Inoltre per sezioni nominali non superiori a 1 mm<sup>2</sup>, quando destinati ad impieghi particolari quali il

cablaggio all'interno di quadri o apparecchiature, in aggiunta ai nove colori sopra precisati è permessa qualsiasi combinazione bicolore dei colori stessi.

Il colore blu chiaro è di norma riservato all'isolante del conduttore di neutro; nei cavi multipolari, qualora questo conduttore non serva o nei casi in cui esso è identificabile per la sua forma (per esempio il conduttore concentrico), l'anima di colore blu chiaro può essere utilizzata per altre funzioni, esclusa quella del conduttore di protezione.

Quando s'utilizzano cavi unipolari con guaina non è necessaria l'individuazione mediante colorazione continua dell'isolante; tuttavia in questo caso le estremità dei cavi devono essere identificate in modo

permanente durante l'installazione da:

- Fascette o altri elementi di bicolore giallo - verde per il conduttore di protezione;
- Fascette di colore blu chiaro per il conduttore di neutro (questa distinzione può essere omessa per il conduttore di neutro di sezione inferiore a quella dei conduttori di fase corrispondenti).

La tabella che segue riassume quanto più sopra indicato.

Numero delle anime del cavo	Colori distintivi delle anime	
	Cavi con conduttore di protezione	Cavi senza conduttore di protezione
1	giallo / verde	blu chiaro; marrone; nero; grigio; bianco; arancione; rosa; rosso; turchese; violetto
2		blu chiaro marrone o nero
3	giallo / verde; blu chiaro marrone o nero	blu chiaro; marrone nero
4	giallo / verde; blu chiaro marrone; nero	blu chiaro; marrone nero; nero
5	giallo / verde; blu chiaro marrone; nero; nero	blu chiaro; marrone nero; nero; nero

### 11.3 Identificazione

I circuiti e le condutture dovranno essere disposte o munite di targhe o d'altri mezzi appropriati in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche d'impianto.

#### **11.4 Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione.**

I conduttori di neutro e di protezione dovranno essere in accordo con la norma CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori".

#### **11.5 Contrassegno dei cavi**

Ciascun cavo, con la sola esclusione di quelli d'alimentazione dei singoli apparecchi d'illuminazione e prese, sarà opportunamente contrassegnato con codice alfanumerico d'identificazione, in accordo ai documenti di progetto (es. tabelle cavi).

Le targhette d'identificazione riportanti i contrassegni di cui sopra, saranno realizzate con materiale resistente alla corrosione ed installate come segue:

- in corrispondenza di ogni terminale;
- in ogni pozzetto di infilaggio nei percorsi in tubi interrati.

#### **11.6 Isolamento dei cavi**

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale ( $U_0/U$ ) non inferiori a 450/750 V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore.

#### **11.7 Criteri di dimensionamento dei circuiti e delle condutture**

##### ***11.7.1 Sezioni minime e cadute di tensione massime ammesse***

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque apparecchio utilizzatore non sia superiore in pratica al 4% della tensione nominale) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori in funzione delle modalità di posa, ricavate dalle tabelle di unificazione CEI - UNEL.

Si raccomanda che la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque

apparecchio utilizzatore non sia superiore in pratica al 4% della tensione nominale dell'impianto.

Cadute di tensione più elevate possono essere ammesse per i motori durante i periodi di avviamento, o per altri componenti elettrici che richiedano assorbimenti di corrente più elevati, con la condizione che ci si assicuri che le variazioni di tensione rimangano entro i limiti indicati nelle relative Norme CEI.

Possono non essere prese in considerazione condizioni transitorie dovute ad un funzionamento di tipo non ordinario.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per le

condutture fisse, sono:

- 0,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti ausiliari di comando e segnalazione
- 1,5 mm<sup>2</sup> per l'illuminazione di base
- 2,5 mm<sup>2</sup> per derivazioni con o senza prese a spina

La sezione dei conduttori di neutro non deve essere inferiore a quella dei conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori di neutro può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni previste dall'art. 524.3 della norma CEI 64 - 8.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti di impianto da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nelle tabelle seguenti ricavate dalla norma CEI 64 - 8

Tab. 54A <b>Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra</b>		
	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	Vedi Tab. 54 F	16 mm <sup>2</sup> rame 16 mm <sup>2</sup> ferro zincato (*)
Protetti contro la corrosione	25 mm <sup>2</sup> rame 50 mm <sup>2</sup> ferro zincato (*)	
(*) Zincatura secondo la Norma CEI 7 - 6 oppure con rivestimento equivalente		

Tab. 54F <b>Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase</b>	
Sezione dei conduttori di fase dell'impianto <i>S (mm)</i>	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione <i>S<sub>p</sub> (mm<sup>2</sup>)</i>
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S_p = S/2$

I valori della Tabella 54F sono validi soltanto se i conduttori di protezione sono costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase. La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della condotta di

alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm<sup>2</sup> se è prevista una protezione meccanica;

- 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista una protezione meccanica.

## **11.8 Prescrizioni tecniche per la realizzazione delle installazioni elettriche - Esecuzione degli impianti**

### ***Condutture e loro accessori***

L'installazione della conduttura deve essere realizzata in modo che sia possibile il controllo dell'isolamento dei conduttori e la localizzazione di eventuali guasti.

Non possono essere annegati direttamente i cavi sotto intonaco e nelle murature; questo vale anche per i conduttori di protezione e di terra.

### ***Coesistenza delle condutture***

Le condutture elettriche, quelle di telecomunicazione, trasmissione dati, ecc., devono essere installate in modo da non generare disturbi reciproci.

Le condutture relative a impianti a bassissima tensione di sicurezza, impianti telefonici, impianti di telecomunicazione e trasmissione dati devono utilizzare tubi, condotti, canalette, cassette e pozzetti indipendenti tra loro e dalle condutture di altro tipo (es. luce e forza motrice).

E' ammessa l'utilizzazione di un unico cunicolo, passerella, condotto, canaletta o percorso interrato solo nei casi in cui questi abbiano dimensioni tali da garantire le distanze di sicurezza richieste e di non influenza reciproca ed i singoli circuiti siano chiaramente identificati.

In particolare, per gli impianti telefonici allacciati alla rete pubblica bisogna verificare se la società telefonica locale richiede la separazione delle condutture relative anche nei confronti degli altri impianti di telecomunicazione.

In ogni caso, nei cunicoli, sulle passerelle, nei condotti e nelle canalette i cavi degli impianti telefonici allacciati alla rete pubblica devono essere intubati.

E' ammessa l'utilizzazione di un unico cunicolo in comune con canalizzazione in natura diversa purché le condutture siano disposte in modo da non essere soggette ad influenze dannose in relazione a sovra riscaldamenti, gocciolamenti, corrosioni, ecc.

### ***Percorso delle condutture***

Le condutture devono essere generalmente realizzate a tratti rettilinei verticali ed orizzontali. I cavi e i conduttori appartenenti ad uno stesso circuito devono seguire il medesimo percorso e, se in tubo, devono essere infilati nello stesso tubo.

Negli attraversamenti di solai, pavimenti, pareti, stipiti di finestre o porte, i cavi devono essere protetti mediante tubi, canalette o similari.

***Giunzioni e terminazioni dei conduttori***

Le giunzioni dei conduttori relativi a circuiti elettrici devono essere fatte entro le cassette, mediante morsettiere fisse oppure con morsetti volanti muniti di rivestimento isolante.

I conduttori non devono trasmettere sollecitazioni meccaniche ai morsetti delle prese, delle spine, degli interruttori e degli apparecchi utilizzatori.

Terminazioni realizzate mediante saldatura sono ammesse unicamente nei circuiti con correnti deboli (citofoni, telefono, trasmissione dati, ecc.).

Per gli impianti telefonici, citofonici e di trasmissione dati, non sono ammesse giunzioni intermedie tra due terminali.

***Condutture in tubi o condotti***

I cavi e i conduttori in tubo o condotti devono essere sfilabili senza che ne risultino danneggiati.

Le curve dei tubi devono avere un ampio raggio di curvatura e, se necessario, saranno utilizzati appositi raccordi di infilaggio.

Le tubazioni saranno opportunamente distanziate fra loro e provviste di giunti a tre pezzi in modo da rendere agevole lo smontaggio e rimontaggio delle tubazioni stesse ed i loro accessori (cassette, raccordi d'infilaggio, ecc.).

Tutte le tubazioni saranno sicuramente fissate a supporti ed ancorate in modo da evitare spostamenti e fluttuazioni al momento dell'infilaggio cavi.

Gli ancoraggi saranno inoltre opportunamente distanziati in modo da ridurre al minimo le frecce delle tubazioni negli intervalli tra i supporti orizzontali.

La piegatura delle tubazioni sarà effettuata esclusivamente a freddo.

Entro ogni tubazione vuota sarà lasciato un filo di ferro di sufficiente resistenza per essere utilizzato come pilota nella fase successiva d'infilaggio cavi.

***Condutture a vista***

L'installazione di condutture in vista può essere prevista solo quando non vi sia pericolo di lesioni o

danneggiamenti meccanici.

Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- a) il fissaggio dei cavi deve essere realizzato solo per mezzo di appositi accessori, es. graffette, disposti in modo da non danneggiare i cavi ed in quantità tale che il cavo aderisca alle pareti e non presenti insellamenti apprezzabili;



- b) gli accessori di fissaggio devono essere privi di spigoli e se metallici devono essere protetti contro l'ossidazione;
- c) non può essere fissato più di un cavo per ogni accessorio salvo che si tratti di accessori multipli
- d) appositamente realizzati;
- e) i cavi posati in vista ad altezza inferiore a 2,50 m in ambienti abitualmente praticabili devono essere meccanicamente protetti.

### ***Condutture all'esterno***

Le derivazioni all'esterno devono essere adatte per ambienti bagnati.

Le condutture in tubo in aria devono essere adatte agli agenti atmosferici e realizzate in modo da impedire l'infiltrazione d'acqua.

I tubi interrati devono essere stagni ed annegati in massello di calcestruzzo di dimensioni tali che lo spessore tra tubo e tubo sia almeno di 60 mm e tra tubo e terreno di 90 mm in tutte le direzioni.

Per l'infilaggio dei cavi si dovranno avere adeguati pozzetti. Il distanziamento fra tali pozzetti sarà da stabilire in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare.

### ***Condutture in ambienti umidi o bagnati***

Le condutture in tubi e condotti in ambienti umidi e bagnati devono essere realizzate in modo da impedire infiltrazioni d'acqua.

### ***Condutture in luoghi a maggior rischio in caso d'incendio***

I conduttori dei circuiti in c.a. posti in "ambienti a maggior rischio in caso d'incendio", devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano cavi unipolari. Le condutture (comprese quelle che transitano soltanto) devono essere realizzate in uno dei modi indicati ai punti i1), i2), i3) dell'art. 751.04.1 della norma CEI 64 - 8.

### ***Conduttori di protezione (PE)***

I conduttori di protezione, se posti nelle stesse condutture dei conduttori di fase, devono essere isolati.

I conduttori di protezione, se non posti nelle stesse condutture dei conduttori di fase, devono essere installati in modo da non essere esposti né a danneggiamenti meccanici né a corrosioni; inoltre, se nudi, non devono essere posati a contatto con materiali combustibili.

***Conduttori unipolari tipo N07V-K***

Cavi per interni non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi.

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20 -22 II e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Saranno essenzialmente costituiti da:

- Conduttore a corda flessibile di rame rosso ricotto, non stagnato, isolato in PVC qualità R2.
- Tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V
- Tensione di prova: 2.5 kV

Condizioni di impiego:

- Per tensioni fino a 1000 V in c.a. per installazioni fisse o protette.
- Da installare entro tubazioni in vista, incassate o altri sistemi chiusi.
- Non installare a contatto con superfici calde.

Condizioni di posa:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: +5°C.
- Raggio minimo di curvatura : 4 volte il diametro esterno.
- Sforzo massimo di tiro : 50 N/ mm di sezione totale del rame.

***Cavo multipolare tipo N1VV-K***

Cavi per energia e segnalazioni non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi, per posa fissa.

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20 -22 II/ 20 -37 PT1 e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Saranno essenzialmente costituiti da:

- Conduttore a corda flessibile di rame rosso ricotto, non stagnato, isolato in PVC qualità R2, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina esterna in mescola di PVC di qualità RZ..

- Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV
- Tensione di prova: 4 kV

Condizioni di impiego:

- Adatto per posa all'interno, in ambienti anche bagnati ed all'esterno.
- Ideali per posa fissa su muratura e strutture metalliche, ammessa anche la posa interrata.

Condizioni di posa:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: +5°C. - Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno.
- Sforzo massimo di tiro : 50 N per mm<sup>2</sup> di sezione totale del rame

### ***Cavo uni/multipolare tipo FG7(O)R***

Cavi per energia e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica di qualità G7, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi, per posa fissa.

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20 -22 II/ 20 -37 PT1 e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Saranno essenzialmente costituiti da:

- Conduttore a corda flessibile di rame rosso ricotto stagnato, isolato in gomma vulcanizzata etilenpropilenica (HEPR) di qualità G7, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina esterna in miscela di PVC di qualità RZ..
- Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV
- Tensione di prova: 4 kV

Condizioni di impiego:

- Adatto per posa all'interno, in ambienti anche bagnati ed all'esterno. Ideali per posa fissa su muratura e strutture metalliche, ammessa anche la posa interrata.
- Particolarmente adatto in ambienti industriali e civili per impianti BT e trasporto di comandi o segnali.

Condizioni di posa:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: +0°C.
- Raggio minimo di curvatura : 4 volte il diametro esterno.

- Sforzo massimo di tiro : 50 N per mm<sup>2</sup> di sezione totale del rame, sia per i cavi flessibili che per quelli rigidi.

***Cavo uni/multipolare tipo FG10(O)M1***

Cavi per energia e segnalazioni isolati in mescola elastomerica di qualità G10, non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi, per posa fissa.

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20 -22 III/ 20 - 35/ 20 -37/ 20 - 38 e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Saranno essenzialmente costituiti da:

- Conduttore a corda flessibile di rame stagnato, isolato con mescola elastomerica di qualità G10, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina esterna termoplastica speciale tipo M1.
- Tensione nominale U<sub>o</sub>/U: 0,6/1 kV
- Tensione di prova: 4 kV

Condizioni di impiego:

- Sono particolarmente indicati in luoghi con rischio d'incendio e con elevato numero di persone, come uffici, scuole, alberghi, supermercati, metropolitane, cinema, teatri, discoteche etc.
- Sono utilizzabili in interni per posa fissa su muratura e su strutture metalliche anche in ambienti bagnati, utilizzabili anche in esterni, ammessa anche la posa fissa.

Condizioni di posa:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: 0°C.
- Raggio minimo di curvatura : 4 volte il diametro esterno.
- Sforzo massimo di tiro : 50 N/ mm<sup>2</sup> di sezione totale del rame.

***Cavo uni/multipolare tipo FG10(O)M1 20-45***

Cavi per energia e segnalazioni isolati in mescola elastomerica di qualità G10, non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi, con barriera antifluoco, per posa fissa.

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20 -22 III/ 20 - 35/ 20 -37/ 20 - 45 e successive

varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Saranno essenzialmente costituiti da:

- Conduttore a corda flessibile di rame stagnato, barriera antifluoco in mica, isolato con mescola elastomerica di qualità G10, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina esterna termoplastica speciale tipo M1.
- Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV
- Tensione di prova: 4 kV

Condizioni di impiego:

- E' indicata l'installazione dove si rende necessario garantire l'efficienza di tutti i sistemi di sicurezza anche durante l'evolversi di un incendio. Quando sottoposto a fiamma (750°C) il cavo mantiene le proprie caratteristiche elettriche per almeno 3 ore.
- Sono utilizzabili in interni per posa fissa su muratura e su strutture metalliche anche in ambienti bagnati, utilizzabili anche in esterni, ammessa anche la posa fissa.

Condizioni di posa:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: +0°C.
- Raggio minimo di curvatura : 12 volte il diametro esterno massimo.
- Sforzo massimo di tiro : 50 N per mm<sup>2</sup> di sezione totale del rame, sia per i cavi flessibili che per quelli rigidi.

### ***Cavo telefonico***

Cavo telefonico mono o multi coppie non propagante l'incendio, in corda di rame flessibile isolato in PVC con guaina esterna in PVC del tipo non propagante l'incendio, a norme CEI 20 - 22 II. Diametro nominale del conduttore 0,6 mm, spessore minimo dell'isolante 0,15 mm. Rispondenti alle norme CEI 46-5, dotato di marchio IMQ.

### ***Cavo per segnalazioni o dati***

Cavo per segnalazioni o dati, di tipo multipolare con anime colorate, non propagante l'incendio, in corda di rame flessibile isolato in PVC con guaina esterna in PVC del tipo non propagante l'incendio, a norme CEI 20 - 22 II.

Diametro nominale del conduttore 0,6 mm, spessore minimo dell'isolante 0,15 mm. Rispondenti

alle norme CEI 46-5, dotato di marchio IMQ.

### **Cavo coassiale**

Cavo coassiale per segnale televisivo, tipo a basse perdite, impedenza nominale 75Ohm, costituiti da

conduttore in rame isolato in polietilene con schermatura in calza di rame e guaina esterna in PVC, del tipo non propagante l'incendio, a norme CEI 20 - 22 II.

## **11.9 CORPI ILLUMINANTI**

### **Generalità**

Gli apparecchi illuminanti saranno completamente rispondenti alle Norme CEI ovvero ad altre Norme CEI 34- 21..23..27..28..29..31..32..34..36..37..38..45 e disposizioni di legge che dovessero successivamente essere emanate, ad integrazione o sostituzione di quelle citate. Saranno provvisti di marchio IMQ, e nel caso di montaggio su superfici normalmente infiammabili dovranno inoltre essere marcati con la sigla F.

Ciascun apparecchio sarà completo e funzionante in ogni sua parte, caratterizzato da robustezza, precisione di lavorazione e accuratezza di finitura, esente da vibrazioni e rumori dovuti agli alimentatori (se presenti).

Gli involucri metallici e le parti metalliche internamente accessibili per manutenzione saranno collegati in modo permanente e sicuro ad un morsetto di terra.

Il conduttore di protezione non avrà sezione inferiore a 1,5 mm<sup>2</sup> e sarà contraddistinto da rivestimento isolante giallo verde.

Nell'apparecchio illuminante, le apparecchiature accessorie contenute risulteranno facilmente smontabili e sostituibili.

I cablaggi interni saranno realizzati con conduttori in rame, aventi sezione non inferiore a 1 mm<sup>2</sup>, aventi isolamento e rivestimento resistenti al calore, o conduttori in rame isolati con gomma siliconica resistente al calore e rivestiti con treccia di fibra di vetro trattata, in conformità alle Norme 20-19.

Il cassetto metallico o in resina, costituente il corpo dell'apparecchio illuminante, deve essere corredato di guarnizione elastica, di materiale anti invecchiante, posta in adeguata sede, coerentemente al grado di protezione IP prescritto per ciascun tipo d'apparecchio. Anche l'entrata del cavo d'alimentazione corrisponderà al grado di protezione IP prescritto.

I cassonetti metallici devono essere realizzati con lamiera d'acciaio, trattata e preparata, verniciata a fuoco o con altro procedimento di pari efficacia, con tinta da definirsi in sede contrattuale.

I cassonetti in resina devono essere realizzati con l'impiego di resina poliestere rinforzata da fibre di vetro auto estinguente.

Gli apparecchi devono soddisfare alle norme o leggi riguardanti il livello di disturbo elettromagnetico ammissibile.

Fusibili di protezione agevolmente sostituibili, montati su porta fusibili fissi.

Morsettiera in materiale termoindurente e viti o levette inossidabili per il fissaggio dei componenti e degli eventuali schermi.

Accessori, tasselli, staffe, supporti e quant'altro necessario per l'ancoraggio del corpo illuminante a soffitto, contro soffitto, pareti e strutture di qualsiasi natura.

I corpi illuminanti saranno corredati delle lampade relative, in numero, potenza e caratteristiche idonee all'inserimento nel corpo illuminante stesso.

Le lampade usate per l'illuminazione di interni avranno generalmente temperatura di colore compresa fra 3300 K (bianco - calda) e 5300 K (bianco - neutra), con indice di resa del colore (Ra) compreso fra 80 e 90, e appartenenza al gruppo 1B per resa del colore (Ra'). Le lampade avranno la medesima tonalità di luce in tutto l'edificio, salvo specifiche indicazioni fornite dalla D.L.

L'esatto orientamento degli apparecchi d'illuminazione, nei locali, dovrà essere valutato in fase d'installazione, in funzione della precisa predisposizione dei posti di lavoro, in modo da fornire agli utenti il miglior comfort visivo.

Per il dettaglio delle caratteristiche degli apparecchi illuminanti, si veda l'elenco prezzi.

## **11.10 APPARECCHI COMPONENTI**

### ***Apparecchi di comando per usi domestici e similari***

Saranno costruttivamente conformi e rispondenti a quanto prescritto dalle norme CEI 23-11 23-9 e successive varianti.

Caratteristiche generali:

- tensione nominale 250 V c.a.
- frequenza nominale 50 Hz
- corrente nominale 10 / 16 A

- tensione di prova per 1' 2 kV
- involucro isolante in poli carbonato di tipo chiuso per la totale segregazione delle parti attive;
- tasto di superficie "elevata" onde facilitarne la manovra da parte dell'operatore.
- viti di serraggio dei conduttori; - contatti in lega di argento..

Saranno distinti per tipologia ed esigenze impiantistiche secondo quanto riportato sulle tavole di progetto e

così suddivisi:

- a) **INTERRUTTORE:** per il comando di utenze da un solo punto ed una posizione del contatto (aperto o chiuso).
- b) **DEVIATORE:** c.s.d. ma per il comando da due punti.
- c) **INVERTITORE:** c.s.d. ma per il comando da tre punti.
- d) **PULSANTE:** può essere a tasto o a tirante, comunque con ritorno a molla nella posizione originale dopo il suo azionamento. Sarà con contatto NC o NA secondo le esigenze. Saranno provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

### ***Accessori per apparecchi componibili***

- a) **TELAIO:** realizzato in materiale plastico auto estinguente con possibilità di installare da 1 a "n" elementi componibili. Sarà realizzato in modo da isolare completamente le parti attive ed i cavi di collegamento degli elementi. Avrà struttura meccanica robusta a facilitare il bloccaggio rapido degli apparecchi. Sarà infine fissata alla cassetta incassata tramite due viti entro fori asolati onde eliminare eventuali difetti di posa della scatola incassata.
- b) **PLACCA:** sarà fissata al telaio mediante sistema a scatto. Per l'estrazione successiva della stessa sarà impiegato un cacciavite inserito negli appositi incastri come prescritto dalle raccomandazioni CEI. Sarà in materiale termoplastico (bianco o colorato) o metallico secondo le specifiche e recherà il numero di fori pari a quelli del telaio.
- c) **SCATOLA DI CONTENIMENTO:** sarà in materiale termoplastico rigido, per il contenimento dei frutti componibili. Avrà dimensioni adeguate al tipo di telaio necessario (es. da 1 a 3 o da 4 a "n") secondo i casi. Sarà incassata nelle pareti al grezzo prima dell'intonaco in modo che questa risulti perfettamente a filo della finitura onde facilitare il montaggio successivo degli altri componenti.
- d) **ESECUZIONE STAGNA:** dove espresso specificatamente, per questo tipo di esecuzione, si adotteranno accessori opportuni in modo da ottenere, per le apparecchiature, il grado di isolamento richiesto. Saranno impiegate placche fornite di membrana e guarnizioni di



tenuta per gli organi di comando e placche con coperchio a molla e guarnizione per tutti gli altri elementi componibili. (es. prese). Il grado di protezione non sarà inferiore a IP 44 e comunque dovrà rispondere a quanto previsto dalle normative vigenti.

### **13.1. CRITERI D'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI DI TERRA ED, EVENTUALMENTE, DI PROTEZIONE DELLE STRUTTURE DAI FULMINI**

#### ***Norme vigenti***

Gli impianti di terra e di protezione delle strutture dai fulmini dovranno essere eseguiti in osservanza delle seguenti norme:

- CEI 64-8, fascicolo 1920 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 v in corrente continua - Parte 5 - Scelta ed installazione dei componenti elettrici.
- CEI 81-1, fascicolo 1439 - Protezione di strutture contro i fulmini. La legge del 1 marzo 1968 n.186.
- Le disposizioni ISPELS ed in particolare il DPR n.547 del 27 aprile 1955 e successivi aggiornamenti.
- Le disposizioni del locale Comando dei Vigili del Fuoco.
- Le norme UNI e UNEL per quanto riguarda i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le norme di costruzione e di esecuzione, le modalità di collaudo, ecc.

#### **12.1.1 Impianto di terra**

##### ***Criteri di dimensionamento dell'impianto di terra***

L'impianto dovrà essere dimensionato e realizzato in modo da proteggere contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli utilizzatori normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione.

Dovranno pure essere collegati a terra i sistemi di tubazioni metalliche accessibili, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore. Il dispersore di terra sarà costituita da una maglia orizzontale e dispersori verticali.

Tutti i conduttori equi potenziali delle masse e delle masse estranee dovranno essere accessibili e collegati in apposita barretta equipotenziale.

I conduttori di protezione potranno essere separati dai conduttori delle fasi attive, per la scelta e la relativa verifica si dovrà fare riferimento a CEI 64-8; gli elementi metallici dell'impianto non



**Azienda Casa Emilia-Romagna  
della Provincia di Ravenna**

potranno essere utilizzati come parti conduttrici.

### ***Realizzazione dell'impianto di terra***

L'impianto di terra dovrà comprendere il collegamento delle carcasse dei motori, dei tubi, canaline e guaine poste a protezione dei cavi elettrici, e delle strutture metalliche quali ponti, ringhiere, scale, grigliati.

Il collegamento delle masse metalliche deve essere realizzato mediante vite in acciaio inox, diametro non inferiore a 8 mm, filettato sulle stesse masse metalliche, e rondelle, oppure con foro passante (in questo caso munito anche di dado di serraggio).

Il collegamento dei tubi conduit, se metallici, dovrà essere realizzato tramite appositi collari a doppio corpo apribile, di cui uno munito di morsetto/i di serraggio del conduttore equipotenziale, muniti di linguetta di contatto.

La continuità metallica tra i vari tubi sarà considerata valida solo alla presenza di raccordi filettati od espressamente realizzati: il collegamento dei tubi conduit alle canaline d'acciaio zincato non sarà ritenuto un collegamento equipotenziale.

Tutti i collegamenti delle strutture metalliche dovranno essere realizzati "a vista".

La connessione tra i vari conduttori di terra dovrà essere effettuata mediante morsetti a compressione la cui deformazione dovrà essere ottenuta da apposite prese idrauliche; nel punto di unione dovrà essere ripristinato l'isolante per mezzo di nastri auto agglomeranti.

La rete di dispersione sarà costituita da una corda di rame nuda, possibilmente ad anello perimetrale intorno all'edificio, direttamente interrato nel terreno ad una profondità di almeno 50 cm. Tale anello sarà collegato al collettore principale di terra, ed ai ferri dell'armatura di fondazione dell'edificio laddove possibile, ed interconetterà i dispersori indicati nei disegni.

I dispersori, realizzati in profilato di acciaio zincato a caldo, dim. 50x50x5 mm e lunghezza 2.000 mm, completi di accessori di collegamento in acciaio inox, saranno di norma installati entro pozzetti ispezionabili. Ogni dispersore sarà segnalato da idonea targa in alluminio, al fine di facilitarne l'individuazione, targa riportante anche il valore della resistenza.

Il sistema di connessione dovrà essere effettuato in modo tale che, agendo sui singoli dispersori, possa essere interrotto il collegamento principale con la rete di terra.

### ***Impianto integrativo per protezioni da sovra tensioni***

L'impianto di protezione integrativo contro le fulminazioni indirette è costituito da tutti i dispositivi, quali: connessioni equipotenziali, limitatori di tensione, ecc., atti a contrastare gli effetti associati al passaggio della corrente del fulmine (tensioni di passo, tensioni indotte, sovra tensioni, ecc.) nell'impianto base o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

Dovranno essere previste connessioni equipotenziali, dirette o tramite limitatori di tensione, fra i

corpi metallici esistenti all'interno del volume da proteggere e fra questi e l'impianto di protezione base; inoltre dovranno essere previsti idonei sistemi coordinati di protezione da sovratensioni sul lato BT sia del quadro generale, sia dei quadri periferici nonché idonee protezioni su tutte le linee elettriche o segnaletiche o seriali entranti o uscenti dai vari manufatti.

### *13.1. QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE*

#### ***Norme vigenti***

I quadri elettrici dovranno essere eseguiti in osservanza delle seguenti norme:

- CEI 17-13/1, o CEI 17-13/3 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione
- (quadri BT).
- La legge del 1 marzo 1968 n.186.
- Le disposizioni ISPELS ed in particolare il DPR n.547 del 27 aprile 1955 e successivi aggiornamenti.
- Le norme UNI e UNEL per quanto riguarda i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di costruzione e di esecuzione, le modalità di collaudo, ecc.

#### ***Costruzione dei quadri***

I quadri elettrici saranno del tipo autoportante ad armadio, oppure per appoggio a parete, e saranno adatti per il montaggio a parete e/o incassato.

Dovranno essere atti a contenere tutte le apparecchiature di sezionamento ed interruzione con i relativi sistemi di comando, controllo, misura, protezione, regolazione, segnalazione, previste.

Le apparecchiature di protezione, comando, potenza saranno installate esclusivamente sui pannelli interni allocati sul fondo del quadro, le apparecchiature di comando e la strumentazione saranno installate sulle porte. Non è ammesso installare apparecchiature su pannelli asportabili; si possono nei casi necessari utilizzare a questo scopo pannelli a cerniera.

Si dovrà raggiungere un buon effetto estetico esterno, unito ad una facile ed immediata individuazione delle manovre da compiere. Componenti omogenei dovranno essere della medesima marca ed appartenere alla stessa linea di prodotto.

All'interno del quadro dovrà essere possibile un'agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione, in modo particolare per le parti di più frequente controllo quali fusibili e relè. I componenti devono essere conformi alle relative norme.

I terminali delle apparecchiature non devono avere altezza inferiore a:

- 20 cm sopra il piano del pavimento e gli strumenti non devono essere montati ad altezza superiore a 2m dal pavimento;
- gli attuatori dei dispositivi di manovra, devono essere in genere collocati ad una altezza compresa tra 0.8 ed 1.6 m dal pavimento.

### ***Carpenteria***

La struttura dei quadri sarà sempre realizzata con intelaiatura e pannelli in lamiera ribordata a doppia piega, di idoneo spessore o resina autoestinguente.

I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato e posteriormente. Saranno ancorati alle strutture murarie; se ad armadio, saranno appoggiati su basamento e zoccolo, e fissati tramite bulloni tirafondi a terra e tasselli ad espansione alla parete di appoggio; se appesi a parete saranno fissati tramite zanche e tasselli ad espansione; se da incasso mediante inserimento in eventuale contro cassetta a murare o direttamente, compreso cornice di finitura.

I quadri risulteranno composti da uno o più scomparti a seconda delle loro dimensioni complessive e del peso.

Il collegamento tra le porte e l'interno del quadro sarà tale da porre i singoli conduttori in sforzo di flessione e non di torsione. Tutte le apparecchiature saranno facilmente accessibili solo dal fronte.

Le sbarre collettrici saranno in rame, ampiamente dimensionate ed ammarate per sopportare le sollecitazioni

dovute alle possibili correnti di corto circuito in gioco, senza subire deformazioni o danni agli elementi.

L'isolamento, tra le fasi e tra le fasi e la terra, delle parti attive dei circuiti di potenza ed ausiliari dovrà essere realizzato con materiali isolanti aventi elevate proprietà meccaniche ed elettriche, non igroscopici, auto estinguenti, resistenti alla fiamma ed all'arco superficiale, idonei a mantenere nel tempo le proprietà caratteristiche. Inoltre negli attraversamenti delle lamiere metalliche di divisione tra le varie celle i conduttori e/o le sbarrette metalliche dovranno essere non direttamente a contatto con la lamiera, ma dovranno essere muniti di guarnizione in materiale auto estinguente.

In ogni caso le caratteristiche dei materiali devono essere come minimo quelle indicate nei seguenti sotto capitoli.

### ***Messa a terra***

Tutte le strutture metalliche del quadro, e le eventuali armature dei cavi provenienti dal campo,

dovranno essere collegati alla rete di terra.

Anche i contenitori metallici delle apparecchiature elettriche dovranno essere collegati a tale rete se le tensioni relative saranno a 25 V se in c.a. ed a 50 V se in c.c.

### ***Cablaggio elettrico***

Il cablaggio elettrico del quadro dovrà essere conforme alle prescrizioni delle Norme CEI applicabili.

Le sbarre conduttrici dovranno essere dimensionate per i valori della corrente nominale e per il valore della corrente di corto circuito. Saranno fissate con ammaraggi isolati atti a sopportare le sollecitazioni elettrodinamiche dovute alle correnti di corto circuito. Le sbarre saranno in rame elettrolitico a spigoli arrotondati, con giunzioni ad imbullonatura contro l'allentamento.

Le derivazioni saranno realizzate in corda di rame flessibile e provviste di capicorda a pressione, dimensionate per la corrente nominale o massima del tipo di interruttore a prescindere dalla sua taratura, ed alimenteranno singolarmente ogni interruttore a partire dal sistema di sbarre sopraindicato od in caso di piccoli quadri, da un piccolo sistema di sbarre ubicato a valle dell'interruttore generale. Ogni derivazione sarà numerata e munita singolarmente di capicorda, mentre non sono ammessi cavallotti sulle apparecchiature se non espressamente previsti dal costruttore degli interruttori.

Per correnti superiori a 100 A, tali collegamenti saranno generalmente costruiti in sbarre, salvo diversa indicazione progettuale. Dovrà essere studiato altresì lo spazio, la possibilità di ammaraggio e collegamento elettrico di tutti i cavi entranti od uscenti dal quadro. Non transiteranno in morsettiera i cavi uscenti, avente sezione maggiore di 50 mm<sup>2</sup>.

Tutti i conduttori, sia ausiliari che di potenza (salvo quanto s.d.) si attesteranno a delle morsettiere componibili su guida DIN, con diaframmi dove necessario.

Ogni conduttore sarà provvisto alle estremità di capocorda a puntale od occhiello, con numerazione di identificazione identica a quanto riportato sugli schemi di cablaggio. I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline con coperchio a scatto. Non è ammesso l'impiego di canaline fissate con adesivo. Ove non sia possibile l'impiego di canaline, i conduttori potranno essere raggruppati con collari autobloccanti.

- Sezione minima dei conduttori ausiliari e strumenti per collegamenti interni 1 mm<sup>2</sup>.
- Sezione minima dei conduttori ausiliari per collegamenti amperometrici 2,5 mm<sup>2</sup>.
- Dimensionamento della canalina in PVC auto estinguente: con grado di riempimento non superiore al 70%

Lo spazio da riservare sul fronte e all'interno del quadro, per l'eventuale installazione futura di



**Azienda Casa Emilia-Romagna  
della Provincia di Ravenna**

nuovi strumenti, dovrà essere almeno il 20% dello spazio complessivo.

## **Contrassegni - Colorazioni - Individuazioni**

### ***Targa del quadro***

Ogni quadro deve essere corredato di targhetta esterna con le indicazioni del costruttore o marchio di fabbrica; il tipo o numero di identificazione attribuito dal costruttore; la corrente nominale del quadro (per i tipi ASD).

### ***Apparecchiature interne***

Le apparecchiature interne dovranno essere chiaramente identificate mediante:

- Contrassegni fasi L1; L2; L3
- contrassegno neutro: N
- contrassegno terra: nastratura giallo verde.
- Contrassegni apparecchiature interne con etichette adesive con protezione in plastificante.
- Contrassegni dei conduttori isolati con collari o tubetti con numerazione indelebile.
- Colorazione dei conduttori isolati di fase: nero; colorazione del conduttore di neutro: azzurro.
- Colorazione dei conduttori ausiliari in corrente alternata: nero
- Targhe in plexiglas di colore nero inciso bianco a pantografo in lingua italiana.

### ***Apparecchiature esterne***

Le norme CEI 16-3 stabiliscono chiaramente il significato di determinati colori delle lampade e dei pulsanti, al fine di aumentare la sicurezza del personale di servizio e facilitare il mantenimento delle apparecchiature e degli impianti.

Nella tabella che segue sono riportati i colori prescritti per le lampade di segnalazione e per i pulsanti, come pure il significato dei colori ed i casi tipici d'impiego.

### ***Morsettiere***

Dovranno essere in materiale non igroscopico, assicurante nel tempo ottime qualità d'isolamento;



dovranno essere facilmente componibili su profilato DIN, e facilmente estraibili, senza dover spostare i morsetti adiacenti; ogni morsetto dovrà essere numerato con segnalini da applicare a pressione, con diciture indelebili.

La sezione minima dei singoli morsetti dovrà essere 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti ausiliari e 4 mm<sup>2</sup> per gli altri; i morsetti dovranno essere muniti di dispositivo contro l'allentamento accidentale del filo.

Le morsettiere dovranno essere previste in posizione facilmente accessibile e a conveniente distanza dalle strutture periferiche e dalle apparecchiature interne del quadro, per facilitare il collegamento dei cavi afferenti. Il numero di riserve non dovrà essere inferiore al 20% del totale richiesto.

### ***Fusibili***

Dovranno essere del tipo ritardato per la protezione dei motori e rapidi per la protezione degli ausiliari.

Le cartucce fusibili, se non diversamente indicato, fino ad un massimo di 63 A (In) dovranno essere del tipo "Diazed" nelle varie grandezze. Saranno installati in modo che a fusibile estratto, la ghiera metallica non

risulti in tensione; con fusibile inserito le parti in tensione risulteranno protette contro i contatti accidentali.

Per intensità di corrente superiore di 63 A (In) si dovrà passare al tipo A.C.R. ovvero NH. Le basi per i fusibili NH, se non unipolari, dovranno essere munite di separatore anti fiamma.

### ***Apparecchiature di manovra e protezione***

Le apparecchiature installate nei quadri saranno di tipo modulare e componibile, con fissaggio a scatto su

binario DIN, o per correnti superiori a 100 A di tipo scatolato. I dati nominali, sono indicati negli schemi elettrici allegati.

Particolare cura dovrà essere posta nella scelta delle apparecchiature per assicurare la massima selettività d'intervento fra gli interruttori installati sul quadro consegna e gli interruttori posti a valle dello stesso sia per quanto riguarda gli interventi per sovracorrenti, sia per gli interventi differenziali.

### ***Contattori***

Dovranno essere di primaria casa costruttrice, nazionale o estera, purché con ricambi di facile

reperibilità. La

categoria d'impiego dovrà essere l'AC3 con declassamento minimo del 20 % rispetto a quanto indicato sui cataloghi. Ogni contattore dovrà essere facilmente reperibile per mezzo di targhette in materiale plastico con diciture indelebili poste su di esso e fissate in modo tale che col tempo sia impedita la perdita dovuta a caduta.

### ***Relè termico***

Dovranno essere del tipo bimetallico muniti di sistema di compensazione termica automatica e di protezione

differenziale per squilibrio di fase, entrambi con tempi brevi d'intervento; i valori di taratura potranno essere sia in percentuale del valore di fondo scala, sia in valore assoluto.

Dovranno essere della stessa casa costruttrice dei contattori, coordinati con essi e con i fusibili, secondo i consigli della casa costruttrice.

L'allacciamento al proprio contattore dovrà essere rigida e non sopportante il peso del relè termico.

### ***Amperometro e voltmetro digitale***

Devono essere del tipo elettronico con visualizzazione tramite display da 20 mm d'altezza (minima);

dovranno essere con alimentazione 110 / 220 V c.a. oppure con pressione del 0,1 %.

Sia la compensazione della deriva termica, sia l'indicazione del fuori scala dovranno essere incorporate.

Qualora ammessi potranno essere previsti strumenti per la misura contemporanea sequenziale della

corrente e delle tensioni trifasi in c.a.; in questo caso il tempo di scansione dovrà essere di 3 secondi.

### ***Trasformatori di corrente***

I trasformatori di corrente potranno essere sia del tipo a primario avvolto, sia del tipo a barra passante,

secondo l'inserimento e del tipo d'utilizzo; essi dovranno in ogni caso essere con classe di precisione coordinata con gli strumenti indicatori e/o gli amplificatori elettronici inseriti lungo il circuito derivato a valle dei morsetti secondari.

Tutti i trasformatori dovranno essere fissati o sul pannello interno del quadro, oppure sulla sbarra ove sono inseriti.

### ***Pulsanti - selettori - portalampada***

Essi dovranno soddisfare, oltre che ad esigenze tecniche proprie quali per esempio: portata, tipo di contatto,

robustezza, qualità del materiale e grado di protezione, anche ad esigenze estetiche, quindi il modello dovrà essere scelto in funzione di queste esigenze in modo da dare all'insieme del quadro particolari caratteristiche estetiche.

### ***Collegamenti alle linee esterne***

Le linee dovranno attestarsi alla morsettiera con una buona ricchezza ed ordinatamente. Le morsettiere non

devono sostenere il peso dei conduttori, ma gli stessi devono essere ancorati ove necessario, a dei profilati di fissaggio.

Le corde relative ad ogni singola fase non possono essere ancorate con morsetti induttivi (spira chiusa).

Tutti i conduttori con isolante e guaina esterna, devono essere protetti con terminale o con nastratura sulla parte rimasta con il solo isolante.

### ***13.2. Certificazioni di conformità riguardanti i quadri elettrici***

Il presente articolo si applica alle apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione, usualmente dette *Quadri elettrici per bassa tensione*.

Nella costruzione ed installazione di dette apparecchiature l'Impresa dovrà seguire scrupolosamente le norme CEI 17-13.

In particolare ogni quadro dovrà essere accompagnato dalla seguente documentazione:

- Dichiarazione, rilasciata dal costruttore, di conformità dell'apparecchiatura alla normativa relativa. Tale dichiarazione può essere sostituita da altri riferimenti nei casi previsti dalla legge (marchi di conformità IMQ, riferimenti a cataloghi ... ).

Tale dichiarazione va allegata alla dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico

Negli allegati del quadro il costruttore deve specificare:

Elenco delle Grandezze Caratteristiche Nominali.

- Tensione nominale d'impiego.
- Tensione nominale d'isolamento
- Tensione nominale di tenuta all'impulso.
- Corrente nominale
- Corrente nominale ammissibile di breve durata.
- Corrente nominale ammissibile di picco
- Corrente di corto circuito nominale condizionata
- Fattore di contemporaneità nominale (usato nella prova di sovra temperatura)
- Altri dati informativi
- Norma di riferimento (1713, 445, ...)
- Natura della corrente e frequenza
- Limiti di funzionamento
- Grado di protezione
- Tipo del sistema di messa a terra, per il quale il quadro è destinato.



**Azienda Casa Emilia-Romagna  
della Provincia di Ravenna**

## **CAPO 3 – IMPIANTI TERMIDRAULICI**

## 1. DESCRIZIONE DELLE OPERE

**1.1** Le opere consistono nell'esecuzione degli impianti meccanici relativi al *progetto di riqualificazione edilizia residenziale pubblica consistente nella demolizione e ricostruzione di edificio sito in via Ponte romano 28 a Faenza per complessivi n.6 alloggi.*

Gli impianti da eseguire sono:

- impianto di riscaldamento a pannelli radianti annegati nel pavimento, distribuzione "a zone" con cassette di contabilizzazione per il riscaldamento, l'acqua calda per usi sanitari e l'acqua fredda;
- realizzazione della nuova centrale termica con generatore alimentato a gas metano, sistemi di accumulo, rete di distribuzione ai vari alloggi;
- impianto solare termico a collettori piani vetrati per l'integrazione del fabbisogno di energia per il riscaldamento e la produzione di acqua calda per usi sanitari;
- impianto di adduzione del gas di rete con tubazioni parte interrata e parte in vista per alimentazione del generatore dell'impianto centralizzato e degli apparecchi di cottura;
- impianto di distribuzione dell'acqua calda sanitaria, calda e fredda per ogni singola unità e per l'alimentazione dal contatore alle singole unità;
- impianto di scarico e ventilazione per acque nere, saponate e meteoriche sia interno che esterno ai fabbricati con posa dei pozzetti.

Gli impianti devono essere realizzati secondo le prescrizioni degli elaborati di progetto e le indicazioni riportate sui disegni allegati.

Le specifiche tecniche sono suddivise in due parti:

- la prima, Prescrizioni Integrative Generali di Appalto, integra e completa il fascicolo "Capitolato Speciale di Appalto" (dove sono elencate le prescrizioni amministrative che regolano l'Appalto nei suoi aspetti generali);
- la seconda, Specifiche Tecniche, fa riferimento alle caratteristiche generali e particolari di apparecchiature e di materiali da installare, senza alcun riferimento alla destinazione ed alle specifiche dimensionali tipiche del progetto. Si deve far riferimento dunque a questa seconda parte per le caratteristiche dei materiali e per le modalità di posa, per le loro proprietà fisico dimensionali, ecc.;

Nel caso di contrasto tra le presenti prescrizioni ed altre contenute nella Documentazione di Contratto D.C. (costituita dalla Documentazione di Appalto D.A. e da altri documenti come il

Contratto di Appalto, la lettera di invito, ecc.), valgono sempre le condizioni più favorevoli per l'E.A..

## *2. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI*

### **2.1 Note generali**

Gli impianti devono essere realizzati in ogni loro parte e nel loro insieme in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione.

In particolare deve essere rispettato quanto elencato alle voci seguenti, compreso successivi aggiornamenti

anche se non specificati.

### **2.2 Leggi e decreti**

- Normative INAIL, ASL e ARPA e ove pertinenti disposizioni del Comando provinciale dei VVF;
- Legge 9.1.91, n. 10 Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
- D.P.R. 26.8.93, n. 412 Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione all'articolo 4 comma 4 della Legge 10/91.
- Direttiva 2002/91/CE Direttiva 2002/91/CE del parlamento europeo e del consiglio del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia.
- D.Lgs. 19.8.2005, n. 192 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D.Lgs. 29.12.2006, n. 311 Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D.Lgs. 30.5.2008, n. 115 Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

- DGR Emilia Romagna n. 967 del 20/07/2015 “Approvazione dell’atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici (artt. 25 e 25-bis L.R. 26/2004 e s.m.i.)
- DGR Emilia Romagna n.1715 del 24 ottobre 2016 “Modifiche all’”Atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici” di cui alla deliberazione di Giunta regionale n. 967 del 20 luglio 2015”
- DECRETO 22 gennaio 2008, n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attivita' di installazione degli impianti all'interno degli edifici. (GU n.61 del 12-3-2008 )

### *Acustica*

- DPCM 01 marzo 1991. Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- Legge 26 ottobre 1995 n.447. Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- DPCM 14 novembre 1997. Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore. DPCM 05 dicembre 1997. Determinazione dei requisiti acustici degli edifici.
- DM 16 marzo 1998. Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- L.R. 9 maggio 2001, n. 15 “DISPOSIZIONI IN MATERIA DI INQUINAMENTO ACUSTICO” (aggiornato con le modifiche apportate da: L.R. 13 novembre 2001 n. 38 e L.R. 25 novembre 2002 n. 31)

### **2.3 Norme UNI**

***Per tutto l’elenco sotto riportato anche se non espressamente indicato si intendono valide le Norme UNI alla data di sottoscrizione del contratto tra la Stazione Appaltante e l’Appaltatore.***

- UNI 9182 2014 Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo
- UNI EN 12056-1 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni.



- UNI EN 12056-2 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo.
- UNI EN 12056-3 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo.
- UNI EN 12056-4 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo
- UNI EN 12056-5 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso.
- UNI EN 12237 2004 Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica
- UNI 8364-1/2/3 2007 Impianti di riscaldamento. Esercizio – Conduzione - Controllo e manutenzione.
- UNI 10412-2 2009 Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Prescrizioni di sicurezza - Parte 2: Requisiti specifici per impianti con apparecchi per il riscaldamento di tipo domestico alimentati a combustibile solido con caldaia incorporata, con potenza del focolare complessiva non maggiore di 35 kW
- UNI EN 12831:2006 Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto.
- UNI EN 442-1: 2015 Radiatori e convettori - Parte 1: Specifiche tecniche e requisiti
- UNI EN 442-2: 2015 Radiatori e convettori - Parte 2: Metodi di prova e valutazione
- UNI 10349-1:2016 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata
- UNI/TR 10349-2:2016 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 2: Dati di progetto
- UNI 10349-3:2016 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici
- UNI 10351:2015 Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto
- UNI 10355:1994 Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
- UNI EN 12831 Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto.

- UNI EN ISO 6946:2008 Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo
- UNI EN ISO 10077-1:2007 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità
- UNI EN ISO 10077-2: 2012 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai
- UNI EN ISO 10211:2008 Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati
- UNI EN ISO 10456: Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto
- - UNI EN ISO 13370:2008 Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
- 
- UNI EN ISO 13788 Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia – Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo
- - UNI EN ISO 13789 Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo.
- - UNI EN ISO 13790 Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
- - UNI EN ISO 14683 Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento.
- - UNI 7129 “Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione - Progettazione, installazione e messa in servizio” e “Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione - Termini e definizioni”

## **2.4 Disegni di cantiere e di montaggio**

La documentazione tecnica del progetto esecutivo illustra le caratteristiche dell'opera, le modalità esecutive, i dati dimensionali dei vari componenti e contiene i disegni esecutivi per la realizzazione delle opere. L'Appaltatore deve redigere, in concomitanza dell'acquisto di apparecchiature e materiali e prima della realizzazione dei lavori, i disegni costruttivi di cantiere e di montaggio e sottoporli alla D.L. per approvazione (cantierizzazione del progetto).

L'Appaltatore è perfettamente in grado di elaborare i disegni costruttivi di cantiere, in tutte le sue parti, senza ulteriori indicazioni ed in conformità con quanto previsto nel progetto.

Dimensioni, ubicazioni e quote nei disegni costruttivi di cantiere devono essere verificati sul posto dall'Appaltatore.

I disegni costruttivi di cantiere devono essere conformi ai disegni e specifiche di progetto, nonché a tutta la documentazione contrattuale ed alle indicazioni della D.L..

I disegni costruttivi di cantiere devono rispettare fedelmente quanto si va a realizzare ed essere accompagnati da dettagli tecnici, da tabelle, da cataloghi tecnici e da ogni altro genere di documentazione utile per dare alla D.L. gli elementi per l'approvazione; essi devono tenere conto di tutti i dati acquisiti in cantiere.

L'approvazione da parte della D.L. di tali disegni, schemi e dettagli non esonera l'Appaltatore dalla sua responsabilità per qualsiasi errore dei propri elaborati e per deviazioni dalle Norme vigenti e/o dalla Documentazione di Appalto (D.A.), a meno che l'Appaltatore abbia informato per iscritto la D.L. di tali deviazioni e ne abbia ricevuto per iscritto la necessaria approvazione.

L'Appaltatore deve ripresentare i disegni a cui siano state apportate correzioni, senza per questo acquisire alcun diritto a compensi supplementari, sino al conseguimento dell'approvazione definitiva; questa in ogni caso non solleva l'Appaltatore dalla responsabilità per la perfetta esecuzione delle opere, essendo tale approvazione data sostanzialmente alla loro impostazione concettuale ma non al dimensionamento delle apparecchiature ed a tutti i dettagli costruttivi.

Oltre ai normali disegni costruttivi di cantiere e di montaggio l'Appaltatore deve fornire i disegni quotati per la realizzazione di opere murarie necessarie quali ad esempio basamenti, cunicoli, ecc.; inoltre deve dare l'indicazione sui disegni dei carichi statici e dinamici delle macchine, le potenze e le caratteristiche dei vari motori e/o macchine, le modalità di montaggio e di ancoraggio alle strutture.

Su tutti i disegni devono essere indicati i riferimenti a piante e sezioni.

Le soluzioni con cui sono state risolte interferenze fra i vari impianti devono essere esplicate con sezioni e particolari. L'elaborazione dei disegni di cantiere va inoltre completata con la verifica degli ingombri di altri impianti presenti negli stessi cavedi, piani o centrali (anche se non facenti parte del presente appalto, ma successivamente ordinati dall'E.A., anche ad appaltatori terzi), per controllarne le interferenze e per individuare percorsi ottimali per ciascuna rete, alla luce anche delle effettive dimensioni delle apparecchiature e macchine acquistate. Devono pertanto essere confrontati i disegni dell'impiantista elettrico con quelli dell'impiantista termofluidico o con altri impiantisti coinvolti per definire le zone interessate da ciascuna rete, i relativi spazi accessori e di montaggio.

Tale verifica deve portare all'eventuale elaborazione di ulteriori disegni di dettaglio con evidenziate queste mutue interferenze.

Ogni qualvolta risulti necessario, o su richiesta della D.L., devono essere forniti dall'Appaltatore i calcoli di verifica delle strutture adottate.

Tutti i disegni di dettaglio e di montaggio, una volta approvati dalla D.L., fanno parte del progetto di cantierizzazione.

Per una completa verifica di quantità e tipologia di materiali ed apparecchiature installate (sia appalto di tipo a forfait, o a misura, o altro), a semplice richiesta della D.L., tutte le piante, schemi ed eventuali sezioni interessate devono contenere tabelle con l'indicazione per ogni apparecchiatura e materiale di:

- simbolo e/o sigla del componente
- quantità degli elementi contenuti nel disegno
- codice di identificazione del prezzo unitario di riferimento o eventuale precisazione di nuovo
- prezzo
- marca
- modello.

Modifiche e lavori non previsti possono succedersi varie volte nel corso dei lavori e l'Appaltatore deve procedere ai successivi aggiornamenti del progetto senza pretendere alcun indennizzo aggiuntivo.

L'Appaltatore può redigere il proprio progetto in fasi successive e concordate con la D.L.. Tali fasi devono risultare in seguito all'esame del Programma Lavori dettagliato sottoposto dall'Appaltatore ed accettato dalla D.L..

Gli elaborati per l'approvazione vanno consegnati alla D.L. in triplice copia; una viene restituita firmata ed approvata, oppure approvata con commenti (necessaria ritrasmissione), oppure non approvata. In questi ultimi due casi l'Appaltatore non può procedere con i relativi lavori, ma deve sottoporre nuovi elaborati ed è responsabile per i ritardi che ci potranno essere rispetto al Programma Lavori concordato.

Nel caso dell'approvazione con commenti, necessaria ritrasmissione, l'Appaltatore deve apportare le modifiche richieste e quindi procedere nel lavoro.

È comunque stabilito che l'Appaltatore non può procedere ad alcun lavoro se non è in possesso dei relativi disegni di progetto e di cantiere approvati e firmati dalla D.L.. La D.L. si riserva 30 giorni per la verifica dei disegni dell'Appaltatore.

Si precisa che tutte le approvazioni non corresponsabilizzano minimamente la D.L. sul buon funzionamento degli impianti e sulla rispondenza degli stessi in termini di collaudo in corso d'opera e finale, la cui responsabilità resta completamente a carico dell'Appaltatore.

## **2.5 Verifica del progetto esecutivo**

L'Appaltatore è tenuto a verificare il progetto nei suoi calcoli, dimensionamenti e ingombri.

La D.L. discuterà con l'Appaltatore le eventuali osservazioni e deciderà in piena autonomia quali di esse possano essere prese in considerazione.

In ogni caso l'Appaltatore si assume la responsabilità della perfetta esecuzione e funzionamento finale delle opere e quindi anche del progetto e dei calcoli relativi.

Qualora si verificassero discordanze tra i calcoli ed i dimensionamenti effettuati dall'Appaltatore e le caratteristiche tecnico-dimensionali di macchine e apparecchiature di progetto, i nuovi dati dimensionali necessari per i fini richiesti dal progetto devono essere stabiliti in contraddittorio con la D.L.. Resta espressamente inteso che l'approvazione del progetto di dettaglio da parte della D.L.,

comprese le eventuali modifiche in corso d'opera richieste dalla D.L. e concordate con l'Appaltatore, non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle responsabilità di qualsiasi genere, fino al termine del periodo di garanzia, per qualunque inconveniente che si verificasse nelle opere stesse e/o per loro causa nelle strutture e negli arredamenti dell'edificio.

## **2.6 Modifiche al progetto**

### **2.6.1 Da parte dell'E.A.**

L'E.A. si riserva la più ampia facoltà di apportare prima e durante i lavori modifiche di qualsiasi genere al progetto originale, che possano implicare la fornitura ed installazione di impianti non previsti. L'Appaltatore non può trarne ragione per chiedere compensi ed indennizzi di qualsiasi natura e specie o nuovi prezzi.

Ogni qualvolta l'Appaltatore ritenga gli siano ordinati lavori non previsti e che comunque comportino un onere aggiuntivo per l'E.A. sia diretto che indiretto (lavori di varianti per altre Ditte), deve farlo tempestivamente notare con comunicazione scritta alla D.L. e potrà procedere alla esecuzione di dette opere soltanto quando in possesso di autorizzazione sempre scritta dalla stessa D.L., pena il non riconoscimento o l'onere di demolizione delle opere stesse.

Eventuali modifiche al progetto che richiedano elaborazione di nuovi calcoli e nuove tavole grafiche sono a completo carico dell'Appaltatore, ed i relativi oneri si intendono compresi in tutti i prezzi unitari dell'offerta.

La D.L. in questi casi fornisce i nuovi dati di input, sulla base dei quali l'Appaltatore deve elaborare

i calcoli, e le tavole grafiche architettoniche aggiornate nelle scale più opportune.

### **2.6. 2 Da parte dell'Appaltatore**

Eventuali modifiche che l'Appaltatore intendesse apportare al progetto in fase esecutiva di cantiere, devono tassativamente essere richieste per iscritto ed autorizzate sempre per iscritto dalla D.L. con il fine che siano sempre rispettati i criteri dimensionali del progetto originale a lavori ultimati.

Non si considerano modifiche e quindi non danno luogo ad alcun compenso aggiuntivo, purché ordinati prima della loro realizzazione, eventuali spostamenti, nell'ambito di singole fasi o lotti di apparecchiature, tubazioni, canali, cavi, ecc..

## **2.7 Documentazione finale**

### **2.7.1 Note generali**

A lavori ultimati l'Appaltatore deve fornire la documentazione finale qui sotto elencata, dopo aver eseguito tutte le prove, misure, tarature e verifiche di funzionamento degli impianti. La mancata consegna di tale documentazione rende l'Appaltatore responsabile per i conseguenti ritardi

che vi possano essere rispetto ai termini contrattuali.

Tutta la documentazione deve essere fornita alla D.L. prima della consegna provvisoria delle opere e quindi prima del rilascio del Certificato di Regolare Esecuzione.

Su tutti i disegni ed elaborati forniti dall'Appaltatore deve figurare la targhetta fornita o concordata con la D.L..

Una prima copia della documentazione sopradescritta deve essere consegnata alla D.L. per l'esecuzione delle prove e verifiche preliminari.

Successivamente, a verifiche ultimate, l'Appaltatore deve rielaborare la documentazione apportando le eventuali annotazioni o correzioni introdotte dalla D.L..

La documentazione finale deve quindi essere raccolta in robusti contenitori ad anelli.

Ogni contenitore deve riportare in etichetta l'oggetto del contenuto e al suo interno deve essere riportato l'indice dei documenti contenuti.

Se non diversamente indicato, l'Appaltatore deve fornire le seguenti copie:

- n.4 copie su carta della documentazione finale
- n.1 copia su supporto informatico (CD-Rom) dei disegni costruttivi in formato .DWG.

### **2.7.2 Disegni finali**

I disegni finali di cantiere devono essere aggiornati e **perfettamente corrispondenti alle opere realizzate** con l'indicazione del tipo e delle marche di tutte le apparecchiature, componenti e materiali installati. Particolare cura va riservata al posizionamento esatto, in pianta e nelle sezioni, degli impianti.

Il numero dei disegni finali emessi per la realizzazione dei lavori deve essere pari a quello consegnato per la gara di appalto, integrato da tavole P&I per ogni schema funzionale di centrale o di UTA (redatto in funzione del sistema di regolazione e di supervisione scelto), da piante con indicata la distribuzione FM all'interno delle centrali in genere nonché da sezioni e dettagli utili per la migliore comprensione degli impianti.

In particolare gli schemi dei quadri elettrici devono essere completi delle tabelle relative a tutte le indicazioni tecniche per l'identificazione dei componenti installati ed alle caratteristiche degli stessi, nonché al tipo di sezione e di formazione delle linee in arrivo e in partenza e di tutti gli schemi relativi agli ausiliari necessari.

### **2.7.3 Documentazione varia relativa agli impianti**

#### **2.7.3.1 Manuali vari, dichiarazioni, certificazioni**

Nel "Piano di manutenzione dell'opera (fascicolo allegato alla documentazione di appalto)", sono dettagliatamente descritti i documenti che devono essere elaborati e raccolti dall'Appaltatore e quindi consegnati alla D.L.

In particolare devono inoltre essere fornite:

- specifiche d'avviamento impianti
- specifiche di prova
- specifiche di funzionamento relazione di calcolo.

La relazione di calcolo che l'Appaltatore deve consegnare alla D.L. prima di iniziare i lavori deve essere redatta sulla base di quella fornita in fase di gara, aggiornata con eventuali varianti concordate.

Se le varianti sono decise durante il corso dei lavori, è sufficiente che l'Appaltatore emetta di volta in volta dei fogli di aggiornamento, che vanno allegati al fascicolo originale a cura della D.L..

### *2.7.3.2 Dichiarazione di conformità*

Deve essere fornita la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati in accordo alle prescrizioni del D.M. n. 37/08 e successivi aggiornamenti.

## *3. DATI TECNICI DI RIFERIMENTO*

### **3.1 Condizioni termo-igrometriche esterne**

N.B.: Sono derivate dalla UNI 10349-94 e UNI 10339-95

**Inverno** -5°C; 50% U.R.

**Estate** 31°C; 50% U.R.

### **3.2 Condizioni interne invernali**

20°C; U.R. 50%

### **3.3 Tolleranze**

Sulle temperature  $\pm 1^\circ\text{C}$

## *4. TIPOLOGIA DI IMPIANTI E APPARECCHIATURE*

### **4.1 Reti di scarico**

Le reti di scarico sono distinte per acque nere, saponate, bianche.

Per acque nere si intendono quelle provenienti esclusivamente dai WC.



Per acque saponate si intendono quelle provenienti dalle cucine e dai servizi igienici (escluso WC).

Per acque bianche si intendono quelle piovane.

#### **4.2 Reti di adduzione idrica**

Impianto idrico esterna: polietilene A.D. PE 100 a norma UNI EN 12201,

Impianto idrico interno: tubazioni in multistrato, coibentate con guaina in materiale elastomerico anticondensa negli spessori indicati nella apposita tabella in funzione dei diametri e del tipo di posa in opera.

#### **4.3 Apparecchi sanitari e rubinetteria**

Gli apparecchi sanitari sono in vetrochina di colore bianco e la rubinetteria di tipo pesante fortemente cromata di primaria marca e di tipo monocomando con miscelatore.

I vasi sono del tipo a pavimento e dotati di cassetta di scarico.

I bidet sono del tipo a terra.

#### **4.4 Acque nere**

Le tubazioni di scarico acque nere (colonne verticali e collettori suborizzontali attacchi ai sanitari posti

all'interno dei fabbricati) di provenienza dai servizi igienici (solo WC), sono previste in PVC secondo

UNI EN 1329-1 2000 e confluiranno fino al sifone terminale tipo Firenze quindi al pozzetto con predisposizione della guardia idraulica delle acque bianche.

#### **4.5 Acque saponate**

Per le cucine è prevista una tubazione in PVC secondo UNI EN 1329-1 2000 confluyente in una serie di degrassatori in cls, monoblocco per installazione a pavimento dotato di chiusini carrabili in cls e successivamente nella rete delle acque nere,

#### **4.6 Ventilazione degli scarichi**

Tutte le tubazioni di scarico dei servizi igienici al piano terra, così come quelle degli scarichi dei servizi

igienici al primo piano sono dotati di colonna di ventilazione primaria parallela sfociante in copertura. Le colonne di ventilazione saranno realizzate nel rispetto in PVC nel rispetto UNI EN 1329-1 2000

#### **4.7 Acque bianche o meteoriche:**

E' prevista una rete di raccolta in PVC secondo UNI EN 1401 collegata a pozzetti pluviali e a caditoie

prefabbricati in cls monoblocco per installazione a pavimento dotati di chiusini carrabili in cls collegata

agli allacci comunali tramite pozzetto con guardia idraulica a cui arriveranno anche i terminali delle acque nere.

#### **4.8 Impianto adduzione gas**

Tubazioni interrato in polietilene specifico per gas nel rispetto della norma UNI CIG 7129.

Tubazioni interne in rame in rotoli o in verghe con raccorderia a saldare nel rispetto della norma UNI CIG 7129. L'impianto dovrà essere realizzato con gli accessori richiesti dalla norma sopraccitata anche per le prove periodiche di pressione.

#### **4.9 Impianto di riscaldamento**

Tubazioni in rame precoibentato in rotoli per i collegamenti tra collettori e corpi scaldanti e in verghe coibentate con guaina in materiale elastomerico per il collegamento tra caldaia e collettori.

### **5. QUALITÀ E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

Salvo non sia disposto diversamente, tutti i materiali necessari per l'esecuzione delle opere, dovranno essere forniti dall'Impresa.

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'Appalto devono corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e nei regolamenti ufficiali vigenti in materia.

In mancanza di particolari prescrizioni, devono essere delle migliori qualità esistenti in commercio, ed idonei all'uso cui sono stati destinati. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, devono essere riconosciuti idonei, e accettati dalla Direzione Lavori, anche a seguito di specifiche prove di laboratorio o di certificazioni fornite dal produttore che ne attestino la qualità e rispondenza alle normative vigenti e alle prescrizioni impartite.

Qualora la Direzione Lavori rifiuti una qualsiasi provvista di materiali, ritenuta non idonea all'impiego, l'Impresa deve sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati devono essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e a spese della stessa Impresa.

In materia di accettazione dei materiali, qualora eventuali carenze di prescrizioni delle Comunità Europea nazionali e regionali, ovvero la mancanza di precise disposizioni nella descrizione contrattuale dei lavori, possano dare luogo a incertezze circa i requisiti dei materiali stessi, la Direzione Lavori ha facoltà di ricorrere all'applicazione di norme speciali, ove esistano, siano esse nazionali o estere.

L'accettazione dei materiali da parte della direzione dei lavori non esenta l'Impresa dalla totale responsabilità della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Salvo particolari prescrizioni o ordini impartiti, i materiali perverranno da quelle località e/o da quei produttori che l'Impresa, a suo giudizio di convenienza, deciderà di scegliere, non potendo per ciò avanzare o reclamare alcun diritto di sorta, qualora durante i lavori i materiali venissero riscontrati non più rispondenti ai requisiti, oppure venissero addirittura a mancare. Nell'eventualità di cui sopra, l'Impresa sarà obbligata a ricorrere ad altri produttori, diversi dai precedenti, di qualsiasi località, specificando che in tali casi, i prezzi stabiliti in elenco, come tutte le varie prescrizioni riferite alla dimensione e qualità dei materiali, resteranno invariati.

Qualora, senza la preventiva ed esplicita approvazione della Direzione Lavori, l'Impresa nel proprio interesse o di sua iniziativa impiegasse materiali di dimensioni consistenza e qualità superiori a quelle prescritte, non avrà diritto ad alcun aumento dei prezzi, compensi addizionali o riconoscimento di prezzi non prescritti.

La D.L. può richiedere campionatura di tutti i materiali previsti nell'esecuzione delle opere.

In particolare l'Appaltatore, oltre che l'approvazione tecnica, deve richiedere anche quella estetica di

tutti i materiali ed apparecchiature in vista (elenco avente carattere esemplificativo e non esaustivo):

- generatori di calore
- radiatori
- cassette collettori (modello e colore)
- diffusori, bocchette, griglie, ecc. (modelli, geometria e dimensioni, colore)
- apparecchi sanitari
- rubinetteria

Quanto richiesto deve essere etichettato con le seguenti indicazioni: tipo ed altri mezzi di

identificazione, nome e località del cantiere, numero d'ordine e/o richiesta di offerta, data ed altre indicazioni utili.

Dopo l'approvazione da parte della D.L. tali campioni servono quale base di riferimento per materiali e/o manufatti da fornire.

Relativamente ai materiali ed alle apparecchiature per i quali non è possibile una campionatura e per quelli di cui non è richiesta la campionatura, devono comunque essere forniti nome, marca di fabbrica, tipo e tutte le altre informazioni utili.

### **5.1 Tarature, prove e collaudi**

Devono essere effettuate le operazioni di taratura, regolazione e messa a punto di ogni parte dell'impianto.

È compito dell'Appaltatore:

- eseguire i collaudi ordinati dalla D.L.
- eseguire tutte le prove e collaudi previsti nella D.A..
- L'Appaltatore deve informare per iscritto la D.L., con almeno una settimana di anticipo, quando
- l'impianto è predisposto per le prove in corso d'opera e per le prove di funzionamento
- sostenere le spese per i collaudi provvisori e definitivi, restando escluso solo l'onorario per il
- Collaudatore ufficiale
- sostenere le spese per il Collaudatore qualora i collaudi si dovessero ripetere per esito negativo
- mettere a disposizione della D.L. gli apparecchi e gli strumenti di misura e controllo e la necessaria mano d'opera per le misure e le verifiche in corso d'opera ed in fase di collaudo dei lavori eseguiti.

Elenco strumenti indispensabili che si intendono utilizzare per le prove e verifiche dei vari componenti, con i relativi certificati di calibrazione in data non superiore ad 1 anno (elenco avente carattere indicativo e non esaustivo):

- sonde campione di temperatura
- pressostato differenziale con generatori di pressione

- fonometro integratore (almeno di classe I secondo standard IEC nx651 del 1979 e nx804 del 1985) adatto alla misurazione della Leq (A) e completo di stampante
- manometri campione

L'esito favorevole di prove e verifiche non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano i prescritti requisiti nelle opere finite. Gli oneri per quanto sopraddetto sono inclusi in tutti i prezzi unitari di appalto.

## **5.2 Verifiche e prove da prevedere**

L'esecuzione dei lavori richiede una consegna provvisoria e una consegna definitiva degli impianti.

Per la consegna provvisoria, da farsi appena ultimati i lavori, sono previste:

- verifiche e prove in corso d'opera
- messa a punto, tarature ed avviamenti
- verifiche e prove preliminari.

Per la consegna definitiva, da farsi dopo la consegna provvisoria, sono previste:

- verifiche e prove finali.

Tutte le verifiche e prove devono essere fatte a cura dell'Appaltatore in contraddittorio con la D.L., alla eventuale presenza del Collaudatore in corso d'opera.

Gli oneri per tali verifiche e prove sono inclusi in tutti i prezzi unitari di appalto.

## **5.3 Consistenza delle verifiche e prove preliminari per la consegna provvisoria**

### *Note generali*

A montaggi ultimati ha inizio un periodo di funzionamento degli impianti, di durata non inferiore al 10% del tempo di ultimazione dei lavori, durante il quale l'Appaltatore deve provvedere ad effettuare tutte le operazioni di messa a punto, prove e tarature degli impianti.

Durante tale periodo e fino alla data del Certificato di Ultimazione Lavori, gli impianti sono condotti dal personale dell'Appaltatore che deve assicurare la necessaria manutenzione, la pulizia e la sostituzione dei materiali di consumo acquistati dall'E.A. (se non diversamente precisato in altri documenti di contratto). Sono inoltre esclusi i costi dell'energia elettrica, gas, acqua, ecc..

Terminato il periodo sopradescritto, l'Appaltatore comunica alla D.L., a mezzo raccomandata, di aver terminato i lavori, richiedendo l'emissione del Certificato di Ultimazione Lavori.

Entro 10 giorni dal ricevimento di tale lettera la D.L. redige il Certificato di Ultimazione Lavori;

entro trenta giorni dalla data di tale certificato la D.L. procede all'accertamento sommario della regolarità delle opere eseguite ed emette il Certificato di Regolare Esecuzione.

Detto accertamento sommario, ovvero le verifiche e prove preliminari in genere, consiste in verifiche qualitative, quantitative e prove preliminari degli impianti intese ad accertare che la qualità e la quantità dei materiali forniti, le modalità di esecuzione, l'installazione, la fornitura e le prestazioni provvisorie degli impianti rispondano alle condizioni contrattuali e alle normative vigenti.

Prima dell'inizio delle verifiche e prove preliminari, l'Appaltatore deve aver provveduto affinché:

copia della documentazione di messa a punto e tarature sia presentata in visione alla D.L. nelle centrali, sottocentrali, locali tecnici, ecc., ci siano tutte le apparecchiature e quei materiali di ricambio necessari per le prove preliminari (es. fusibili, cinghie di motori, ecc.).

Qualora ciò non avvenga, la D.L. non procederà ad alcuna prova e ritornerà soltanto quando tali obblighi siano stati soddisfatti. Ovviamente i ritardi nella consegna degli impianti sono addebitati all'Appaltatore, compresa l'eventuale penale per mancata ultimazione dei lavori.

L'esecuzione e il risultato delle verifiche e prove preliminari formano oggetto di verbali firmati dalla D.L. e dall'Appaltatore. Se durante le verifiche e prove preliminari dovessero risultare manchevolezze o deficienze, esse devono essere indicate sul verbale e viene fissato un termine entro il quale l'Appaltatore dovrà provvedere alla loro eliminazione.

Tali verifiche preliminari sono eseguite utilizzando personale ed attrezzature messe a disposizione dall'Appaltatore.

### **5.3.1 Verifiche e prove in corso d'opera**

Sono le verifiche e prove funzionali in corso d'opera da eseguirsi secondo le richieste ed indicazioni della D.L., registrandone i risultati su schede fornite dalla D.L. stessa.

Al termine di ciascuna verifica o prova viene steso un Verbale di Verifiche e Prove in Corso d'Opera che va poi allegato al Certificato di Ultimazione Lavori.

### **5.3.2 Messa a punto, taratura ed avviamenti**

Si intendono tutte quelle operazioni atte a rendere gli impianti perfettamente funzionanti, compreso il bilanciamento dei circuiti d'acqua, la taratura delle regolazioni, ecc., il funzionamento delle apparecchiature alle condizioni previste.

Tutti i risultati delle operazioni di messa a punto, prove, tarature ed avviamenti degli impianti devono essere riportate su piante, schemi e schede da concordare con la D.L.. Le piante e schemi, eventualmente in scala ridotta, devono formare una serie a sé stante con precisato sul cartiglio che sono state usate per le tarature e devono contenere tutte le indicazioni atte a comprendere dove e come sono state effettuate le tarature stesse e/o le misure.

Le verifiche vengono effettuate alla presenza di responsabili dell'Appaltatore e della D.L. sugli impianti completi o parti di essi.

### **5.3.3 Opere da ricoprire**

L'Appaltatore deve dare piena opportunità alla D.L. di verificare, misurare e provare qualsiasi lavoro prima che sia ricoperto o comunque posto fuori vista, notificandolo per iscritto almeno con 48 ore di anticipo.

La D.L. dà corso alla verifica, misura o prova, a meno che notifichi all'Appaltatore di non considerarlo necessario.

## **6. PROVE SU MATERIALI**

La Direzione Lavori in qualunque momento, sia prima che dopo l'impiego nei lavori, potrà prescrivere prove sui vari materiali inerenti all'Appalto. L'Impresa sarà obbligata perciò in ogni momento a presentarsi per effettuare tutte le prove o saggi ritenuti idonei ordinati dalla Direzione Lavori, e questa ultima avrà il diritto di dettare qualsiasi norma alternativa o complementare in riferimento alle normali prove di collaudo senza che l'Impresa possa trarne motivo di indennizzo alcuno.

In ogni caso il prelievo dei vari campioni sarà eseguito in contraddittorio ed i campioni oggetto di prova potranno essere conservati dalla Direzione Lavori o dall'Impresa, contrassegnati a firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa nel modo adatto a salvaguardare l'autenticità del provino.

Le varie prove ordinate potranno essere eseguite presso il cantiere, nello stabilimento di origine o produzione, presso un istituto privato autorizzato nelle forme di legge o presso un istituto Universitario per le analisi dei materiali; la scelta sarà a insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

Qualsiasi spesa, per saggi, prelievi, custodia, invio e trasporto dei campioni, nonché per l'esecuzione delle prove ed i ripristini di qualsiasi manufatto o fornitura che sia reso necessario manomettere, nonché tutte le spese connesse, saranno a totale carico dell'Impresa, indipendentemente dal numero dei saggi o prove ordinate dalla Direzione Lavori.

Nell'evenienza che i lavori vengano momentaneamente sospesi nell'attesa di regolare certificazione di prove in corso da parte dei vari organi competenti sopra specificati, l'Impresa non potrà accampare alcun diritto o pretendere indennizzi di sorta ma solamente richiedere, nel caso che il tempo di attesa risulti considerevole, una proroga sul tempo di ultimazione dei lavori, la cui accettazione per altro sarà demandata al giudizio della Direzione Lavori.

Per i materiali già approvvigionati a piè d'opera, e riconosciuti non idonei dalla Direzione Lavori, l'Impresa dovrà provvedere, a sue spese, all'allontanamento dei materiali dal cantiere ed alla loro sostituzione.

## **6.1 Prove in loco degli impianti termofluidici**

### **6.1.1 Note generali**

Vengono effettuate alla presenza della D.L. sugli impianti completi o parte di essi.

Le verifiche e le prove preliminari di cui in appresso si devono in ogni caso effettuare durante l'esecuzione delle opere ed in modo che esse risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Tali prove e verifiche devono accertare inoltre la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge, alla normativa di settore e a tutto quanto richiesto negli elaborati di appalto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in corso d'opera, sia per quanto riguarda l'efficienza delle singole parti che la loro installazione.

### **6.1.2 Verifica quantitativa e qualitativa**

È la verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di apparecchiature, materiali ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto.



### **6.1.3 Tubazioni**

**a)** Prova idraulica a freddo con tubazioni ancora in vista e prima che si proceda a verniciature e coibentazioni;

la prova deve essere fatta, se possibile, mano a mano che si esegue l'impianto, ed in ogni caso ad impianto ultimato, prima di effettuare le prove di cui alla seguente lettera b), ad una pressione di 1,5 volte superiore a quella corrispondente alla pressione massima di esercizio (ma comunque non inferiore a 6 bar), e mantenendo tale pressione per ore 24 (ventiquattro).

Tutte le tubazioni in prova, complete di valvole rubinetti o altri organi di intercettazione mantenuti in posizione "aperta", devono avere le estremità chiuse con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso; dopo aver riempito il circuito stesso, si sottopone a pressione la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro, inserita in un punto qualunque del circuito.

Si ritiene positivo l'esito della prova quando non si verificano fughe o deformazioni permanenti.

Per le tubazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura.

È inteso che le prove siano eseguite prima della posa dell'eventuale isolamento.

**b)** prova preliminare di circolazione, tenuta e dilatazione con fluidi scaldanti e raffreddanti, per controllare gli effetti della dilatazione nelle condutture dell'impianto, portando la temperatura nelle apparecchiature di trasformazione ai valori previsti e mantenendola per tutto il tempo necessario per l'accurata ispezione di tutto il complesso delle condutture e dei corpi scaldanti o refrigeranti.

L'ispezione si deve iniziare quando la rete e le apparecchiature di trasformazione abbiano raggiunto lo stato di regime.

Si ritiene positivo il risultato delle prove quando in tutte indistintamente le apparecchiature l'acqua arrivi alla temperatura stabilita, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti e quando i vasi di espansione contengano a sufficienza tutte le variazioni di volume dell'acqua dell'impianto.

### **6.1.4 Impianti di riscaldamento**

Per gli impianti di riscaldamento devono inoltre essere fatte le seguenti prove:

**a)** prova di funzionamento di tutti i sistemi di regolazione per verificare il corretto esercizio di tutti gli organi di regolazione e la efficacia dei collegamenti, a prescindere dalla disponibilità o meno dei fluidi

riscaldanti e/o raffreddanti.

**b)** prove di raggiungimento delle temperature progettuali

### **6.1.5 Impianti idricosanitari**

Per gli impianti idricosanitari devono inoltre essere fatte le seguenti prove:

**a)** prova idraulica a freddo, come detto precedentemente, con manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per pressione massima di esercizio si intende la pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare la erogazione al rubinetto più alto e più lontano con la

contemporaneità prevista e con il battente residuo non inferiore a 50 kPa

**b)** prova di portata rete acqua fredda e calda, per accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità.

**c)** verifica della circolazione della rete acqua calda, per misurare il volume di acqua erogato prima dell'arrivo dell'acqua calda; la prova deve essere eseguita tenendo in funzione la sola utenza più

sfavorita ed è considerata positiva se il volume di acqua erogata prima dell'arrivo dell'acqua calda è

inferiore a litri 1.5

**d)** prova di efficienza della ventilazione delle reti di scarico, controllando la tenuta dei sifoni degli apparecchi gravanti sulle colonne da provare, quando venga fatto scaricare contemporaneamente un

numero di apparecchi pari a quello stabilito dalla contemporaneità.

## *7. QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI*

### **7.1 Materiali in genere**

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche e prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

### **7.2 Tubazioni**

Le tubazioni per gli impianti dovranno tutte essere marchiate, avere le caratteristiche indicate nell'elenco dei prezzi, essere comunque idonee per il tipo di installazione come, qualità, diametro, pressione nominale ed essere in grado di resistere alla pressione di collaudo.

### **7.3 Tubazioni fuori terra**

Rame – per il gas avente le caratteristiche prescritte dalla norma UNI EN 1057

### **7.4 Tubazioni interrate**

Possono essere utilizzate tubazioni conformi a specifiche normative di riferimento, se in materiale plastico (polietilene), per il gas con caratteristiche qualitative e dimensionali non minori da quelle prescritte dalla norma UNI ISO 4437

Le tubazioni ed i raccordi in PVC rigido non plastificato per fognature non in pressione devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle norme IIP - UNI EN 1401.

Per le fognature a gravità saranno impiegati tubi del tipo IIP - UNI EN 1401 tipo SN4.

I tubi ed i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP che ne assicura la rispondenza alle norme UNI.

I tubi in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante, purché il manufatto ottenuto risponda

ai requisiti stabiliti dalle citate Norme UNI - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie.

Tubi in PE AD denominato PE 80 (Sigma 63), atossici ed idonei all'adduzione di acqua rispondenti alla Circolare Ministeriale del 02/12/78 e successivi aggiornamenti.

I tubi dovranno riportare una marcatura conforme alle norme UNI e quindi riportare:

Nome del fabbricante

Numero distintivo dell'azienda licenziataria

Logo UNI di competenza

Diametro esterno

Pressione massima di esercizio (PN)

Data di produzione

Codice Materia Prima utilizzata

N° della trafilatura

Identificativo del lotto

### **7.5 Valvole di intercettazione**

Dovranno essere del tipo indicante la posizione di apertura e chiusura. Sono pertanto ammesse valvole a sfera, a globo e a farfalla. Devono essere conformi alle norme specifiche, marcate CE.

Le valvole del gas ai contatori devono essere del tipo con chiusura rapida e riapertura con chiave.

### **7.6 Ancoraggio tubazioni**

I sostegni delle tubazioni devono avere queste caratteristiche:

- devono essere in grado di assorbire gli sforzi assiali e trasversali in fase di erogazione
- il materiale di sostegno deve essere non combustibile
- i collari devono essere chiusi attorno ai tubi
- non sono ammessi sostegni aperti (ganci a uncino e simili)

- non sono ammessi sostegni ancorati tramite graffe elastiche
- -i sostegni non devono essere saldati direttamente alle tubazioni o avvitati ai rispettivi raccordi
- La distanza massima tra i staffe è stabilita dalla norma UNI CIG 7129 in funzione del diametro.

### **7.7 Collaudi per tubazioni idriche**

Saranno compresi nella valutazione dell'impianto, oltre al rilascio della dichiarazione di conformità, anche tutte le prestazioni richieste dalla normativa per il collaudo.

In particolare, sono a carico dell'installatore:

- il lavaggio dell'impianto con velocità dell'acqua non minore di 2 m/s per tutti i tronchi di tubazione
- la prova idrostatica dell'impianto ad una pressione di almeno 6 bar per 2 ore
- l'assistenza alla direzione lavori, con personale dell'impresa, per le verifiche delle prove di portata e pressione per tutta la durata necessaria all'esecuzione

### **7.8 Collaudi per tubazioni gas**

Saranno compresi nella valutazione dell'impianto, oltre al rilascio della dichiarazione di conformità, anche tutte le prestazioni richieste dalla normativa per il collaudo.

In particolare, sono a carico dell'installatore:

- la prova con gas inerte dell'impianto, con le modalità indicate nella norma UNI Cig 7129 punto 5.1, ad una pressione di almeno 150 mbar per 15 minuti e non si deve verificare calo di pressione o comunque come indicato dalla UNI 7129 e s.m.i
- l'assistenza alla direzione lavori, con personale dell'impresa, per le verifiche delle prove di portata e pressione per tutta la durata necessaria all'esecuzione.

## 7.9 MATERIALI PER OPERE MURARIE

### **Acqua**

L'acqua impiegata nelle malte e nei calcestruzzi dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri e solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate; in particolare dovrà rispondere alle prescrizioni delle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 (D.M. 16 giugno 1976 e successivi aggiornamenti).

### **Leganti idraulici**

Sono considerati leganti idraulici:

- cementi normali e ad alta resistenza;
- cemento alluminoso;
- cementi per sbarramenti di ritenuta;
- agglomerati cementizi;
- calci idrauliche.

Per i requisiti di accettazione valgono le norme ministeriali in vigore al momento dell'impiego, unitamente a quanto riportato di seguito.

### **Malte cementizie**

I materiali da impiegarsi nelle malte e conglomerati e le norme per la loro esecuzione dovranno corrispondere alle prescrizioni di cui al R.D. 16.11.1939 n. 2228, 2229, 2230, 2231, alla L. 26.5.1965 n. 595, al D.M. 31 Agosto 1972, alla norma UNI 9858 ed alle successive integrazioni e modifiche.

I tipi di malta e le loro classi sono definiti in rapporto alla composizione in volume; malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori di cui al D.M. LL.PP. 20 novembre 1987, n. 103.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D. Min. Ind. Comm. Art. 13 settembre 1993.

Le caratteristiche dei materiali da utilizzare per la composizione delle malte ed i rapporti di miscela da impiegare per la formazione di murature, intonaci ecc. dovranno corrispondere per i vari tipi di impasto, a quanto previsto dalle relative voci dell'Elenco Prezzi Unitari e, ove non specificato, a quanto di volta in volta prescritto dalla Direzione Lavori.

L'impasto dei materiali dovrà essere ottenuto con idonei mescolatori meccanici oppure, per piccole quantità, a mano su piani perfettamente puliti. Gli impasti dovranno essere

preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato. I residui impasti che non avessero avuto per qualsiasi ragione immediato impiego dovranno essere portati a rifiuto.

### **Sabbia**

La sabbia per i conglomerati cementizi e per le malte dovrà essere delle migliori cave, ruvida al tatto, stridente allo sfregamento, assolutamente priva di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di natura silicea o, in subordine, quarzosa, granitica o calcarea, avere grana omogenea e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione.

Prima dell'impiego essa dovrà essere lavata e vagliata.

Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.

L'Impresa dovrà inoltre mettere a disposizione della Direzione Lavori i vagli di controllo (stacci) di cui alla norma UNI 2332-1.

La sabbia utilizzata per le murature dovrà avere grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2, UNI 2332-1.

La sabbia utilizzata per gli intonaci, le stuccature e le murature a faccia vista dovrà avere grani passanti attraverso lo staccio 0,5, UNI 2332-1.

La sabbia utilizzata per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto nell'All. 1 del D.M. 3 giugno 1968 e dall'All. 1, punto 1.2, D.M. 9 gennaio 1996.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto e alle condizioni di posa in opera.

è assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

## **7.10 MATERIALI PER RINTERRI E SCAVI**

### **Sabbiella**

La sabbiella dovrà provenire da cava ed essere costituita da materiale di tipo A3 secondo la classificazione dei terreni della tabella CNR UNI 10006 - 5/63.

Dovrà inoltre essere esente da sostanze argillose e terrose ed avere un'umidità compatibile con l'impiego a cui è destinata.

La Direzione Lavori si riserva, a giudizio insindacabile, l'accettazione o meno del materiale prima della sua posa in opera.

***Sabbia, ghiaietto e pietrischetto***

La sabbia, il ghiaietto e il pietrischetto impiegati nel rinterro di scavi in sede stradale dovranno essere, di norma, di frantoio e avere le stesse caratteristiche previste per quelli utilizzati nell'esecuzione di opere murarie.

***Ghiaia in natura***

La ghiaia in natura dovrà provenire da cave fluviali ed essere costituita da un miscuglio di sabbia e ghiaia derivanti da rocce non gelive, di natura compatta e resistente, con esclusione di qualsiasi materiale eterogeneo o comunque dannoso per l'impiego a cui è destinato.

Dovrà inoltre risultare ben assortita nei suoi componenti con esclusione degli elementi litici non passanti al vaglio di cm 15 e con percentuale di sabbia compresa tra il 40% e il 60% del miscuglio (Tab. UNI 2710 - Ed. Giugno 1945 e successivi aggiornamenti).

***Misto granulare stabilizzato***

Dovrà corrispondere ad una miscela di terre stabilizzate granulometricamente e costituite, per gli inerti di dimensioni maggiori, da ghiaie o prodotti di cava frantumati.

Le caratteristiche dei materiali da impiegare dovranno essere le seguenti:

- gli aggregati dovranno avere una conformazione cubica o con sfaccettature ben definite (sono escluse le forme lenticolari o schiacciate) con dimensioni inferiori od uguali a 71 mm;
- granulometria compresa nel fuso determinato dai dati riportati nella seguente tabella:

Crivelli e setacci UNI	Quantità passante - % totale in peso
crivello 71	100
crivello 40	75 - 100
crivello 25	60 - 87
crivello 10	35 - 67
crivello 5	25 - 55
setaccio 2	15 - 40
setaccio 0,4	7 - 12



Crivelli e setacci UNI	Quantità passante - % totale in peso
setaccio 0,075	2 - 10

- rapporto tra la quantità passante al setaccio 0,075 e la quantità passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- perdita in peso alla prova Los Angeles compiuta sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65, salvo diversa richiesta del Direttore dei lavori e salvo verifica dell'indice di portanza CBR che dovrà essere, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua del materiale passante al crivello 25, non minore di 50.

## 8. CONTABILITA' DELLE OPERE

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, od a numero, od a peso, in relazione a quanto previsto nell'elenco prezzi.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezza e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate e l'Appaltatore potrà essere chiamato al rifacimento a tutto suo rischio e spese.

Le misure saranno prese in contraddittorio man mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Appaltatore.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità al collaudatore di verificare e di rettificare le misure in occasione delle operazioni di collaudo.

I prezzi unitari in base ai quali - sotto deduzione del pattuito ribasso sull'intero loro importo - saranno pagate le somministrazioni di materiali, i noli ed i lavori appaltati a misura - oltre a quanto particolarmente indicato nelle singole voci dell'elenco prezzi, o dell'elenco descrittivo delle voci relative alle varie categorie di lavoro, sono valutati in base a fasi lavorative standard ed in base alle eventuali difficoltà operative che ogni singola lavorazione può presentare e comprendono quanto appresso:

per la somministrazione di materiali prevista a carico dell'Appaltatore: ogni spesa - nessuna eccettuata - sopportata dallo stesso per la fornitura, trasporti, cali, perdite, sprechi, ecc. per dare i

materiali stessi pronti all'impiego a piè d'opera in qualsiasi punto del lavoro, nella quantità richiesta dall'Azienda;

per i noli: ogni spesa di carico, scarico e trasporto a/da cantiere all'inizio ed al termine del nolo, oneri relativi all'installazione, spostamenti, assistenza e sorveglianza delle attrezzature e l'eventuale danneggiamento e/o mancato recupero del materiale impiegato; sono inclusi inoltre gli oneri relativi al consumo di carburante o forza motrice, lubrificante, ed il personale addetto e di quant'altro non menzionato ma necessario al buon funzionamento dell'attrezzatura;

per i lavori a misura: tutte le spese per mezzi d'opera e mano d'opera, assicurazioni di ogni specie; tutte le forniture occorrenti e la loro lavorazione e messa in opera per dare il lavoro finito secondo le prescrizioni del presente Capitolato, o dell'elenco descrittivo di ogni singola lavorazione, e comunque, anche se non espressamente menzionato, per dare il lavoro finito a regola d'arte; trasporti e scarichi in ascesa e discesa, indennità di cave, di passaggi, di depositi, di cantiere, di occupazioni temporanee, ecc..

Nei prezzi stessi si intende cioè compreso ogni compenso per gli oneri tutti (anche se non esplicitamente sopra detti o richiamati nei vari articoli e nell'elenco dei prezzi) che l'Appaltatore dovrà sostenere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

La valutazione dei lavori a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione dei singoli prezzi a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e d'ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per i lavori a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.

Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.

Le misure verranno eseguite in contraddittorio tra tecnico dell'Impresa e l'ufficio della direzione dei lavori

Le misure verranno eseguite nel rispetto degli articoli dell'elenco prezzi sia come modalità sia come unità di misura.

Per le modalità di misura e la contabilità dei lavori si rimanda al capitolato speciale d'appalto.

## *9. ULTIMAZIONE DEI LAVORI E COLLAUDI*

### **9.1 Certificato di Ultimazione Lavori e consegna provvisoria con facoltà d uso**

Il Certificato di Ultimazione Lavori viene rilasciato (se non diversamente indicato in altri documenti di contratto):

- quando i risultati delle verifiche o prove preliminari degli impianti siano risultate positive (ad esclusione delle verifiche stagionali degli impianti di climatizzazione) e dopo che eventuali manchevolezze o deficienze siano state eliminate
- dopo la fornitura da parte dell'Appaltatore di tutta la documentazione finale prevista nelle clausole "Documentazione per pratiche burocratiche" e "Documentazione finale".

In genere rimane esclusa una verifica stagionale degli impianti di climatizzazione (invernale), in quanto non possibile entro la data di ultimazione lavori. Questa verifica deve essere immediatamente eseguita nella prima stagione successiva alla data di ultimazione lavori (entro il periodo concesso per la consegna definitiva).

Il Certificato di Ultimazione Lavori, con allegati tutti i verbali di prove e verifiche emessi alla data, firmato dalla D.L., dall'E.A. e dall'Appaltatore, determina (se non diversamente indicato in altri documenti di contratto):

la data contrattuale di ultimazione dei lavori e di presa in consegna provvisoria degli impianti da parte dell'E.A.

- l'inizio del periodo contrattuale per l'esecuzione delle verifiche e prove definitive e del collaudo finale
- l'inizio del periodo di garanzia contrattuale.

La presa in consegna provvisoria costituisce soltanto la prova del generico funzionamento e non quella del raggiungimento delle garanzie prescritte in capitolato, né del regolare ed ineccepibile funzionamento.

All'atto della consegna provvisoria devono essere consegnati ai responsabili dell'esercizio tutti gli attrezzi ed utensili, nonché tutte le dotazioni di rispetto per i macchinari previsti.

Le verifiche possono comprendere oltre le parti in vista, anche quelle sepolte e nascoste ed è dunque obbligo dell'Appaltatore scoprire quelle parti di lavoro che fossero indicate, senza diritto ad alcun compenso per i lavori di scoprimento e di conseguente ripristino.

Il Direttore dei Lavori, qualora riscontri dalle prove preliminari imperfezioni di qualsiasi genere relative

ai materiali impiegati od all'esecuzione, deve prescrivere con appositi ordini di servizio i lavori che l'Appaltatore deve eseguire per mettere gli impianti nelle condizioni contrattuali e il tempo concesso per la loro attuazione; soltanto dopo aver accertato con successive verifiche prove che gli impianti corrispondono in ogni loro parte a tali condizioni, redige il verbale delle prove facendo esplicita dichiarazione che da parte dell'Appaltatore sono state eseguite tutte le modifiche richieste a seguito delle prove preliminari.

Resta inteso che nonostante l'esito favorevole di esse l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine (guasto, staratura, non regolare funzionamento, difetto di montaggio, vizio costruttivo, ecc.), che abbiano a riscontrarsi fino alla scadenza dei termini di garanzia. Qualora, per cause imputabili all'Appaltatore, la consegna finale dovesse subire ritardi, l'E.A. può imporre all'Appaltatore di mettere in funzione tutti o parte degli impianti rimanendone però quest'ultimo l'unico responsabile. In tale evenienza la conduzione e manutenzione totale (ordinaria e straordinaria), esclusi i soli consumi di energia, restano a completo carico dell'Appaltatore stesso che deve eseguirle tempestivamente e con ogni cautela fino a quando sarà possibile la consegna provvisoria.

Nulla, e a nessun titolo, può essere richiesto dall'Appaltatore per tali prestazioni, anche se fossero necessarie durante periodi notturni e/o festivi.

## **9.2 Consistenza delle verifiche e prove finali per la consegna definitiva (collaudo)**

### **9.2.1 Note generali**

Il Collaudatore oppure la Commissione di Collaudo (o il Direttore dei Lavori), a opere completamente ultimate e funzionanti e dopo che siano state eseguite positivamente le prove e verifiche preliminari di cui al precedente articolo, procede in contraddittorio con l'Appaltatore alle "verifiche e prove finali" di funzionamento, intese ad accertare la corrispondenza delle opere eseguite a tutte le condizioni contrattuali. Ciò deve avvenire nei tempi e secondo le modalità contrattuali.

Se i risultati sono positivi, viene rilasciato il Certificato di Collaudo (o il Certificato di Buona Esecuzione dei Lavori), che avrà carattere provvisorio mentre assumerà quello definitivo decorsi due anni dalla data della sua emissione.

Nel periodo di tempo tra la data del Certificato di Ultimazione dei Lavori e la consegna definitiva (collaudo con esito positivo, ancorché con carattere provvisorio) la conduzione e manutenzione degli impianti è a carico dell'E.A., se non diversamente prescritto nei documenti di contratto.

Le verifiche e prove finali sono intese ad accertare e certificare per conto dell'E.A. che le prestazioni finali degli impianti singolarmente e nel loro insieme corrispondano alle prescrizioni contrattuali.

Viene fissato il programma delle verifiche e prove finali informando l'Appaltatore con un avviso in

doppio originale, sopra uno dei quali l'Appaltatore deve apporre la sua firma in prova della ricevuta notificazione.

La verifica della buona esecuzione degli impianti è approfondita sino al punto giudicato necessario per formare la convinzione che tutte le parti siano in piena regola senza che l'Appaltatore abbia diritto a chiedere alcun indennizzo.

Fatto salvo quanto diversamente dovesse disporre il Collaudatore o la Commissione di Collaudo, le prove si suddividono in due parti:

- esami a vista che, avvalendosi della documentazione "as built", accertino che i componenti dei vari impianti siano conformi alle richieste di contratto, alle prescrizioni di sicurezza, siano stati scelti correttamente ed installati secondo normativa, siano integri in modo da non compromettere la sicurezza;
- prove e misure per accertare la rispondenza delle parti di impianto ai dati progettuali ed alla normativa in vigore.

Tali verifiche e prove finali vengono effettuate utilizzando personale ed apparecchiature messe a disposizione dall'Appaltatore.

In particolare, per le verifiche e prove finali degli impianti di climatizzazione occorre procedere a:

- Verifica invernale
- La verifica invernale ha luogo entro la prima stagione invernale corrente successiva all'emissione del Certificato di Ultimazione Lavori, in un periodo da fissarsi fra il 1° gennaio e il 28 febbraio.
- Verifica di mezza stagione

Dove il funzionamento con caratteristiche di mezza stagione sia prolungato oppure significativo per la

tipologia dell'impianto, la D.L. può richiedere una verifica anche in questi periodi. I periodi sono precisati dalla D.L. a seconda dell'ubicazione dell'impianto.

Le apparecchiature della regolazione automatica devono essere provate e verificate alla presenza di un tecnico specialista della ditta fornitrice dei materiali.

### **9.3 Esami a vista**

Sono da eseguirsi i seguenti esami (elenco avente carattere esemplificativo e non esaustivo):

- verifica corretta installazione macchine ed apparecchiature

- verifica corretta distribuzione reti idriche
- verifica staffe, mensole e sostegni in generale di macchine, tubazioni, canalizzazioni, ecc.
- verifica isolamenti
- presenza e corretta messa in opera di valvole di sezionamento e di taratura
- identificazione dei vari componenti e dei circuiti idrici
- corretta installazione elementi in campo
- agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.

**Indice****PARTE SECONDA****ELENCO DESCRITTIVO DELLE CATEGORIE DI LAVORAZIONI PREVISTE PER  
L'ESECUZIONE DELL'APPALTO****CAPO 1 – OPERE EDILI ED OPERE DI URBANIZZAZIONE**

Parte I – QUALITA', PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE

Parte II – QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

Parte III – PROVE, VERIFICHE E COLLAUDI

Parte IV – MODALITA' DI ESECUZIONE

Parte V – NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Parte VI – OPERE STRUTTURALI

Parte VII – OPERE STRADALI E OPERE A VERDE

**CAPO 2 – IMPIANTI ELETTRICI****CAPO 3 – IMPIANTI TERMOIDRAULICI**



**Azienda Casa Emilia-Romagna  
della Provincia di Ravenna**



## CAPO 1- OPERE EDILI ED OPERE DI URBANIZZAZIONE

<b>Parte I</b> .....	<b>1</b>
<b>QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE</b> .....	<b>1</b>
Articolo 1: ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI .....	1
Articolo 2: PROVVISTA DEI MATERIALI.....	2
Articolo 3: SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO.....	2
Articolo 4: NORME DI RIFERIMENTO.....	2
Articolo 5: GHIAIA E PIETRISCO .....	3
5.1. Requisiti per l'accettazione .....	3
5.2. Norme EN armonizzate relative agli aggregati.....	3
Articolo 6: SABBIA .....	4
Tabella 6.1 – Pezzature normali .....	4
Articolo 7: ACQUA .....	5
Articolo 8: IMPASTI.....	5
Articolo 9: ADDITIVI.....	5
9.1. Generalità .....	5
9.2. Calcestruzzo .....	6
9.3. Metodi di prova .....	10
Articolo 10: MALTE .....	10
10.1. Malte tradizionali .....	10
10.2. Malte speciali .....	12
10.3. Metodi di prova delle malte cementizie .....	13
Articolo 11: GESSO .....	14
Articolo 12: CALCE .....	14
12.1. Calci aeree.....	14
Articolo 13: CEMENTO .....	17
13.1. Classificazione dei cementi.....	18
13.2. Definizioni .....	18
13.3. Fornitura.....	19
13.4. Accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi.....	20
13.5. Dichiarazione di prestazione DOP - Regolamento prodotti da costruzione 305/201120	
13.6. Metodi di prova .....	23
Articolo 14: LATERIZI .....	24
14.1. Generalità .....	24
14.2. Classificazione .....	24

14.3.Requisiti .....	24
14.4.Accettazione e prove.....	25
14.5. Prove fisiche e prove chimiche .....	25
Articolo 15: ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO .....	28
15.1.Requisiti principali .....	28
15.2 Acciai in barre ad aderenza migliorata .....	28
15.3.Caratteristiche meccaniche e tecnologiche acciaio laminato a caldo.....	28
15.4.Prova di aderenza .....	29
15.5. Caratteristiche meccaniche e tecnologiche acciaio trafilato a freddo .....	29
15.6.Reti e tralici di acciaio elettrosaldati .....	30
15.7.Saldature.....	31
15.8.Deroga alle limitazioni dimensionali .....	32
15.10.Norme di riferimento.....	32
<b>Parte II.....</b>	<b>33</b>
<b>QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI .....</b>	<b>33</b>
Articolo 16: MATERIALI IN GENERE .....	33
Articolo 17: ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO, SABBIA .....	33
Articolo 18: MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E MALTE.....	35
Articolo 19: ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO .....	35
Articolo 20: ARMATURE PER CALCESTRUZZO .....	35
Articolo 21: PRODOTTI A BASE DI LEGNO.....	36
21.1 .....	36
21.2.....	36
21.3.....	36
Articolo 22: PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE .....	37
Articolo 23: PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE.....	38
23.1 .....	38
23.2.....	38
23.3.....	39
Articolo 24: PRODOTTI PER COPERTURE CONTINUE .....	40
24.1 .....	40
24.2.....	40
Articolo 25: PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E COPERTURE PIANE.....	41
25.1 .....	41
25.2.....	42
25.3.....	44
25.4.....	45
Articolo 26: PRODOTTI DI VETRO (LASTRE) .....	46
26.1 .....	46
26.2.....	46

26.3.....	47
26.4.....	47
26.5.....	47
Articolo 27: PRODOTTI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEOTESSILI) .....	48
27.1.....	48
27.2.....	48
27.3.....	49
Articolo 28: INFISSI .....	49
28.1.....	49
28.2.....	50
28.3.....	50
28.4.....	51
Articolo 29: PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI .....	52
29.1.....	52
29.2.....	52
29.3.....	53
Articolo 30: PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO .....	54
30.1.....	54
30.2.....	56
30.3.....	57
Articolo 31: PRODOTTI PER PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE .....	57
31.1.....	57
31.2.....	57
31.3.....	58
31.4.....	58
31.5.....	58
Articolo 32: PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO.....	59
32.1.....	59
32.2.....	59
32.3.....	59
32.4.....	60
Articolo 33: PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO .....	60
33.1.....	60
33.2.....	61
33.3.....	61
33.4.....	62
<b>Parte III.....</b>	<b>63</b>
<b>PROVE VERIFICHE E COLLAUDO.....</b>	<b>63</b>
Articolo 34: CONTROLLI REGOLAMENTARI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	63
34.1. Resistenza caratteristica .....	63
34.2. Controlli di qualità del conglomerato .....	63
34.3. Prelievo dei campioni .....	64
34.4. Dimensioni dei provini. Casseforme.....	65

34.5. Stagionatura.....	66
34.6. Verbale di preparazione e stagionatura .....	66
34.7. Spianatura. Prova a compressione .....	67
34.8. Modalità di rottura del provino.....	67
34.9. Resoconto della prova di compressione .....	68
34.10. Valutazione preliminare della resistenza caratteristica.....	69
34.11. Controllo di accettazione.....	69
34.12. Prove complementari .....	71
Articolo 35: CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO .....	71
35.1. Prova di abbassamento al cono o Slump-test.....	71
35.2. Coefficiente di costipamento o indice di compattabilità .....	73
35.3. Prova di spandimento alla tavola a scosse .....	74
35.4. Determinazione del contenuto di cemento .....	76
35.5. Controllo della composizione del calcestruzzo fresco .....	76
35.6. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding) .....	76
Articolo 36: ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA .....	77
36.1. Misura dell'indice di maturità del calcestruzzo .....	77
36.2. Prova BRE (Building Research Establishment) .....	77
36.3. Misura del ritiro idraulico/rigonfiamento del calcestruzzo .....	78
36.4. Valori ammissibili per il ritiro.....	79
36.5. Misura della permeabilità .....	80
Articolo 37: ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO INDURITO .....	81
37.1. Controlli distruttivi.....	81
37.2. Controlli non distruttivi.....	95
37.3. Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo ..	98
Articolo 38: RILEVAZIONE DEL COPRIFERRO, POSIZIONE E DIAMETRO DEI FERRI	98
Articolo 39: CONTROLLI SULLE ARMATURE .....	99
39.1. Modalità di prelievo e metodi di prova.....	99
39.2. Controlli in stabilimento .....	99
39.3. Prodotti provenienti dall'estero.....	100
39.4. Controlli nei centri di trasformazione ed in cantiere.....	100
39.6. Marchiatura per identificazione .....	102
Articolo 40: COLLAUDO STATICO DI STRUTTURE IN C.A. ....	102
Articolo 41: DETERMINAZIONE SPERIMENTALE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE DEGLI ELEMENTI RESISTENTI ARTIFICIALI E NATURALI.....	103
41.1. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali.....	103
41.2. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti naturali .....	104
41.3. Modalità per la determinazione della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali.....	105
41.4. Resistenza a compressione degli elementi in pietra .....	106
Articolo 42: COLLAUDO STATICO DI OPERE DI SOSTEGNO E DI FONDAZIONE.....	106
<b>Parte IV.....</b>	<b>107</b>

<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE .....</b>	<b>107</b>
Articolo 46: <b>NORMATIVA SULLA PREVENZIONI INFORTUNI.....</b>	<b>107</b>
Articolo 47: <b>DISPOSITIVI DI PROTEZIONE .....</b>	<b>107</b>
Articolo 48: <b>SCAVI E SBANCAMENTI .....</b>	<b>108</b>
48.1. Ricognizione .....	108
48.2. Viabilità nei cantieri .....	108
48.3. Splanteamento e sbancamento .....	109
48.4. Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli.....	109
48.5. Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento .....	110
48.6. Deposito di materiali in prossimità degli scavi.....	110
48.7. Presenza di gas negli scavi.....	110
Articolo 49: <b>DIVIETI PER L'APPALTATORE .....</b>	<b>111</b>
Articolo 50: <b>RIPARAZIONE DI SOTTOSERVIZI .....</b>	<b>111</b>
Articolo 51: <b>RILEVATI E RINTERRI.....</b>	<b>111</b>
Articolo 52: <b>FONDAZIONI DIRETTE.....</b>	<b>112</b>
52.1. Scavi di fondazione.....	112
52.2. Rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva .....	113
Articolo 57: <b>CALCESTRUZZO LEGGERO STRUTTURALE E PER STRUTTURE IN C.A. NORMALE. CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO .....</b>	<b>113</b>
57.1. Calcestruzzo leggero strutturale .....	113
57.2. Calcestruzzo per strutture in c.a. normale.....	117
57.3. Relazione a struttura ultimata .....	124
Articolo 60: <b>SOLAI MISTI DI C.A. E C.A.P. E BLOCCHI FORATI IN LATERIZIO .....</b>	<b>125</b>
60.1. Classificazione .....	125
60.2. Prescrizioni generali.....	125
60.3. Requisiti di accettazione prove e controlli .....	125
60.4. Controlli di accettazione dei solai di C.A. e C.A.P. e laterocemento in cantiere.....	127
60.5. Esecuzione (prescrizioni regolamentari) .....	127
Articolo 61: <b>SCAVI IN GENERE.....</b>	<b>128</b>
Articolo 62: <b>SCAVI DI SBANCAMENTO .....</b>	<b>129</b>
Articolo 63: <b>SCAVI DI FONDAZIONE OD IN TRINCEA.....</b>	<b>129</b>
Articolo 64: <b>DEMOLIZIONE O RIMOZIONE DI MATERIALI CONTENENTI AMIANTO..</b>	<b>130</b>
Articolo 65: <b>RILEVATI E RINTERRI.....</b>	<b>134</b>
Articolo 66: <b>ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE (PIANE) .....</b>	<b>134</b>
66.1 .....	134
66.2.....	135
66.3.....	135
66.4.....	137
Articolo 67: <b>ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE CON VERDE (PIANE).....</b>	<b>137</b>
Articolo 68: <b>OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE .....</b>	<b>140</b>

68.1.....	140
68.2.....	140
68.3.....	140
68.4.....	141
68.5.....	141
Articolo 69: SISTEMI DI RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI .....	142
69.1.....	142
69.2.....	142
69.3.....	143
69.4.....	144
Articolo 70: OPERE DI VETRAZIONE E SERRAMENTISTICA.....	144
70.1.....	148
70.2.....	149
70.3.....	149
Articolo 71: ESECUZIONE DELLE PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE.....	150
71.1.....	153
71.2.....	154
Articolo 72: ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI .....	154
72.1.....	154
72.2.....	155
72.3.....	156
72.4.....	157
72.5.....	158
Articolo 73: LAVORI EVENTUALMENTE NON PREVISTI .....	158
Articolo 74: ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI .....	159
<b>Parte V.....</b>	<b>160</b>
<b>NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>160</b>
Articolo 75: LAVORI A MISURA.....	160
75.1. Scavi .....	160
75.2.Rilevati, rinterri, vespai.....	161
75.3 Murature.....	161
75.4. Calcestruzzi .....	163
75.5.Casseformi.....	163
75.6.Acciaio per armature e reti elettrosaldate.....	163
75.7. Solai, controsoffitti, impermeabilizzazioni e coibentazioni.....	164
75.8.Pavimenti .....	166
75.9. Rivestimenti di pareti.....	166
75.10. Fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali .....	167
75.11.Intonaci .....	167
75.12.Tinteggiature, coloriture e verniciature .....	168
75.13. Infissi.....	169
75.14. Lavori in metallo .....	170
Articolo 76:LAVORI A CORPO .....	170

Articolo 77: IMPIANTI.....	171
77.1. Impianti termico, idrico-sanitario, antincendio, gas, innaffiamento .....	171
77.2. Impianti elettrico e telefonico.....	178
77.3. Impianti ascensori e montacarichi .....	179
77.4. Opere di assistenza agli impianti .....	180
Articolo 78: LAVORI IN ECONOMIA, LAVORI COMPENSATI A CORPO E LAVORI DIVERSI	180
78.1. Lavori in economia .....	180
Articolo 79: OPERE A VERDE .....	182
79.1. Prati.....	182
79.2. Seminagioni e piantagioni .....	182
<b>Parte VI.....</b>	<b>184</b>
<b>OPERE STRUTTURALI .....</b>	<b>184</b>
Articolo 80: NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI, I SISTEMI E L'ESECUZIONE .....	184
<b>Parte VII.....</b>	<b>184</b>
<b>OPERE STRADALI E OPERE A VERDE.....</b>	<b>184</b>
Articolo 81: STUDI PRELIMINARI E MODALITÀ DELLE PROVE DI LABORATORIO E IN SITO .....	184
Articolo 82: FONDAZIONI STRADALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	185
Articolo 83: BITUMI.....	189
83.1. Trattamento superficiale con bitume a caldo.....	189
83.2. Trattamenti superficiali a semipenetrazione con catrame .....	189
83.3. Trattamento a semipenetrazione con due mani di bitume a caldo .....	190
83.4. Trattamento a penetrazione con bitume a caldo .....	191
83.5. Manti eseguiti mediante conglomerati bituminosi semiaperti .....	192
83.6. Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi .....	198
Articolo 84: PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	201
84.1. Generalità .....	201
84.2. Cordoli in calcestruzzo .....	201
84.3. Cordoni in pietra.....	202
Articolo 85: POZZETTI PER LA RACCOLTA DELLE ACQUE STRADALI. CADITOIE ...	203
85.1. Pozzetti per la raccolta delle acque stradali .....	203
85.2. Caditoie stradali .....	204
Articolo 86: PREPARAZIONE DELLE BUCHE E DEI FOSSI .....	205
Articolo 87: TERRA DA COLTIVO RIPORTATA.....	205
Articolo 88: SUBSTRATI DI COLTIVAZIONE .....	205
Articolo 89: CONCIMI ORGANICI E MINERALI.....	206
89.1. Concimi organici.....	206
89.2. Concimi minerali.....	207

Articolo 90. ACQUA PER INNAFFIAMENTO .....	208
Articolo 91. MESSA A DIMORA DI PIANTE .....	208
91.1. Generalità .....	208
91.2. Pali di sostegno, ancoraggi e legature .....	209
91.3. Protezione delle piante.....	209
Articolo 92: TAPPETI ERBOSI IN STRISCE E ZOLLE .....	209

## CAPO 2 - IMPIANTI ELETTRICI

1. GENERALITA'.....	211
A. Oggetto dell'appalto .....	211
B. Impianto elettrico al servizio del cantiere edile.....	212
C. Termini tecnici.....	212
2. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI .....	214
2.1 Note generali.....	214
2.2 Leggi e decreti .....	214
2.3 Normativa tecnica .....	216
2.4 Direttive comunitarie .....	219
2.5 Marcatura CE.....	219
3. Materiali e accessori di montaggio .....	220
5.1 Trattamenti superficiali .....	220
5.2 Verniciatura .....	221
5.3 Materiali .....	221
5.4 Colori.....	221
5.5 Collaudi delle verniciature .....	221
5.6 Garanzie sulle verniciature.....	222
5.7 Zincatura a caldo.....	222
5.8 Materiale inox.....	222
5.9 Altre opere .....	223
5.10 Coordinamento con le opere di specializzazione edile e di altre imprese appaltatrici.....	223
4. LIVELLI DI TENSIONE E CARATTERISTICHE DEL SISTEMA D'ALIMENTAZIONE .....	223
5. DEFINIZIONE DI IMPIANTO ELETTRICO .....	224
5.1 Definizione .....	224
5.2 Origine dell'impianto.....	224
6. PRESENTAZIONE DEL CAMPIONARIO, PROVE, DISPONIBILITÀ E REPERIBILITÀ DEI MATERIALI .....	225
6.1 Campionario.....	225
6.2 Prove e verifiche .....	225
6.3 Certificazione materiali.....	225
6.4 Disponibilità.....	225
7. DOCUMENTAZIONE E COLLAUDO IMPIANTO.....	226
8.1 Documentazione preliminare .....	226
8.2 Documentazione finale.....	227



8.3	Modalità di presentazione .....	229
8.4	Collaudo tecnico funzionale degli impianti. ....	229
8.	<b>NORME TECNICHE RELATIVE A MATERIALI, COMPONENTI E POSA IN OPERA</b>	<b>229</b>
8.1	Premessa .....	229
8.2	Qualità dei materiali .....	229
8.3	Verniciatura dei componenti.....	230
8.4	Protezioni meccaniche dei conduttori.....	230
8.5	Protezione dei componenti elettrici dai raggi solari .....	231
8.6	Chiusura delle canaline porta cavo .....	231
8.7	Allacciamento a scatole di derivazione, prese, pulsantiere e strumenti .....	231
8.8	Montaggio di tubi rigidi e flessibili.....	231
8.9	Allacciamento d'utenze elettriche in generale. ....	232
9.	<b>GRADI DI PROTEZIONE MECCANICA DELLE APPARECCHIATURE E DEI MATERIALI</b>	<b>232</b>
10.	<b>TUBAZIONI</b> .....	<b>233</b>
10.1	Generalità .....	233
10.2	Tubo isolante rigido pieghevole a freddo, di PVC .....	234
10.3	Tubo rigido d'acciaio .....	234
10.4	Tubo isolante pieghevole ed auto rinvenente di PVC (corrugato) .....	235
10.5	Tubo flessibile con spirale rigida in PVC (guaina).....	236
10.6	Tubo flessibile con spirale d'acciaio zincato (GUAINA).....	236
10.7	Cassette di derivazione stagne in PVC .....	237
10.8	Cassette di derivazione stagne in pressofusione .....	238
10.9	Cassette di derivazione da incasso in PVC.....	239
10.10	Canaletta d'acciaio zincato di tipo chiuso.....	240
10.11	Canaletta in materiale plastico .....	241
11.	<b>CAVI E CONDUTTORI</b> .....	<b>242</b>
11.1	Norme vigenti.....	242
11.2	Colore d'individuazione dei conduttori.....	242
11.3	Identificazione .....	244
11.4	Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione. ....	245
11.5	Contrassegno dei cavi.....	245
11.6	Isolamento dei cavi .....	245
11.7	Criteri di dimensionamento dei circuiti e delle condutture .....	245
11.8	Prescrizioni tecniche per la realizzazione delle installazioni elettriche - Esecuzione degli impianti.....	248
11.9	<b>CORPI ILLUMINANTI</b> .....	<b>255</b>
11.10	<b>APPARECCHI COMPONENTI</b> .....	<b>256</b>
13.1.	<b>CRITERI D'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI DI TERRA ED, EVENTUALMENTE, DI PROTEZIONE DELLE STRUTTURE DAI FULMINI</b> .....	<b>258</b>
13.1.	<b>QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE</b> .....	<b>261</b>
	Contrassegni - Colorazioni - Individuazioni.....	265
13.2.	Certificazioni di conformità riguardanti i quadri elettrici .....	268

## **CAPO 3 - IMPIANTI TERMOIDRAULICI**

1. DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	271
1.1.....	271
2. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI .....	272
2.1 Note generali.....	272
2.2 Leggi e decreti .....	272
<b>Acustica.....</b>	<b>273</b>
2.3 Norme UNI .....	273
2.4 Disegni di cantiere e di montaggio .....	275
2.5 Verifica del progetto esecutivo .....	278
2.6 Modifiche al progetto.....	278
2.7 Documentazione finale.....	279
3. DATI TECNICI DI RIFERIMENTO .....	281
3.1 Condizioni termo-igrometriche esterne .....	281
3.2 Condizioni interne invernali .....	281
3.3 Tolleranze .....	281
4. TIPOLOGIA DI IMPIANTI E APPARECCHIATURE .....	281
4.1 Reti di scarico .....	281
4.2 Reti di adduzione idrica.....	282
4.3 Apparecchi sanitari e rubinetteria.....	282
4.4 Acque nere.....	282
4.5 Acque saponate .....	282
4.6 Ventilazione degli scarichi.....	282
4.7 Acque bianche o meteoriche:.....	283
4.8 Impianto adduzione gas .....	283
4.9 Impianto di riscaldamento .....	283
5. QUALITÀ E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI .....	283
5.1 Tarature, prove e collaudi .....	285
5.2 Verifiche e prove da prevedere .....	286
5.3 Consistenza delle verifiche e prove preliminari per la consegna provvisoria .....	286
<b>Note generali.....</b>	<b>286</b>
6. PROVE SU MATERIALI.....	288
6.1 Prove in loco degli impianti termofluidici .....	289
7. QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI.....	292
7.1 Materiali in genere.....	292
7.2 Tubazioni .....	292
7.3 Tubazioni fuori terra .....	292
7.4 Tubazioni interrato .....	292
7.5 Valvole di intercettazione .....	293
7.6 Ancoraggio tubazioni.....	293
7.7 Collaudi per tubazioni idriche .....	294
7.8 Collaudi per tubazioni gas .....	294



7.9	MATERIALI PER OPERE MURARIE.....	295
7.10	MATERIALI PER RINTERRI E SCAVI.....	296
8.	CONTABILITA' DELLE OPERE.....	298
9.	ULTIMAZIONE DEI LAVORI E COLLAUDI.....	299
9.1	Certificato di Ultimazione Lavori e consegna provvisoria con facoltà d uso.....	300
9.2	Consistenza delle verifiche e prove finali per la consegna definitiva (collaudo)...	301
9.3	Esami a vista.....	302

## **CAPO I – OPERE EDILI E OPERE DI URBANIZZAZIONE**

### Parte I

### **QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE**

#### *Articolo 1: ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI*

Tutti i materiali e i prodotti da costruzione da impiegare per l'esecuzione dei lavori in appalto, qualora siano soggetti all'obbligo di marcatura CE secondo il Regolamento UE n. 305/2011 del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, dovranno essere muniti di tale marchio ed accompagnati da copia cartacea della Dichiarazione di prestazione (DoP) e da tutta la documentazione idonea ad attestarne la tracciabilità, a partire dal produttore e fino alla fornitura in cantiere.

In carenza di detta documentazione obbligatoria i prodotti non potranno essere né accettati né introdotti e/o stoccati in cantiere per cui, se presenti, dovranno esserne immediatamente allontanati.

In ogni caso la Direzione dei Lavori, ai fini dell'accettazione dei suddetti materiali e prodotti, può richiedere l'effettuazione di controlli, anche parziali, su campioni prelevati dalle forniture in cantiere oppure richiedere validi attestati di conformità delle stesse forniture ai requisiti di prestazione e prescrizioni del progetto.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del Capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi dell'art. 164 del regolamento D.P.R. n. 207/2010.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il Direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'Appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei lavori, la Stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione appaltante in sede di collaudo.

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella

consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal Capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal Capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

#### *Articolo 2: PROVISTA DEI MATERIALI*

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

A richiesta della Stazione appaltante l'Appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

#### *Articolo 3: SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO*

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il Direttore dei lavori può prescriverne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'Appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del Responsabile del procedimento.

#### *Articolo 4: NORME DI RIFERIMENTO*

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI vigenti in materia, anche se non

espressamente richiamate nel presente Capitolato speciale d'appalto. In assenza di nuove ed aggiornate norme, il Direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente Capitolato speciale d'appalto o dalla Direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari ed UNI vigenti, verrà effettuato in contraddittorio con l'Impresa sulla base della redazione di verbale di prelievo.

#### *Articolo 5: GHIAIA E PIETRISCO*

##### **5.1. Requisiti per l'accettazione**

Gli aggregati per usi strutturali e non strutturali (naturali, artificiali o riciclati) sono soggetti a DOP e marcatura CE.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

La ghiaia deve essere bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili o terrose, o comunque dannose.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati provenienti da processo di riciclo conformi alla EN 12620.

##### **5.2. Norme EN armonizzate relative agli aggregati.**

EN 13055-1 Aggregati leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione

EN 13139 Aggregati per malta

EN 13383-1 Aggregati per opere di protezione (armourstone) – Specifiche

EN 12620 Aggregati per calcestruzzo

EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade

EN 13450 Aggregati per massicciate per ferrovie

Norme nazionali aggregati per calcestruzzo strutturale (applicative di EN 12620)

**UNI 8520-1:2015** *Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 - Parte 1: Designazione e criteri di conformità*

**UNI 8520-2:2016** *Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 - Parte 2: Requisiti.*

#### *Articolo 6: SABBIA*

Le sabbie sono soggette a DOP e marcatura CE con riferimento alla norma applicabile per l'utilizzo previsto. Norma di riferimento EN 12620 Aggregati per calcestruzzo

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; dev'essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

#### **Tabella 6.1 – Pezzature normali**

	Trattenuto dal	Passante al
Sabbia	setaccio 0,075 UNI 2332	setaccio 2 UNI 2332

Le sabbie da impiegarsi nel confezionamento dei conglomerati cementizi devono corrispondere alle caratteristiche granulometriche stabilite dal R.D. 16 novembre 1939, n. 229.

Nelle sabbie per conglomerati è ammessa una percentuale massima del 10% di materiale trattenuto sul crivello 7,1, vedi UNI 2334 - Crivelli di controllo e relativi fondi e coperchi - o sul setaccio 2, vedi UNI 2332-1 - Vagli di controllo, stacci di controllo e relativi fondi e coperchi. Dimensioni e tolleranze, a seconda che si tratti di sabbia per conglomerati cementizi o di sabbia per conglomerati bituminosi; in ogni caso non si devono avere dimensioni inferiori a 0,05 mm.

Le sabbie possono essere naturali o di frantumazione, devono presentare una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%.

L'Appaltatore non può impiegare sabbie di mare che non siano state preventivamente lavate a fondo con acqua dolce.

La Direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego. Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito ad esami fatti eseguire da Amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave ed i risultati di tali indagini siano ritenute idonee dalla Direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai sili. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale ed in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi prova riguardano l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

#### *Articolo 7: ACQUA*

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non essere aggressiva. L'acqua, a discrezione della Direzione dei lavori, in base al tipo di intervento od uso potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

#### *Articolo 8: IMPASTI*

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati, il rapporto acqua-cemento, e pertanto il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

#### *Articolo 9: ADDITIVI*

##### **9.1. Generalità**

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.



Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

## **9.2. Calcestruzzo**

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al DM 14 gennaio 2008, "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e relative circolari esplicative, in particolare Circolare 2 febbraio 2009; L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- dovranno essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non dovranno contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- dovranno interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo; in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

### **9.2.1. Additivi acceleranti**

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra 0,5 e 2% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento, in caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente diluito.

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal DM 14 gennaio 2008 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123 - Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.

In generale, per quanto non specificato, si rimanda alla UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni e requisiti.

### **9.2.2. Additivi ritardanti**

Gli additivi ritardanti sono da utilizzarsi per il trasporto del calcestruzzo in betoniera al fine di ritardarne l'indurimento.

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal DM 14 gennaio 2008 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni e requisiti.

### **9.2.3. Additivi antigelo**

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della Direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra 0,5 e 2% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme:

**UNI 7109** *Additivi per impasti cementizi. Additivi antigelo. Idoneità e relativi metodi di controllo.*

**UNI 7120** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione dei tempi di inizio e di fine presa delle paste cementizie contenenti additivi antigelo.*

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123 - Calcestruzzo. Determinazione dei tempi d'inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni; la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

#### **9.2.4. Additivi fluidificanti e superfluidificanti**

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua /cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della Direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra 0,2 e 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato, si rimanda alla UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni e requisiti.

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- determinazione della consistenza dell'impasto effettuata con l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla UNI 8020 - Calcestruzzo fresco - Determinazione della consistenza - Spandimento alla tavola a scosse;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;
- prova di essudamento secondo la UNI 7122 - Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

#### **9.2.5. Additivi aeranti**

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della Direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra 0,005 e 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento.

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- determinazione del contenuto d'aria secondo la UNI 6395 - Determinazione volumetrica per pressione del contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;
- prova di resistenza al gelo secondo la UNI 7087 - Calcestruzzo. Determinazione della resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo;
- prova di essudamento secondo la UNI 7122 - Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata;

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura.

### **9.2.6. Agenti espansivi**

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione della Direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra 7 e 10% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme UNI:

**UNI 8146** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo.*

**UNI 8146 FA 125-83** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8146. Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo.*

**UNI 8147** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo.*

**UNI 8147 FA 126-83** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8147. Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo.*

**UNI 8148** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.*

**UNI 8148 FA 127-83** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8148. Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.*

**UNI 8149** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.*

**UNI 8149 FA 128-83** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8149. Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.*

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123, Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura.

### 9.3. Metodi di prova

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme UNI:

- UNI 7110** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata ed in acqua satura di calce.*
- UNI 7112** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione delle sostanze zuccherine riducenti.*
- UNI 7114** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione del potere schiumogeno degli additivi aeranti e fluidificanti- aeranti.*
- UNI 7115** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della densità degli additivi liquidi o in soluzione.*
- UNI 7116** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione dell'alcalinità totale.*
- UNI 7117** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della tensione superficiale di soluzioni contenenti additivi.*
- UNI 7118** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione del pH di soluzioni contenenti additivi.*
- UNI EN 934-2** *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni e requisiti*
- UNI 10765** *Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità.*

Articolo 10: MALTE

#### 10.1. Malte tradizionali

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi, non deve essere aggressiva nè contenere solfati o cloruri in percentuale dannosa.

La sabbia da impiegare per il confezionamento delle malte deve essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose.

Le calci aeree, le pozzolane ed i leganti idraulici devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme (R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e R.D. n. 2231; legge 26 maggio 1965, n. 595, D.M. 14 gennaio 1966, D.M. 3 giugno 1968, D.M. 3 agosto 1972 e successive integrazioni o modificazioni).

L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D.M. 3 giugno 1968 così come modificato dal D.M. 13 settembre 1993.

I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la seguente tabella:

**Tabella 10.1 - Classe e tipi di malta (D.M. 20 novembre 1987)**

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M4	Idraulica	-	-	1	3	-
M4	Pozzolonica	-	1	-	-	3
M4	Bastarda	1	-	2	9	-
M3	Bastarda	1	-	1	5	-
M2	Cementizia	1	-	0,5	4	-
M1	Cementizia	1	-	-	3	-

**Tabella 10.2 - Rapporti di miscela delle malte (AITEC)**

Tipo di malta	Rapporti in volume	Quantità per 1 mq di malta (kg)
Calce idrata, sabbia	1: 3,5	142-1300
	1: 4,5	110-1300
Calce idraulica, sabbia	1:3	270-1300
	1:4	200-1300
Calce eminentemente idraulica, sabbia	1:3	330-1300
	1:4	250-1300
Calce idrata, cemento, sabbia	2:1:8	125-150-1300
	2:1:9	110-130-1300
Cemento, sabbia	1:3	400-1300
	1:4	300-1300

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante.

Malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori seguenti:

12 N/mm<sup>2</sup> [120 kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M1

8 N/mm<sup>2</sup> [80 Kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M2

5 N/mm<sup>2</sup> [50 kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M3

2,5N/mm<sup>2</sup> [25 Kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M4.

## 10.2. Malte speciali

Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, ecc.) composte da cementi ad alta resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in c.a., impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo; in caso di applicazione di prodotti equivalenti, gli stessi devono essere accettati ed autorizzati dalla Direzione dei lavori.

Per qualunque contestazione si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI 8993** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione.*

**UNI 8993 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione.*

**UNI 8994** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Controllo dell'idoneità.*

**UNI 8994 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Controllo dell'idoneità.*

**UNI 8995** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della massa volumica della malta fresca.*

**UNI 8995 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della massa volumica della malta fresca.*

**UNI 8996** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione dell'espansione libera in fase plastica.*

**UNI 8996 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione dell'espansione libera in fase plastica.*

- UNI 8997** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante canaletta.*
- UNI 8997 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante canaletta.*
- UNI 8998** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.*
- UNI 8998 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.*
- UNI EN 12190** *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Determinazione della resistenza a compressione delle malte da riparazione.*

### **10.3. Metodi di prova delle malte cementizie**

- UNI 7044** *Determinazione della consistenza delle malte cementizie mediante l'impiego di tavola a scosse.*
- UNI EN 1015-1** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della distribuzione granulometrica (mediante staccatura).*
- UNI EN 1015-2** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Campionamento globale e preparazione delle malte di prova.*
- UNI EN 1015-3** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante tavola a scosse).*
- UNI EN 1015-4** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante penetrazione della sonda).*
- UNI EN 1015-6** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della massa volumica apparente della malta fresca.*
- UNI EN 1015-7** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione del contenuto d'aria della malta fresca.*
- UNI EN 1015-19** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua delle malte da intonaco indurite.*
- UNI ENV 1170-8** *Malte e paste di cemento rinforzate con fibre di vetro (GRC). Prova mediante cicli climatici;*



*Articolo 11: GESSO*

Il gesso è ottenuto per frantumazione, cottura e macinazione di roccia sedimentaria, di struttura cristallina, macrocristallina oppure fine, il cui costituente essenziale è il solfato di calcio biidrato ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), dovrà presentarsi perfettamente asciutto, di recente cottura, di fine macinazione, privo di materie eterogenee e non alterato per estinzione spontanea. Le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche delle rocce dovranno inoltre corrispondere alle prescrizioni della norma UNI 5371 - Pietra da gesso per la fabbricazione di leganti. Classificazione, prescrizioni e prove.

I gessi dovranno essere forniti in sacchi sigillati di idoneo materiale, riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto. La conservazione dovrà essere effettuata con tutti gli accorgimenti atti ad evitare degradazioni per umidità.

*Articolo 12: CALCE***12.1. Calci aeree**

Le calci aeree impiegate dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, (aggiornato alla G.U. 29 agosto 2000) recante Norme per l'accettazione delle calci.

Agli effetti delle suddette norme le calci si dividono in:

*A Calci aeree:*

- a) calce grassa in zolle;
- b) calce magra in zolle;
- c) calce idrata in polvere.

Si dicono calci aeree magnesiache quelle contenenti più del 20% di  $\text{MgO}$ .

*B Calci idrauliche:*

- a) calce idraulica naturale in zolle;
- b) calce idraulica naturale o artificiale in polvere;
- c) calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere;
- d) calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere;
- e) calce idraulica artificiale siderurgica in polvere.

Le calci sono così definite:

*A Calci aeree:*

- a) La calce grassa in zolle, di colore pressoché bianco, è il prodotto della cottura di calcari di adatta composizione morfologica e chimica.
- b) La calce magra in zolle è il prodotto della cottura di calcari a morfologia e composizione chimica tali da non dare calci che raggiungano i requisiti richiesti per le calci di cui alla lettera a).
- c) La calce idrata in polvere è il prodotto dello spegnimento completo delle calci predette, fatto dallo stabilimento produttore in modo da ottenerla in polvere fina e secca.

Per ulteriori definizioni si rimanda alla norma **UNI 10319** - Calci aeree. Terminologia.

**B Calci idrauliche:**

- a) La calce idraulica in zolle è il prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale da risultare di facile spegnimento.
- b), c) La calce idraulica e quella eminentemente idraulica, naturale o artificiale è il prodotto ottenuto con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, con la successiva estinzione, stagionatura e macinazione.
- d) La calce idraulica artificiale pozzolanica è il prodotto della miscela intima, ottenuta per macinazione, di pozzolana energica e calce aerea.
- e) La calce idraulica siderurgica è il prodotto della miscela intima, ottenuta per macinazione, di loppe di altoforno basiche granulate e calce aerea.

Per le calci devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni, nelle quali le quantità sono espresse percentualmente in peso.

**Tabella 12.1. – Contenuti e limitazioni delle calci aeree**

Calci aeree	Requisiti	Contenuto in CaO + MgO	Contenuto in umidità	Contenuto in carboni e impurità
Calce grassa in zolle	-	□ 94%	-	-
Calce magra in zolle	-	□ 94%	-	-
Calce idrata in polvere	Fiore di calce	□ 91%	□ 3%	□ 6%
	Calce idrata da costruzione	□ 82%	□ 3%	□ 6%

**Tabella 12.2. - Requisiti fisico-meccanici delle calce aeree**

Calce aeree	Rendimento in grassello	Residuo al vaglio da 900 maglie /cmq	Residuo al vaglio da 4900 maglie/cm <sup>2</sup>	Prova stabilità volume	di di
Calce grassa in zolle	□ 2,5 mc./tonn.	-	-	-	
Calce magra in zolle	□ 1,5 mc./tonn.	-	-	-	
Calce idrata in polvere	Fiore di calce	□ 1%	□ 5%	positiva	
	Calce da costruzione	□ 2%	□ 15%	positiva	

Tutte le calce idrauliche in polvere devono:

- 1) lasciare sul setaccio da 900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo percentuale in peso inferiore al 2% e sul setaccio da 4900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo inferiore al 20%;
- 2) iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dall'inizio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore dal medesimo;
- 3) essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.

**Tabella 12.3 – Contenuti e limitazioni delle calce idrauliche**

Calce idrauliche	Perdita al fuoco	contenuto in MgO	Contenuto in carbonati	Rapporto di costituzione *	Contenuto in Mno	Residuo insolubile
Calce idraulica naturale in zolle	□ 10%	□ 5%	□ 10%	-	-	-
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	-	□ 5%	□ 10%	-	-	-
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere	-	□ 5%	□ 10%		-	-
Calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere	-	□ 5%	□ 10%	1,5%		-

Calce artificiale in polvere	idraulica siderurgica	<input type="checkbox"/> 5%	<input type="checkbox"/> 5%	-	-	<input type="checkbox"/> 5%	<input type="checkbox"/> 2,5%
------------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------------	---	---	-----------------------------	-------------------------------

\*  $R_c = (SiO_2 + Al_2 O_3) / CaO$

**Tabella 12.4. - Requisiti fisico-meccanici delle calce idrauliche in polvere**

Calci idrauliche in polvere	Resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3 tolleranza del 10%		Prova di stabilità volume
	Resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura	Resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura	
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	<input type="checkbox"/> 5 Kg/cmq.	<input type="checkbox"/> 10 Kg/cmq.	positiva
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale	<input type="checkbox"/> 10 Kg/cmq.	<input type="checkbox"/> 100 Kg/cmq.	positiva
Calce idraulica artificiale pozzolanica	<input type="checkbox"/> 10 Kg/cmq.	<input type="checkbox"/> 100 Kg/cmq.	positiva
Calce idraulica artificiale siderurgica	<input type="checkbox"/> 10 Kg/cmq.	<input type="checkbox"/> 100 Kg/cmq.	positiva

Per le prove chimico-fisiche si rinvia alle prescrizioni del citato R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 - Norme per l'accettazione delle calce.

### Articolo 13: CEMENTO

I leganti idraulici (cemento) impiegati per la produzione di calcestruzzi per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso sono soggetti a marcatura CE e DOP sia per usi strutturali che non strutturali (Per usi strutturali si faccia riferimento a - NTC 11.2.9.1 Leganti; L. 26/5/1965, n. 595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici").

E' escluso l'impiego di cementi alluminosi

Norma armonizzata di riferimento:

EN 197-1 Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni

### **13.1. Classificazione dei cementi**

Ai sensi della legge 26 maggio 1965, n. 595, i cementi sono classificati in:

A Cementi normali e ad alta resistenza:

- a) portland;
- b) pozzolanico;
- c) d'altoforno.

B Cemento alluminoso.

C *Cementi per sbarramenti di ritenuta:*

- a) portland;
- b) pozzolanico;
- c) d'altoforno.

D *Agglomeranti cementizi:*

- a) a lenta presa;
- b) a rapida presa.

### **13.2. Definizioni**

I legami idraulici sopra nominati rispondono alle seguenti definizioni:

A Cementi:

a) Cemento portland. - Per cemento portland si intende il prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio), con aggiunta di gesso o anidrite dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione;

b) Cemento pozzolanico. - Per cemento pozzolanico si intende la miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico, con la quantità di gesso o anidrite necessaria a regolarizzare il processo di idratazione;

c) Cemento d'altoforno. - Per cemento d'altoforno si intende la miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata di altoforno, con la quantità di gesso o anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.

**B** Cemento alluminoso.

Per cemento alluminoso s'intende il prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio.

**C** Cementi per sbarramenti di ritenuta.

Per cementi per sbarramenti di ritenuta, la cui costruzione è soggetta al regolamento approvato con D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363, si intendono quei cementi normali, di cui alla lettera A, i quali abbiano i particolari valori minimi di resistenza alla compressione prescritti dalle norme vigenti.

**D** Agglomeranti cementizi.

Per agglomeranti cementizi si intendono i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli che verranno stabiliti per i cementi normali di cui alla lettera A. Per le resistenze minime ed i requisiti chimici degli agglomeranti cementizi si rinvia al D.M. vigente.

**13.3. Fornitura**

I cementi e gli agglomeranti cementizi in polvere debbono essere forniti:

- a) in sacchi sigillati;
- b) in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- c) alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati, essi dovranno essere del peso di 50 kg chiusi con legame munito di sigillo. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- a) la qualità del legante;
- b) lo stabilimento produttore;
- c) la quantità d'acqua per la malta normale;
- d) le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi.

#### **13.4. Accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi**

Per l'accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi, degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche in polvere, le prove debbono essere eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 kg di legante prelevato da dieci sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione. In caso di contestazione sull'omogeneità del prodotto, saranno prelevati in contraddittorio, e per ogni mille sacchi, altri due sacchi, e sul campione prelevato da ciascuno di essi verranno ripetute le prove normali.

Qualora tutte le parti non siano presenti, la campionatura dovrà avvenire alla presenza di un notaio o di un ufficiale giudiziario.

Per le forniture di leganti alla rinfusa, la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante il prelievo di un campione medio in ragione di 10 kg per ogni 50 tonnellate o frazione.

Il campione per le prove sulle calce idrauliche naturali in zolle deve essere di 50 kg per ogni 10 tonnellate di calce, e deve essere preso con la pala da diversi punti del mucchio.

#### **13.5. Dichiarazione di prestazione DOP - Regolamento prodotti da costruzione 305/2011**

I cementi, sono prodotti soggetti a norma armonizzata pertanto, attraverso la DOP, il fabbricante deve fornire le informazioni relative alle caratteristiche essenziali del prodotto immesso sul mercato.

La dichiarazione di prestazione deve fare riferimento alla norma armonizzata (EN) o alla valutazione tecnica europea (ETA) rilasciata da un Organismo di Valutazione Tecnica (TAB) relativa al prodotto indispensabile per immettere il prodotto sul mercato.

Il fabbricante, rilasciando la DoP, appone sul prodotti la marcatura CE e si assume la responsabilità della conformità del prodotto da costruzione alla dichiarazione di prestazione.

L'emissione della DOP autorizza il produttore ad apporre la marcatura CE sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato.

#### **Tabella 13.1. - Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

<b>Classe</b>	<b>Resistenza alla compressione (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tempo inizio presa min</b>	<b>Espansione mm</b>
---------------	--	-------------------------------	----------------------

	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni			
	2 giorni	7giorni				
32,5	-	> 16	<input type="checkbox"/> 32,5	<input type="checkbox"/> 52,5	<input type="checkbox"/> 60	<input type="checkbox"/> 10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	<input type="checkbox"/> 42,5	<input type="checkbox"/> 62,5		
4,25 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	<input type="checkbox"/> 52,5	-	<input type="checkbox"/> 45	
52,5 R	> 30	-				

**Tabella 13.2. - Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà	Prova secondo	Tipo cemento	di	Classe resistenza	di	Requisiti
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III		Tutte le classi		<input type="checkbox"/> 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III		Tutte le classi		<input type="checkbox"/> 5,0%
Solfati come (SO <sub>3</sub> )	EN 196-2	CEM I CEM II (2) CEM IV CEM V		32,5 32,5 R 42,5		<input type="checkbox"/> 3,5%
				42,5 R 52,5 52,5 R		<input type="checkbox"/> 4,0%
		CEM III (3)		Tutte le classi		



Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi (4)	Tutte le classi	□ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa

2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T che può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>, per tutte le classi di resistenza

3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>.

4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

**Tabella 13.3. - Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5 R	42,5	42,5 R	52,5	42,5 R
Limite inferiore di resistenza (N/mm <sup>2</sup> )	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa - Limite inferiore (min)		45			40		
Stabilità (mm) - Limite superiore		11					
Contenuto di SO <sub>3</sub> (%) Limite superiore	Tipo I	4,0			4,5		
	Tipo II (1)						
	Tipo IV						
	Tipo V						
	Tipo III/A	4,5					
	Tipo III/B						
	Tipo III/C	5,0					
Contenuto di cloruri (%) - Limite superiore		0,11					

(2)	
Pozzolanicità	Positiva a 15 giorni

(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO<sub>3</sub> per tutte le classi di resistenza

(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

### 13.6. Metodi di prova

**UNI EN 196-1** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione delle resistenze meccaniche.*

**UNI EN 196-2** *Metodi di prova dei cementi. Analisi chimica dei cementi.*

**UNI EN 196-3** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione del tempo di presa e della stabilità.*

**UNI ENV 196-4** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione quantitativa dei costituenti.*

**UNI EN 196-5** *Metodi di prova dei cementi. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici.*

**UNI EN 196-6** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione della finezza.*

**UNI EN 196-7** *Metodi di prova dei cementi. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento.*

**UNI EN 196-21** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento.*

**UNI ENV 197-1** *Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità. Cementi comuni.*

**UNI ENV 197-2** *Cemento. Valutazione della conformità.*

**UNI 10397** *Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata.*

**UNI 10517** *Cementi Comuni. Valutazione della conformità.*

**UNI ENV 413-1** *Cemento da muratura. Specifica.*

**UNI EN 413-2** *Cemento da muratura. Metodi di prova.*

## Articolo 14: LATERIZI

### 14.1. Generalità

Si intendono per laterizi materiali artificiali da costruzione, formati di argilla, contenente quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro, di carbonato di calcio, purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, i pezzi dopo asciugamento, vengono esposti a giusta cottura in apposite fornaci.

Sono soggetti a DOP e marcatura CE: Mattoni pieni e semipieni, da rivestimento (faccia a vista), blocchi semipieni, forati, elementi forati per divisori e pareti di tamponamento, sia per muratura portanti che non.

Norma armonizzata di riferimento: EN 771-1 Specifica per elementi di muratura - Part 1: Elementi per muratura di laterizio

Sono soggetti a DOP e marcatura CE: Blocchi per solaio a travetti e blocchi

Norma armonizzata di riferimento: EN 15037-3 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Solai a travetti e blocchi - Parte 3: Blocchi di laterizio

Sono soggetti a DOP e marcatura CE: Blocchi per solaio gettato in opera o a pannelli/lastre

Norma armonizzata di riferimento: EN 771-1 Specifica per elementi di muratura - Part 1: Elementi per muratura di laterizio

Sono soggetti a DOP e marcatura CE: Coperture (tegole, coppi ed accessori)

Norma armonizzata di riferimento: EN 1304 Tegole di laterizio per coperture discontinue - Definizioni e specifiche di prodotto

### 14.2. Classificazione

I materiali laterizi si suddividono in:

- a) materiali laterizi pieni, quali i mattoni ordinari, i mattoncini comuni e da pavimento, le piastrelle per pavimentazione, ecc.;
- b) materiali laterizi forati, quali i mattoni con due, quattro, sei, otto fori, le tavelle, i tavelloni, le forme speciali per volterrane, per solai di struttura mista, ecc.;
- c) materiali laterizi per coperture, quali i coppi e le tegole di varia forma ed i rispettivi pezzi speciali.

### 14.3. Requisiti

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione debbono nella massa essere scevri da sassolini e da altre impurità; avere facce lisce e spigoli regolari; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine ed uniforme; dare, al colpo di martello, suono chiaro; assorbire acqua per immersione; asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici

e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco; avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

#### **14.4. Accettazione e prove**

Per le prove di accettazione sugli elementi per murature portanti si farà riferimento alle NTC 2008 paragrafo 11.10.1.1.

Per le prove di accettazione sui blocchi per solaio a travetti e blocchi e sui blocchi per solaio gettato in opera o a pannelli/lastre si farà riferimento alle NTC 08 paragrafo 4.1.9 e Cir. Min. 617/09.

Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna ed alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, debbono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.

Le prove debbono essere eseguite in uno dei laboratori ufficiali indicati dalle norme vigenti.

Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità.

Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali ed in solfati alcalini.

In casi speciali può essere prescritta una analisi chimica più o meno completa dei materiali, seguendo i procedimenti analitici più accreditati.

I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline sono analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.

#### **14.5. Prove fisiche e prove chimiche**

Per quanto attiene alle modalità delle prove chimiche e fisiche, si rimanda al citato R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 e seguenti.

#### **14.6. Norme UNI di riferimento**

##### *52.6.1. Elementi per murature*

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme:

**UNI 8942-1** *Prodotti di laterizio per murature. Terminologia e sistema di classificazione.*

**UNI 8942-2** *Prodotti di laterizio per murature. Limiti d'accettazione.*

**UNI 8942-3** *Prodotti di laterizio per murature. Metodi di prova.*

Gli elementi da impiegarsi nelle murature dovranno avere facce piane e spigoli regolari, essere esenti da screpolature, fessure e cavità e presentare superfici atte alla adesione delle malte. I mattoni da paramento dovranno presentare in maniera particolare regolarità di forma, integrità superficiale e sufficiente uniformità di colore per l'intera partita.

Gli elementi in laterizio impiegati nelle murature portanti debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 20 novembre 1987 - Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento. La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificati contenenti i risultati delle prove condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione con le modalità previste dal D.M. citato.

#### 14.6.2. Elementi per solai

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme:

**UNI 9730-1** *Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione.*

**UNI 9730-2** *Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione.*

**UNI 9730-3** *Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.*

Dovranno inoltre essere rispettate le norme dei cui al punto 7, parte 1<sup>a</sup>, del D.M. 9 gennaio 1996.

Nei blocchi forati, la resistenza caratteristica a compressione, determinata secondo le prescrizioni dell'Allegato 7 del D.M. citato e riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, dovrà risultare non minore di:

a) Solai con blocchi aventi funzioni di alleggerimento:

30 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori; 15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori.

**Tabella 14.1 - Caratteristiche di tavelle e tavelloni di uso comune**

Tipo	Spessore cm	W (cm <sup>3</sup> /ml)	Peso kN/m <sup>2</sup>	Lunghezza cm	Larghezza cm	Rottura	
						P(kN)	Mr(kNm)
Tavellone	3	122	0,28	50	25	1,50	0,72
UNI 2105	3	122	0,28	60	25		
	4	187	0,34	60	25	1,80	1,00
	4	187	0,34	70	25	1,70	1,00
	4	187	0,34	80	25	1,50	1,00
	4	187	0,34	90	25	1,10	1,00

	4	187	0,34	100	25	1,00	1,00
Tavellone	6	332	0,38	80	25	2,60	1,95
	6	332	0,38	90	25	2,30	1,95
UNI 2106	6	332	0,38	100	25	2,10	1,95
	4	496	0,44	110	25	3,10	2,95
	4	496	0,44	110	25	2,80	2,95
	4	496	0,44	120	25	2,60	2,95

W = Momento resistente minimo riferito alla sezione larga 1 m (4 elementi affiancati); P= Carico minimo di rottura concentrato in mezzzeria di una tavella poggiante su due coltelli posti a cm 2,5 dagli estremi (Tabella UNI 2107); Mr= Momento flettente di rottura minimo riferito alla sezione larga 1 m (4 elementi affiancati. (fonte: Manualetto RDB, Fag, Milano, 1997)

b) Solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato:

15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori; 5 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori.

In assenza di cassero continuo inferiore durante la fase di armatura e getto, tutti i blocchi dovranno resistere ad un carico concentrato, applicato nel centro della faccia superiore, non inferiore a 1,5 kN. Il modulo elastico non dovrà essere superiore a 25 kN/mm<sup>2</sup>.

### 14.6.3. Tavelle e tavelloni

Si farà riferimento alle seguenti norme:

1) Tipi e dimensioni:

**UNI 2105** *Tavelle. Tipi e dimensioni*

**UNI 2106** *Tavelloni. Tipi e dimensioni.*

2) Requisiti e prove

**UNI 2107** *Tavelle e tavelloni. Requisiti e prove.*

### 14.6.4. Tegole

**UNI 8089** *Edilizia. Coperture e relativi elementi funzionali. Terminologia funzionale.*

**UNI 8090** *Edilizia. Elementi complementari delle coperture. Terminologia.*

**UNI 8091** *Edilizia. Coperture. Terminologia geometrica.*

**UNI 8178** Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.

**UNI 8635-16** Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio.

**UNI 9460 3** Coperture discontinue. Codice di pratica per la progettazione e l'esecuzione di coperture discontinue con tegole di laterizio e cemento.

#### Articolo 15: ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

##### 15.1. Requisiti principali

Ogni fornitura di acciaio per cemento armato ordinario B450C e B450A (barre, rotoli, rete elettrosaldata) deve essere accompagnata da ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici (§ 11.3.1.2 delle NTC08).

Non si devono porre in opera armature ossidate, corrosive, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

##### 15.2 Acciai in barre ad aderenza migliorata

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata sono conformate in modo da aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio e sono caratterizzate dal diametro  $\emptyset$  della barra tonda equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/d m<sup>3</sup>.

##### 15.3. Caratteristiche meccaniche e tecnologiche acciaio laminato a caldo

Gli acciai in barre ad aderenza migliorata B450C (acciaio laminato a caldo) devono possedere le caratteristiche indicate nel seguente prospetto, valutando le tensioni di snervamento e di rottura come grandezze caratteristiche secondo quanto indicato al punto 11.3.2.1 del DM 14 gennaio 2008, "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di  $20 \pm 5$  °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti in acqua bollente e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

Tensioni caratteristiche di snervamento e rottura

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm <sup>2</sup>

Requisiti (rif. Tabella 11.3.Ib) NTC 2008

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10.0
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12 \text{ mm}$	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 $\phi$	
per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 $\phi$	
per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	10 $\phi$	

#### 15.4. Prova di aderenza

Le barre ed i fili trafilati ad aderenza migliorata devono superare con esito positivo le prove di aderenza secondo il metodo "Beam-test" conformemente a quanto previsto nell'allegato 6 del D.M. 9 gennaio 1996; nell'allegato stesso sono pure indicate le modalità di controllo del profilo da eseguirsi in cantiere o in stabilimento.

#### 15.5. Caratteristiche meccaniche e tecnologiche acciaio trafilato a freddo

L'acciaio B450A trafilato a freddo deve rispondere alle proprietà indicate nel seguente prospetto:

Tensioni caratteristiche di snervamento e rottura

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm <sup>2</sup>

Requisiti (rif. Tabella 11.3.Ic) NTC 2008



CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10.0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\geq 2,5\ %$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
per $\phi \leq 10\ mm$	4 $\phi$	

### 15.6. Reti e tralicci di acciaio elettrosaldati

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.

L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio di cui al § 11.3.2.1 gli elementi base devono avere diametro  $\phi$  che rispetta la limitazione:  $6\ mm \leq \phi \leq 16\ mm$ .

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio di cui al § 11.3.2.2 gli elementi base devono avere diametro  $\phi$  che rispetta la limitazione:  $5\ mm \leq \phi \leq 10\ mm$ .

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere:  $\phi\ min / \phi\ Max \geq 0,6$ .

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2004 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm<sup>2</sup>.

Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di riportate nelle NTC 2008. In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

La tensione di rottura, quella di snervamento e l'allungamento devono essere determinati con prova di trazione su campione che comprenda almeno uno dei nodi saldati.

Dovrà inoltre essere controllata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, determinata forzando con idoneo dispositivo il filo trasversale nella direzione di quello maggiore posto in trazione.

**Tabella 15.6.1.- Peso delle reti elettrosaldate**

Diametro $\phi$ mm	Peso barra kg/m	Peso in una direzione kg/m_								
		Interasse tondini in mm								
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,099	1,98	1,32	0,99	0,79	0,66	0,49	0,39	0,33	0,28

5	0,154	3,08	2,05	1,54	1,23	1,03	0,77	0,62	0,51	0,44
6	0,222	4,44	2,96	2,22	1,78	1,48	1,11	0,89	0,75	0,63
7	0,302	6,04	4,03	3,02	2,42	2,01	1,51	1,21	1,01	0,86
8	0,394	7,89	5,26	3,94	3,15	2,63	1,97	1,58	1,31	1,13
9	0,499	9,98	6,60	4,99	4,00	3,30	2,49	1,98	1,65	1,43
10	0,617	12,30	8,18	6,17	4,93	4,09	3,08	2,45	2,04	1,76
11	0,746	14,90	9,84	7,46	5,97	4,92	3,73	2,96	2,46	2,13
12	0,888	17,80	11,80	8,88	7,10	5,88	4,44	3,52	2,94	2,54

**Tabella 15.6.2. - Sezioni delle reti elettrosaldate**

Diame tro Ømm	Sezion e barra cm_	cm_ per metro								
		Barre portanti					Barre trasversali			
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,126	2,52	1,68	1,26	1,01	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36
5	0,196	3,93	2,62	1,96	1,57	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56
6	0,283	5,65	3,77	2,83	2,30	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81
7	0,385	7,69	5,13	3,85	3,00	2,56	1,92	1,54	1,28	1,10
8	0,502	10,05	6,70	5,02	4,00	3,35	2,51	2,01	1,67	1,43
9	0,635	12,70	8,45	6,35	5,10	4,23	3,18	2,54	2,12	1,81
10	0,785	15,70	10,50	7,85	6,30	5,22	3,92	3,14	2,61	2,24
11	0,947	18,90	12,60	9,47	7,60	6,31	4,74	3,79	3,15	2,71
12	1,130	22,60	15,10	11,30	9,10	7,53	5,65	4,52	3,76	3,23

## 15.7.Saldature

Gli acciai saldabili saranno oggetto di apposita marchiatura depositata che li differenzia dagli acciai non saldabili.

Sono proibite le giunzioni mediante saldatura in opera o fuori opera, nonché il fissaggio delle gabbie di armatura tramite punti di saldatura per tutti i tipi di acciaio per i quali il produttore non abbia garantito la saldabilità all'atto del deposito di cui al punto 2.2.9. suddetto.

Per tali acciai l'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito dovranno inoltre soddisfare le limitazioni sotto riportate:

		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,014	0,012
Carbonio equivalente	C <sub>eq</sub>	0,52	0,50

Il calcolo del carbonio equivalente C<sub>eq</sub> sarà effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

### 15.8.Deroga alle limitazioni dimensionali

Le limitazioni riguardanti i massimi diametri ammessi di cui al punto 2.2.3. del D.M. 9 gennaio 1996, non si applicano alle armature ad aderenza migliorata destinate a strutture in conglomerato cementizio armato di particolari caratteristiche e dimostrate esigenze costruttive.

L'impiego di tali armature di maggior diametro deve essere autorizzato dal Servizio tecnico centrale del Ministero dei lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

### 15.10.Norme di riferimento

- UNI 8926** *Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale.*
- UNI 8927** *Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale.*
- UNI 9120** *Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d'ingegneria civile. Distinta dei ferri.*
- UNI 10622** *Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo.*
- CNR UNI 10020** *Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata.*
- UNI ENV 10080** *Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate.*
- UNI ISO 10065** *Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento.*
- UNI ISO 3766** *Disegni di costruzioni e d'ingegneria civile. Rappresentazione simbolica delle armature del calcestruzzo.*
- UNI ISO 10287** *Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate.*

Parte II  
**QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI**

*Articolo 16: MATERIALI IN GENERE*

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo Capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

La forma e le principali dimensioni delle opere oggetto dell'appalto risultano dagli elaborati del Progetto e dai documenti allagati all'appalto, con le successive consequenziali specificazioni costruttive emesse dalla Direzione Lavori in corso d'opera, che fanno parte integrante del contratto.

Si avverte che le modalità di cui ai paragrafi seguenti hanno lo scopo di indicare i lavori da eseguire e di precisare i tipi di materiale da impiegare, ma l'Impresa dovrà compiere tutte le opere necessarie, anche se non specificatamente indicate nella descrizione, per dare i lavori stessi ultimati in ogni singola parte, secondo le migliori regole d'arte, impiegando materiali nuovi, della migliore qualità e delle dimensioni idonee.

I lavori che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come riportato allo specifico articolo del Capitolato Parte Amministrativa.

*Articolo 17: ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO, SABBIA*

Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante. Avrà un pH compreso fra 6 ed 8.

Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2230; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella L. 26 maggio 1965, n. 595, nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972.

Cementi e agglomerati cementizi.

I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella L. 26 maggio 1965, n. 595 (vedi anche D.M. 14 gennaio 1966) e nel D.M. 3 giugno 1968 e successive modifiche.

Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella L. 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 31 agosto 1972.

A norma di quanto previsto dal D.M. 12 luglio 1999, n. 314, i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della L. 26 maggio 1965, n. 595 (e cioè cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della L. 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della L. 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

**Pozzolane** - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o da parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

**Gesso** - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti.

Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'art. 6.

**Sabbie** - La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia essa viva, naturale od artificiale, dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose od organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridente al tatto e dovrà provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario, la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive; alla prova di decantazione in acqua, comunque, la perdita in peso non dovrà superare il 2%. Per il controllo granulometrico, l'Appaltatore dovrà apprestare e porre a disposizione della Direzione Lavori gli stacci UNI 2332-1.

Sabbia per murature in genere.

Sarà costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 UNI 2332-1.

Sabbia per intonacature ed altri lavori.

Per gli intonaci, le stuccature, le murature di paramento od in pietra da taglio, la sabbia sarà costituita da grani passanti allo staccio 0,5 UNI 2332-1.

Sabbia per conglomerati cementizi.

Dovrà corrispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 3 giugno 1968 All. 1 e dal D.M. 9 gennaio 1996 All. 1 punto 1.2. La granulometria dovrà essere assortita (tra 1 e 5 mm) ed adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. È assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

**Articolo 18: MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E MALTE**

Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme secondo i criteri dell'art. 6.

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio 1996 e relative circolari esplicative.

**Articolo 19: ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO**

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti da laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nelle NTC di cui al DM 14 gennaio 2008.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato DM 14 gennaio 2008.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

È facoltà del Direttore dei lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

**Articolo 20: ARMATURE PER CALCESTRUZZO**

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente DM 14 gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

*Articolo 21: PRODOTTI A BASE DI LEGNO*

**21.1** - Si intendono per prodotti a base di legno quelli derivati dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno e che sono presentati solitamente sotto forma di segati, pannelli, lastre, ecc.

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutture, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente Capitolato ed alle prescrizioni del progetto. Sono qui considerati i soli prodotti a base di legno il cui uso è previsto in progetto:

**21.2** - I segati di legno a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 10$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 2$  mm;
- umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma UNI 8829;

ove necessario possono essere prese a riferimento le indicazioni riportate dalle norme ISO 1029, ISO 1030, ISO 1031, riferite ai Segati di conifere - Difetti - Classificazione; Misurazione; Termini e definizioni; ed alle norme ISO 2299, ISO 2300, ISO 2301, riferite ai Segati di latifoglie - Difetti - Classificazione; Misurazione; Termini e definizioni.

**21.3** - I pannelli a base di particelle di legno a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 5$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- umidità del 10%:  $\pm 3\%$ ;

Funzionalmente avranno le caratteristiche rispondenti alla norma SS UNIV 40.03.093.0:

Il progetto prevede un rivestimento in legno a lamelle per il piano quarto f.t. dell'edificio.

Il rivestimento è previsto con listelli di larice con caratteristiche tecniche e modalità di esecuzione puntualmente definite nei seguenti elaborati di progetto:

- P21-R0 : Sezione AA - Stralcio Prospetto Nord
- P22-R0 : Sezione AA - Stralcio Prospetto Sud

- P23-R0 : Sezione CC - Stralcio Prospetto Nord

negli elaborati dei prospetti P16-R0 e P17-R0 e nella voce del presente Capitolato dedicata ai Rivestimenti esterni.

*Articolo 22: PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE*

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato; le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

*Granito (termine commerciale).*

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, feldspati, felspatoidi).

A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline, costituite da quarzo, feldspati sodico-potassici e miche);

- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.) e le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;

alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta, nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc., che riducano la resistenza o la funzione;

avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;

delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma UNI 9724 - parte 2a,

- coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI 9724 - parte 2a,

- resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI 9724 - parte 3a,

- resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI 9724 - parte 5a,

- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234;



per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (pavimentazioni, soglie, davanzali, ....etc.), si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

### *Articolo 23: PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE*

**23.1** - Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo sulla esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Come per tutti i materiali di rivestimento e pavimentazione l'Impresa appaltatrice dovrà presentare tre campioni, tra i colori e finiture scelte dalla D.L.

**23.2** - Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto, tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cotto forte, gres porcellanato, ecc.) devono essere associate alla classificazione secondo la norma UNI EN 176 e basate sul metodo di formatura UNI EN 98 e sull'assorbimento d'acqua UNI EN 99.

a) A seconda della classe di appartenenza (secondo UNI EN 87) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alle norme seguenti:

#### ASSORBIMENTO D'ACQUA «E» IN %

FORMATURA	gruppo I	gruppo IIa	gruppo lib	gruppo III
	E 3%	3%<E6%	6%<E10%	E>10%
Estruse (A)	UNI EN 121	UNI EN 186	UNI EN 187	UNI EN 188
Estruse (A)	UNI EN 176	UNI EN 177	UNI EN 178	UNI EN 159

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto ed, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione dei lavori e fornitore.

b) Le piastrelle in Gres porcellanato previste in progetto dovranno rispondere ai seguenti requisiti verificati con test di controllo secondo le norme E.N. 176 B1.

-Tolleranze dimensionali, ortogonalità, planarità Rettilinearità: Test secondo EN98

- Massa d'acqua assorbita: est secondo EN 99

c) I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporcatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere

accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

**23.3** - I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza e/o a complemento, alle seguenti.

**23.3.1** - Mattonelle di cemento con o senza colorazione e con superficie levigata; mattonelle di cemento con o senza colorazione e con superficie striata o con impronta; marmette e mattonelle a mosaico di cemento e di detriti di pietra e con superficie levigata.

I prodotti sopracitati devono rispondere al R.D. 16 novembre 1939, n. 2334 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, di resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro ed alle prescrizioni del progetto. L'accettazione deve avvenire secondo il punto 13.1, avendo il R.D. sopracitato quale riferimento.

**23.3.2** - I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili, si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza e/o a complemento, devono rispondere a quanto segue:

essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi, che superino le tolleranze dimensionali ammesse.

Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;

le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza  $\pm 15\%$  per il singolo massello e  $\pm 10\%$  sulle medie;

la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;

il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;

il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per un singolo elemento e  $\pm 3\%$  per la media;

la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm<sup>2</sup> per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup> per la media;

I criteri di accettazione sono quelli riportati nel punto 13.1.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, per la sicurezza e per la posa.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) ed a quanto prescritto nell'articolo 12.

In mancanza di tolleranze su disegni di progetto, si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (le tolleranze predette saranno ridotte per i prodotti da incollare);

le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. 16 novembre 1939, n. 2334, per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm;

l'accettazione avverrà secondo il punto 13.1. Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, per la sicurezza e per la posa.

#### *Articolo 24: PRODOTTI PER COPERTURE CONTINUE*

**24.1** - Si definiscono prodotti per le coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari.

Per la realizzazione delle coperture continue piane nel loro insieme, si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle coperture continue.

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Nel caso di contestazione, le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI citate di seguito.

**24.2** – piastrelle in gres porcellanato antigelivo con resistenza all'abrasione PEIv antiscivolo con coefficiente di attrito maggiore o uguale a 0,40 secondo il Test BRCA

i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:

- le fessure non sono ammesse;
- le incavature non devono avere profondità maggiore di 6 mm;
- le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell'impasto;
- le scagliature sono ammesse, in forma leggera;
- le sbavature e le deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto;

sulle dimensioni nominali e sulla forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze: lunghezza  $\pm 1,5\%$ ; larghezza  $\pm 1\%$ ; altre dimensioni dichiarate  $\pm 1,6\%$ ; ortometria: scostamento orizzontale non maggiore del 1,6% del lato maggiore;

sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del  $\pm 10\%$ ;

l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua dall'intradosso, dopo 24 ore;

dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere maggiore od uguale a 1800 N su campioni maturati 28 giorni;

la resistenza a rottura F del singolo elemento deve essere maggiore od uguale a 1000 N; la media deve essere maggiore od uguale a 1500 N;

i criteri di accettazione sono quelli del punto 14.1. In caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 e UNI 8635.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

#### *Articolo 25: PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E COPERTURE PIANE*

**25.1** - I prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale), fino a formare in sito una membrana continua.

Le membrane si designano descrittivamente in base:

al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);

al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene in film, armatura alluminio in foglio sottile, ecc.);

al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere in film da non asportare, graniglie, ecc.);

al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere non-tessuto, sughero, alluminio in foglio sottile, ecc.).

I prodotti forniti in contenitori si designano descrittivamente come segue:

- 1) mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- 2) asfalti colati;
- 3) malte asfaltiche;
- 4) prodotti termoplastici;

- 5) soluzioni in solvente di bitume;
- 6) emulsioni acquose di bitume;
- 7) prodotti a base di polimeri organici.

I prodotti vengono considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**25.2** - Le membrane per coperture di edifici, in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio: strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.), devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed a complemento, alle seguenti prescrizioni.

a) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente a trazione ed avere adeguata impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9380 oppure, per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori. (Le membrane rispondenti alle varie parti della norma UNI 8629, per le caratteristiche sopracitate sono valide anche per questo impiego).

b) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione del vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;

- invecchiamento termico in acqua.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 9168 oppure, per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629, per le caratteristiche sopracitate, sono valide anche per questo impiego.

c) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e a lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed alla permeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 8629 oppure, per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e a lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);

- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti) oppure, per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

e) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti) oppure, per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**25.3** - Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri, elencate nel seguente comma a) ed utilizzate per impermeabilizzazione delle opere elencate nel seguente comma b), devono rispondere alle prescrizioni elencate nel successivo comma c).

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 15.1 comma c).

a) I tipi di membrane previste nel progetto sono:

Membrane in materiale elastomerico dotate di armatura e formate da elastomeri e bitumi ossidati ad alto punto di fusione con armatura in fibra di poliestere e simili [Per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fundamentalmente elastico, anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio: gomma vulcanizzata)].

Membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta; in questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.

b) Classi di utilizzo.

Classe C - membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o non (per esempio: fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.).

Classe D - membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce.

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi. In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che, nell'esperienza progettuale e/o applicativa, risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali.

c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898.

**25.4** - I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) e secondo il materiale costituente, devono rispondere alle prescrizioni seguenti.

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 15.1 comma c).

**25.4.1** - I bitumi da spalmatura per impermeabilizzazione (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per diversi tipi, alle prescrizioni della norma UNI 4157.

**25.4.2** -Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alla norma UNI 5660 FA 227-87.

**25.4.3** -Gli asfalti colati per impermeabilizzazione devono rispondere alla norma UNI 5654 FA 191-87.

**25.4.4** -Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla norma UNI 4377 FA 233-87.

**25.4.5** -Il mastice di asfalto sintetico, per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati, deve rispondere alla norma UNI 4378 FA 234.

**25.4.6** -I prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, eossi-poliuretanic, eossi-catrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutati in base alle caratteristiche seguenti ed i valori devono soddisfare i limiti riportati. Quando non sono riportati i limiti che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori.



I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 15.1 comma c) e rispondenti alle norme UNI9527, UNI 9528, UNI 9527 FA1-92, UNI 9528 FA1-92.

b) Caratteristiche di comportamento da verificare in sito o su campioni significativi di quanto realizzato in sito secondo le norme UNI 9529, UNI 9530, UNI 9531, UNI 9532, UNI 9533 e relativi FOGLI DI AGGIORNAMENTO:

- spessore dello strato finale in relazione al quantitativo applicato per ogni metro quadrato minimo ... mm, misurato secondo <norma 5>;
- valore dell'allungamento a rottura minimo <valore minimo> %, misurato secondo <norma 6>;
- resistenza al punzonamento statico o dinamico: statico minimo <punzonamento statico> N; dinamico minimo <punzonamento dinamico> N, misurati secondo <norma 7>;
- stabilità dimensionale a seguito di azione termica e variazione dimensionale massima in % <stabilità massima> misurate secondo <norma 8>;
- impermeabilità all'acqua, minima pressione di <pressione> kPa, misurati secondo <norma 9>;
- comportamento all'acqua, variazione di massa massima in % <variazione massa>, misurata secondo <norma 10>;
- invecchiamento termico in aria a 70 °C e variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trattamento massimo °C <gradi>, misurati secondo <norma 11>;
- invecchiamento termico in acqua e variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trattamento massimo °C <gradi 1>, misurati secondo <norma 12> .

#### *Articolo 26: PRODOTTI DI VETRO (LASTRE)*

**26.1** - I prodotti di vetro sono quelli ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi, si fa riferimento alle norme UNI EN 572/17.

I prodotti di seguito descritti e riferiti al progetto vengono considerati al momento della loro fornitura.

Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni ed ai serramenti.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**26.2**-I vetri piani trasparenti float previsti per i serramenti in progetto, sono chiari e si ottengono per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto ed in particolare nella Tavola "Abaco infissi".

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte; il fornitore comunicherà i valori, se richiesti.

**26.3** - I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente, in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7142 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione.

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte; il fornitore comunicherà i valori, se richiesti.

**26.4** - I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) previsti per tutti i serramenti, sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi od altro, in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

Le loro dimensioni, il numero e il tipo delle lastre saranno quelli indicati nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7171 che definisce anche i metodi di controllo da adottare in caso di contestazione.

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte; il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

**26.5** - I vetri piani stratificati sono quelli, formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica, che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie.

Il loro spessore varia in base al numero ed allo spessore delle lastre costituenti.

Quelli in uso nel progetto In funzione della loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche saranno del tipo:

- stratificati per sicurezza semplice;
- stratificati antivandalismo;

Le dimensioni, il numero e il tipo delle lastre saranno quelli indicati nel progetto.

Per le altre caratteristiche si fa riferimento alle norme seguenti:

a) i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma UNI 7172;

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte; il fornitore comunicherà i valori, richiesti dalla D.L..

*Articolo 27: PRODOTTI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEOTESSILI)*

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

**27.1** - Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole, i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza/deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la loro funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto od alle norme UNI 9610 e 9611 e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**27.2** - Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, terroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono i prodotti forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità;

- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**27.3** - Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti e di drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura), chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

Quando non è specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche secondo i modelli di controllo riportati nelle norme:

UNI 8279/1/3/4/12/13/17 e UNI 8986.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Per i non tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

#### *Articolo 28: INFISSI*

**28.1** - Gli infissi sono gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose, nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Si dividono in elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e in serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi, inoltre, si dividono, in relazione alla loro funzione, in porte, finestre e schermi.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio, si fa riferimento alla norma UNI 8369 (varie parti).

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nell'articolo relativo alle vetrazioni ed ai serramenti.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**28.2** - Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, nelle dimensioni e con i materiali indicati nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limite) devono comunque nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti e garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

Il Direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

a) il controllo dei materiali costituenti il telaio, il vetro, gli elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, esatta esecuzione dei giunti, ecc.;

b) l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc. (vedere il punto 18.3 b); di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti (vedere il punto 18.3).

**28.3** - I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni essi devono essere realizzati nel loro insieme, in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e agli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione ecc.; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

a) Il Direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta, il telaio, e dei loro trattamenti preservanti e dei rivestimenti; mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti e degli accessori; mediante il controllo delle loro caratteristiche costruttive, in particolare, dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) e per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento e sulle altre prestazioni richieste.

Il Direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche o, in mancanza, a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Il progetto prevede l'uso dei seguenti serramenti e componenti che dovranno rispondere ai seguenti requisiti normativi:

Serramenti in PVC rigido I requisiti minimi richiesti sono quelli conformi alla normativa ed in particolare:

-tenuta all'acqua secondo UNI EN 12208: 9A

-permeabilità all'aria: UNI EN 12207 classe 4

-Resistenza al carico del vento: Classe C UNI EN 12210-freccia relativa frontale

La sigillatura del giunto telaio-struttura deve assicurare livelli di prestazione analoghi a quelli sopra citati.

### 3) Porte interne in legno tamburate

limiti stabiliti dalle Norme UNI

- tolleranze dimensionali misurate secondo la norma UNI EN 25;

- planarità misurata secondo la norma UNI EN 24;

- resistenza all'urto corpo molle misurata secondo la norma UNI 8200

- resistenza al fuoco (misurata secondo la norma UNI 9723-00-A1) classe 1;

- resistenza al calore per irraggiamento (misurata secondo la norma UNI 8328) ;

### 4) Porte esterne

- tolleranze dimensionali e spessore; prescrizioni standard secondo la norma UNI EN 25;

- planarità misurata secondo la norma UNI EN 24;

- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento (misurata secondo le norme UNI EN 86, 42 e 71 e UNI 7979);

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

**28.4** - Gli schermi (tapparelle, avvolgibili in PVC e frangisole) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, nelle dimensioni e con il materiale indicati nel disegno di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, lo schermo deve comunque nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) ed agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

*Articolo 29: PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI*

**29.1** - Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate)

I prodotti si distinguono:

a seconda del loro stato fisico

- rigidi (rivestimenti in pietra , ceramica, vetro, alluminio, gesso, ecc.);
- flessibili (carte da parati, tessuti da parati, ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci, vernicianti, rivestimenti plastici, ecc.);

a seconda della loro collocazione

- per esterno;
- per interno;

a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento

- di fondo;
- intermedi;
- di finitura.

Tutti i prodotti di seguito descritti nei punti 29.2 e 29.3 vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

**29.2** - Prodotti rigidi.

a) Per le piastrelle di ceramica vale quanto riportato nell'articolo prodotti per pavimentazione, tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.

b) Per le lastre di pietra vale quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione del progetto valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'articolo relativo ai prodotti di pietra integrati dalle prescrizioni date, e nell'articolo relativo ai prodotti per pavimentazioni di pietra (in particolare, per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio). Sono comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione.

c) Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto. Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti, aggressivi, ecc.) ed alle azioni termogrometriche saranno quelle prescritte nelle norme UNI, in relazione all'ambiente

(interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure, in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei lavori.

Essi, inoltre, saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc., le caratteristiche di resistenza alla usura, ai viraggi di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e la costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo i fenomeni di vibrazione e di produzione di rumore, tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.

d) Per le lastre di cartongesso, si rinvia all'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo relativo ai prodotti di calcestruzzo con, in aggiunta, le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) ed agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

In via orientativa valgono le prescrizioni della norma UNI 8981 (varie parti).

Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima, si debbono realizzare opportuni punti di fissaggio ed aggancio. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono, per quanto applicabili e/o in via orientativa, le prescrizioni dell'articolo sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo.

### **29.3 - Prodotti fluidi od in pasta.**

a) Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce-cemento-gesso), da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) e, eventualmente, da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'incendio adeguate;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza a norme UNI è sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori.



b) I prodotti vernicianti sono applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nella porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- avere resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto o, in mancanza, quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

I dati intendono presentati secondo le norme UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme UNI.

### *Articolo 30: PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO*

**30.1** - Si definiscono materiali isolanti termici quelli atti a diminuire in forma sensibile il flusso termico attraverso le superfici sulle quali sono applicati (vedi classificazione in tab. 1). Per la realizzazione dell'isolamento termico si rinvia agli articoli relativi alle parti dell'edificio o agli impianti.

I materiali di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione per le caratteristiche la procedura di prelievo dei campioni, delle prove e della valutazione dei risultati sarà quella indicata nelle norme UNI EN 822, UNI EN 823, UNI ENI 824, UNI ENI 825 e, in loro mancanza, quella della letteratura tecnica.

I materiali isolanti sono di seguito classificati.

A) Materiali fabbricati in stabilimento (blocchi, pannelli, lastre, feltri ecc.).

1) Materiali cellulari

- composizione chimica organica: plastici alveolari;
- composizione chimica inorganica: vetro cellulare, calcestruzzo alveolare autoclavato;
- composizione chimica mista: plastici cellulari con perle di vetro espanso.

2) Materiali fibrosi

- composizione chimica organica: fibre di legno;
- composizione chimica inorganica: fibre minerali.

3) Materiali compatti

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: agglomerati di legno.

4) Combinazione di materiali di diversa struttura

- composizione chimica inorganica: composti «fibre minerali-perlite», amianto cemento, calcestruzzi leggeri;
- composizione chimica mista: composti perlite-fibre di cellulosa, calcestruzzi di perle di polistirene espanso.

5) Materiali multistrato

- composizione chimica organica: plastici alveolari con parametri organici;
- composizione chimica inorganica: argille espanse con parametri di calcestruzzo, lastre di gesso associate a strato di fibre minerali;
- composizione chimica mista: plastici alveolari rivestiti di calcestruzzo.

I prodotti stratificati devono essere classificati nel gruppo A5. Tuttavia, se il contributo alla proprietà di isolamento termico apportato da un rivestimento è minimo e se il rivestimento stesso è necessario per la manipolazione del prodotto, questo è da classificare nei gruppi da A1 ad A4.

B) Materiali iniettati, stampati o applicati in sito mediante spruzzatura.

1) Materiali cellulari applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica organica: schiume poliuretatiche, schiume di ureaformaldeide;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo cellulare.

2) Materiali fibrosi applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica inorganica: fibre minerali proiettate in opera.

3) Materiali pieni applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: asfalto.

4) Combinazione di materiali di diversa struttura

- composizione chimica inorganica: calcestruzzo di aggregati leggeri;
- composizione chimica mista: calcestruzzo con inclusione di perle di polistirene espanso.

5) Materiali alla rinfusa

- composizione chimica organica: perle di polistirene espanso;
- composizione chimica inorganica: lana minerale in fiocchi, perlite;
- composizione chimica mista: perlite bitumata.

**30.2** - Per tutti i materiali isolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

a) dimensioni: lunghezza - larghezza - spessore valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;

b) massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nelle norme UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori;

c) resistenza termica specifica: deve essere entro i limiti previsti da documenti progettuali (calcolo in base alla L. 16 gennaio 1991, n. 10) ed espressi secondo i criteri indicati nella norma UNI 7357 ed UNI 7357 FA 1 - FA 2 - FA 3.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

**30.3** - Per i materiali isolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. Il Direttore dei lavori può attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

#### *Articolo 31: PRODOTTI PER PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE*

**31.1** - I prodotti per pareti esterne e partizioni interne sono utilizzati per realizzare i principali strati funzionali di queste parti di edificio.

Per la realizzazione delle pareti esterne e partizioni interne si rinvia all'articolo che tratta queste opere.

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione, la procedura di prelievo dei campioni e le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelle indicate nelle norme UNI 7959, UNI 8201, UNI 8326, UNI 8327, UNI 8369/2, UNI 8369/5, UNI 8979, UNI 9269 e, in mancanza di queste, quelle descritte nella letteratura tecnica.

**31.2** - I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale (vedere articolo sulle murature), ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni, devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, al loro completamento, alle seguenti:

gli elementi di laterizio (forzati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale od alleggerito devono rispondere alla norma UNI 8942 parte 2a;

gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella norma UNI 8942 (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea), i limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto e, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei lavori;

gli elementi di calcio silicato, pietra ricostruita e pietra naturale saranno accettati in base alle loro caratteristiche dimensionali e relative tolleranze; caratteristiche di forma e massa volumica

(foratura, smussi, ecc.); caratteristiche meccaniche a compressione, taglio e flessione; caratteristiche di comportamento all'acqua ed al gelo (imbibizione, assorbimento d'acqua, ecc.).

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto e, in loro mancanza, saranno quelli dichiarati dal fornitore ed approvati dalla Direzione dei lavori.

**31.3** - I prodotti ed i componenti per facciate esterne (rivestimenti di facciate ventilate) dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto e, in loro mancanza, alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi dell'ossatura devono avere caratteristiche meccaniche coerenti con quelle del progetto, in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, ecc.) alla struttura portante, resistere alle corrosioni ed azioni chimiche dell'ambiente esterno ed interno;
- gli elementi di tamponamento (lastre di grès porcellanato o ceramica laminata.) devono essere compatibili chimicamente e fisicamente, con l'ossatura; resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti, ecc.), resistere alle sollecitazioni termoigrometriche dell'ambiente esterno ed a quelle chimiche degli agenti inquinanti;
- le parti apribili ed i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte;
- i rivestimenti superficiali (trattamenti dei metalli, pitturazioni, fogli decorativi, ecc.) devono essere coerenti con le prescrizioni sopra indicate;
- le soluzioni costruttive dei giunti devono completare ed integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

La rispondenza alle norme UNI per gli elementi metallici e i loro trattamenti superficiali, per i vetri, i pannelli di legno, di metallo o di plastica e per gli altri componenti, viene considerata automaticamente soddisfacimento delle prescrizioni sopradette.

**31.4** - I prodotti ed i componenti per partizioni interne prefabbricate che vengono assemblate in opera (con piccoli lavori di adattamento o meno) devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in loro mancanza, alle prescrizioni indicate al punto precedente.

**31.5** - I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in loro mancanza, alle prescrizioni seguenti: avere spessore con tolleranze  $\pm 0,5$  mm, lunghezza e larghezza con tolleranza  $\pm 2$  mm, resistenza all'impronta, all'urto, alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio) ed, a seconda della destinazione d'uso, con basso assorbimento d'acqua, con bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore), con resistenza all'incendio dichiarata, con isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei lavori.

*Articolo 32: PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO*

**32.1** - Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà è valutata con il coefficiente di assorbimento acustico «a», definito dall'espressione:

$$a = \frac{W_a}{W_i}$$

dove:  $W_i$  è l'energia sonora incidente;

$W_a$  è l'energia sonora assorbita.

**32.2** - Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dallo spessore.

I materiali fonoassorbenti si classificano secondo lo schema di seguito riportato.

a) Materiali fibrosi:

1. Minerali (fibra di amianto, fibra di vetro, fibra di roccia);
2. Vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).

b) Materiali cellulari:

1. Minerali:

- calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);
- laterizi alveolari;
- prodotti a base di tufo.

2. Sintetici:

- poliuretano a celle aperte (elastico - rigido);
- polipropilene a celle aperte.

**32.3** - Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- lunghezza - larghezza - spessore, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nelle norme UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori;
- coefficiente di assorbimento acustico, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI EN 20354, rispondente ai valori prescritti nel progetto o, in loro assenza, a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- resistività al flusso d'aria (misurata secondo ISO/DIS 9053);
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica.

**32.4** - Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione dei lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

### *Articolo 33: PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO*

**33.1** - Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa.

Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante «R» definito dalla seguente formula:

$$R = \log \frac{W_i}{W_t}$$

dove:  $W_i$  è l'energia sonora incidente;

Wt è l'energia sonora trasmessa.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia posseggono proprietà fonoisolanti.

Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica.

Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formati da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e dalla qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento e dall'eventuale presenza di un'intercapedine d'aria.

**33.2** - Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- dimensioni: lunghezza - larghezza- spessore, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nelle norme UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori;
- potere fonoisolante, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI 8270/6 e 8270/8, rispondente ai valori prescritti nel progetto o, in loro assenza, a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;
- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica.

**33.3** - Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione dei lavori deve attivare i controlli della costanza delle caratteristiche del





prodotto in opera, ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

**33.4** - Entrambe le categorie di materiali fonoisolanti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, in relazione alla loro destinazione d'uso.

### Parte III PROVE VERIFICHE E COLLAUDO

#### *Articolo 34: CONTROLLI REGOLAMENTARI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO*

##### **34.1. Resistenza caratteristica**

Agli effetti delle presenti norme un conglomerato cementizio viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione.

La resistenza caratteristica è definita come la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

Nelle presenti norme, a meno di indicazione contraria, la “resistenza caratteristica” designa quella dedotta dalle prove a compressione a 28 giorni su cubi preparati e confezionati come al punto 3, allegato 2, del D.M. 9 gennaio 1996.

La classe di resistenza Rck, la classe di consistenza Si e il diametro massimo dell'aggregato prescritte per il conglomerato cementizio, dovranno essere indicate dal progettista delle opere. In funzione della destinazione e dell'ubicazione dell'opera il progettista indicherà anche la classe di esposizione ambientale. Il DDT dovrà riportare, oltre agli estremi della certificazione FPC, il valore dei dati prescritti dal progettista (Rck, classe di consistenza, ecc...).

Il conglomerato cementizio per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo se la miscela viene confezionata con componenti aventi essenzialmente le stesse caratteristiche - di qualità, p.e. tipo di cemento (UNI EN 197) requisiti degli aggregati (UNI 8520/2), e se i rapporti quantitativi tra i componenti, le attrezzature e le modalità di confezione e posa in opera rimangono praticamente invariati.

##### **34.2. Controlli di qualità del conglomerato**

Il controllo di qualità, così come descritto più avanti, consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del conglomerato cementizio, garantendone così la conformità alle prescrizioni di progetto.

Nel caso di utilizzo di calcestruzzo preconfezionato lo stabilimento di produzione deve essere dotato di un sistema di controllo della produzione di calcestruzzo predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2008 certificato da organismi terzi indipendenti accreditati. (NTC 11.2.8)

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

###### a) Studio preliminare di qualificazione

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio: aggregati (UNI 8520/2) cementi (UNI EN 197); acque ed additivi e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto: classe di resistenza e classe di consistenza (UNI 9858).

Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili.

b) Controllo di accettazione

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla Direzione dei Lavori durante l'esecuzione delle opere, si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali: la resistenza a compressione di provini cubici; l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc..

Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili.

c) Prove complementari

Comprende tutta l'attività sperimentale che la Direzione dei Lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

### **34.3. Prelievo dei campioni**

Il prelievo deve essere eseguito dalla Direzione dei Lavori, che provvede ad identificare i provini mediante sigle ed etichette ed a custodirli in idoneo locale prima della formatura e durante la stagionatura.

Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.

Il calcestruzzo, entro le forme o cubiere, deve essere opportunamente assestato per strati con l'utilizzo di tondini di ferro  $\varnothing$  10 mm.

Nel caso del prelievo di calcestruzzo di media consistenza la costipazione sarà eseguita con pestello di superficie di circa 1/8 e 1/4 della sezione del provino. Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua invece dovrà essere vibrato nella forma mediante vibratore ad immersione, di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.

Dopo la costipazione il calcestruzzo dovrà essere rasato con righello metallico e lisciato con idonea cazzuola o con frattazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione, fino alla sformatura.

La sformatura che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione ed in modo da non danneggiare il provino. I provini dovranno poter essere identificati e rintracciati in qualsiasi momento.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo", che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

È obbligo del Direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, di cui ai successivi paragrafi, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di conglomerato vale quanto indicato nella **UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002**;

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nella **UNI EN 12390-3:2003, UNI EN 12390-4:2002**.

#### 34.4. Dimensioni dei provini. Casseforme

La circolare 02/02/2009 n.617/C.S.LL.PP. rimanda alle norme UNI EN 12504-1, **UNI EN 12390-1, UNI EN 12390-2, UNI EN 12390-3**, alle quali si farà pertanto riferimento.

**Tabella 34.1 - Dimensioni provini cubici in funzione di quelle degli inerti**

Dimensione max inerte (mm)	Fino a 20	20 $\phi$ 30	30 $\phi$ 50	50 $\phi$ 80	80 $\phi$ 150
Lato provino (cm)	10 o 15	15 o 20	20 o 25	25 o 30	30

Si fa rilevare che la norma **UNI 6130-Parte 1<sup>a</sup>** a partire dal settembre 1981 non prevede più l'uso di provini cubici con lato di 16 cm; la dimensione dei cubetti è commisurata invece alla massima dimensione dell'inerte:

**Tabella 34-2 - Dimensioni provini cubici in funzione di quelle degli inerti (UNI 6130 – Parte 1<sup>a</sup>)**

Dimensione max inerte (mm)	Fino a 16	Oltre 16 e fino 31,5	Oltre 31,5 e fino a 63	Oltre 63 e fino a 125	Oltre 125
Lato provino (cm)	10	15	20	25	30

Sono ammesse le seguenti tolleranze, superando i seguenti valori è necessario rettificare o sostituire le casseforme adoperate:

- tolleranza fino al 1% sulle dimensioni effettive del provino;
- tolleranza angolare circa  $90^\circ \pm 30'$  riferita all'angolo formato tra due facce contigue del provino;
- tolleranza dello 0,05% sulla planarità riferita al lato del provino.

### **34.5. Stagionatura**

**La stagionatura dei provini deve avvenire conformemente alla norma UNI EN 12390-2.**

**Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla norma debbono essere opportunamente annotate sul verbale.**

La stagionatura dei provini di calcestruzzo oggi è conseguita con l'impiego di:

- banco armadio, con controllo dell'umidità e della temperatura, a tenuta ermetica che soddisfa pienamente le condizioni imposte dalla normativa;
- vasche termostatiche in acciaio inox;
- vasche termostatiche con sistemi di controllo per la maturazione accelerata.

I provini di calcestruzzo debbono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura non prima di 2 ore dall'inizio dell'esecuzione della prova. I provini non possono essere rimossi prima che sia trascorso un tempo pari a  $3/4$  del tempo di stagionatura; durante il trasporto i provini debbono essere opportunamente protetti da danni od essiccamenti. In alcuni particolari casi come prove a 7 giorni o minori, è necessario l'imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo", che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

Norme di riferimento:

**UNI EN 12390-2 *Prova sul calcestruzzo indurito – Confezionamento e stagionatura dei provini per prove di resistenza.***

### **34.6. Verbale di preparazione e stagionatura**

**Il verbale di preparazione e stagionatura dei provini di calcestruzzo in riferimento alla norma UNI EN 12390-2, deve contenere le seguenti indicazioni:**

- forma, dimensioni, massa della sformatura e numero dei provini;
- modalità di preparazione dei provini (costipazione, battitura, vibrazione, numero dei colpi e massa dell'attrezzo impiegato, ecc.);

- condizioni di stagionatura (temperatura, umidità relativa, ecc.).

### **34.7. Spianatura. Prova a compressione**

La spianatura delle facce del provino può essere eseguita:

- con macchina dotata di mole o dischi di carburo di silicio o diamantati;
- con l'applicazione di pasta di cemento, gesso, miscela di zolfo e sabbia, ecc..

La spianatura deve essere ripetuta in caso di errore di planarità o angolo tra due facce contigue superiore alle tolleranze ammesse.

La prova a schiacciamento è eseguita con presse rispondenti alle norme **UNI 6686**, ponendo il provino tra i piatti della macchina in modo che il carico risulti applicato in direzione normale a quella di costipamento durante il getto.

L'apparecchio misuratore deve consentire la valutazione istantanea del carico, per ciascuna delle scale della macchina di prova, con precisione dell'1%. Il carico deve essere applicato senza urti e con gradiente pari a  $50 \pm 20 \text{ N/cm}^2 \cdot \text{s}$ .

La prova a compressione ha termine con la rottura del provino.

La resistenza a compressione, in base al carico massimo raggiunto, è valutata con arrotondamento a  $50 \text{ N/cm}^2$ , annotando il tipo di rottura.

Tra le facce del provino ed i piatti della pressa non devono essere interposti strati di materiale deformabile (cartone, feltro, piombo): in tal modo si otterrebbero valori di resistenza più bassi, in quanto l'espansione trasversale dello strato deformabile tende a spaccare longitudinalmente il provino.

Per il calcolo della resistenza caratteristica si assume, secondo le prescrizioni del D.M. 9 gennaio 1996, il valore della resistenza alla compressione dopo 28 giorni di stagionatura con temperatura  $T = 20 \pm 2^\circ \text{ C}$ , ed umidità relativa U.R.  $> 90\%$ . Dopo 28 giorni il calcestruzzo<sup>1</sup> incrementa ancora la propria resistenza e quindi non si può più parlare a rigore di resistenza caratteristica del calcestruzzo, intesa convenzionalmente a 28 giorni di stagionatura.

Norme di riferimento:

**UNI EN 12390-3 Prova sul calcestruzzo indurito – Resistenza alla compressione dei provini.**

### **34.8. Modalità di rottura del provino**

La prova a compressione dei provini di calcestruzzo è considerata soddisfacente se avviene con un tipo di rottura del provino uniforme e simmetrica:

a) *Rottura normale*

La rottura normale è quella che avviene senza frantumazioni e senza lesioni sulle facce del provino a contatto con i piatti della pressa oleodinamica, la macchina di prova deve essere di classe 1. La rottura normale considerata più soddisfacente è quella che si manifesta con l'espulsione laterale di materiale tale che la forma restante del provino sia assimilabile a due tronchi di piramidi aventi in comune la base minore e con le facce laterali inclinate di 45°.

b) *Rottura anomala*

Le rotture anomale, cioè diverse da quelle sopra descritte, possono dipendere da diverse cause come, ad esempio, la mancata coincidenza dell'asse verticale del provino con quello della pressa oleodinamica, l'impiego di casseformi non idonee adoperate per il confezionamento del provino, difetto costruttivo della pressa o un suo mancato controllo periodico.

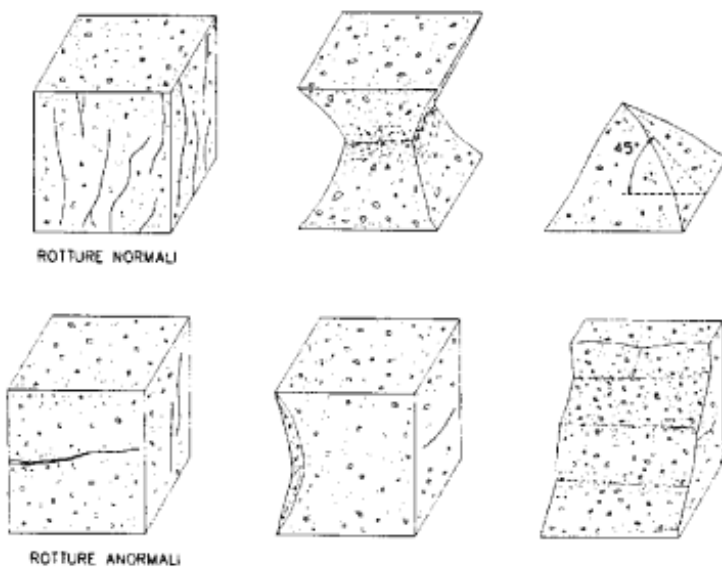


Fig. 129.1. – Rottura dei provini di calcestruzzo

### 34.9. Resoconto della prova di compressione

Il certificato, emesso da laboratorio ufficiale o in concessione (art. 20, Legge n. 1086/1971) contenente l'esito della prova a compressione del provini in calcestruzzo deve contenere i seguenti dati:

- 1) numero e sigla di identificazione del provino;
- 2) data di confezionamento del provino;
- 3) eventuale spianatura dei provini;
- 4) data della prova;
- 5) dimensioni ed area della sezione resistente;

- 6) massa del provino;
- 7) resistenza a compressione;
- 8) tipo di rottura;
- b) eventuali difetti del provino.

#### **34.10. Valutazione preliminare della resistenza caratteristica**

Prima dell'inizio di una produzione di serie o della costruzione di un'opera, il costruttore, in possesso di tutti i dati ufficiali relativi alla qualità dei componenti il conglomerato, deve valutare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato.

Tale valutazione può essere effettuata sulla base delle esperienze acquisite, di determinazioni sperimentali, o dell'uno e dell'altro criterio.

Il costruttore resta comunque responsabile della valutazione effettuata, che sarà controllata come al paragrafo seguente.

#### **34.11. Controllo di accettazione**

Il controllo di accettazione viene eseguito di regola secondo le indicazioni di cui al punto 129.11.1.

Per costruzioni con più di 1500 m<sup>2</sup> di getto di miscela omogenea si possono adottare, in alternativa, le indicazioni di cui al punto 129.11.2.

##### **34.11.1. Controllo Tipo A**

Ogni controllo di accettazione è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>2</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto.

Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Siano R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> le tre resistenze di prelievo, con:

$$R_1 = R_2 = R_3$$

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le disequazioni.

$$R_m = R_{ck} + 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$R_1 = R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$



in cui:

$$R_m = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$

Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>2</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

### **34.11.2. Controllo Tipo B**

Nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>2</sup> di miscela omogenea è ammesso il controllo di accettazione di tipo statistico.

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>2</sup> di conglomerato.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m<sup>2</sup>.

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato, se risultano verificate entrambe le disequazioni:

$$R_m = R_{ck} + 1,4 s$$

$$R_1 = R_{ck} - 3,5 (N/mm^2)$$

essendo  $R_m$  la resistenza media dei 15 o più prelievi,  $R_1$  il valore minore dei 15 o più prelievi ed  $s$  lo scarto quadratico medio.

### **34.11.3. Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo**

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia.

Il Direttore dei lavori dovrà inoltre curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i provini inviati per le prove ai Laboratori Ufficiali siano effettivamente quelli prelevati alla presenza sua o del tecnico di sua fiducia.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei lavori e dovrà contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Se una prescrizione del "controllo di accettazione" non risulta rispettata, occorre procedere:

- ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme, sulla base della resistenza ridotta del conglomerato,

ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante le prove complementari ove esistessero, o con prelievo di provini del calcestruzzo indurito messo in opera (es. carotaggi) o con l'impiego di altri mezzi d'indagine. Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero tranquillizzanti si potrà:

- dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa.

I "controlli di accettazione" sono assolutamente obbligatori ed il Collaudatore è tenuto a controllarne la congruità e la validità; ove ciò non fosse, il Collaudatore è obbligato a prescrivere tutte le prove necessarie per attestare la qualità e le caratteristiche del conglomerato, seguendo la stessa procedura descritta quando non risultano rispettati i limiti fissati dai "controlli di accettazione".

La procedura prevista è integralmente estesa alla produzione di serie in stabilimento.

Essa dovrà essere documentata dal Responsabile della produzione che assume la responsabilità del rispetto delle norme.

### **34.12. Prove complementari**

Sono prove che si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non potranno però essere sostitutive dei "controlli di accettazione" che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari.

Potranno servire al Direttore dei lavori od al Collaudatore per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il "controllo di accettazione".

## *Articolo 35: CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO*

### **35.1. Prova di abbassamento al cono o Slump-test**

La prova del cono di Abrams o slump-test (UNI EN 12350-2) ha lo scopo di valutare la plasticità, e quindi la lavorabilità, del calcestruzzo. Per la prova è utilizzato uno stampo tronco conico in lamiera pesante perfettamente liscio all'interno, aperto alle due estremità, dotato manici ed alette inferiori per impedire movimenti durante il riempimento.

Il cono di Abrams ha le seguenti dimensioni:

- altezza  $30 \pm 0,2$  cm;
- diametro base maggiore  $20 \pm 0,2$  cm;
- diametro base minore  $10 \pm 0,2$  cm.

Il cono deve essere appoggiato con la base maggiore su una superficie orizzontale e pulita, generalmente assieme al cono è fornito un apposito piano metallico.

L'impasto di calcestruzzo è posto all'interno del cono in 3 strati successivi di uguale spessore, fino al riempimento, ogni strato deve essere costipato con 25 colpi di tondino di ferro del diametro di 16 mm, altezza di 60 cm avente l'estremità inferiore arrotondata.

Ultimato il riempimento e livellata la superficie, il cono deve essere sollevato lentamente, tramite i manici, in direzione verticale; successivamente l'impasto di calcestruzzo per effetto del peso proprio subisce un cedimento rispetto alla forma tronco-conica in relazione alla sua consistenza.

La misura dell'abbassamento o cedimento del cono in cm (o in mm) detto anche *slump*, eseguita rispetto all'altezza dello stampo fornisce indicazioni sulla consistenza del calcestruzzo ed il suo comportamento durante il getto all'interno delle casseforme.

In caso di disgregazione del calcestruzzo la prova deve essere ripetuta.

La norma UNI EN 12350-2 in base all'abbassamento del cono distingue 5 classi di consistenza del calcestruzzo.

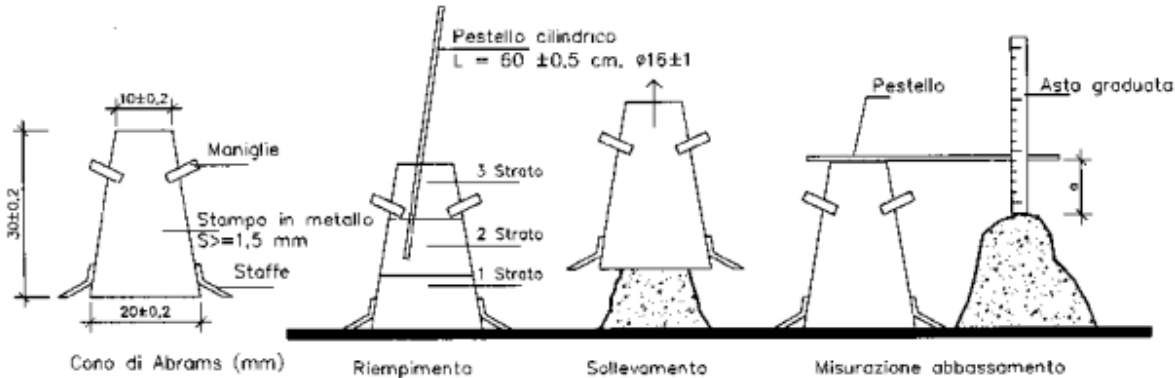
**Tabella 35.1 - Consistenza del calcestruzzo in base all'abbassamento del cono**

<b>Classe consistenza</b>	<b>di</b>	<b>Abbassamento del cono (mm)</b>	<b>Denominazione usuale</b>
S1		da 10 a 40	Umida
S2		da 50 a 90	Plastica
S3		da 100 a 150	Semifluida
S4		da 160 a 210	Fluida
S5		oltre 220	Superfluida

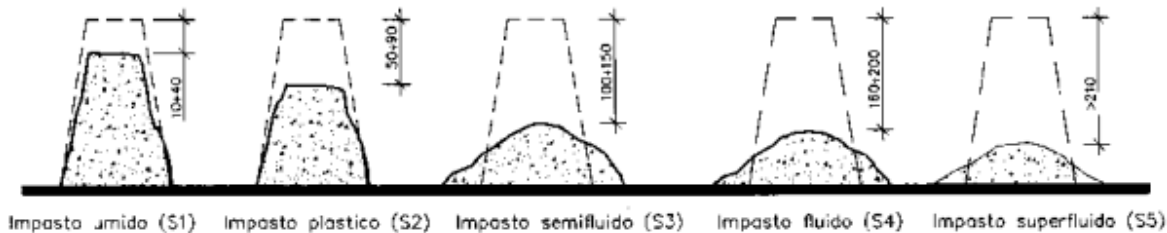
La prova ha diverse limitazioni, in particolare non è adatta per i calcestruzzi molto asciutti per i quali l'abbassamento del cono risulta pressoché nullo, inoltre non è applicabile per i calcestruzzi confezionati con aggregati di dimensione maggiore di 40 mm. Nei casi di slump maggiore di 25 mm la prova è ritenuta inattendibile.

La prova del cono deve essere eseguita al momento dello scarico dalla betoniera ed in occasione del getto: l'eventuale rimescolamento riduce sensibilmente la lavorabilità del calcestruzzo e di conseguenza lo slump.

La prova è significativa per il confronto di calcestruzzi aventi le stesse caratteristiche compositive, in quanto una variazione del cedimento indica una modifica del rapporto acqua-cemento, e viceversa.

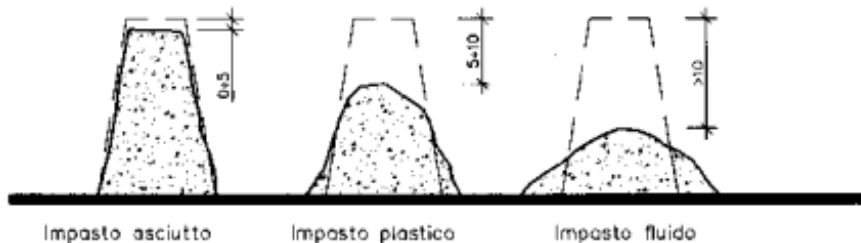


c) Fasi per la misurazione della consistenza dell'impasto di calcestruzzo fresco



b) Consistenza del calcestruzzo fresco – Slump test (UNI 9418)

Classificazione della consistenza del calcestruzzo fresco (UNI 9417): S1, S2, S3, S4, S5.  
Abbassamenti in millimetri



a) Consistenza del calcestruzzo fresco – Slump test (AITEC)

Abbassamenti in centimetri

Fig. 35.1. – Prova di abbassamento di cono

### 35.2. Coefficiente di costipamento o indice di compattabilità

La prova per la determinazione dell'indice di compattabilità (UNI EN 12350-4) è applicabile per i calcestruzzi di consistenza fino a quella semifluida, confezionati con aggregati di dimensione fino a 40 mm.

La prova è eseguita utilizzando un recipiente metallico a tenuta d'acqua e indeformabile, dotato di manici. Il recipiente con base quadrata di lato  $20 \pm 0,2$  cm e altezza di  $40 \pm 0,2$  cm, viene riempito

con il calcestruzzo versandolo in prossimità dei quattro angoli, a riempimento ultimato si raso la superficie senza effettuare compressione sul calcestruzzo. Successivamente si consegue l'assestamento del calcestruzzo con ago vibrante o con un pestello.

Completato l'abbassamento, si misura l'abbassamento del calcestruzzo h dal bordo del recipiente. La misura deve essere fatta lungo gli assi mediani e a 5 cm dal bordo, assumendo come abbassamento della prova la media degli abbassamenti misurati.

**Tabella 35.2 - Consistenza del calcestruzzo in base all'indice di compattabilità**

Classe di consistenza	Indice di Compattabilità	Tolleranza
C0	$\geq 1.46$	$\pm 0.10$
C1	da 1.45 ad 1.26	$\pm 0.10$
C2	da 1.25 ad 1.11	$\pm 0.08$
C3	da 1.10 ad 1.04	$\pm 0.05$

Norma di riferimento:

**UNI EN 12350-4 Calcestruzzo fresco. Determinazione della consistenza. Indice di compattabilità.**

### **35.3. Prova di spandimento alla tavola a scosse**

#### **35.3.1. Prova in laboratorio**

La prova di spandimento della tavola a scosse, eseguita in laboratorio, prevede la formazione di un tronco di cono di calcestruzzo mediante l'impiego di uno stampo tronco-conico metallico, simile al cono di Abrams, riempito con due strati di calcestruzzo ciascuno assestato con 25 colpi con un pestello del diametro di 16 mm e lunghezza di 60 cm posto su di un piano circolare in acciaio del diametro di 75 cm appoggiato su un supporto con camma d'alzata.

Dopo avere sfilato lo stampo tronco-conico, il piano è messo in movimento in modo da provocare una scossa al secondo.

Lo stampo tronco-conico ha le seguenti dimensioni: base maggiore 25 cm, base minore 17 cm, altezza 13 cm.

La prova ha lo scopo di valutare la mobilità del calcestruzzo e la sua tendenza alla segregazione.

Norma di riferimento:

**UNI EN 12350-4 Calcestruzzo fresco. Determinazione della consistenza. Spandimento alla tavola a scosse.**

### **35.3.2. Prova in cantiere**

La prova della tavola a scosse effettuata in cantiere (**UNI EN 12350-4**) prevede l'impiego di una doppia tavola in legno delle dimensioni di 70 cm x 70 cm, con piano superiore rivestito in lamiera zincata piana dello spessore di 2 mm.

Al centro della tavola è tracciata una croce e un cerchio di 20 cm di diametro sopra cui viene appoggiato lo stampo tronco-conico che deve essere riempito di calcestruzzo con due strati di ciascuno assestato con 10 colpi di pestello, dopo il riempimento la superficie del cono deve essere rasata.

Dopo avere sfilato lo stampo tronco di cono, la tavola superiore dotata su un lato di una maniglia, viene sollevata e lasciata cadere per 15 volte in 15 secondi da un'altezza di 4 cm data dal fermo di battuta. Successivamente si procede alla misura dello spandimento del calcestruzzo sul piano della tavola come indicato nel paragrafo precedente.

Lo stampo tronco-conico ha le seguenti dimensioni: base maggiore 20 cm, base minore 13 cm, altezza 20 cm.

### **35.3.3. Prova Vebe**

La prova Vebe è utilizzata per valutare la consistenza o grado Vebe del calcestruzzo. La prova che può essere eseguita in cantiere o in laboratorio è applicabile a calcestruzzi di bassa lavorabilità confezionati con inerte di diametro massimo di 40 mm.

La prova è svolta mediante uno strumento detto consistometro di Vebe costituito da:

- stampo tronco-conico di metallo dotato di imbuto per consentire il riempimento di calcestruzzo;
- contenitore cilindrico di metallo;
- braccio rotante con all'estremità un disco orizzontale di plastica trasparente, di diametro leggermente inferiore al quello dello stampo, che viene appoggiato sulla superficie di calcestruzzo, dopo avere tolto lo stampo;
- tavolo vibrante a frequenza prestabilita.

Il tronco di cono di calcestruzzo ed il disco di plastica attaccato ad una asta graduata per effetto della vibrazione che determina la costipazione si abbassano. La prova termina quando il disco di plastica trasparente è a contatto uniformemente con la superficie del calcestruzzo.

Il grado di consistenza è dato dal tempo in secondi, misurati con un cronometro, impiegato per raggiungere la perfetta aderenza del disco di plastica al calcestruzzo. Il tempo deve essere compreso tra 5 e 30 secondi.

Il metodo è impiegato per calcestruzzi con uno slump non superiore a 5 cm, in caso contrario il tempo di vibrazione è molto breve con notevoli errori di misura.

#### **35.4. Determinazione del contenuto di cemento**

La Direzione dei lavori può ordinare di eseguire una prova sul calcestruzzo fresco per accertarne il contenuto di cemento rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.

Per l'esecuzione della prova dovrà essere prelevato un campione di max 8 kg di calcestruzzo.

#### **35.5. Controllo della composizione del calcestruzzo fresco**

La prova è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco (dosaggio dell'acqua, dosaggio del legante e distribuzione granulometrica degli inerti), rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere. Il metodo non è applicabile a calcestruzzo nel quale la dimensione massima dell'aggregato supera 31,5 mm e a calcestruzzo prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni, di peso variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua.

Norma di riferimento:

L'assorbimento d'acqua degli aggregati normali e di quelli pesanti deve essere quello pesanti deve essere determinato in conformità alla norma UNI EN 1097-6:2008;

L'assorbimento d'acqua degli aggregati leggeri nel cls fresco deve essere quello del valore ottenuto a 1 ora con riferimento al metodo riportato nell'appendice C della norma UNI EN 1097-6:2008 utilizzando le condizioni di umidità dell'aggregato all'atto dell'utilizzo anziché quelle legate alla condizione dopo essiccamento.

#### **35.6. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding)**

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come volume d'acqua essudata per unità di superficie:  $\text{cm}^2/\text{cm}^2$ ) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.

La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con diametro massimo maggiore di 40 mm.

L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo debbono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

Norma di riferimento: **UNI 7122** Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

### *Articolo 36: ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA*

#### **36.1. Misura dell'indice di maturità del calcestruzzo**

Il grado di maturità del calcestruzzo viene misurato con strumenti detti matuometri che registrano e controllano la temperatura in funzione del tempo.

Lo strumento è costituito da una sonda che, annegata nel calcestruzzo al momento del getto, fornisce una serie continua di valori della temperatura durante il processo di maturazione. Un microprocessore mette in continua relazione la temperatura ed il tempo aggiornando continuamente il valore del grado di maturazione su un visualizzatore digitale in modo da essere letto agevolmente.

Tali valori, rilevati direttamente in situ, e correlati con valori diretti di resistenza alla compressione e di maturità di impasti di prova effettuati precedentemente in laboratorio, possono fornire un'indicazione affidabile e continua per la stima della resistenza del calcestruzzo della struttura.

Tale metodo, consentendo una valutazione a priori della resistenza del calcestruzzo, può evitare la messa in esercizio dell'opera che altrimenti potrebbe, successivamente all'effettuazione dei controlli di accettazione previsti dalle norme, risultare non accettabile e tale da richiedere la dequalificazione, ove possibile, ovvero il consolidamento o la demolizione dell'opera realizzata.

#### **36.2. Prova BRE (Building Research Establishment)**

La resistenza del calcestruzzo prima della sformatura è valutata determinando la forza di estrazione mediante inserti post-inseriti nel getto. La prova è stata sviluppata nel 1977 dal *Building Research Establishment* inglese (BRE).

L'attrezzatura comprende una speciale chiave dinamometrica, un dispositivo di contrasto, chiavi, bulloni d'ancoraggio ed altri utensili.

La prova viene effettuata nel seguente modo:

- esecuzione di un foro nel calcestruzzo indurito;
- inserimento di un bullone d'ancoraggio;
- fissaggio del dispositivo di contrasto del bullone;
- applicazione del martinetto cavo o della chiave dinamometrica con rotazione lenta, fino alla rottura.



La resistenza media del calcestruzzo si stima con l'ausilio di una curva di taratura sperimentale o, se non disponibile, della curva di correlazione fornita dalla casa costruttrice, unitamente, all'attrezzatura necessaria e con l'effettuazione di almeno sei prove.

Norme di riferimento:

**UNI 10157** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione mediante inserti post-inseriti ad espansione geometrica e forzata.*

### **36.3.Misura del ritiro idraulico/rigonfiamento del calcestruzzo**

Il fenomeno delle variazioni dimensionali delle strutture in c.a. è influenzato dalle condizioni ambientali in cui avviene la maturazione del calcestruzzo e si manifesta con:

- il ritiro per le strutture a contatto con l'aria avente una percentuale di umidità relativa minore del 95%. La causa è dovuta al ritiro della pasta cementizia;
- il rigonfiamento per le strutture immerse in acqua o in ambienti con umidità relativa maggiore del 95%.

La conoscenza del grado di ritiro idraulico del calcestruzzo è importante in quanto il processo, parzialmente reversibile, sottopone a tensioni di trazione le strutture favorendo quindi la formazione di fessurazioni con gli effetti negativi riguardanti la protezione dell'armatura metallica. In alcune strutture come le lastre delimitanti ambienti con diversa percentuale di umidità relativa si possono verificare anche fenomeni di imbarcamento. La formazione di stati di fessurazioni deve essere evitata e/o ridotta mediante la realizzazione di appositi giunti di dilatazione.

L'entità del ritiro assiale viene misurato, in laboratorio, con l'utilizzo di casseforme delle dimensioni di 100 mm x 100 mm x 500 mm, idonee per provini di calcestruzzo confezionato con inerti fino a 30 mm di diametro. La cassaforma è in acciaio con superfici interne rettificata, fornita con due inserti all'estremità. Il ritiro deve essere misurato con un comparatore con sensibilità di 0,01 mm.

Norme di riferimento:

**ASTM C 426.**

**UNI 6555** *Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima fino a 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*

**UNI 7086** *Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima oltre 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*

### 36.4.Valori ammissibili per il ritiro

Secondo le attuali norme tecniche, (D.M. 9 gennaio 1996) per la valutazione dell'entità del ritiro finale  $e_{CS}$  ( $t_{\neq}$ ,  $t_0$ ) dell'opera realizzata, in mancanza di una diretta sperimentazione e quando non si ricorra ad additivi speciali si ammettono i valori riportati nella tabelle seguenti.

**Tabella 36.1 - Atmosfera con umidità relativa di circa 75%**

$t_0$	□ □ 20 cm	□ □ 60 cm
1 □ 7 giorni	$0,26 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^{-3}$
8 □ 60 giorni	$0,23 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^{-3}$
> 60 giorni	$0,16 \times 10^{-3}$	$0,20 \times 10^{-3}$

**Tabella 36.2 - Atmosfera con umidità relativa di circa 55%**

$t_0$	□ □ 20 cm	□ □ 60 cm
1 □ 7 giorni	$0,43 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^{-3}$
8 □ 60 giorni	$0,32 \times 10^{-3}$	$0,30 \times 10^{-3}$
> 60 giorni	$0,19 \times 10^{-3}$	$0,28 \times 10^{-3}$

in cui:

$t_0$  = età del conglomerato a partire dalla quale si considera l'effetto del ritiro;

$a$  = dimensione fittizia =  $2A_C / u$ ;

$A_C$  = area della sezione del conglomerato;

$u$  = perimetro della sezione di conglomerato a contatto con l'atmosfera.

Per valori intermedi si effettuerà l'interpolazione lineare.

Norme di riferimento:

**UNI 6555** *Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima fino a 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*

**UNI 6687** *Malta normale. Determinazione del ritiro idraulico. Prova di laboratorio.*

**UNI 7086** *Calcestruzzo confezionato con inerti con dimensione massima oltre 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*

**UNI EN 680** *Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC). Determinazione del ritiro da essiccamento.*

**UNI EN 1367-4** *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento.*

### **36.5. Misura della permeabilità**

Le strutture in calcestruzzo devono risultare più o meno impermeabili all'acqua o ai gas, in funzione delle condizioni ambientali (fattori di esposizione UNI 9858) o delle prestazioni attese, p.e. opere idrauliche: serbatoi, dighe, gallerie; pontili, porti, ecc.. La permeabilità del calcestruzzo deriva soprattutto da cavità interne e porosità aperta che consentono il passaggio di liquidi e di gas. I principali fattori che la determinano possono essere sintetizzati come segue:

- *rapporto acqua/cemento (a/c)*. L'acqua di impasto in eccesso provoca nella pasta cementizia in maturazione la formazione di pori capillari tanto più grandi quando maggiore è il rapporto a/c con conseguenziale aumento del ritiro;
- *compattazione del calcestruzzo*. Le modalità di compattazione del calcestruzzo, durante il getto, debbono essere tali da non lasciare spazi vuoti, vespai, ecc.;
- *condizioni di maturazione*. La maturazione dello strato corticale del calcestruzzo per effetto di un'eccessiva velocità di essiccamento spesso dovuta ad elevata temperatura esterna favorisce la formazione di porosità degli strati esterni compromettendo il copriferro con pregiudizio per l'integrità delle armature metalliche.

La permeabilità di un calcestruzzo è prescritta, in termini di livello di prestazione, dal progettista come profondità di penetrazione. Le modalità di misurazione della penetrazione dell'acqua in un calcestruzzo, in condizioni convenzionali, sono descritte nella DIN 1048 (ISO un calcestruzzo si considera adatto alla confezione se fornisce, in assenza di specifiche diverse, valori massimi non superiori a 50 mm e valori medi non superiori a 20 mm.

Per l'esecuzione di prove di permeabilità del calcestruzzo in situ si possono applicare i seguenti metodi:

- *ISAT*. La prova consiste nel fissare mediante adesivo o tasselli ad espansione una capsula riempita d'acqua alla superficie di calcestruzzo, e misurare mediante un tubicino capillare graduato la quantità d'acqua assorbita in 10 minuti sotto un battente di 200 mm d'acqua nel tempo sopradetto. Gli assorbimenti vengono classificati in bassi, medi e alti;

- Figg. La prova si basa sull'aspirazione mediante pompa ed ago ipodermico dell'aria da un foro ottenuto con un trapano e successivamente sigillato con silicone; l'indice di permeabilità è ottenuto in relazione al tempo necessario per ripristinare la pressione all'interno del foro.

Norme di riferimento:

**UNI ENV 206** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

**DIN1048** *Test methods for concrete.*

**ISO 7031**

**UNI 9525** *Calcestruzzo. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per immersione sottovuoto.*

**UNI 9526** *Calcestruzzo. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per capillarità.*

*Articolo 37: ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO INDURITO*

### **37.1. Controlli distruttivi**

#### **37.1.1. Prove di trazione diretta**

La prova è eseguita sottoponendo a trazione un provino prismatico, avente  $L = d$  dove  $d$  è la massima dimensione trasversale.

Le facce del provino sono incollate, mediante resine epossidiche, a due testate metalliche che, esercitando uno sforzo di trazione, ne provocherà la rottura. Quest'ultima dovrebbe verificarsi all'incirca nella mezzera del provino. Questa prova non ha impiego frequente ed ha un valore puramente teorico, in quanto difetti locali e piccole eccentricità del carico hanno grande rilevanza sul valore della resistenza a trazione.

Norme di riferimento:

**UNI 6135** *Prove distruttive sui calcestruzzi. Prova di trazione.*

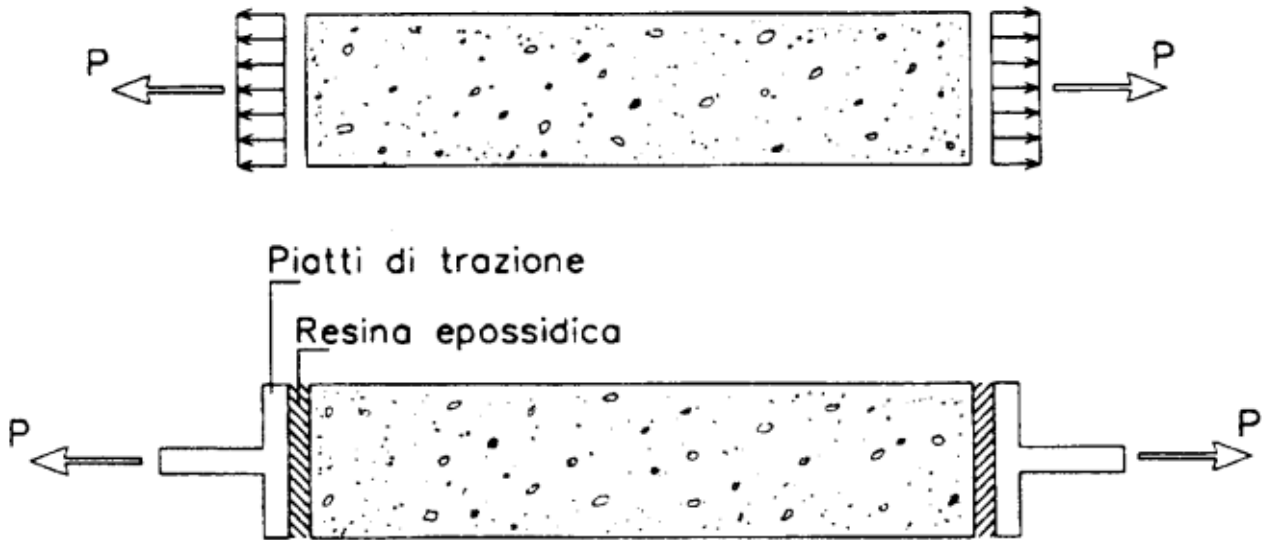


Fig. 37.1. – Prova a trazione diretta

### **37.1.2. Prova di trazione indiretta o prova brasiliana**

La prova è eseguita posizionando il provino cilindrico fra due piani di una pressa, previa interposizione di un materiale cedevole che consente l'uniforme distribuzione delle pressioni lungo le due generatrici diametralmente contrapposte del provino.

Norme di riferimento:

**UNI 6135** *Prove distruttive sui calcestruzzi. Prova di trazione.*

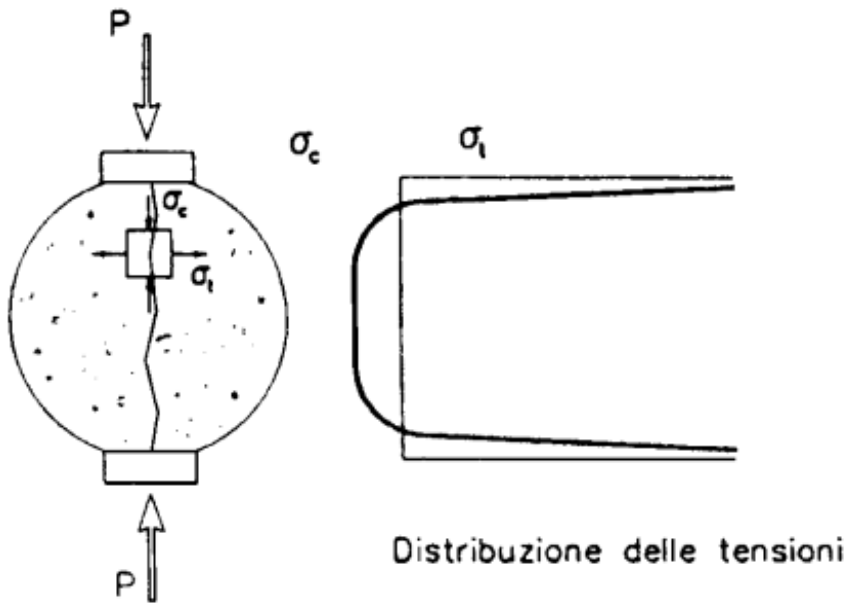


Fig. 37.2. – Prova a trazione indiretta o prova brasiliana

### **37.1.3. Prova a trazione per flessione**

La prova è eseguita provocando la rottura per flessione di un provino prismatico considerato come trave appoggiata su due punti e soggetto ad un carico concentrato applicato in mezzeria o a due carichi concentrati applicati entrambi ad un terzo della luce a partire dagli appoggi.

La resistenza è calcolata dividendo il valore del momento flettente di rottura per il modulo di resistenza a flessione della sezione del provino.

I risultati della prova di flessione, per il tipo di sollecitazione indotta, non sono confrontabili con i risultati della prova di trazione diretta e risultano mediamente pari al doppio di quelli che si otterrebbero dalla prova di trazione diretta.

Norme di riferimento:

**UNI 6133** *Prove distruttive sui calcestruzzi. Prova di flessione.*

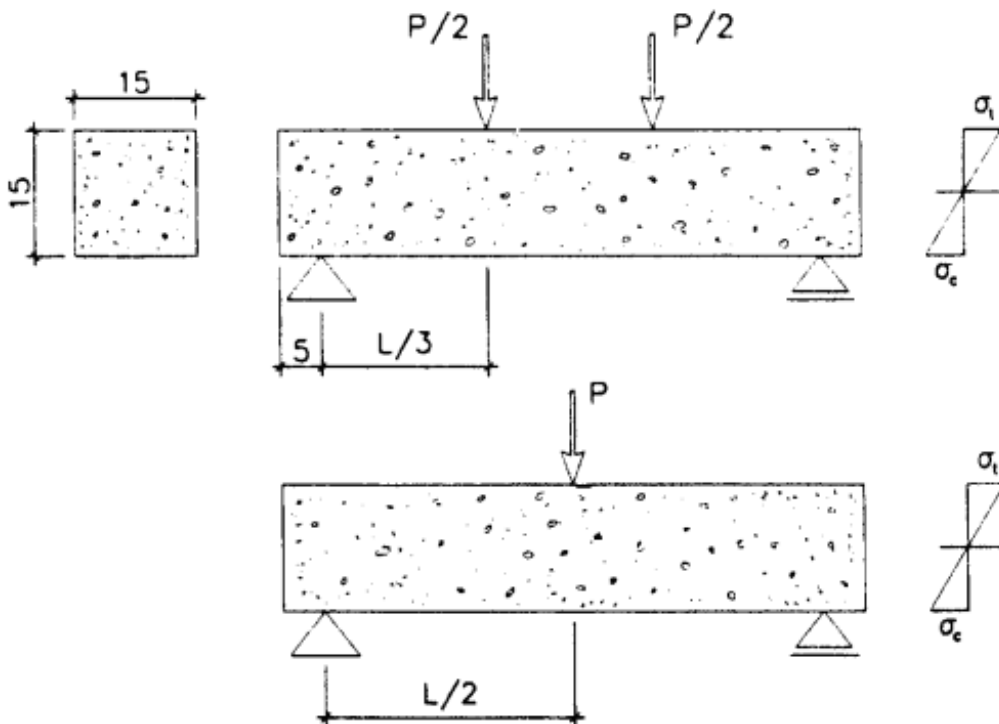


Fig. 37.3. – Prova a trazione per flessione

#### 37.1.4. Misura del modulo di elasticità

Il D.M. 9 gennaio 1996 per il modulo elastico istantaneo  $E_c$ , tangente all'origine, in mancanza di diretta sperimentazione da eseguirsi secondo la norma **UNI 6556** - Prove su calcestruzzi - Determinazione del modulo elastico secante a compressione, consente di assumere, in sede progettuale il seguente valore:

**Tabella 137.1 - Modulo elastico istantaneo  $E_c$  del calcestruzzo secondo la resistenza**

	Classe del calcestruzzo (N/mm <sup>2</sup> )						
	15	20	25	30	35	40	50
$E_c$	22.070	25.490	28.500	31.220	33.720	36.050	40.300

La relazione non è applicabile ai calcestruzzi maturati a vapore. Essa inoltre non è da considerarsi vincolante nell'interpretazione dei controlli sperimentali delle strutture.

L'E/C2 propone la seguente espressione per il modulo di elasticità secante  $E_{cm}$ :

$$E_{cm} = 9500 f_c^{\frac{2}{3}} \left( N/mm^2 \right)$$

a cui corrisponde il valore tangente all'origine:

$$E_c = 1,2 \cdot E_{cm} \approx 11000 f_c^{\frac{2}{3}} \left( N/mm^2 \right)$$

con  $f_c$  si intende la resistenza media a compressione.

**Tabella 37.2 - Modulo elastico secante  $E_{cm}$  del calcestruzzo secondo la resistenza caratteristica (E/C2)**

	Classe del calcestruzzo (N/mm <sup>2</sup> )								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$E_{cm}$	26.000	27.500	29.000	30.500	32.000	33.500	35.000	36.000	37.000

Tali valori si riferiscono a calcestruzzi stagionati per 28 giorni in condizioni normali ( $T = 20^\circ C$ ; U.R. > 90%) e confezionati con inerte prevalentemente siliceo. Nel caso dell'analisi delle caratteristiche di deformabilità in condizioni statiche o della modellazione dinamica di una struttura è consigliabile ricorrere a prove su campioni di calcestruzzo specifico, confezionato con i materiali e nelle proporzioni impiegate.

Il modulo elastico del calcestruzzo dipende da diversi fattori fra i quali il rapporto *inerte/pasta di cemento*, ed è condizionato a sua volta dal rapporto *acqua/cemento* e dall'assortimento. Se l'inerte impiegato nel confezionamento del calcestruzzo ha un alto modulo elastico, maggiore della pasta di cemento, lo sarà anche il calcestruzzo. Per i calcestruzzi confezionati con inerti leggeri o con modulo elastico più o meno uguale a quello della pasta di cemento, il modulo elastico del calcestruzzo non risulta influenzato dal rapporto *inerte/pasta di cemento*.

Nel calcolo delle deformazioni elastiche di elementi strutturali in c.a., il valore del modulo elastico del calcestruzzo dovrebbe sempre essere determinato sperimentalmente su idonei provini prelevati durante il getto e con la necessaria attenzione alle condizioni di umidità. Infatti il modulo elastico secante a compressione ( $E_S$ ) è più alto su provini saturi o comunque umidi di quello determinato sullo stesso provino asciutto, tale comportamento è sostanzialmente diverso da



quanto avviene nelle prove per la valutazione della resistenza meccanica e del modulo elastico dinamico ( $E_d$ ).

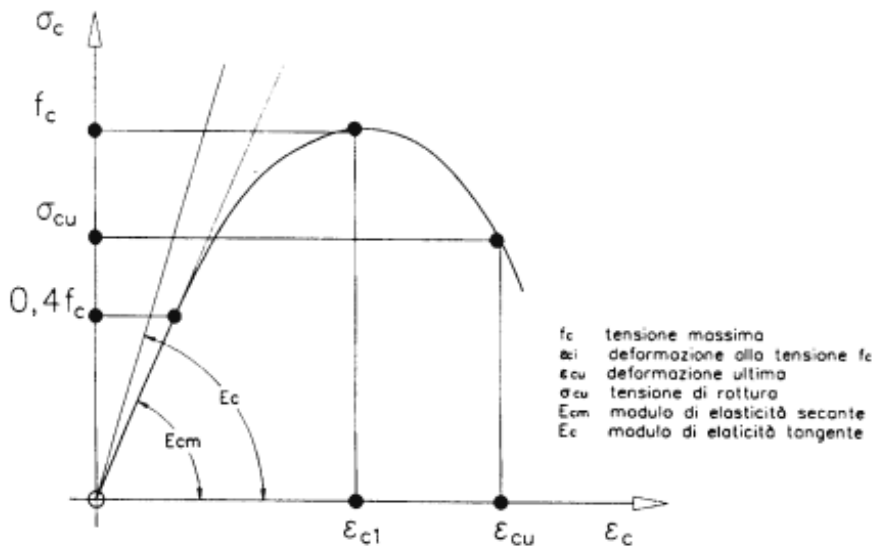


Fig. 37.4. Modulo elasticità del calcestruzzo

### 37.1.5. Carotaggio

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo *in situ* può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. Il carotaggio è un'operazione localmente distruttiva che si rende necessaria su strutture di nuova costruzione in caso di non conformità dei controlli previsti all'allegato 2 ovvero durante le attività di collaudo, quando il numero di campioni prelevato durante l'esecuzione dell'opera non risultasse rispondente ai minimi previsti nell'allegato 2; su strutture in esercizio invece il carotaggio si rende necessario ogni qualvolta si deve procedere alla verifica statica dell'opera ovvero si deve prevedere un cambio di destinazione d'uso, con aumento di capacità portante.

L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori vanno sempre ripristinati con malte espansive, a ritiro compensato.

La norma di riferimento è UNI EN 12504-1 "Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture – Carote – Prelievo, esame e prova di compressione".

La resistenza meccanica del calcestruzzo ricavata dalla carota prelevata in opera differisce sostanzialmente dal valore cubico convenzionale, confezionato e stagionato in condizioni standard (UNI 6127). L'estrapolazione dal valore di resistenza a compressione della carota a quello cubico deve pertanto considerare diversi fattori, dei quali si citano i principali:

- fattore geometrico, cilindrico/cubico, pari a 1.2 secondo il D.M. 9 gennaio 1996 ovvero variabile fra 1.25 ( $R_{ck15}$ ) 1.2 ( $R_{ck60}$ ) secondo la UNI 9858;
- dimensioni del getto, compattazione, stagionatura, variabile fra 1.05 e 1.20;
- disturbo del campione durante il prelievo (tormento), compreso fra 1.05 e 1.2.

### 37.1.5.1. Estrazione dei provini

L'estrazione dei provini di calcestruzzo, indurito, con almeno 28 giorni di stagionatura può essere eseguita con:

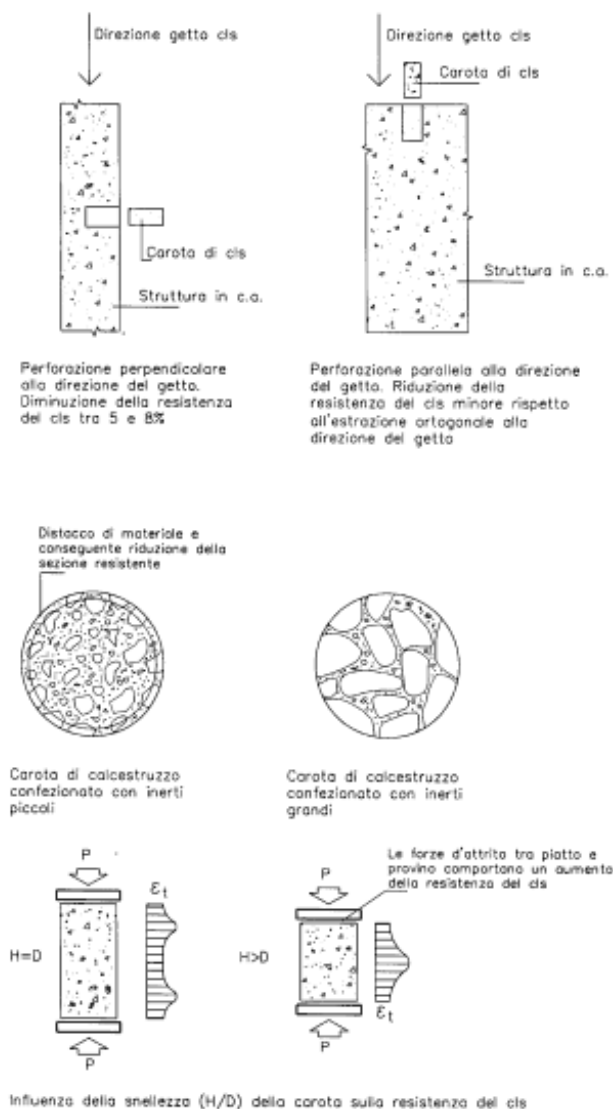


Fig. 37.5 – Carotaggio di struttura in c.a.

- macchine carotatrici rigidamente ancorate alla struttura, in maniera da evitare stati di coazione non quantificabili, raffreddate ad acqua, con carotiere con corona diamantata. I diametri commerciali variano fra 50 mm e 200 mm, fermo restando che la norma **UNI 6131** prescrive che il diametro del campione non sia minore di 3 volte il diametro massimo dell'inerte;
- sega a disco diamantato, si ricorre a questa tecnica per l'estrazione di campioni da lastre di rivestimento, muri, pavimentazioni stradali, ecc..

Nel caso delle grandi strutture (dighe, opere marittime, ecc.) è consentito l'estrazione di grossi blocchi di calcestruzzo in corrispondenza dell'intersezione di due o più superfici, mediante la realizzazione di piani di distacco ortogonali alle superfici libere, realizzando ad esempio una serie di fori allineati e contigui.

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei, parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

Le norme americane **ASTM C42-90**, a differenza della norma **UNI 6131**, consigliano diametri di carote non inferiori a 2 volte quello massimo dell'inerte<sup>2</sup>.

Il CENT/TC11 per avere dei risultati attendibili richiede almeno 9 carote con diametro di 100 mm per zona e 3 carote per singolo elemento, per diametri inferiori a 50 mm tali valori debbono essere aumentati di 3 volte<sup>3</sup>.

Campioni di piccolo diametro determinano una considerevole dispersione dei risultati, il campione di prova deve pertanto essere valutato con modelli statistici, per ottenere risultati attendibili è quindi necessario aumentare il numero di provini realizzando un campione statisticamente significativo.

Norme di riferimento:

**UNI 6131** *Prelevamento campioni di calcestruzzo indurito.*

**UNI 10766** *Calcestruzzo indurito. Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.*

#### *37.1.5.2. Verbale di prelevamento dei campioni di calcestruzzo indurito*

Il verbale di prelievo dei campioni calcestruzzo indurito deve contenere le seguenti indicazioni:

- 1) località e denominazione del cantiere;
- 2) posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- 3) forma e dimensione dei provini;
- 4) numero e sigla di ciascun campione;
- 5) data del getto;

6) data del prelievo delle carote;

7) modalità di estrazione ed utensile impiegato.

### 37.1.5.3. Calcolo della resistenza del calcestruzzo

I risultati delle prove di compressione ottenuti da provini cilindrici prelevati in opera mediante carotaggio non coincidono con i valori della resistenza a compressione del calcestruzzo ricavata da provini cubici confezionati al momento del getto e stagionati in condizioni controllate di umidità e temperatura.

Le differenze di resistenza a compressione sono riconducibili a molteplici fattori, fra i quali:

- le modalità di esecuzione del getto e la conseguente diversa compattazione del calcestruzzo nell'elemento strutturale;
- la diversità geometrica tra provini cubici e cilindrici;
- l'influenza del prelievo, dove la scasseratura del provino cubico è praticamente ininfluenza ai fini della resistenza finale mentre l'asportazione della carota dalla struttura, con utensile meccanico, determina un disturbo (*tormento*) sul campione prelevato, per il provino cubico confezionato al momento del getto,

per tenere conto di tali influenze, si utilizzano i fattori di conversione riportati nelle seguenti tabelle; tali valori tendono all'unità quanto maggiore è la resistenza a compressione del calcestruzzo.

**Tabella 37.3 - Fattori di conversione fra resistenze a compressione di provini cubici con lato di 15 cm e provini cilindrici con diametro 15 cm ed altezza di 30 cm**

$R_{\text{cub}} < 25 \text{ N/mm}^2$	$R_{\text{cil}} = 0,80 R_{\text{cub}}$
$R_{\text{cub}} \square 25 \text{ N/mm}^2 < 60 \text{ N/mm}^2$	$R_{\text{cil}} = 0,83 R_{\text{cub}}$
$R_{\text{cub}} \square 60 \text{ N/mm}^2$	$R_{\text{cil}} = 0,85 R_{\text{cub}}$

Da : Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996

**Tabella 37.4 - Fattori di conversione fra resistenze a compressione misurate su provini cilindrici di pari diametro ma di diversa snellezza h/d (\*)**

<b>Snellezza h/d</b>	1.00	2.00	4.00
Indici della resistenza a compressione di cilindri di snellezza h/d	118%	100%	92%

(\*) Da : Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996.

Il valore di resistenza a compressione ottenuto da un campione cilindrico di calcestruzzo prelevato in opera (carota) deve essere opportunamente incrementato, per poter stimare il corrispondente valore relativo ad un calcestruzzo confezionato al momento del getto, con coefficienti che permettono di considerare correttamente l'effetto del danneggiamento subito dal campione prelevato in opera rispetto a quello semplicemente "scasserato" oppure la diversa influenza delle condizioni di posa in opera e confezionamento, compattazione, stagionatura, i valori per ciascun parametro sono compresi fra 1.05 e 1.20.

Per quanto concerne invece l'influenza del fattore di forma e della geometria dei campioni, oltre ai riferimenti già forniti nelle linee guida, la relazione correntemente più impiegata per correlare la resistenza cilindrica con la resistenza cubica di un calcestruzzo è quella fornita dal D.M. 9 gennaio 1996 - punto 4.0.2 che si riporta più avanti:

$$R_{cub} = \frac{R_{cil}}{0,83} \cong 1,20 \cdot R_{cil}$$

Esemplificando, per ricondurre il risultato determinato da campioni prelevati in situ alla resistenza cubica convenzionale a 28 giorni si può fare riferimento alla seguente relazione:

$$R_{cub\ 28gg.} = \beta \cdot \psi \cdot \omega \cdot R_{car} = (1.05 \div 1.20) (1.05 \div 1.20) \cdot 1.20 \cdot R_{car}$$

dove:

$R_{cub.28gg}$  valore stimato della resistenza a compressione, cubica, convenzionale a 28 gg;

$R_{car}$  valore sperimentale della resistenza a compressione determinato su una carota prelevata in opera;

□ coefficiente variabile fra 1,05 e 1,20, relativo all'influenza delle operazioni di prelievo del campione;

- coefficiente variabile fra 1,05 e 1,20, relativo all'influenza delle dimensioni e delle modalità di posa, stagionatura e compattazione del getto;
- coefficiente pari a 1.20 (D.M. 09/01/96), relativo all'influenza della forma e della geometria del campione.

Un'analoga espressione che può essere impiegata per valutare la resistenza del calcestruzzo nelle strutture mediante carotaggio è quella proposta dalla Concrete Society, inglese (Technical Report n° 10) o fornita dalle British Standard (BSI 1881-P120/83) e riassunta nel seguito:

$$R_{cub} = R_{\lambda} \cdot \frac{w}{1,5 + \frac{1}{\lambda}}$$

dove:

$R_{cub}$  = resistenza cubica del calcestruzzo della struttura;

$R_{\square}$  = valore della resistenza a compressione del calcestruzzo misurato sperimentalmente con carote avente rapporto *altezza/diametro* = □ □

$w$  = costante con valore 2,5 per carotaggio in direzione perpendicolare alla direzione del getto e 2,3 per carotaggio parallelo alla direzione del getto<sup>4</sup>.

Il valore della resistenza cilindrica  $R_{cil}$  attuale del calcestruzzo nella struttura può essere calcolato con la seguente relazione:

$$R_{cil} = R_{\lambda} \cdot \frac{w}{1,5 + \frac{1}{\lambda}}$$

Alle relazioni suddette, in presenza di spezzoni di armatura nelle carote, debbono essere apportate delle correzioni moltiplicando i risultati ottenuti per il seguente fattore:

$$1 + 1,5 \cdot \left( \frac{f_s}{f_c} \cdot \frac{h}{L} \right)$$

dove:

$f_s$  = diametro della barra;

$f_c$  = diametro della carota;

$h$  = distanza dell'asse della barra dalla base più vicina della carota;

$L$  = lunghezza della carota.

Sperimentalmente è stato evidenziato che la resistenza a compressione del calcestruzzo aumenta al diminuire del rapporto  $L/f_c$  a causa dell'influenza positiva dello sforzo di taglio trasmesso dall'attrito piastra/provino, che ostacola la rottura del materiale, durante lo schiacciamento della carota; la resistenza quindi dovrebbe essere valutata su provini aventi altezza/diametro ( $h/d$ ) maggiore di 2; per valori inferiori a tale rapporto viene introdotto un fattore di correzione riportati nella seguente tabella <sup>5</sup>:

Tabella 37.5 - Fattori di correzione per provini cilindrici con rapporti  $h/d \geq 2$  (\*)

Rapporto altezza/diametro $h/d$	Fattori di correzione	
	ASTM=C 42-68	British Standard 1881-1970
2,00	1,00	1,00
1,75	0,99	0,98
1,50	0,97	0,96
1,25	0,94	0,94
1,00	0,91	0,92

(\*)Da : Collepari M., *Scienza e tecnologia del calcestruzzo*, Milano 1991

La bibliografia specialistica ed alcune normative estere consigliano di assumere che il valore della resistenza a compressione determinata su provini prelevati in opera sia pari a circa l'80% del valore convenzionale, ottenuto da provini cubici, confezionati al momento del getto.

Durante il prelievo dalle struttura, per evitare di tagliare i ferri delle armature provocando inutili danneggiamenti è opportuno ricorrere al impiego di particolari rilevatori che permettono di individuare agevolmente i materiali ferromagnetici, quali sono le barre di armatura.

Norme di riferimento:

**UNI 10766** *Calcestruzzo indurito. Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.*

### **37.1.6. Metodo di estrazione (Pull-out)**

La prova di estrazione è un metodo semidiretto, localmente distruttivo per la misura della resistenza a compressione del calcestruzzo<sup>6</sup>.

La prova consiste nell'estrazione per contrasto di un tassello Fischer BM 16 TCP entrambi posizionati in opera prima del getto (intervento preventivo), oppure di un tassello ad espansione inserito in una fase successiva al getto, Fischer-Zycon M 10 TCP (intervento post-opera).

L'estrazione viene eseguita con un opportuno martinetto il quale esercita una forza  $P_0$  che viene a sua volta a distribuirsi sulla corona circolare di un opportuno anello di contrasto, studiato in funzione della profondità del tassello.

È l'anello infatti che determina la rottura, per compressione, del conglomerato secondo una superficie tronco conica, la forza  $P_0$  di estrazione e la resistenza a compressione  $R$  del calcestruzzo sono fra loro correlabili sperimentalmente.

I coefficienti che caratterizzano tale relazione vengono variati ogni qualvolta varia la geometria del corpo estratto.

Si possono infatti modificare la profondità dello stelo (tassello), i diametri  $D$  dell'anello di contrasto e  $d$  della testa dello stelo (tassello), determinando in tal modo differenti valori dell'angolo  $b$  di rottura del calcestruzzo<sup>7</sup>.

L'attrezzatura è composta da tasselli Fischer BM 16 TCP, nel caso di inserti pre-inseriti UNI 10157 e Fischer-Zycon M 10 TCP UNI 9536 nel caso di inserti post-inseriti, da un manometro di precisione, da un martinetto a doppio effetto, una pompa ed un anello di contrasto.

Le prove possono essere eseguite con due diverse procedure:

- a) *posizionamento sul cassero*, e prima del getto di calcestruzzo, di un inserto di acciaio, o di altro materiale, di adeguata geometria e successiva estrazione dello stesso dal calcestruzzo indurito con rilievo della forza, il tutto nel rispetto delle specifiche previste dalla norma **UNI 9536**. La prova è utilizzata soprattutto per il controllo delle strutture prefabbricate e nella costruzione di carte di controllo della resistenza di elementi strutturali in c.a.p. durante le diverse fasi di produzione: scasseratura, tesatura dei cavi, stoccaggio;
- b) *introduzione nella struttura*, mediante foratura con idoneo utensile, di un tassello ad espansione, successiva estrazione dal calcestruzzo indurito con rilievo della forza, secondo le modalità previste dalla norma **UNI 10157**. Gli inserti metallici possono essere del tipo ad espansione forzata o ad espansione geometrica; la profondità utile dell'inserto non deve essere minore di 35 mm.

Letta la pressione al manometro all'istante dello strappo del bullone, si risale mediante la curva di calibrazione del martinetto alla forza di estrazione  $P_0$  e quindi alla resistenza a compressione locale del calcestruzzo.

Norme di riferimento:

**UNI 9536** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione con inserti preinglobati nel getto.*

**UNI 9536 FA 1-92** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione con inserti preinglobati nel getto.*



**UNI 10157** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione mediante inserti post-inseriti ad espansione geometrica e forzata.*

**UNI 9536** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione con inserti preinglobati nel getto.*

**UNI 9536 FA 1-92** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione con inserti preinglobati nel getto.*

### **37.1.7. Prova di aderenza (Pull-off)**

Il metodo Pull-off si basa su un disco d'acciaio con bullone di trazione che viene incollato sulla superficie del calcestruzzo mediante adesivo a base di resina epossidica, bicomponente ad indurimento rapido e previa esecuzione di un'incisione della zona con punta diamantata fissata ad un trapano. Dopo l'indurimento del collante viene applicata una forza di trazione mediante un martinetto agganciato al nodo sferico del bullone di trazione.

Dall'area del disco e dall'intensità del carico di rottura si determina la resistenza a trazione del calcestruzzo.

La prova, secondo i produttori delle apparecchiature, è idonea per il controllo periodico delle strutture, per l'analisi dei danni riportati dalle superfici in calcestruzzo, per la misura dell'aderenza di intonaci e malte su superfici in calcestruzzo, per il controllo del grado di adesione di rivestimenti isolanti a strutture di ponti e dell'efficacia dell'adesione al substrato di rivestimenti anticorrosivi e di finiture pittoriche.

Norme di riferimento:

**BS 1881 - Partrs 201/207.**

**ISO 4624.**

### **37.1.8. Metodo di penetrazione (Sonda Windsor)**

La sonda di Windsor è un metodo penetrometrico e consiste nella penetrazione di una sonda sparata nel materiale oggetto dell'indagine da una pistola a mezzo di una carica calibrata<sup>8</sup>.

L'equipaggiamento tipo richiesto da questa metodica consiste di una pistola, di cartucce calibrate, di sonde di metallo temprato e geometria nota, sonde di Windsor, di un calibro e di altri attrezzi secondari connessi con le operazioni di prova.

Le sonde di Windsor hanno il diametro di 6.3 mm (0.25 in), la lunghezza di 79.5 mm (3.125 in), la punta conica. Il retro della sonda è filettato e viene avvitato ad una capsula che funge da "driver" all'interno della canna. La sonda è sparata nel calcestruzzo grazie ad una carica, calibrata in maniera tale da sviluppare una energia di 79.5 kg · m (575 lb · ft)<sup>9</sup>.

Nel calcestruzzo in opera la prova viene eseguita con tre sonde, sparate grazie ad una speciale dima munita di tre fori posti ai vertici di un triangolo equilatero, di lato 177 mm (7 in), la media dei

tre valori sarà il valore unico, caratteristico di quella posizione. Le singole lunghezze di infissione sono misurate con l'ausilio di un calibro e di una piastrina di riscontro.

Norme di riferimento:

**ASTM C 803** *Penetration Resistance of Hardened Concrete.*

## **37.2. Controlli non distruttivi**

### **37.2.1. Prove sclerometriche**

La prova è molto semplice e l'utilizzo in fase di collaudo, soprattutto di strutture in c.a.p., può rivelarsi particolarmente utile in virtù dell'assenza di danneggiamento della struttura durante la prova<sup>10</sup>. L'impiego va però regolamentato con una procedura che garantisca le parti, Direzione dei Lavori ed Impresa, nell'interpretazione dei risultati, si dovrà pertanto realizzare una curva di taratura con almeno cinque diversi rapporti a/c ed un numero di cubetti compreso fra 30 e 60, tali comunque da comprendere tutte le classi di resistenza impiegate per la produzione degli elementi in c.a.p. ultimate le strutture e prima della consegna ogni trave verrà testata con il metodo sclerometrico (UNI 9189) in almeno sei punti, la curva di taratura, i certificati delle prove sclerometriche saranno consegnati al Collaudatore che sulla scorta di questi risultati sperimentali potrà autonomamente procedere alla verifica in situ delle strutture poste in opera. Rispetto ai valori così determinati è possibile accettare una dispersione dei risultati compresi il  $\pm 10\%$ .

Si precisa a riguardo che la procedura fin qui descritta non sostituisce in alcun modo quanto prescritto dall'all. 2 del D.M. 9 gennaio 1996 ma rappresenta l'unico modo per consentire l'accettazione ed il collaudo di materiali in epoca diversa da quella del confezionamento.

Nel seguito si riassumono le fasi previste dalla UNI 9189, della prova sclerometrica che prevede:

- la documentazione dell'attività dell'attrezzatura attraverso verifiche periodiche dello strumento e comunque con interventi di manutenzione presso la casa produttrice oltre le 500 prove;
- la pulizia, preliminare alla esecuzione della prova, delle superfici sulle quali devono essere effettuate le prove sclerometriche viene eseguita con spazzole dure e/o mole smerigliate, al fine di eliminare dal calcestruzzo le eventuali rugosità lasciate dai casseri in legno o dalla polvere di cemento indurita e depositatasi durante la vibrazione del calcestruzzo. In generale si raccomanda di asportare uno spessore superficiale di qualche millimetro.

Durante il saggio l'asse dello strumento deve essere perpendicolare alla superficie della struttura per evitare che l'eventuale inclinazione possa influenzare i risultati.

Norme di riferimento:

**UNI 9189** *Calcestruzzo indurito. Determinazione dell'indice sclerometrico.*

**UNI 9189 FA 1-90** *Calcestruzzo indurito. Determinazione dell'indice sclerometrico.*

### **37.2.2. Rilievi microsismici o ad ultrasuoni**

Il metodo ad ultrasuoni utilizza impulsi con frequenza variabile da 50 a 150 kHz, generati e registrati da circuiti elettrici. L'attrezzatura di prova consiste di un generatore degli impulsi meccanici che si trasmettono nel calcestruzzo, di un ricevitore che riceve ed amplifica il segnale e fornisce il valore rilevato del tempo di transito.

Gli impulsi, a voltaggio continuo, sono generati elettronicamente e trasformati in treni d'onda di energia meccanica da un trasduttore trasmettitore che deve aderire perfettamente alla superficie del calcestruzzo, l'adesione sarà realizzata con un idoneo mezzo accoppiante: grasso, stucco, gel, ecc..

Ad una distanza nota dal trasmettitore si applicherà, in maniera analoga alla precedente, un trasduttore ricevitore, del tutto simile al primo; l'energia meccanica verrà quindi nuovamente convertita in impulsi elettrici della stessa frequenza.

Lo strumento di misura elettronico, fornisce il tempo che intercorre fra l'emissione e la ricezione dell'impulso e lo visualizza mediante un oscilloscopio o con il segnale digitalizzato. Lo strumento deve misurare il tempo di transito con la precisione del 1%.

Per poter determinare con sufficiente chiarezza l'emissione di impulsi, l'impulso elettronico del trasmettitore dovrà avere un tempo di uscita minore di un quarto del suo periodo naturale.

La frequenza di ripetizione deve essere bassa e tale da evitare interferenze e disturbi fra impulsi consecutivi.

Le condizioni climatiche ed operative durante le prove possono influenzare i risultati e devono perciò essere monitorate, inoltre poiché l'intervallo della velocità degli impulsi, relativo alle resistenze correnti del calcestruzzo, è relativamente piccolo, si dovrà usare, specie nelle prove in-situ, particolare cura nelle operazioni di prova.

Per il calcestruzzo si usano trasduttori con frequenza oscillante fra i 20 ed i 150 kHz e sono molto diffusi anche i trasduttori piezo-elettrici.

Il metodo consente di acquisire una considerevole mole di informazioni sulle caratteristiche qualitative di elementi di calcestruzzo.

Poiché sono le proprietà elastiche del calcestruzzo quelle che influenzano la velocità delle onde, nella interpretazione dei risultati si cercherà di correlare il modulo elastico con la resistenza <sup>11</sup>.

Per un mezzo infinito, omogeneo, isotropo ed elastico la velocità dell'onda di compressione è data da:

$$V = \sqrt{\left( k \cdot \frac{E_d}{r} \right)}$$

dove:

$V$  = velocità dell'onda di compressione (km/sec);

$k = (1 - n)/(1 + n) \cdot (1 - 2n)$ ;

$E_d$  = modulo elastico dinamico (kg/cm<sup>2</sup>);

$\rho$  = peso specifico (kg/m<sup>3</sup>);

$\nu$  = modulo di Poisson.

In questa espressione a patto che si dia una ragionevole stima del modulo di Poisson  $\nu$  e del peso specifico  $\rho$  è possibile dedurre  $E_d$  da una misura di velocità d'onda.

Inoltre, il modulo di Poisson e la densità varieranno poco per miscele con aggregati naturali, pertanto le relazioni fra velocità e modulo elastico saranno ragionevolmente rispettate, a dispetto del fatto che il calcestruzzo non rappresenta il mezzo ideale al quale fanno riferimento i modelli matematici della trasmissione di onde elastiche nei solidi.

Normativa di riferimento:

**UNI 9524** *Calcestruzzo indurito. Rilievi microsismici mediante impulsi d'onde vibrazionali ad alta frequenza, in campioni o strutture di calcestruzzo semplice, armato o precompresso.*

**UNI 9524 FA 1-92** *Calcestruzzo indurito. Rilievi microsismici mediante impulsi d'onde vibrazionali ad alta frequenza, in campioni o strutture di calcestruzzo, armato o precompresso.*

**UNI 9742** *Valutazione della deformazione ciclica progressiva in componenti esposti ad elevata temperatura in presenza di sisma.*

**UNI 9771** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della frequenza fondamentale di risonanza flessionale, estensionale e torsionale.*

**ASTM C597-71 - BS 4408.**

### **37.2.3. Controlli con ultrasuoni**

Il metodo di controllo con ultrasuoni deve essere impiegato per il controllo di diversi parametri quali la variazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo nel tempo, la valutazione dei moduli di elasticità dinamico ed elasticità dinamico di taglio, il coefficiente dinamico di Poisson, lo sforzo di compressione, l'indice percentuale dei vuoti, la stima della resistenza caratteristica del calcestruzzo, la presenza di difetti interni, la valutazione dell'entità di fessure superficiali o di strati danneggiati, gli effetti prodotti da basse temperature, lo spessore di elementi strutturali, ecc..

Norme di riferimento:

**UNI 8555** *Prove non distruttive. Controlli mediante ultrasuoni. Termini e definizioni.*

**UNI 8769** *Prove non distruttive. Apparecchiature ad ultrasuoni. Verifica delle caratteristiche controllabili mediante blocchi di calibrazione.*

**UNI 8769:1986/A1** *Prove non distruttive. Apparecchiature ad ultrasuoni. Verifica delle caratteristiche controllabili mediante blocchi di calibrazione.*

**UNI 9094** *Prove non distruttive. Determinazione della velocità di propagazione degli ultrasuoni nei materiali solidi.*

**UNI 9437** *Prove non distruttive. Apparecchiature ad ultrasuoni. Verifica delle caratteristiche controllabili mediante strumentazione esterna.*

#### **37.2.4. Metodo delle correnti indotte**

Per l'applicazione del metodo delle correnti indotte si rimanda alle seguenti norme:

**UNI 9190-1** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Generalità.*

**UNI 9190-2** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Verifica delle caratteristiche del sistema a correnti indotte mediante campioni di calibrazione.*

**UNI 9190-2** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Verifica delle caratteristiche del sistema a correnti indotte mediante campioni di calibrazione.*

**UNI 9190-3** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Caratteristiche principali delle apparecchiature.*

#### **37.3. Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo**

L'idoneità di agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo verticali o orizzontali dovrà essere verificato con le seguenti prove:

- adesivi applicati a spatola: prova a scorrimento;
- adesivi strutturali iniettabili: prova di comprimibilità.

Norma di riferimento:

**UNI EN 1799** *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Prove per misurare l'idoneità degli agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo.*

#### **Articolo 38: RILEVAZIONE DEL COPRIFERRO, POSIZIONE E DIAMETRO DEI FERRI**

L'entità minima del copriferro, per i diversi elementi strutturali da realizzare, è stabilita dal D.M. 9 gennaio 1996, come riportata nella seguente tabella:

**Tabella 38.1- Entità minima del copriferro**

Struttura	Ambiente aggressivo (cm)	non	Ambiente aggressivo (cm)
Solette, setti, pareti	□ 0,8		□ 2
Pilastrini e travi = 2	□ 2		□ 4

Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate almeno una volta il diametro delle barre stesse ed in ogni caso non meno di 2 cm. In caso di accoppiamento delle barre la mutua distanza tra le coppie deve essere di almeno 4 cm.

L'eventuale rilevazione dei ferri d'armatura, per particolari opere strutturali, dovrà essere effettuata mediante apposita strumentazione.

Il valore del copriferro è stimato in funzione dell'entità dell'assorbimento elettromagnetico mediante la lettura di un apposito diagramma di correlazione, in dotazione allo strumento, noto di già il diametro della barra d'acciaio o determinandolo come appresso.

Per maggiore sicurezza è consigliabile ripetere la prova utilizzando un altro spessore. La precisione della tecnica è stimata in circa 10%.

### Articolo 39: CONTROLLI SULLE ARMATURE

#### 39.1. Modalità di prelievo e metodi di prova

Per quanto pertinente si fa riferimento al D.M. 14 gennaio 2008 punto 11.3 e Circolare 02/02/2009 n.617 C.S.LL.PP.

Il prelievo dei campioni e le prove saranno effettuati secondo la norma **UNI EN ISO 15630-1:2004**, salvo quanto stabilito ai punti 11.3.2.10.4 dello stesso D.M. 14 gennaio 2008, per quanto riguarda la determinazione dei valori caratteristici  $f_{yk}$ ,  $f_{tk}$  ( $A_{gt}$ ) $_k$ .

#### 39.2. Controlli in stabilimento

I produttori di barre lisce e ad aderenza migliorata, di fili trafilati, di reti e di tralicci elettrosaldati debbono sottoporre la propria produzione, presso i propri stabilimenti, a controlli di carattere statistico secondo le modalità indicate ai punti 11.3.1.2 e 11.3.2.10.1 del D.M. 14 gennaio 2008 oltre che nella Circolare 02/02/2009 n.617 C.S.LL.PP.. Queste prevedono che i valori caratteristici  $f_{yk}$ ,  $f_{tk}$  ( $A_{gt}$ ) $_k$  e, per barre e fili ad aderenza migliorata l'indice di aderenza, soddisfino i limiti e le prescrizioni contenute nel citato **D.M. 14 gennaio 2008**.

Tutte le forniture di acciaio debbono essere accompagnate da un ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici con le modalità di cui al punto 11.3.1.2 delle NTC 2008). Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul DDT (Documento di trasporto).

### 39.3. Prodotti provenienti dall'estero

Gli adempimenti di cui ai punti 11.3.1.2 e 11.3.2.10.1 del D.M. 14 gennaio 2008 oltre che della Circolare 02/02/2009 n.617 C.S.LL.PP si applicano anche ai prodotti provenienti dall'estero.

### 39.4. Controlli nei centri di trasformazione ed in cantiere.

L'acciaio per cemento armato può essere lavorato in cantiere o presso Centri di trasformazione che devono possedere i requisiti previsti al paragrafo 11.3.1.7 D.M. 14 gennaio 2008. Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata

- a) da dichiarazione su DDT degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività rilasciato dal STC;
- b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno;

come da indicazioni del paragrafo 11.3.1.7 D.M. 14 gennaio 2008.

In cantiere dovranno essere effettuati i controlli di cui al paragrafo 11.3.2.10.4 del D.M. 14 gennaio 2008 come di seguito indicato

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento.

In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti. I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il punto 11.3.2.3, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

Caratteristica	Valore limite	NOTE
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 - 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450 x (1,25+0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova. Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino. Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme. Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale. Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;

- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;

- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento; - il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;



- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;

- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove; - l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;

- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;

- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

### **39.5. Tolleranze**

Per le tolleranze vale quanto riportato al paragrafo 34.7.2..

### **39.6. Marchiatura per identificazione**

Tutti i produttori di barre lisce o ad aderenza migliorata, di fili, di reti e di tralicci devono procedere ad una marchiatura del prodotto fornito, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

A tali produttori è fatto obbligo di depositare il "marchio" (nervatura e marchiatura) presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale.

### *Articolo 40: COLLAUDO STATICO DI STRUTTURE IN C.A.*

Ai sensi del punto 9.1 del D.M. 14 gennaio 2008, il collaudo statico di cui all'art. 7 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, dovrà comprendere i seguenti adempimenti tecnici:

- a) controllo di quanto prescritto per le opere eseguite sia con materiali regolamentati dal DPR 6.6.2001 n. 380, leggi n. 1086/71 e n. 64/74 sia con materiali diversi;
- b) ispezione dell'opera nelle varie fasi costruttive degli elementi strutturali ove il collaudatore sia nominato in corso d'opera, e dell'opera nel suo complesso, con particolare riguardo alle parti strutturali più importanti. L'ispezione dell'opera verrà eseguita alla presenza del Direttore dei lavori e del Costruttore, confrontando in contraddittorio il progetto depositato in cantiere con il costruito. Il Collaudatore controllerà altresì che siano state messe in atto le prescrizioni progettuali e siano stati eseguiti i controlli sperimentali. Quando la costruzione è eseguita in procedura di garanzia di qualità, il Collaudatore deve prendere conoscenza dei contenuti dei documenti di controllo qualità e del registro delle non-conformità.
- c) esame dei certificati delle prove sui materiali, articolato: - nell'accertamento del numero dei prelievi effettuati e della sua conformità alle prescrizioni contenute al Cap. 11 delle presenti

norme tecniche; - nel controllo che i risultati ottenuti delle prove siano compatibili con i criteri di accettazione fissati nel citato Cap. 11 ;

- d) esame dei certificati di cui ai controlli in stabilimento e nel ciclo produttivo, previsti al Cap. 11;
- e) controllo dei verbali e dei risultati delle eventuali prove di carico fatte eseguire dal Direttore dei lavori. Il Collaudatore, nell'ambito delle sue responsabilità, dovrà inoltre:
- f) esaminare il progetto dell'opera, l'impostazione generale, della progettazione nei suoi aspetti strutturale e geotecnico, gli schemi di calcolo e le azioni considerate;
- g) esaminare le indagini eseguite nelle fasi di progettazione e costruzione come prescritte nelle presenti norme;
- h) esaminare la relazione a strutture ultimate del Direttore dei lavori, ove richiesta; Infine, nell'ambito della propria discrezionalità, il Collaudatore potrà richiedere:
- i) di effettuare tutti quegli accertamenti, studi, indagini, sperimentazioni e ricerche utili per formarsi il convincimento della sicurezza, della durabilità e della collaudabilità dell'opera, quali in particolare: 1- prove di carico; 2 - prove sui materiali messi in opera, anche mediante metodi non distruttivi; 3 - monitoraggio programmato di grandezze significative del comportamento dell'opera da proseguire, eventualmente, anche dopo il collaudo della stessa.

#### *Articolo 41: DETERMINAZIONE SPERIMENTALE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE DEGLI ELEMENTI RESISTENTI ARTIFICIALI E NATURALI*

##### **41.1. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali**

La produzione degli elementi resistenti artificiali deve essere controllata, in ogni stabilimento di produzione, mediante prove eseguite presso Laboratori Ufficiali o in Concessione, ex art. 20 legge 1086/1971, con periodicità almeno annuale, su un numero non inferiore a trenta elementi. Il Direttore dei lavori può richiedere ulteriori prove di controllo.

Il Direttore dei Lavori provvede, con lo scopo di accertare la conformità delle caratteristiche fisiche e meccaniche degli elementi consegnati in cantiere a quelle dichiarate dal produttore, ad eseguire con le modalità di seguito descritte il "controllo di accettazione". Il "controllo di accettazione" viene eseguito, per ogni consegna in cantiere, su uno o più campioni costituiti ciascuno da tre elementi da sottoporre a prova di compressione. Per ogni campione siano  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  la resistenza a compressione dei tre elementi con

$$f_1 < f_2 < f_3$$

il controllo si considera positivo se risultano verificate entrambe le disuguaglianze:

$$(f_1 + f_2 + f_3)/3 = 1,20 f_{bk}$$

$$f_1 = 0,90 f_{bk}$$

Al Direttore dei lavori spetta comunque l'obbligo di curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove ai laboratori siano effettivamente quelli prelevati in cantiere con indicazioni precise sulla fornitura e sulla posizione che nella muratura occupa la fornitura medesima.

#### **41.2. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti naturali**

La produzione degli elementi resistenti naturali deve essere controllata per ogni cava mediante prove eseguite presso Laboratori Ufficiali o in Concessione, ex art. 20 - Legge n. 1086/1971, con periodicità almeno annuale, su un numero non inferiore a trenta elementi, comunque ogni qual volta che cambino sostanzialmente la natura e le caratteristiche meccaniche del materiale. Il Direttore dei Lavori può richiedere ulteriori prove di controllo.

Il Direttore dei Lavori provvede, con lo scopo di accertare la conformità delle caratteristiche fisiche e meccaniche degli elementi consegnati in cantiere a quelle dichiarate dal produttore, ad eseguire con le modalità di seguito descritte il "controllo di accettazione". Il "controllo di accettazione" viene eseguito, per ogni consegna in cantiere, su uno o più campioni costituiti ciascuno da tre elementi da sottoporre a prova di compressione. Per ogni campione siano  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  la resistenza a compressione dei tre elementi con

$$f_1 < f_2 < f_3$$

il controllo si considera positivo se risultano verificate entrambe le disuguaglianze:

$$(f_1 + f_2 + f_3)/3 = 1,20 f_{bk}$$

$$f_1 = 0,90 f_{bk}$$

Al Direttore dei lavori spetta comunque l'obbligo di curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove ai laboratori siano effettivamente quelli prelevati in cantiere con indicazioni precise sulla fornitura e sulla posizione che nella muratura occupa la fornitura medesima.

### 41.3. Modalità per la determinazione della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali

#### 41.3.1. Resistenza a compressione nella direzione dei carichi verticali

Si definisce resistenza caratteristica quella resistenza al disotto della quale ci si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

La resistenza di rottura a compressione di un singolo elemento è data dalla seguente espressione:

$$f_{bi} = N/A$$

in cui:

N = carico di rottura applicato in direzione ortogonale al piano di posa;

A = area lorda della sezione normale alla direzione di carico

Il valore della resistenza caratteristica  $f_{bk}$  si ricava dalla formula seguente, applicata ad un numero minimo di 30 elementi:

$$f_{bk} = f_{bm} (1 - 1.64 \delta)$$

in cui:  $f_{bm}$  = media aritmetica della resistenza dei singoli elementi  $f_{bi}$

$$\delta = \frac{s}{f_{bm}} = \text{coefficiente di variazione}$$

s = stima dello scarto quadratico medio

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f_{bm} - f_{bi})^2}{n-1}}$$

Qualora, per ragioni dimensionali (dimensione blocco = 40 cm) si operi su semiblocchi, il valore di  $f_{bi}$  è dato dalla media di resistenza dei due semiblocchi.

Il valore della  $f_{bk}$  non è accettabile per

$$\delta > 0,2$$

#### **41.3.2. Resistenza a compressione nella direzione ortogonale a quella dei carichi verticali e nel piano della muratura**

La resistenza caratteristica a compressione in direzione ortogonale ai carichi verticali e nel piano della muratura sarà dedotta da quella media  $f_{bm}$  mediante la relazione:

$$f_{bk} = 0,7 f_{bm}$$

La resistenza media  $f_{bm}$  sarà ricavata da prove su almeno sei campioni.

#### **41.4. Resistenza a compressione degli elementi in pietra**

La resistenza media a compressione  $f_{bm}$  degli elementi in pietra, con esclusione dei tufi, deve essere determinata secondo le modalità descritte nel R.D. 16 novembre 1939, n. 2232, recante le norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione.

Per i tufi, le prove di cui all'art. 135.2, in base alle quali le singole cave determineranno la resistenza media a compressione  $f_{bm}$ , devono essere eseguite su trenta elementi da provare nella Direzione di lavoro. Non sono ammessi tufi la cui resistenza media a compressione  $f_{bm}$  sia inferiore a 20 kg/cm<sup>2</sup> e per i quali il singolo campione abbia resistenza a compressione inferiore a 15 Kg/cm<sup>2</sup>.

Per tutti gli elementi resistenti naturali si considera convenzionalmente

$$f_{bk} = 0,75 f_{bm}$$

#### **Articolo 42: COLLAUDO STATICO DI OPERE DI SOSTEGNO E DI FONDAZIONE**

Gli interventi di collaudo statico delle opere di sostegno e di fondazione sono previsti dal Punto A.4. del D.M. 11 marzo 1988 recante "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

Il collaudo statico dovrà accertare la risposta prestazionale delle opere eseguite, la conformità alle prescrizioni di progetto nonché il rispetto di quanto previsto dalla normativa vigente. Le attività di collaudo comprenderanno, oltre alla verifica dei documenti progettuali, il rilievo, con metodi non distruttivi, della consistenza delle opere realizzate, anche l'esecuzione di prove di carico e rilievi sperimentali finalizzati a controllare l'efficienza e la qualità delle opere realizzate.

Il Collaudatore potrà comunque prevedere, nell'ambito del proprio mandato, ulteriori indagini, prove ed attività sperimentali finalizzate sempre ad integrare i dati a lui trasmessi e/o comunque acquisiti.

Parte IV  
MODALITÀ DI ESECUZIONE

*Articolo 46: NORMATIVA SULLA PREVENZIONI INFORTUNI*

Nell'esecuzione delle demolizioni e degli scavi, anche se non espressamente richiamate, dovranno essere osservate le disposizioni delle seguenti norme e successive modificazioni ed integrazioni:

- D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547. Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164. Norme per prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- D.Lg. 15 agosto 1991, n. 277. Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990, n. 212;
- - D.Lg. 14 agosto 1996, n. 493. Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro;
- D.L. 81/08 del 09 aprile 2008 testo unico sulla sicurezza

In generale dovranno essere rispettate le prescrizioni del piano di sicurezza e di coordinamento, del piano operativo e le indicazioni impartite dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori. e/o del Direttore dei lavori.

*Articolo 47: DISPOSITIVI DI PROTEZIONE*

Sulla rispondenza alla normativa vigenti norme dei dispositivi di protezione si rimanda alle seguenti norme:

**UNI EN 340** *Indumenti di protezione. Requisiti generali.*

**UNI EN 34** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi di discesa.*

**UNI EN 341:1993/A1** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi di discesa.*

**UNI EN 352-1** *Protettori auricolari. Requisiti di sicurezza e prove. Cuffie.*

**UNI EN 353-1** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio rigida.*

**UNI EN 353-2** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio flessibile.*

- UNI EN 354** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Cordini.*
- UNI EN 355** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Assorbitori di energia.*
- UNI EN 358** *Dispositivi individuali per il posizionamento sul lavoro e la prevenzione delle cadute dall'alto. Sistemi di posizionamento sul lavoro.*
- UNI EN 360** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo retrattile.*
- UNI EN 361** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Imbracature per il corpo.*
- UNI EN 362** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Connettori.*
- UNI EN 363** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Sistemi di arresto caduta.*
- UNI EN 364** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Metodi di prova.*
- UNI EN 365** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Requisiti generali per le istruzioni per l'uso e la marcatura.*
- UNI EN 367** *Indumenti di protezione. Protezione contro il calore e le fiamme. Metodo di prova: determinazione della trasmissione di calore mediante esposizione a una fiamma.*

#### *Articolo 48: SCAVI E SBANCAMENTI*

##### **48.1. Ricognizione**

L'Appaltatore prima di eseguire gli scavi o sbancamenti previsti deve eseguire indagini sulla natura del terreno, per individuare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o erroneamente indicati) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori.

Il cantiere è già provvisto di recinzione .

##### **48.2. Viabilità nei cantieri**

Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli.

Le rampe di accesso al fondo degli scavi di splateamento o di sbancamento devono avere una carreggiata solida, atta a resistere al transito dei mezzi di trasporto di cui è previsto l'impiego, ed una pendenza adeguata alla possibilità dei mezzi stessi.

La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco venga limitato ad un solo lato,

devono essere realizzate piazzuole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20 m lungo l'altro lato.

I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.

Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.

Alle vie di accesso ed ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

### **48.3. Splateamento e sbancamento**

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, secondo le prescrizioni dell'art. 12 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 1,50 m è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve provvedersi all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di scavo eseguiti con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

### **48.4. Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli**

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 m, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, secondo le prescrizioni dell'art. 13 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi almeno 30 cm rispetto al livello del terreno o stradale.

Nello scavo dei cunicoli, a meno che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporre idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento; la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del rivestimento in muratura.



Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano edifici o manufatti, le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

Nell'infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine, con pericolo per i lavoratori.

Nei lavori in pozzi di fondazione profondi oltre 3,00 m deve essere disposto, a protezione degli operai addetti allo scavo ed all'esportazione del materiale scavato, un robusto impalcato con apertura per il passaggio della benna.

#### **48.5. Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento**

Si ritengono scavi subacquei quelli eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto un livello costante determinato da acque sorgive nelle cavità di fondazione, sia dopo un parziale prosciugamento con pompe, sia dopo la predisposizione di canali di drenaggio.

Se l'Appaltatore, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione dei lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la Direzione dei lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, i completamenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'Appaltatore dovranno essere accettati dalla Direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in muratura o in c.a. al fine di prevenire il dilavamento delle malte.

#### **48.6. Deposito di materiali in prossimità degli scavi**

È vietato, secondo le prescrizioni dell'art. 14 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi, soprattutto se privi delle necessarie armature, in quanto il materiale accumulato può esercitare pressioni tali da provocare frane.

Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

#### **48.7. Presenza di gas negli scavi**

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, come stabilisce l'art. 15 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni

di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o la irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare una efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata una efficace e continua aerazione.

Quando è stata accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque in grado di provocare fiamme o surriscaldamenti tali ad incendiare il gas.

Nei casi sopra previsti i lavoratori devono operare in abbinamento nell'esecuzione dei lavori.

#### *Articolo 49: DIVIETI PER L'APPALTATORE*

L'Appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione, prima che la Direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

#### *Articolo 50: RIPARAZIONE DI SOTTOSERVIZI*

L'Appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, ecc.) danneggiati con o senza incuria dall'impresa durante gli scavi e demolizioni e certificati dalla Direzione dei lavori.

#### *Articolo 51: RILEVATI E RINTERRI*

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione, e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla Direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato di addossare terrapieni a murature o strutture in c.a. di recente realizzazione e delle quali si riconosca il non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'asestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

## *Articolo 52: FONDAZIONI DIRETTE*

### **52.1. Scavi di fondazione**

Nell'esecuzione degli scavi per raggiungere il piano di posa della fondazione, secondo quanto prescritto dal punto C.4.5 del D.M. 11 marzo 1988, n. 127, si deve tener conto di quanto specificato al punto A.2, al punto D.2 ed alla Sezione G, dello stesso D.M..

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione della opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal Direttore dei lavori.

Nel caso che per eseguire gli scavi si renda necessario deprimere il livello della falda idrica si dovranno valutare i cedimenti del terreno circostante; ove questi non risultino compatibili con la stabilità e la funzionalità delle opere esistenti, si dovranno opportunamente modificare le modalità

esecutive. Si dovrà, nel caso in esame, eseguire la verifica al sifonamento. Per scavi profondi, si dovrà eseguire la verifica di stabilità nei riguardi delle rotture del fondo.

## **52.2. Rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva**

In corso d'opera si deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva del terreno.

*Articolo 57: CALCESTRUZZO LEGGERO STRUTTURALE E PER STRUTTURE IN C.A. NORMALE. CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO*

### **57.1. Calcestruzzo leggero strutturale**

#### **57.1.1. Definizioni**

Si definisce calcestruzzo leggero strutturale, un conglomerato cementizio a struttura chiusa ottenuto sostituendo tutto o in parte l'inerte ordinario con aggregato leggero artificiale, costituito da argilla o scisti espansi.

Questo calcestruzzo è caratterizzato da una massa volumica a 28 gg. compresa tra 1400 e 2000 kg/m<sup>2</sup>.

La resistenza caratteristica a compressione R<sub>ck</sub> a 28 gg. deve risultare non inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

La massa volumica del conglomerato viene misurata secondo le procedure indicate nella norma **UNI 7548 - Parte 2°**.

Per la determinazione di R<sub>ck</sub> valgono le prescrizioni relative ai conglomerati ordinari.

#### **57.1.2. Aggregato leggero**

##### *57.1.2.1. Definizioni*

Si definisce massa volumica media dei granuli il rapporto tra la massa del materiale essiccato ed il suo volume, delimitato dalla superficie dei granuli stessi. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma **UNI 7549 - Parte 5°**.

Si definisce massa volumica dell'aggregato leggero in mucchio (peso in mucchio) la massa di un volume unitario di aggregato, comprendendo nella misura i vuoti dei granuli e fra i granuli. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma **UNI 7549 - Parte 4°**.

Per gli aggregati di argilla espansa, in via approssimata, la massa volumica media dei granuli può stimarsi moltiplicando per 1,7 la massa volumica in mucchio.

##### *57.1.2.2. Caratteristiche dei granuli*

Per granuli di argilla espansa e di scisti espansi si richiede:

- nel caso di argilla espansa: superficie a struttura prevalentemente chiusa, con esclusione di frazioni granulometriche ottenute per frantumazione successiva alla cottura;
- nel caso di scisti espansi: struttura non sfaldabile con esclusione di elementi frantumati come sopra indicato.

#### *57.1.2.3. Coefficiente di imbibizione*

Il coefficiente di imbibizione dell'aggregato leggero è definito come quantità di acqua che l'inerte leggero può assorbire, in determinate condizioni, espressa in per cento della sua massa.

Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma UNI 7549 Parte 6° (giugno 1976).

Il coefficiente di imbibizione determinato dopo 30 min. deve essere non maggiore del 10% per aggregati con massa volumica in mucchio superiore a 500 kg/m<sup>2</sup>, e 15% per aggregati con massa volumica in mucchio non superiore a 500 kg/m<sup>2</sup>.

#### **57.1.3. Composizione del calcestruzzo**

##### *57.1.3.1. Definizioni*

Il volume del calcestruzzo assestato è uguale alla somma dei volumi assoluti del cemento, degli aggregati, dell'acqua e dell'aria occlusa.

Si definisce volume assoluto di un componente il suo volume reale, escludendo i vuoti dei granuli e fra i granuli, per i componenti solidi.

Si definisce indice di assestamento di un calcestruzzo leggero il valore determinato con le procedure indicate nell'appendice B della norma **UNI 7549 - Parte 12°**.

##### *57.1.3.2. Acqua*

L'acqua impiegata per l'impasto del calcestruzzo leggero è costituita da:

- acqua efficace: è quella contenuta nella pasta cementizia. Essa condiziona la lavorabilità e la resistenza del calcestruzzo leggero. A titolo orientativo, per un calcestruzzo di consistenza plastica, avente un indice di assestamento compreso tra 1,15 e 1,20 il dosaggio di acqua efficace risulta compreso fra 150 e 180 litri per metro cubo di calcestruzzo assestato;
- acqua assorbita dell'aggregato leggero nel periodo di tempo tra miscelazione e posa in opera.

L'assorbimento dà luogo ad una perdita progressiva di lavorabilità dell'impasto.

Si assume pari all'assorbimento in peso a 30 min. misurato secondo **UNI 7549-76**. In mancanza di una determinazione diretta, tale assorbimento può essere valutato pari al 10% del peso dell'aggregato leggero presente nell'impasto.

Il dosaggio dell'acqua risulta dalla somma dell'acqua efficace e dell'acqua assorbita. Da tale somma si deve detrarre l'acqua contenuta nella sabbia naturale ed il 40% dell'acqua presente come umidità nell'aggregato leggero.

Quindi l'umidità presente nell'aggregato leggero deve essere determinata ai fini del calcolo del dosaggio dell'acqua di impasto. La prebagnatura degli aggregati leggeri non è necessaria se non in casi particolari.

#### *57.1.3.3. Aria occlusa*

È misurata dai vuoti residui di assestamento dell'impasto ed ha un volume che può considerarsi mediamente compresso tra il 2,5% ed il 3,5% del volume del calcestruzzo assestato.

La quantità di aria occlusa può essere aumentata a mezzo di additivi aeranti (vedi **UNI 7103-72**), comunque non superando il 7% del volume del calcestruzzo assestato.

### **57.1.4. Confezione e posa del calcestruzzo**

#### *57.1.4.1. Confezione*

È opportuno eseguire una prova del mescolatore al fine di verificare l'idoneità per l'impasto previsto.

In condizioni normali, si consiglia di introdurre i componenti dell'impasto nel mescolatore in rotazione nel seguente ordine:

- aggregato grosso;
- 2/3 dell'acqua totale prevista e, dopo un intervallo di circa 30" / 60":
- aggregato fine e cemento,
- 1/3 dell'acqua prevista, con eventuali additivi.

Il tempo di miscelazione, a partire dall'avvenuta introduzione di tutti i componenti, non deve risultare inferiore a un minuto primo, seppure sia consigliabile un tempo maggiore.

#### *57.1.4.2. Consistenza*

Per disporre di sufficiente coesione ed evitare segregazioni, la consistenza dovrà essere "plastica" al momento della posa in opera, e cioè con un indice di assestamento compreso, nei casi ordinari, tra 1,10 e 1,20.

La consistenza necessaria al momento del getto dovrà essere determinata, caso per caso, con prove preliminari.

#### *57.1.4.3. Posa e compattazione*

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione.

La compattazione del calcestruzzo leggero va sempre realizzata con l'impiego di vibrazione, la cui entità deve essere maggiore che per il calcestruzzo ordinario.

### **57.1.5. Proprietà del calcestruzzo indurito**

Data la estrema variabilità delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo leggero in funzione della sua composizione e del tipo di aggregato leggero utilizzato, la maggior parte delle caratteristiche necessarie ai fini dei calcoli strutturali andranno definite per via sperimentale.

È obbligatorio quindi eseguire uno "studio preliminare di qualificazione" esteso alle grandezze di seguito indicate.

#### **57.1.5.1. Massa volumica**

Si intende quella misurata a 28 giorni di stagionatura, determinata secondo la norma **UNI 7548 - Parte 2°**.

La massa del calcestruzzo armato, in mancanza di valutazioni specifiche, si potrà assumere incrementando di 100 kg/m<sup>2</sup> la massa misurata del calcestruzzo.

#### **57.1.5.2. Resistenza caratteristica a compressione**

È definita e va controllata come per il calcestruzzo normale secondo i criteri di cui all'Allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996.

#### **57.1.5.3. Resistenza a trazione**

Va determinata mediante prove sperimentali a trazione semplice, secondo le modalità di cui alle norme UNI.

Se la resistenza a trazione è determinata mediante prove di resistenza a trazione indiretta o a trazione per flessione, il valore della resistenza a trazione semplice può essere dedotto utilizzando opportuni coefficienti di correlazione.

Valutata la resistenza a trazione media  $f_{ctm}$  su almeno 6 campioni prismatici o cilindrici, i valori caratteristici corrispondenti ai frattili 5% e 95% possono assumersi pari a:

$$f_{ctk} (5\%) = 0,7 f_{ctm}$$

$$f_{ctk} (95\%) = 1,3 f_{ctm}$$

Il valore della resistenza a trazione per flessione si assumerà, in mancanza di sperimentazione diretta, pari a:

$$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm}$$

#### 57.1.5.4. Modulo elastico

Il modulo elastico secante a compressione va determinato mediante sperimentazione diretta da eseguirsi secondo la norma **UNI 6556**, ed è dato dal valore medio su almeno 3 Provini prismatici o cilindrici.

#### 57.1.5.5. Dilatazione termica

In mancanza di determinazione diretta, il coefficiente di dilatazione termica può assumersi pari a:

$$l = 0,8 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

## 57.2. Calcestruzzo per strutture in c.a. normale

### 57.2.1. Trasporto e consegna

Il Direttore dei lavori prima dell'accettazione del calcestruzzo dovrà verificare l'eventuale segregazione dei materiali, perdita di componenti o contaminazione della miscela durante il trasporto e lo scarico dai mezzi.

Per il calcestruzzo preconfezionato i tempi di trasporto devono essere commisurati alla composizione del calcestruzzo ed alle condizioni atmosferiche, a tal la Direzione dei lavori potrà chiedere all'Appaltatore, prima dell'esecuzione del getto, informazioni circa la composizione del calcestruzzo (additivi, tipo di cemento, rapporto acqua/cemento, tipo di aggregati, ecc., impianto di produzione del calcestruzzo preconfezionato, tipo di autobetoniera e quantità di calcestruzzo, certificazioni varie, estremi della bolla di consegna). Tali informazioni dovranno essere date dall'Appaltatore prima o durante il getto del calcestruzzo.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

Il Direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non risponda alle prescrizioni contrattuali ed alle prescrizioni delle norme UNI vigenti in materia ovvero se la consistenza venga portata ai valori contrattuali.

Norma di riferimento:

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

### 57.2.2. Getto

#### 57.2.2.1 Modalità



Prima dell'esecuzione del getto la Direzione dei lavori dovrà verificare la corretta posizione delle armature metalliche, la rimozione di polvere, terra, ecc, dentro le casseformi; i giunti di ripresa delle armature, la bagnatura dei casseri, le giunzioni tra i casseri, la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali, la stabilità delle casseformi, ecc..

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm, inoltre l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La Direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati, e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'Appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per la protezione delle strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme: piogge, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla Direzione dei lavori.

Norma di riferimento:

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

*57.2.2.2. Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito*

Le interruzioni del getto devono essere limitate al minimo possibile, in tutti i casi devono essere autorizzate dalla Direzione dei lavori.

Le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo.

Le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo. La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;

- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- Collegando i due getti con malta con collegamento a ritiro compensato.

Norma di riferimento:

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

#### *57.2.2.3 Getti in climi freddi*

I getti di calcestruzzo in climi freddi non devono essere eseguiti a temperatura inferiore a 0 °C. Nei casi estremi la Direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di additivi acceleranti. In caso di temperature molto basse il calcestruzzo dovrà essere confezionato con inerti preriscaldati con vapore ed acqua con temperatura tra 50 e 90 °C, avendo cura di non mescolare il cemento con l'acqua calda per evitare una rapida presa.

A discrezione della Direzione dei lavori anche le casseforme potranno essere riscaldate dall'esterno mediante vapore acqueo, acqua calda od altro.

#### *57.2.2.4. Getti in climi caldi*

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti ad esempio tenendo all'ombra gli inerti ed aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la Direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

#### **57.2.3. Vibrazione e compattazione**

La compattazione del calcestruzzo deve essere appropriata alla consistenza del calcestruzzo. Nel caso di impiego di vibratori l'uso non deve essere prolungato per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico ed il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

Norma di riferimento:

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

#### **57.2.4. Stagionatura e protezione - Fessurazione superficiale**

La stagionatura delle strutture in calcestruzzo armato potrà essere favorita approntando accorgimenti per prevenire il prematuro essiccamento per effetto dell'irraggiamento solare e dell'azione dei venti, previa autorizzazione della Direzione dei lavori, mediante copertura con teli di plastica, rivestimenti umidi, getti d'acqua nebulizzata sulla superficie, prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione ed il ultimo allungando i tempi del disarmo. I metodi predetti possono essere applicati sia separatamente o combinati.

I tempi di stagionatura potranno essere determinati con riferimento alla maturazione in base al grado di idratazione della miscela di calcestruzzo, agli usi locali, ecc.; in tutti i casi si farà riferimento al punto 10.6. - Stagionatura e protezione, della norma UNI 9858 ed in particolare al Prospetto XII - Durata minima del tempo di stagionatura in giorni per classi di esposizione 2 e 5a.

Per le strutture in c.a. in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla Direzione dei lavori. Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

Norme di riferimento:

- UNI 9858**      *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*
- UNI 8656**      *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti.*
- UNI 8656 FA 219-87** *Foglio di aggiornamento n. 1. Alla UNI 8656. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti.*
- UNI 8657**      *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua.*
- UNI 8657 FA 220-87** *01/05/87 Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8657. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua.*
- UNI 8658**      *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento.*
- UNI 8658 FA 221-87** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8658. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento.*
- UNI 8659**      *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco.*
- UNI 8659 FA 222-87** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8659. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco.*

**UNI 8660** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.*

**UNI 8660 FA 223-87** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8660. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.*

### **57.2.5 Maturazione accelerata a vapore**

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80 °C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60 °C, il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10°C/h.

Norma di riferimento:

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

### **57.2.6. Disarmo delle strutture**

Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche adottando opportuni provvedimenti.

Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei lavori.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato, dopo l'autorizzazione del Direttore dei lavori e alla presenza del capo cantiere. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle armature da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

Il disarmo di armature provvisorie di grandi opere quali:

- centine per ponti ad arco;
- coperture ad ampia luce e simili;
- altre opere che non rientrano negli schemi di uso corrente

deve essere eseguito:

- con cautela;
- da operai pratici;
- sotto la stretta sorveglianza del capo cantiere;

- solo dopo l'autorizzazione del Direttore dei lavori.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

Il disarmo deve essere eseguito ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, le operazioni non devono provocare danni al calcestruzzo e soprattutto agli spigoli.

L'Appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni ..... dalla data di esecuzione del getto.

Il caricamento delle strutture in c.a. disarmate deve essere autorizzato dalla Direzione dei lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo ed i carichi sopportabili.

La Direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio.

In ogni caso per il disarmo delle strutture in c.a. si farà riferimento alle norme:

D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni.

**SS UNI U50.00.206.0** Casseforme. *Requisiti generali per la progettazione, la costruzione e l'uso.*

**UNI 9858** Calcestruzzo. *Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

**Tabella 57.1. Tempi minimi per del disarmo delle strutture in c.a. dalla data del getto**

	<b>Calcestruzzo normale (giorni)</b>	<b>Calcestruzzo ad alta resistenza (giorni)</b>
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette si luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

### **57.2.7. Casseforme e puntelli**

Le casseforme possono essere realizzate con i seguenti materiali:

a) metallici: acciai e leghe di alluminio;

b) legno e materiali a base di legno;

c) altri materiali purché rispondenti alle prescrizioni di sicurezza per la struttura.

I casseri e i puntelli devono rimanere indisturbati fino alla data di disarmo delle strutture. I casseri ed i puntelli devono assicurare le tolleranze strutturali in modo da non compromettere l'idoneità delle strutture interessate.

La contrefreccia assicurata ai casseri deve essere rispondente alle prescrizioni progettuali strutturali e della centinatura.

Le giunzioni dei pannelli dei casseri devono assicurare una tenuta stagna per evitare la perdita degli inerti fini. La superficie interna dei casseri non deve provocare difetti alla superficie del calcestruzzo. La superficie interna dei casseri, prima dell'uso, deve essere accuratamente pulita, gli eventuali prodotti disarmanti devono essere autorizzati dalla Direzione dei lavori.

I casseri ed i puntelli devono rispondere alla seguente norma: **SS UNI U50.00.206.0** Casseforme. Requisiti generali per la progettazione, la costruzione e l'uso, inoltre, devono essere montati da personale specializzato.

**Tabella 57.2. Legname per carpenteria**

Tavolame	Tavole (o sottomisure)	spessore 2,5 cm larghezza 8-16 cm lunghezza 4 m
	Tavoloni (da ponteggio)	spessore 5 cm larghezza 30-40 cm lunghezza 4 m
Legname segato	Travi (sostacchine)	sezione quadrata da 12x12 a 20x20 cm lunghezza 4 m
Legname tondo	Antenne, candele	diametro min 12 cm lunghezza > 10-12 cm
	Pali, ritti	diametro 10-12 cm lunghezza > 6-12 cm
Residui di lavorazioni	da tavole (mascelle)	lunghezza >20 cm

precedenti	da travi (mozzature)	
------------	----------------------	--

Fonte: AITEC, Il cemento armato: carpenteria

### **57.2.8. Disarmanti**

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo, la permeabilità, influenzarne la presa, o determinare la formazione di bolle e macchie.

La Direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali; in generale le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore lo stesso vale per l'applicazione del prodotto.

Norme di riferimento:

**UNI 8866-1** *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione.*

**UNI 8866-1 FA 1-89** *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione.*

**UNI 8866-2** *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.*

**UNI 8866-2 FA 1-89** *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.*

### **57.3. Relazione a struttura ultimata**

Le operazioni di collaudo avranno inizio dopo il completamento della struttura e la redazione da parte del Direttore dei lavori della relazione a strutture ultimate (art. 6, legge n. 1086/1971). Quest'ultima deve essere emessa in duplice copia, entro il termine di 60 giorni e inviata all'Ufficio del Genio Civile competente per territorio, e dovrà riguardare gli adempimenti degli obblighi di cui all'art. 4 della legge n. 1086/1971, esponendo e/o allegando:

- a) i certificati delle prove sui materiali impiegati emessi da laboratori ufficiali;
- b) per le opere in conglomerato armato precompresso, ogni indicazione inerente alla tesatura dei cavi ed ai sistemi di messa in coazione;
- c) l'esito delle eventuali prove di carico, allegando le copie dei relativi verbali firmate per copia conforme.

Delle due copie della relazione, una sarà conservata agli atti del Genio Civile e l'altra, con l'attestazione dell'avvenuto deposito, sarà restituita al Direttore dei lavori che provvederà a consegnarla al Collaudatore statico unitamente agli elaborati progettuali architettonici e strutturali e a tutta la documentazione inerente alla Direzione dei lavori.

*Articolo 60: SOLAI MISTI DI C.A. E C.A.P. E BLOCCHI FORATI IN LATERIZIO*

### **60.1. Classificazione**

I solai misti in cemento armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio si distinguono nelle seguenti categorie:

- a) solai con blocchi aventi funzione principale di alleggerimento;
- b) solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato.

### **60.2. Prescrizioni generali**

I blocchi dovranno rispettare le indicazioni del paragrafo 4.1.9 del dm 14/02/2008 con le ulteriori specificazioni di cui alla Circolare 02/02/2009 C.S.LL.PP.

Devono essere conformati in modo che nel solaio in opera sia assicurata con continuità la trasmissione degli sforzi dall'uno all'altro elemento.

Nel caso si richieda al laterizio il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono usare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. In ogni caso, ove sia prevista una soletta di conglomerato staticamente integrativa di altra in laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la solidarietà ai fini della trasmissione degli sforzi tangenziali.

Per entrambe le categorie il profilo dei blocchi delimitanti la nervatura di conglomerato da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso di calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse sotto i limiti stabiliti.

### **60.3. Requisiti di accettazione prove e controlli**

#### ***60.3.1. Spessore delle pareti e dei setti.***

Lo spessore delle pareti orizzontali compresse non deve essere minore di 8 mm, quello delle pareti perimetrali non minore di 8 mm, quello dei setti non minore di 7 mm.

Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiore di 3 mm.

Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei ed allineati, particolarmente in direzione orizzontale, con setti con rapporto spessore/lunghezza il più possibile uniforme.



Il rapporto fra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione del blocco non deve risultare superiore a  $0,6 + 0,625 h$ , ove  $h$  è l'altezza del blocco in metri,  $h \leq 0,32$  m.

### **60.3.2. Caratteristiche fisico-meccaniche**

La resistenza caratteristica a compressione, determinata secondo punto C4.1.9.1.3 della , Circolare 02/02/2009 C.S.LL.PP. riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature deve risultare non minore di:

- $30 \text{ N/mm}^2$  nella direzione dei fori;
- $15 \text{ N/mm}^2$  nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio,  
per i blocchi collaboranti;

e di:

- $15 \text{ N/mm}^2$  nella direzione dei fori;
- $5 \text{ N/mm}^2$  nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio,  
per i blocchi non collaboranti.

La resistenza caratteristica a trazione per flessione determinata secondo punto C4.1.9.1.3 della , Circolare 02/02/2009 C.S.LL.PP. deve essere non minore di:

- $10 \text{ N/mm}^2$  per i blocchi di tipo *b*),

e di:

- $7 \text{ N/mm}^2$  per i blocchi tipo *a*).

In assenza di cassero continuo inferiore durante la fase di armatura e getto tutti i blocchi devono resistere ad un carico concentrato, applicato nel centro della faccia superiore (su un'area di  $5 \times 5 \text{ cm}^2$ ) non inferiore a  $1,5 \text{ kN}$ . La prova va effettuata secondo le modalità indicate nell'Allegato 7 del D.M. 9 gennaio 1996.

Il modulo elastico del laterizio non deve essere superiore a:  $25 \text{ kN/mm}^2$ .

Il coefficiente di dilatazione termica lineare del laterizio deve essere:

$$a = 6 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Il valore di dilatazione per umidità misurato secondo quanto stabilito nel capitolo 11 delle NTC deve essere minore di  $4 \cdot 10^{-4}$

### **60.3.3. Integrità dei blocchi**

Speciale cura deve essere rivolta al controllo dell'integrità dei blocchi con particolare riferimento alla eventuale presenza di fessurazioni.

### **60.3.4. Controlli di qualità dei blocchi in laterizio**

La produzione degli elementi laterizi deve essere controllata mediante prove su blocchi di produzione corrente certificate da Laboratori Ufficiali, con frequenza almeno annuale.

### **60.4. Controlli di accettazione dei solai di C.A. e C.A.P. e laterocemento in cantiere**

In fase di accettazione in cantiere si dovrà provvedere a controllare la rispondenza dei requisiti del prodotto alle prescrizioni del progetto attraverso rilievi geometrici e controllo dei documenti di accompagnamento (Dichiarazione di prestazione).

La documentazione di accompagnamento prescritta è la seguente:

- DOP (Dichiarazione di prestazione) e marcatura CE riferita alle seguenti norme.
  - o EN 13224 per solai nervati Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi nervati per solai
  - o EN 1168 per solai alveolari Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Lastre alveolari
  - o EN 13747 per solai a lastra tralicciata Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Lastre per solai
  - o Serie EN 15037 per solai a travetti e blocchi

### **60.5. Esecuzione (prescrizioni regolamentari)**

#### **60.5.1. Protezione delle armature**

Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare contornata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia.

Per armatura collocata entro nervatura, le dimensioni di questa devono essere tali da consentire il rispetto dei seguenti limiti:

- distanza netta tra armatura e blocco = 8 mm;
- distanza netta tra armatura ed armatura = 10 mm.

#### **60.5.2. Bagnatura degli elementi**

Prima di procedere ai getti i laterizi devono essere convenientemente bagnati.

### **60.5.3. Caratteristiche degli impasti per elementi prefabbricati**

Devono impiegarsi malte cementizie con dosature di legante non minori a 450 kg/ m<sup>2</sup> di cemento e conglomerati con  $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ .

### **60.5.4. Blocchi**

Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

### **60.5.5. Allineamenti e forzature**

Si dovrà curare il corretto allineamento dei blocchi evitando la forzatura dei blocchi interposti tra i travetti prefabbricati.

### **60.5.6. Conglomerati per i getti in opera**

Si dovrà studiare la composizione del getto in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite.

Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature nè la distanza netta minima tra le armature.

Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con eventuali altri elementi prefabbricati.

### **60.5.7. Modalità di getto**

Per rendere efficace quanto indicato ai punti precedenti occorre con opportuni provvedimenti eliminare il rischio di arresto del getto al livello delle armature.

### **60.5.8. Solidarizzazione tra intonaci e superfici di intradosso**

Qualora si impieghino materiali d'intonaco cementizi aventi resistenza caratteristica a trazione superiore ad 1 N/mm<sup>2</sup> dovranno adottarsi spessori inferiori ad 1 cm o predisporre armature di sostegno e diffusione opportunamente ancorate nelle nervature.

### **Articolo 61: SCAVI IN GENERE**

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. 11 marzo 1988, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere, l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere, a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate in area di cantiere a sud del lotto fino al completamento dell'edificio e alla realizzazione delle opere esterne in progetto.

Previo assenso della Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, si applica il disposto del Capitolato generale emanato con D.M. 19 aprile 2000, n. 145 e pubblicato su G.U.R.I. 7 giugno 2000, n. 131, art. 36, comma 3.

#### *Articolo 62: SCAVI DI SBANCAMENTO*

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

#### *Articolo 63: SCAVI DI FONDAZIONE OD IN TRINCEA*

Per scavi di fondazione in genere si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o ai pilastri di fondazione propriamente detti. In ogni caso saranno considerati come gli scavi di fondazione quelli per dar luogo a fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e l'Amministrazione si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali

compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni o sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei lavori.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

#### *Articolo 64: DEMOLIZIONE O RIMOZIONE DI MATERIALI CONTENENTI AMIANTO*

I lavori di demolizione o di rimozione dell'amianto possono essere effettuati solo da imprese rispondenti ai requisiti di cui all'articolo 212 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152".

Per le imprese di bonifica da amianto è stata già resa obbligatoria l'iscrizione all'Albo gestori ambientali (ex rifiuti), nella categoria 10 - Bonifica dei beni contenenti amianto.

Prima dell'inizio dei lavori di demolizione o di rimozione dell'amianto ovvero di materiali contenenti amianto da edifici, da strutture, da apparecchi e da impianti, nonchè dai mezzi di trasporto, l'Appaltatore dovrà predisporre un **PIANO DI LAVORO**.

Questo piano deve prevedere le misure necessarie per garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori sul luogo di lavoro e la protezione dell'ambiente esterno. Il piano, in particolare, deve prevedere:

- a) la rimozione dell'amianto o dei materiali contenenti amianto prima dell'applicazione delle tecniche di demolizione, a meno che tale rimozione non possa costituire per i lavoratori un

rischio maggiore di quello rappresentato dal fatto che l'amianto o i materiali contenenti amianto siano lasciati sul posto;

- b) la fornitura ai lavoratori dei dispositivi di protezione individuale;
  - c) la verifica dell'assenza di rischi dovuti all'esposizione all'amianto sul luogo di lavoro, al termine dei lavori di demolizione o di rimozione dell'amianto;
  - d) adeguate misure per la protezione e la decontaminazione del personale incaricato dei lavori;
  - e) adeguate misure per la protezione dei terzi e per la raccolta e lo smaltimento dei materiali;
  - f) l'adozione, nel caso in cui sia previsto il superamento del valore limite di 0,1 fibre/cm<sup>3</sup> delle seguenti misure:
    - 1. fornire ai lavoratori un adeguato dispositivo di protezione delle vie respiratorie e altri dispositivi di protezione individuali, esigendone l'uso durante questi lavori;
    - 2. provvedere all'affissione di cartelli per segnalare che si prevede il superamento del valore limite di esposizione;
    - 3. adottare le misure necessarie per impedire la dispersione della polvere al di fuori dei locali o dei luoghi di lavoro;
    - 4. consultare i lavoratori o i loro rappresentanti sulle misure da adottare prima di procedere a queste attività;
- a) la natura dei lavori, data di inizio e la loro durata presumibile;
  - b) il luogo dove i lavori saranno effettuati;
  - c) le tecniche lavorative adottate per la rimozione dell'amianto;
  - d) le caratteristiche delle attrezzature o dei dispositivi che si intendono utilizzare.

**Copia del piano di lavoro deve essere inviata all'organo di vigilanza (ASL di competenza) per informarla delle modalità di rimozione e smaltimento dei materiali contenenti amianto, almeno trenta giorni prima dell'inizio dei lavori.**

Se entro questo periodo di trenta giorni l'organo di vigilanza non formula motivata richiesta di integrazione o modifica del piano di lavoro e non rilascia prescrizione operativa, il datore di lavoro può eseguire i lavori.

Il datore di lavoro deve provvedere affinché i lavoratori o i loro rappresentanti abbiano accesso alla documentazione.

Il datore di lavoro provvede alla informazione e alla formazione dei lavoratori addetti a queste lavorazioni ed a tutti gli adempimenti previsti dal D. Lgs. N.81/2008 agli artt. 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260.

#### *Rimozione e smaltimento di lastre di cemento - amianto*

Questa operazione comporta lo smontaggio delle lastre di copertura, il loro trasferimento a terra ed il successivo imballaggio e trasporto in discarica.

Tutte le fasi di questo intervento devono essere impostate e realizzate adottando idonee misure per limitare al minimo la dispersione di fibre nell'ambiente. Le lastre da rimuovere dovranno essere preventivamente bagnate e trattate superficialmente con resine sintetiche la cui azione pellicolante impedisca l'emissione di fibre sia durante lo smontaggio che durante le fasi successive. La resina sintetica, fluidificata e nebulizzata, dovrà essere spruzzata a pioggia sulle lastre mediante pompe airless, dotate, cioè, di bassa pressione di mandata per attenuare l'impatto tra il getto fluido e la superficie della copertura e limitare così l'emissione di fibre nell'atmosfera durante questa fase operativa. I prodotti collanti o vernicianti o incapsulanti utilizzati dovranno essere opportunamente colorati al fine di rendere visibili le zone trattate.

Tali prodotti non devono comportare pericolo di scivolamento nel caso di pedonamento delle coperture.

Non sarà necessario pulire la superficie delle lastre prima di spruzzare su di esse la resina pellicolante; infatti tale operazione, pur migliorando l'adesione tra copertura e resina e prolungando così nel tempo l'azione ricoprente di quest'ultima, potrebbe causare il distacco e la dispersione di fibre nell'ambiente. D'altra parte il ricoprimento delle lastre con la resina non deve necessariamente essere duraturo poiché ha la funzione di fissare le fibre sulla superficie delle lastre per il tempo che intercorre tra lo smontaggio ed il deposito in discarica.

Gli elementi di fissaggio delle coperture, ganci, viti e chiodi dovranno essere rimossi adottando ogni cautela per evitare danneggiamenti o rotture. Occorrerà evitare possibilmente tutte quelle operazioni, come il taglio, la foratura, la raschiatura che, alterando l'integrità strutturale delle lastre, causerebbero l'emissione di fibre nell'atmosfera.

Si ricorrerà, solo se necessario, ad attrezzature manuali o a macchine utensili caratterizzate da velocità di rotazione ridotta, dell'ordine di 300 giri/min. L'uso di utensili ad alta velocità, normalmente utilizzati per la foratura, il taglio e la raschiatura sarà consentito se dotati di sistemi di aspirazione molto efficaci.

Le lastre rimosse dovranno essere manipolate con cura per evitare rischi di frantumazione o di caduta dall'alto e dovranno essere trasferite a terra mediante un adeguato dispositivo di sollevamento. Saranno quindi impilate e pallettizzate per facilitare la loro movimentazione nell'area del cantiere destinata al loro stoccaggio.

Poiché l'impilamento potrebbe causare una consistente emissione di fibre nell'atmosfera, si ritiene necessario, per limitare questa evenienza, bagnare le lastre su entrambi i lati, come raccomanda lo stesso D.M. 6/9/94.

Le lastre, ordinatamente impilate, saranno quindi avvolte in imballaggi sigillati, costituiti in genere da teli di plastica evitando, con cura la presenza di pezzi acuminati sporgenti nelle pile che

possano causare la lacerazione e lo sfondamento del materiale di imballaggio. Tale fase potrà, a scelta dell'impresa, essere effettuata in copertura, prima del calo a terra del materiale.

Durante le fasi della rimozione sarà necessario raccogliere in sacchi impermeabili e quindi sigillare tutti i frammenti di lastre nel momento stesso in cui si formano.

I materiali asportati non devono essere frantumati, non devono essere lasciati cadere a terra ma devono essere calati a terra tramite idoneo mezzo di sollevamento. Pertanto le lastre smontate, bagnate su entrambe le superfici, devono essere accatastate e palettizzate, in modo da acconsentire un agevole movimentazione con i mezzi di sollevamento disponibili in cantiere.

I materiali di risulta, ottenuti durante tutta l'operazione, dovranno essere adeguatamente imballati con materiale non deteriorabile o rivestiti con teli di plastica sigillati.

Eventuali pezzi acuminati o taglienti devono essere sistemati in modo da evitare lo sfondamento dell'imballaggio.

Tutti i materiali di risulta devono essere etichettati a norma di legge come rifiuti contenenti amianto (R.C.A.) ed allontanati dal cantiere al più presto possibile contenuti in idonei cassoni.

L'accatastamento temporaneo dovrà essere separato dagli altri detriti, preferibilmente nel container destinato al trasporto, oppure in una zona appositamente destinata, in luogo non transitato da mezzi e persone che possano causarne la frantumazione.

Giornalmente dovrà essere effettuata una pulizia a umido e/o con aspiratori a filtri assoluti della zona di lavoro e delle aree del cantiere che possano essere state contaminate da fibre di amianto.

Gli addetti alla rimozione dovranno essere dotati di mezzi protettivi (elementi di protezione delle vie respiratorie, indumenti adatti ad evitare la contaminazione degli abiti, calzature adatte al pedonamento della copertura per evitare rischi di scivolamento ed infine guanti di protezione durante la manipolazione delle lastre rimosse) sia durante lo smontaggio delle lastre che durante la loro successiva manipolazione.

Qualora si riscontrasse un accumulo di fibre di amianto nei canali di gronda, questi dovranno essere bonificati inumidendo con acqua la crosta presente sino ad ottenere una fanghiglia densa che, mediante palette e contenitori a perdere, verrà posta all'interno di sacchi di plastica. Questi sacchi, sigillati con nastro adesivo, dovranno poi essere smaltiti come rifiuti di amianto.

Lo smaltimento del materiale deve essere svolto da ditta specificatamente autorizzata relativamente al trasporto, tramite operatore con relativa iscrizione all'Albo smaltitori presso la sezione Regionale dell'Albo presente nelle CCIAA di ogni capoluogo di Regione e relativamente all'attività di smaltimento tramite smaltitore con relativa autorizzazione regionale.

Sarà inoltre cura dell'Appaltatore predisporre la documentazione a corredo richiesta dallo smaltimento in discarica autorizzata.



*Articolo 65: RILEVATI E RINTERRI*

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei lavori, si impiegheranno in genere, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare, in tutto o in parte, i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in genere, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo, contemporaneamente, le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per poi essere riprese al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei lavori.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore. È obbligo dell'Appaltatore (escluso qualsiasi compenso) dare ai rilevati, durante la loro costruzione quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata, ove occorra e, se inclinata, sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso il monte.

*Articolo 66: ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE (PIANE)*

**66.1** - Le coperture continue sono quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.

Le coperture piane previste in progetto sono del tipo

- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

**66.2** - Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali definiti secondo la norma UNI 8178.

A) la copertura praticabile del calpestio di parte del piano primo realizzata con:

- piastrelle
- membrana cementizia bicomponente cm 0,3
- cls cm 5
- polistirene espanso estruso cm 10

Bitume cm 0,4

Isocal cm 8

B) la copertura non praticabile ;

bitume cm 0,4

polistirene espanso estruso cm 10

isocal cm 8

-

C) la copertura della Centrale Termica

- bitume cm 0,5

- Isocal cm 3

- polistirene spanso estruso cm 4

La presenza di altri strati funzionali (complementari), eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della norma UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati, sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

**66.3** - Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto ed in particolare saranno realizzate le stratigrafie previste nella tavola A07-Particolari costruttivi-stratigrafie; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

1) per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente Capitolato sui calcestruzzi;

2) per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico, alle specifiche già indicate e, inoltre, si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo;

3) per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo;

4) lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino, a realizzare uno strato continuo.

Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate nell'articolo su prodotti per le coperture e le descrizioni indicate negli elaborati grafici di progetto citati. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente materiali ausiliari (adesivi, ecc.), e le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione di bordi, punti particolari, risvolti, ecc., ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato.

Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo sui prodotti per le coperture. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante, allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto, che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

Sarà curato, inoltre, che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) od altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate, per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto;

5) lo strato filtrante, sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con fogli di nontessuto sintetico od altro prodotto adatto accettato dalla Direzione dei lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili;

7) lo strato di protezione sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto.

I materiali (piastrelloni in cls., ghiaietto, terra ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile.

Nel caso di protezione costituita da pavimentazione, quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc. tra la copertura e la pavimentazione sovrastante;

8) lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto si rinvia per i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione, si curerà che il piano (od i

piani) inclinato che lo concretizza abbia il corretto orientamento verso gli eventuali punti di confluenza e che, nel piano, non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolino il deflusso dell'acqua. Si cureranno inoltre le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.

9) lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (vedere l'articolo sui prodotti per le coperture continue). Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.); inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.

10) per gli altri strati complementari riportati nella norma UNI 8178, si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo Capitolato ad esso applicabile.

Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o alle precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

**66.4** - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione delle coperture piane, opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte che, almeno per gli strati più significativi, il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare saranno verificati: i collegamenti tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati); l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove siano richieste lavorazioni in sito verranno verificati con semplici metodi da cantiere: le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione); le adesioni o connessioni fra strati (o, quando richiesta, l'esistenza di completa separazione); la tenuta all'acqua, all'umidità, ecc.;

b) a conclusione dell'opera il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Egli avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

*Articolo 67: ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE CON VERDE (PIANE)*

Le coperture continue con verde sono composte da:

un supporto di base costituito da soletta in cemento armato, elementi prefabbricati o altro materiale, priva di pendenze, liscio, pulito, asciutto, con angoli e spigoli regolari, impermeabilizzata,

uno strato di separazione protezione e compensazione:

Fornitura e posa in opera di tessuto non tessuto protettivo, con sovrapposizione cm 5.

tessuto (TNT polipropilene) non decomponibile, resistenza chimica acidi, basi, solventi

Resistenza biologica batteri, microrganismi, roditori

Grammatura 300 gr./mq,

una Membrana antiradice:

Fornitura e posa di elemento di tenuta realizzato con manto in PVC plastificato ottenuto per spalmatura e stabilizzato dimensionalmente con inserto di velo di vetro da 50 g/m<sup>2</sup>

Buona resistenza agli attacchi dovuti a muffe, batteri, radici, idrocarburi e aggressivi chimici in genere

Spessore mm 1,5

Colore rosso.

Massa areica 1,80 ± 5% kg/m<sup>2</sup> UNI 8202/7

Carico a rottura =>600 N/5cm UNI 8202/8

Allungamento a rottura =>200% UNI 8202/8

Stabilità dimensionale a caldo 6h a 80°C <= 0,1% UNI 8202/17

Resistenza al punzonamento statico (supporto rigido) Ps5 UNI 8202/11

Resistenza al punzonamento dinamico (supporto rigido)Pd3 UNI 8202/12

Piegatura a freddo <= -20°C UNI 8202/15 Impermeabilità all'acqua (6h con 0,5 MPa)  
impermeabile UNI 8202/21

Pozzetti di controllo e scarico al bordo:

Fornitura e posa di Pozzetti di scarico/controllo tipo Optigrun o similare posti in opera al bordo del contenimento del sistema cm 30x15 h 30 con coperchio

dispositivo di invaso con regolazione della falda costituito da tubo di scarico d 50 mm

saldatura e sigillatura dell'anello di guaina antiradice, inserimento dei tubi conduttori/drenanti compresa la fornitura di tutti i materiali e il montaggio a regola d'arte

Quantità accumulo riserva idrica c.a. 50 lt/mq

Quantità prevista: 1/100 mq (1 per ogni vasca separata)

Materiale drenante:

Fornitura e posa di materiale drenante e di accumulo composto da Lapillo alveolare a cellule aperte vulcanite

vulsina minerale magmatico effusivo calcinato ad alta temperatura – umidità 6/10% - porosità 40/60% - resistenza temp. 1.150 c° - assorbimento H<sub>2</sub>O = 2 lt./cm./mq - Ph. 7 – peso medio 900 kg/mc compreso fattore di compattazione del 10%

Capacità di accumulo idrico c.a. 250 lt/mc

Spessore Strato Assestato: 5 cm

Tessuto di separazione:

Fornitura e posa di tessuto filtrante in polipropilene 100% resistente batteri microrganismi, acidi, basi, solventi

Grammatura 200 gr./mq.

Permeabilità all'acqua > 230 l/mq x sec.

Spessore strato mm 2,00

Substrato di vegetazione:

Fornitura e posa di terriccio tipo Optigrun o similare per giardini pensili estensivi tipo E per tetti piani o inclinati val Ph 5,5/7

peso 850/950 kg/mc compreso fattore di compattazione del 20%

Spessore Strato Assestato: 10 cm

Il ciclo di posa, posa dei pozzetti di ispezione degli scarichi, del materiale drenante/accumulo in lapillo di lava, del tessuto filtrante, del terriccio permanente tipo "E", deve essere effettuato tramite tubi di invaso (scarico) da inserire nei bocchettoni con saldatura della flangia alla membrana antiradice e la Messa a dimora talee di sedum/stuoia precoltivata sedum.

Il rapporto scarichi/ superfici sarà:

Verticale 1/200 mq

orizzontale/laterale 1/100 mq

La dimensione degli scarichi sarà di 100 mm se a fondo 60 mm se laterali.

La soletta deve essere costruita in piano, il fondo deve essere liscio privo di asperità, non è soggetto a compattamento od a movimenti di assestamento, rimane impermeabilizzata.

I contenimenti laterali devono avere un'altezza di ca 20 cm devono essere lisci privi di asperità lineari con andamento regolare.

Non sono necessarie prese d'acqua.

*Articolo 68: OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE*

**68.1** - Le opere di impermeabilizzazione servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti, controterra, ecc.) o comunque, lo scambio igrometrico tra ambienti.

Le soluzioni previste dal progetto sono relative a::

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;

**68.2** - Le impermeabilizzazioni, si suddividono nelle seguenti categorie:

a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;

b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;

c) impermeabilizzazioni di opere interrato;

d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua).

**68.3** - Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali; ove non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le seguenti prescrizioni:

1) per le impermeabilizzazioni di coperture;

2) per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni;

3) per le impermeabilizzazioni di opere interrato valgono le prescrizioni seguenti:

per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo, si sceglieranno i prodotti che, per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti nel terreno.

Inoltre, durante la realizzazione, si curerà che risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti, onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione;

per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria), si opererà come indicato nel punto a) per la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc., si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica;

per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o

di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate, per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc., nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno.

Durante l'esecuzione si curerà la corretta realizzazione di risvolti e di bordi, nonché di punti particolari (per esempio: i passaggi di tubazioni), in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione nella sigillatura e finitura del raccordo tra guaina ed intonaco prevedendo la posa di una banda di alluminio a fissaggio meccanico, come indicato nei particolari dei parapetti terrazze di cui alla Tav. A07.

La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza, saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;

4) per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua), si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc., curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento.

L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti simili, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

**68.4** - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione, opererà come segue:

nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte, almeno per gli strati più significativi, il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare saranno verificati: i collegamenti tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti, costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove saranno richieste lavorazioni in sito.

Saranno verificati con semplici metodi da cantiere: le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione; ecc.; la impermeabilità dello strato di tenuta d'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc...;

a conclusione dell'opera il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) per verificare la resistenza ad azioni meccaniche, l'interconnessione e la compatibilità con altre parti dell'edificio e con le eventuali opere di completamento.

Egli avrà cura, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi, unitamente alle schede tecniche di prodotti ed alle eventuali prescrizioni per la manutenzione.

**68.5** - Le impermeabilizzazioni sia di superfici orizzontali che verticali dovranno essere realizzate seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di specifiche particolari esse dovranno essere realizzate nel loro insieme, in



modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e agli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento dell'integrità di manufatti realizzati ed a garantire negli ambienti delle condizioni salubrità richiesta; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenute nel tempo.

#### *Articolo 69: SISTEMI DI RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI*

**69.1** - Si definisce sistema di rivestimento il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei, che realizzano la finitura dell'edificio. I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzione, in:

- rivestimenti per esterno e per interno;
- rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

**69.2** - Sistemi realizzati con prodotti rigidi.

Questi sistemi devono essere realizzati secondo le prescrizioni del progetto e a completamento del progetto, con le indicazioni seguenti:

per le piastrelle di ceramica o gres porcellanato si procederà alla posa su letto di malta, svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione, e curando la sufficiente continuità dello strato stesso, dello spessore, delle condizioni ambientali di posa (temperatura ed umidità) e di maturazione. Si valuterà inoltre la composizione della malta, onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto.

Durante la posa del rivestimento si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta, si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc., in modo da applicare, successivamente, uno strato di collegamento (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguata compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto;

per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti simili si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili), a loro volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralicci o simili. I sistemi di fissaggio devono garantire, comunque, un'adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alle corrosioni, permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio ed il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche.

Il sistema nel suo insieme deve avere comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto a vento, pioggia, ecc. ed assolvere le altre funzioni ad esso affidate quali tenuta all'acqua, ecc. Durante la posa del rivestimento si

cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque la corretta esecuzione dei giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.;

### **69.3 - Sistemi realizzati con prodotti fluidi.**

Questi sistemi devono essere realizzati, secondo le prescrizioni date nel progetto, con prodotti costituiti da pitture, vernici impregnanti, ecc. aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile e, a completamento del progetto, devono rispondere alle indicazioni seguenti:

#### a) Su pietre naturali ed artificiali:

- impregnazione della superficie con siliconi o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti alle radiazioni U.V., al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera.

#### b) Su intonaci esterni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche.

#### c) Su intonaci interni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
- rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
- tinteggiatura della superficie con tinte a tempera.

#### d) Su prodotti di legno e di acciaio.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto e, in loro mancanza (od a loro integrazione), si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme UNI 8758 o UNI 8760 e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione e le condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio, ivi comprese le condizioni citate all'alinea precedente per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture, ivi comprese le condizioni citate al secondo alinea.

e) Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si cureranno, per ogni operazione, la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali

(temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

**69.4** - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione dei sistemi di rivestimento opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e che almeno per gli strati più significativi, il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque, con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato.

In particolare saranno verificati:

- per i rivestimenti rigidi, le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, ecc.;
  - per i rivestimenti fluidi od in pasta, il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto nel punto a), verificando la loro completezza, specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori;
- b) a conclusione dei lavori, il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) e con facili mezzi da cantiere creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o, comunque, simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi egli verificherà, in particolare, il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti; per i rivestimenti in fogli: l'effetto finale e l'adesione al supporto; per quelli fluidi: la completezza, l'assenza di difetti locali e l'aderenza al supporto.

#### *Articolo 70: OPERE DI VETRAZIONE E SERRAMENTISTICA*

- Le opere di vetratura sono quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo) sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, porta-finestre o porte.
- Le opere di serramentistica sono quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

I serramenti previsti in progetto sono in pvc:

I serramenti in pvc saranno del tipo e realizzati come qui di seguito descritto:

##### 1.1 PVC rigido

Il materiale deve essere rigido, altamente resistente agli urti e risultare, nelle sue proprietà distintive, privo di sostanze plastificanti. Per la resistenza agli agenti atmosferici e la resistenza alle intemperie si applicano i requisiti sanciti dalla normativa RAL RG 716/1

##### 1.2 Acciaio

Per i rinforzi vanno impiegati profili di acciaio ST 37 con superficie zincata galvanicamente.

### 1.3 Alluminio

I particolari in alluminio devono essere conformi alla norma ISO 17615 (profili di precisione in AlMgSi 0.5).

### 1.4 Guarnizioni di tenuta

Per le guarnizioni di tenuta impiegate nella realizzazione di finestre e facciate è richiesto l'impiego di caucciù sintetico, ad es. APTK - secondo DIN 7863 - profili in elastomero non cellulare, oppure di un materiale termoplastico con un'adeguata durezza Shore. La tenuta tra telaio e battente viene garantita mediante una guarnizione mediana ed una guarnizione interna di battuta. La guarnizione mediana e la guarnizione di battuta devono essere conformate come guarnizioni tubolari e coestruse con il profilo (guarnizione mediana coestrusa con il telaio, guarnizione di battuta coestrusa con l'anta).

### 1.5 Conformazione dei profili

I profili per telai devono essere conformati quali profili a 5 camere con uno spessore minimo dei profili di 72 mm.

I profili per ante semicomplanari devono essere conformati quali profili a 7 camere con uno spessore minimo dei profili di 78,5 mm.

### Superfici e colori

#### 1.6 Strutture (goffrate)

Colorazione in massa: bianco antico, bianco perla oppure bianco papiro.

Compressione supplementare delle superfici a vista mediante goffatura uniforme con effetto tipo legno.

Requisito essenziale: assenza di pellicola.

### Tipologie di apertura e ferramenta

#### 1.7 Ferramenta anta e ribalta

La ferramenta impiegata deve essere di tipo anta e ribalta, certificate RAL in conformità con la normativa RAL RG 607/3. Le componenti devono essere trattate con un procedimento anticorrosivo ferro-zinco con deposito minimo di 12 µm. La ferramenta standard deve sopportare un peso massimo dell'anta di 100 kg. Il fissaggio di tutti gli elementi portanti deve avvenire attraverso due pareti di profilo oppure direttamente nel rinforzo di acciaio. In presenza di ante di peso maggiore la ferramenta deve sopportare un peso massimo di 130 kg.

### Vetratura

#### 1.8 Struttura del vetro - spessore del vetro

La qualità e le dimensioni del vetro devono essere conformi a UNI EN 1279, salvo diversa disposizione indicata nelle voci di capitolato. Vanno rispettate le relative norme e disposizioni dei produttori di vetro, soprattutto per l'impiego di vetri isolanti e vetri speciali. Devono essere impiegati vetri certificati RAL.

Se non sussistono particolari esigenze (ad es. carico del vento, isolamento acustico, isolamento termico), di serie viene impiegato un vetro basso-emissivo, valore  $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ , con riempimento in argon. Per soddisfare requisiti più rigorosi, si devono poter impiegare vetri con uno spessore: per finestre e porte-finestre, vetro antinfortuno 3.3+12+4.4  $U_g$  1.1 valore dB 41 sul vetro.

### 1.9 Guarnizioni del vetro

La vetratura deve essere eseguita a secco e senza sigillanti. La tenuta tra telaio e vetro viene garantita mediante una guarnizione combinata tra tubolare e a becco in EPDM. Le guarnizioni del vetro devono essere di tipo perimetrale ed incollate in un punto centrale della zona superiore

Profilo tecnico-prestazionale di finestre e porte-finestre in PVC:

Requisiti di sistema

#### 1.1 Tipologia anta

Anta semicomplanare	Anta a gradino	Anta a scomparsa	Anta accoppiata
<b>X</b>			

### Valori prestazionali

#### 1.1 Permeabilità all'aria secondo UNI EN 12207

Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
-	-		<b>X</b>

#### 1.2 Tenuta all'acqua secondo UNI EN 12208

1A	2°	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A
-	-	-	-					<b>X</b>

#### 1.3 Resistenza al carico del vento secondo UNI EN 12210 - freccia relativa frontale

Classe A	Classe B	Classe C

< 1/150	< 1/200	< 1/300
-		<b>X</b>

**1.4 Resistenza al carico del vento secondo UNI EN 12210 - (prova di deformazione)**

Classe 1 400 Pa	Classe 2 800 Pa	Classe 3 1200 Pa	Classe 4 1600 Pa	Classe 5 2000 Pa
-	-		<b>X</b>	

Fissaggio alle opere murarie

Con falso telaio

### 1.1 Applicazione

Ai fini di evitare ponti termici, il collegamento del serramento con la muratura deve avvenire impiegando un controtelaio opportunamente isolato, realizzato da una struttura portante in tubolare di acciaio da 30 x 15 rivestita con profilo tubolare in PVC, dotato di spigolo di supporto intonaco, di guarnizioni coestruse di battuta che evitano l'utilizzo di coprifilatura interna. Nel controtelaio deve essere presente un nasello d'attacco per eventuale bancale esterno e di una adeguata scanalatura per eventuale inserimento del bancale interno.

Sistema di oscuramento

Cassonetto per alloggio tapparella da murare a scomparsa, isolato termicamente e acusticamente.

Spalle laterali già termoisolate in tutte le finestre.

Avvolgibili per esterni con profilo in PVC dim mm 14x50 peso circa 4,6 kg/mq, estruso a doppia parete curva multifaccettata e suddivisa in 5 camere interne per garantire robustezza e rigidità, rinforzi ad H in ferro applicati in base alla larghezza ed al colore dell'avvolgibile. Portoncini blindati:

Frangisole esterni ad incasso con lamelle in alluminio da 63 mm di colore grigio RAL 7035, apertura comando a motore,

Portoncino in metallo coibentato colore avorio telaio in acciaio di colore in tinta; serratura tipo Yale.

Porte interne:

Anta tamburata in mdf laccata bianca, ossatura in legno massiccio, intelaiatura con massello di abete giuntato di sezione 34x38 mm., riempimento con struttura a nido d'ape, telaio realizzato con profili pluricellulare estruso in pvc, rinforzato sul lato, mostrine ad incastro stessa colorazione del telaio e anta, guarnizione di battuta colore bianco, serratura tipo patent, tre cerniere colore alluminio, compreso di maniglia finitura alluminio. Cornici arrotondate telescopiche in pvc estruso.

incluso controtelai per porte a battente e scorrevoli interno muro. Guarnizione di battuta antirumore.

**70.1** - Le opere di vetrage devono essere realizzate con i materiali e le modalità previsti dal progetto e, ove questo non sia sufficientemente dettagliato, valgono le prescrizioni seguenti:

a) le lastre di vetro, in relazione al loro comportamento meccanico, devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico di vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbalzi ed alle deformazioni prevedibili del serramento.

Per la loro scelta devono essere considerate le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucida, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici, sia di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc.

Per la valutazione dell'adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico ed acustico, la sicurezza, ecc. (UNI 7143, UNI 7144, UNI 7170 e UNI 7697).

Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

b) I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, sono scelti in relazione alla conformazione e alle dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore, le dimensioni in genere e la capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi e delle ante apribili e alla resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc., e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento, gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto un materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

c) La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e di materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.

Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione e le condizioni ambientali di posa e di manutenzione.

Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma UNI 6534 potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente Capitolato, nei limiti di validità della norma stessa.

**70.2** - La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto e quando non precisato deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.

a) Le finestre devono essere collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e, comunque, in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Il giunto tra controtelaio e telaio fisso, se non progettato in dettaglio onde mantenere le prestazioni richieste al serramento, dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- deve essere assicurata la tenuta all'aria e l'isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo; se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm), si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento o di carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

b) La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta, previa eventuale interposizione di elementi separatori quale non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta.

c) Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antiefrazione), acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei lavori.

**70.3** - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione il Direttore dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte.

In particolare saranno verificati: la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi e i controtelai, l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate e il rispetto delle prescrizioni di progetto, del Capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni;



b) a conclusione dei lavori il Direttore dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza di giunti, sigillature, ecc. Saranno eseguiti controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria), l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

Nelle grandi opere i controlli predetti potranno avere carattere casuale e statistico.

Egli avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

### *Articolo 71: ESECUZIONE DELLE PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE*

Il progetto prevede la realizzazione di pareti esterne di tamponamento in blocchi termici in laterizio alveolare tipo Poroton o similari

In fase di posa in opera possono essere indifferentemente usati sia giunti di malta continui che interrotti (vedi "Regole di posa in opera").

#### REGOLE DI POSA IN OPERA

In generale la muratura in blocchi termici in laterizio tipo Poroton o similari si esegue come una qualsiasi altra muratura in laterizio;

Lo stoccaggio in cantiere

All'interno del cantiere deve essere predisposta un'area per il deposito dei pacchi provenienti dalla fornace. E' bene che il materiale non venga posato a diretto contatto con il terreno in quanto in tal modo potrebbe assorbire umidità, humus, ecc. e dare luogo, in fase di posa in opera, a problemi di efflorescenze localizzate od a fenomeni di non perfetta aderenza tra malta-intonaco e blocco. Specialmente durante la stagione invernale è bene proteggere il materiale dalle intemperie al fine di evitare che l'azione dell'acqua piovana e del gelo possano in qualche modo danneggiarlo.

La scelta degli elementi

Prima della fase di posa in opera deve essere fatta una cernita degli elementi eventualmente difettosi presenti all'interno dei pacchi.

La posa in opera

I blocchi termici in laterizio tipo poroton non richiedono particolari tecniche di posa in opera e sono quindi assimilabili ai normali mattoni o blocchi in laterizio. Nella fase di posa in opera dei blocchi sarà comunque buona cosa operare in modo tale che sia soddisfatto quanto segue:

a) i giunti di malta orizzontali siano i più regolari possibili e di spessore compreso tra 5 e 15 mm;

- b) i giunti di malta orizzontali e verticali siano accuratamente riempiti fino alla superficie esterna (le eventuali sbavature verso l'esterno vanno subito tolte con la cazzuola);
- c) le facce del muro siano tra loro parallele e gli spigoli risultino perfettamente verticali e controllati con il filo a piombo;
- d) i vari corsi di blocchi devono essere tra loro adeguatamente sfalsati al fine di ottenere un buon collegamento degli elementi che compongono il muro;
- e) i blocchi eventualmente tolti perché murati in modo non corretto devono essere riutilizzati con malta nuova;
- f) i giunti orizzontali e verticali possono essere eventualmente interrotti in modo da formare due strisce parallele al piano medio del muro ad una distanza massima pari a  $t/3$  (dove  $t$  è lo spessore del muro). L'interruzione del giunto di malta, anche di un solo centimetro, consente di ottenere un miglioramento delle caratteristiche termiche della parete e può essere operata sia in presenza di murature portanti che di tamponamento. Per murature portanti particolarmente sollecitate si consiglia comunque di porre particolare attenzione alla qualità della malta.
- g) nel caso di impiego di blocchi ad incastro si consiglia di eseguire sempre il giunto di malta verticale se il blocco è conformato in modo tale da consentire di ricavare un'apposita tasca per l'alloggiamento della malta stessa;
- h) nel caso in cui non si riesca ad "arrivare in quota" con un numero intero di corsi si consiglia, per raggiungere la quota voluta, di tagliare i blocchi; è del tutto sconsigliato l'uso di soluzioni alternative (quali l'impiego di elementi di altra natura - blocchi o mattoni in laterizio normale, a fori orizzontali od altro);
- i) blocchi termici in laterizio tipo Poroton devono essere messi in opera con foratura disposta in senso verticale;
- l) la profondità della zona di appoggio di eventuali architravi sopra porta o sopra finestra deve essere almeno pari a  $2/3$  dello spessore del muro.

## PROTEZIONE DELLE MURATURE

### Protezione delle murature in CORSO d'opera

La muratura in blocchi deve essere protetta sia in fase di posa in opera che dopo la realizzazione dei muri fino a che non sia stato eseguito il relativo solaio di piano. In caso di pioggia è necessario

quindi interrompere i lavori e coprire le teste delle murature con teli di plastica od altro mezzo al fine di evitare che i fori verticali si riempiano d'acqua. Questa prescrizione, se non rispettata, può dare origine ad una serie di problemi, anche gravi, che di solito si manifestano a costruzione ultimata (macchie di umidità, muffe, ecc.).

Si consiglia infine di interrompere i lavori in presenza di temperature prossime od inferiori a  $0^{\circ}\text{C}$ .

## COME FARE L'INTONACO

Su murature monostrato in blocchi termici in laterizio si consiglia di utilizzare un intonaco di finitura esterno a tre strati come di seguito illustrato

1) applicazione di un rinzaffo a base cemento-calce avente particolari caratteristiche di elasticità. La superficie muraria così trattata si presenta quindi omogenea e con caratteristiche di adesione ottimali per lo strato di fondo a seguire;

2) applicazione di un intonaco di fondo normale od alleggerito;

3) applicazione di uno strato di finitura traspirante.

In generale l'intonaco dovrebbe essere posto in opera dopo che la struttura abbia esaurito i suoi assestamenti iniziali ed abbia avuto il tempo per rilasciare l'eventuale umidità di costruzione presente al suo interno. L'intonaco non deve essere posto in opera con temperature troppo basse o troppo elevate (che possono comprometterne la presa).

## INTERVALLI DI POSA E SPESSORE DEGLI STRATI

Tipo di strato	Spessori consigliati	Stagionatura
Rinzaffo	in modo coprente	circa 2 settimane
Corpo dell'intonaco	minimo 20 mm fino a 60 mm	circa 1 settimana per cm
Finitura	spessore della sabbia	circa 20 giorni per eventuali tinteggiature

In condizioni atmosferiche avverse è necessario tenere conto di tempi di stagionatura più lunghi rispetto a quelli indicati in tabella. Intervalli più brevi di quelli indicati nella suddetta tabella comportano un maggiore rischio di fessurazioni ed una responsabilità da imputare a chi li determina (es. produttore di premiscelati, proprietario, direzione lavori, applicatore, ecc.). In ogni caso la responsabilità della valutazione dell'idoneità dello stato della superficie sottostante compete all'ultimo esecutore. Il rischio di formazione di fessure è particolarmente presente soprattutto sulle facciate maggiormente esposte e quindi soggette a notevoli variazioni termiche (sole > pioggia > sole > ombra > sole > vento).

## LA GIUNZIONE TRA MURATURA DI TAMPONAMENTO E STRUTTURA IN C.A.

E' prescritto l'inserimento nell'intonaco una sottile rete metallica o in fibra di vetro, estesa per circa 20-30 cm ai lati della zona di giunzione tra tamponamento e c.a. soggetta alla possibile fessurazione.

### Protezione dei ponti termici

E' bene ricordare che, in presenza di elementi in c.a. quali cordoli di piano, pilastri, travi è necessario prevedere una adeguata protezione del ponte termico innescato da tali elementi. Questa può essere realizzata in modo molto semplice, con l'inserimento di un elemento in laterizio di ricoprimento. Questa operazione consente inoltre di uniformare la superficie da intonacare

Il totale cambiamento dei modi e dei tempi di costruzione ha portato al manifestarsi nelle strutture in muratura di alcuni fenomeni (lievi fessurazioni o cavillature) che sono direttamente collegati

### Temperatura e ritiro

Nei calcoli relativi agli edifici correnti in cemento armato, come lo sono spesso gli edifici di abitazione o ad uso uffici, non si tiene generalmente conto degli effetti del ritiro e delle variazioni di temperatura esterna per gli elementi di costruzione compresi tra giunti posti ad una distanza massima pari a:

- 25 metri per le regioni secche o a forte variazione di temperatura;
- 50 metri per le regioni umide e temperate.

Quando queste distanze limite sono oltrepassate, si tiene conto, nei calcoli, degli effetti del ritiro e delle variazioni di temperatura esterna, a meno di non assumere speciali accorgimenti per risolvere tale problema.

La tolleranza derivante dal fatto di trascurare gli effetti del ritiro e delle variazioni di temperatura per gli elementi di costruzione compresi tra giunti distanti al massimo delle lunghezze stabilite più sopra, si applica solo agli elementi di una ossatura completa in cemento armato che poggia su dei supporti normalmente flessibili. Essa non riguarda il caso delle travi di grande lunghezza che poggiano su sostegni in muratura, per i quali occorre prendere delle disposizioni necessarie affinché gli effetti del ritiro e delle variazioni termiche non producano dei disordini nelle murature né eventualmente degli sforzi anormali nelle travi. Tra i valori limite di 25 e 50 metri, si può prendere in considerazione, per un edificio di situazione geografica determinata, un valore intermedio giustificato.

Le tamponature esterne ed interne sono puntualmente rappresentate nelle citate tavole di progetto.

**71.1** - La parete esterna è il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno.

Si intende per partizione interna un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nell'esecuzione delle pareti esterne, si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, ad intercapedine, termo-isolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina od inserita).

Nell'esecuzione delle partizioni interne, si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

**71.2** - Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie di parete sopracitata è composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni), che devono essere realizzati come segue.

a) Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti similari saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo sulle opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.), richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc., si rinvia alle prescrizioni date nell'articolo relativo alle coperture.

Per gli intonaci ed i rivestimenti in genere si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque, in relazione alle funzioni attribuite alle pareti ed al livello di prestazione richiesto, si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione si curerà la completa realizzazione dell'opera, con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni, curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

## **Articolo 72: ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI**

**72.1** - La pavimentazione è un sistema edilizio avente lo scopo di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso.

Le pavimentazioni sono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni interne su solaio;
- pavimentazioni esterne su terreno (cioè dove la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

**72.2** - Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere una o più funzioni).

Le pavimentazioni in progetto sono le seguenti:

a) La pavimentazione su strato portante avrà quali elementi o strati fondamentali:

- 1) lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- 2) lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- 3) lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni, qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- 4) lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- 5) lo strato di rivestimento, con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- 6) lo strato di impermeabilizzante, con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi ed ai vapori;
- 7) lo strato di isolamento termico, con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- 8) lo strato di isolamento acustico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- 9) lo strato di compensazione, con funzione di compensare quote, pendenze, errori di planarità ed, eventualmente, incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).

b) La pavimentazione su terreno avrà quali elementi o strati funzionali:

- 1) il terreno (suolo), con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- 2) lo strato impermeabilizzante (o drenante);
- 3) lo strato ripartitore;
- 4) lo strato di compensazione e/o pendenza;

5) il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste, possono essere previsti altri strati complementari.

**72.3** - Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

1) Per lo strato portante, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente Capitolato sulle strutture di calcestruzzo, sulle strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.

2) Per lo strato di scorrimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia.

Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, dei risvolti, ecc.

3) Per lo strato ripartitore, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno.

Durante la realizzazione si curerà, oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici, in modo da evitare azioni meccaniche localizzate od incompatibilità chimico-fisiche.

Sarà infine curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.

4) Per lo strato di collegamento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e, nei casi particolari, alle prescrizioni del produttore riguardanti gli elementi di fissaggio, meccanici od altro tipo.

Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o alle quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso o rifiuto o insufficienza, che possono provocare scarsa resistenza o adesione. Si verificherà, inoltre, che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.

5) Per lo strato di rivestimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nell'articolo sui prodotti per pavimentazioni.

Durante la fase di posa si cureranno la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.), nonché le caratteristiche di planarità o, comunque,

delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di maturazione.

6) Per lo strato di impermeabilizzazione, a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore, valgono le indicazioni fornite per questi strati nell'articolo sulle coperture continue.

7) Per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'articolo sulle coperture piane.

8) Per lo strato di isolamento acustico, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento, per i prodotti, alle prescrizioni già date nell'apposito articolo.

Durante la fase di posa in opera, si cureranno il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante, i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato, nei casi di utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc., il corretto posizionamento di questi elementi ed i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc., con lo strato sottostante e sovrastante.

9) Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori di 20 mm).

**72.4** - Per le pavimentazioni su terreno, la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

1) Per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore, per conferirgli adeguate caratteristiche meccaniche, di comportamento all'acqua, ecc. In caso di dubbio o contestazione, si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

2) Per lo strato impermeabilizzante o drenante, si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc. indicate nella norma UNI 8381, per le massicciate (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) ed alle norme UNI e/o CNR, per i non tessuti geotessili. Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco, in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo e limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili, si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc.

In caso di dubbio o contestazione, si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

Questo strato assolve quasi sempre anche funzione di strato di separazione e/o scorrimento.



3) Per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti, dei bordi e dei punti particolari.

4) Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore, purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o comunque scarsa aderenza, dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

5) Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc.).

Durante l'esecuzione si cureranno, a seconda della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni fornite dal progetto stesso e comunque si curerà, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.), l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si cureranno, inoltre, l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale e il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

**72.5** - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione delle coperture piane, opererà nel seguente modo:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte che, almeno per gli strati più significativi, il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare saranno verificati: i collegamenti tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati; l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove siano richieste lavorazioni in sito, verranno verificati con semplici metodi da cantiere: le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione); le adesioni fra strati (o, quando richiesto, l'esistenza di completa separazione); la tenuta all'acqua, all'umidità, ecc.;

b) a conclusione dell'opera il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Egli avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

### *Articolo 73: LAVORI EVENTUALMENTE NON PREVISTI*

Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi. Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Saranno a carico dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.

*Articolo 74: ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI*

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione dei lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

L'Amministrazione si riserva in ogni modo il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dall'esecuzione di opere e alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Parte V  
**NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

*Articolo 75: LAVORI A MISURA*

**75.1. Scavi**

**75.1.1. Scavi in genere**

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore deve ritenere compensato per tutti gli altri eventuali oneri:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

**75.1.2. Misurazione degli scavi in genere**

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; quindi essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi.

Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

## **75.2. Rilevati, rinterri, vespai**

### **75.2.1. Misurazioni**

Il volume dei rilevati e dei rinterri sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterri di scavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

### **75.2.2. Preparazione dei piani di posa dei rilevati**

La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi: il taglio e l'asportazione di piante, arbusti, basso bosco, ceppai e vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, ecc., sarà compensato per ogni metro quadrato di superficie preparata.

### **75.2.3. Riempimento con misto granulare**

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

## **75.3 Murature**

### **75.3.1. Generalità**

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m<sup>2</sup> e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m<sup>2</sup>, rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di

pilastrini, piattabande, ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzaffo delle facce visibili dei muri. Tale rinzaffo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati a terrapieni. Per questi ultimi muri è pure sempre compresa la eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle ammorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale. Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle murature rotte senza alcun compenso in più.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastrini, ecc., di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature.

Per le ossature di aggetto inferiore a 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo.

Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sarà considerata come della stessa specie del muro stesso.

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a 1 m<sup>2</sup>, intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande, ecc., nonché eventuali intelaiature in legno che la Direzione dei lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete.

### **75.3.2. Murature in pietra da taglio**

La pietra da taglio da pagarsi a volume sarà sempre valutata a metro cubo in base al volume del primo parallelepipedo retto rettangolare, circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e gli altri pezzi da pagarsi a superficie, saranno valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile.

Per le pietre di cui una parte viene lasciata grezza, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto delle dimensioni assegnate dai tipi prescritti.

Nei prezzi relativi di elenco si intenderanno sempre compresi tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

#### **75.4. Calcestruzzi**

I calcestruzzi per fondazioni e le strutture costituite da getto in opera saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni previste dal progetto esecutivo, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

L'armatura ad aderenza migliorata verrà compensata a parte.

#### **75.5. Casseformi**

I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computati separatamente con i relativi prezzi di elenco. Pertanto, per il compenso di tali opere, bisognerà attenersi a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari.

#### **75.6. Acciaio per armature e reti elettrosaldate**

##### **75.6.1. Diametri**

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata, per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo, nonché la rete elettrosaldata, opportunamente sagomate e collocate in opera secondo le quantità del progetto esecutivo delle strutture in c.a., sarà valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

Si ricorda che la massa teorica ( $\square$ ) dell'acciaio ad aderenza migliorata è di 7,865 kg/dm<sup>3</sup>. Il diametro della barra tonda equipesante può essere calcolato con la seguente relazione:

$$\phi_{eq} = 2 \cdot \sqrt{\frac{m}{\pi \cdot l \cdot \gamma}}$$

dove:

- l = lunghezza di uno spezzone di barra
- m = massa dello spezzone di ferro
- $\square$  = massa teorica dell'acciaio 7,865 kg/dm<sup>3</sup>.

### 75.6.2. Tolleranze

Nei calcoli statici si adottano di norma le sezioni nominali. Le sezioni effettive non devono risultare inferiori al 98% di quelle nominali.

Nei calcoli statici si adotteranno le sezioni effettive, qualora queste risultassero inferiori a tale limite. Per barre ad aderenza migliorata non è comunque ammesso superare le tolleranze indicate nella seguente tabella:

**Tabella 75.1 – Tolleranze ammesse per le barre di acciaio**

Diametro nominale (mm)	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Tolleranza sulla sezione ammessa per l'impiego (□)	□ 10	□ 10	□ 9	□ 8	□ 8	□ 8	□ 8	□ 6	□ 6	□ 6	□ 6
Diametro nominale mm	22	24	26	28	30						
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	□ 5	□ 5	□ 5	□ 5	□ 5						

Nell'elaborazione dei risultati sperimentali ottenuti in laboratorio si opera comunque sulle sezioni effettive delle barre lisce e sulle sezioni delle barre equipesanti per barre e fili trafilati ad aderenza migliorata.

Per i fili di acciaio trafilati e per i fili delle reti e dei tralicci la tolleranza sulle sezioni ammesse per l'impiego è di  $\pm 4\%$  per tutti i diametri.

### 75.7. Solai, controsoffitti, impermeabilizzazioni e coibentazioni

#### 75.7.1. Solai

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo come ogni altra opera di cemento armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà invece pagato al metro quadrato di superficie netta misurato all'interno dei cordoli e delle travi di calcestruzzo armato, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo armato o su eventuali murature portanti.

Nei prezzi dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore della caldana, nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. Nel prezzo dei solai, di tipo prefabbricato, misti

di cemento armato, anche predalles o di cemento armato precompresso e laterizi sono escluse la fornitura, lavorazione e posa in opera del ferro occorrente.

È invece compreso il noleggio delle casseformi e delle impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseformi dei cementi armati.

Il prezzo a metro quadrato dei solai suddetti si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio sia sostituito da calcestruzzo; saranno però pagati a parte tutti i cordoli perimetrali relativi ai solai stessi.

#### **75.7.2. Controsoffitti**

I controsoffitti piani saranno pagati in base alla superficie della loro proiezione orizzontale. È compreso e compensato nel prezzo anche il raccordo con eventuali muri perimetrali retti o curvi, tutte le forniture, magisteri e mezzi d'opera per dare i controsoffitti finiti.

È esclusa e compensata a parte l'orditura portante principale di sostegno.

#### **75.7.3. Impermeabilizzazioni**

Le impermeabilizzazioni con malta di asfalto, bitume, guaina prefabbricata a base di bitume, membrana composita, ecc., dello spessore minimo e caratteristiche rispondenti a quelle indicate nell'elenco prezzi o nei disegni progettuali esecutivi, sarà compensata:

- a metro quadrato, per le superfici piane;
- a metro quadrato di proiezione orizzontale per le superfici inclinate.

#### **75.7.4. Massetto isolante**

Il massetto isolante posto in opera a qualunque altezza nel rispetto di eventuali pendenze, con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e le dimensioni minime illustrate nel progetto esecutivo, sarà compensato a metro cubo.

#### **75.7.5. Isolamento termo-acustico di pareti verticali o intercapedini di murature, solai, terrazze, ecc.**

L'isolamento termo-acustico di pareti verticali, intercapedini di murature, solai, terrazze realizzate con pannelli rigidi, posti in opera con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e le dimensioni minime illustrate nel progetto esecutivo, sarà compensato a metro quadrato.

#### **75.7.6. Norme sulla misurazione delle coibentazioni**

Per altre indicazioni circa la misurazione delle coibentazioni, non previste espressamente, si rimanda alla norma:

**UNI 6665 - Superficie coibentate. Metodi di misurazione.**

La norma stabilisce le modalità per la misurazione delle superficie ai fini della loro contabilizzazione. Si applica per la misurazione in base ai disegni esecutivi, sia in situ delle superficie coibentate di tubazioni, apparecchi e serbatoi.



### 75.8. Pavimenti

I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati per la superficie in vista, pertanto le parti coperte da altre strutture non verranno considerate. Nella misura non sarà perciò compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e finiti, compreso il sottofondo.

In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi gli oneri, le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere stesse.

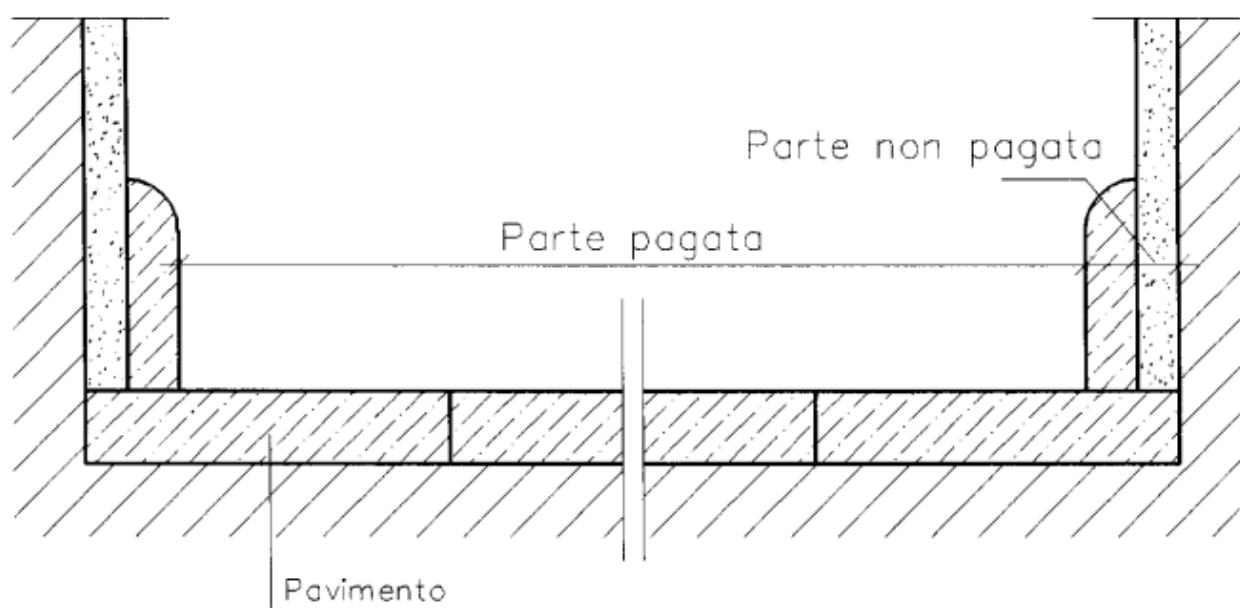


Fig. 75.1. – Misurazione dei pavimenti

### 75.9. Rivestimenti di pareti

I rivestimenti di piastrelle verranno misurati per la superficie effettiva qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato sono comprese la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, angoli, ecc., che saranno computati nella misurazione, nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei giunti e la fornitura di collante per rivestimenti.

## **75.10. Fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali**

I prezzi della fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici effettive dei materiali in opera.

Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme, prescritte nel presente Capitolato, si intende compreso nei prezzi di elenco.

Specificatamente detti prezzi comprendono gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la provvisoria protezione in deposito, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiacca di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chivette, perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per il perfetto rifinimento dopo la posa in opera.

I prezzi di elenco sono pure comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento, e, dove richiesto, un incastro perfetto.

## **75.11. Intonaci**

### **75.11.1. Generalità**

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi 5 cm. Varranno sia per superfici piane, che curve. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo di elenco degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contropavimenti, zoccolature e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

### **75.11.2. Intonaci interni**

Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate.

Tuttavia saranno detratti i vani di superficie maggiore di 4 m<sup>2</sup>, valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva; dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano, ed aggiunte le loro riquadrature.

Nessun ulteriore compenso sarà dovuto all'Appaltatore per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

## **75.12. Tinteggiature, coloriture e verniciature**

### **75.12.1. Generalità**

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere sono compresi tutti gli oneri prescritti nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione del presente Capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura d'infissi, ecc..

Tutte le coloriture o verniciature s'intendono eseguite su ambo le facce e con i rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

### **75.12.2. Pareti interne ed esterne**

Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme applicate per gli intonaci.

### **75.12.3. Infissi e simili**

Per le porte, bussole e simili, si computerà due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra o allo sguincio, se ci sono, non detraendo la eventuale superficie del vetro.

È compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettone tipo romano per tramezzi e dell'imbotto tipo lombardo, pure per tramezzi.

La misurazione della mostra e dello sguincio sarà eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti.

### **75.12.4. Opere in ferro semplici e senza ornati**

Per le opere in ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi a vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione.

### **75.12.5. Opere in ferro di tipo normale a disegno**

Per le opere in ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata due volte l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui al punto precedente.

### 75.12.6. Serrande in lamiera ondulata

Per le serrande in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sarà computata due volte e mezza la luce netta del vano, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche la coloritura della superficie non in vista.

### 75.13. Infissi

#### 75.13.1. Modalità di misurazione delle superfici

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, sarà misurata considerando le luci nette (fig. 75.2, a).

I prezzi elencati comprendono la fornitura a pie' d'opera dell'infisso e dei relativi accessori di cui sopra, l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera.

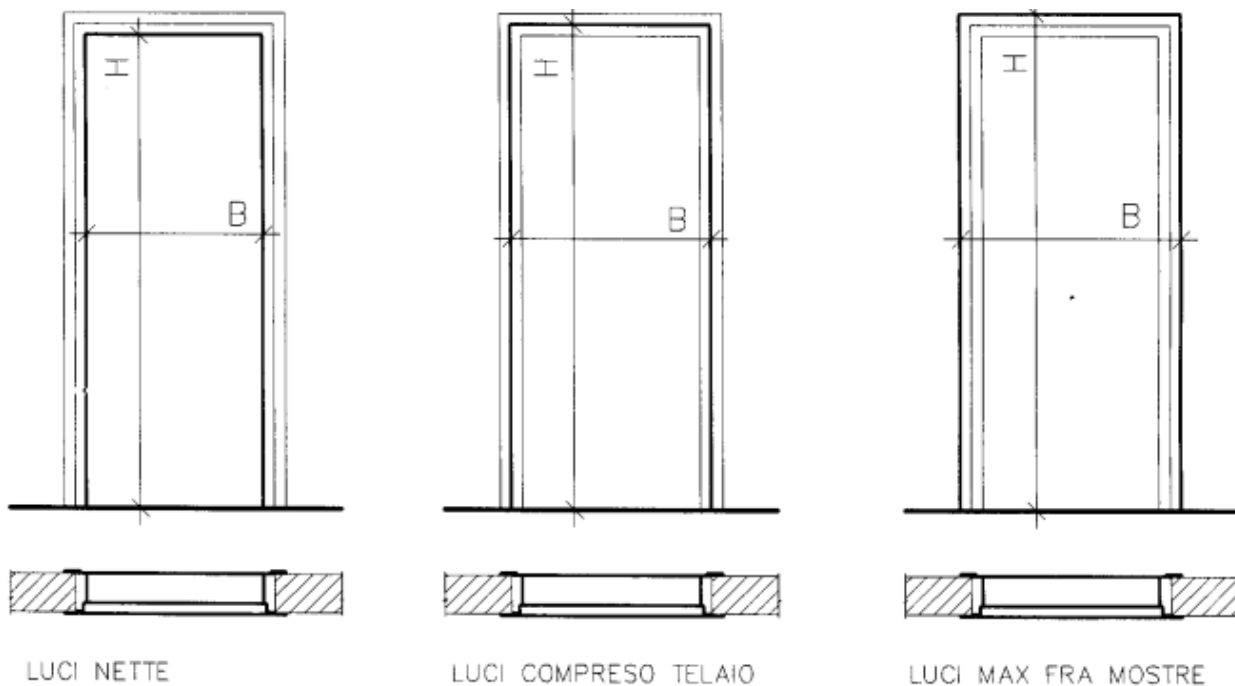


Fig. 75.2. – Misurazione delle superfici degli infissi

#### 75.13.2. Infissi in pvc rigido

Gli infissi, come porte, finestre, vetrate, coprirulli e simili, si misureranno da una sola faccia sul perimetro esterno dei telai, siano essi semplici o a cassettoni, senza tener conto degli zampini da incassare nei pavimenti o soglie. Le parti centinate saranno valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscritto, ad infisso chiuso, compreso come sopra il telaio maestro, se esistente. Nel prezzo degli infissi sono comprese mostre e contromostre.

Gli spessori indicati nelle varie voci del prezzo di elenco sono quelli che debbono risultare a lavoro compiuto.

Tutti gli infissi dovranno essere sempre provvisti delle ferramenta di sostegno e di chiusura, delle codette a muro, maniglie e di ogni altro accessorio occorrente per il loro buon funzionamento. Essi dovranno inoltre corrispondere in ogni particolare ai campioni approvati dalla Direzione dei lavori per l'esecuzione di prove e controlli in riferimento alle norme UNI in materia.

#### **75.13.3. Infissi di alluminio e acciaio**

Gli infissi di alluminio, come finestre, vetrate di ingresso, porte, pareti a facciate continue, saranno valutati od a cadauno elemento od al metro quadrato di superficie misurata all'esterno delle mostre e coprifili e compensati con le rispettive voci d'elenco. Nei prezzi sono compresi i controtelai da murare, tutte le ferramenta e le eventuali pompe a pavimento per la chiusura automatica delle vetrate, nonché tutti gli oneri derivanti per l'esecuzione di tali opere.

### **75.14. Lavori in metallo**

#### **75.14.1. Lavori in metallo**

Tutti i lavori in metallo saranno in generale valutati a peso e i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse bene inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

#### **75.14.2. Ringhiere e cancellate**

Le ringhiere e cancellate costituite da elementi uguali e ripetuti in lunghezza saranno valutate a peso per metro lineare, sulla base dei tabellari dei ferri e dei profilati che ne riportano il peso per metro lineare.

#### **75.14.3. Tubi pluviali**

I tubi pluviali potranno essere di plastica, metallo, ecc.. I tubi pluviali di plastica saranno misurati al metro lineare in opera, senza cioè tener conto delle parti sovrapposte, intendendosi compresa nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura a posa in opera di staffe e cravatte di ferro.

I tubi pluviali di acciaio, rame o lamiera zincata, ecc., saranno valutati a peso.

### **Articolo 76: LAVORI A CORPO**

La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale: il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata nelle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal

capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorchè non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili negli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo la regola dell'arte.. la contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate nella tabella "B", allegata al presente capitolato, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito. L'elenco dei prezzi unitari e il computo metrico hanno validità ai soli fini della determinazione del prezzo a base d'asta in base al quale effettuare l'aggiudicazione, in quanto l'appaltatore e' tenuto, in sede di partecipazione alla gara, a verificare le voci e le quantità richieste per l'esecuzione completa dei lavori progettati, ai fini della formulazione della propria offerta e del conseguente corrispettivo. Gli oneri per la sicurezza sono valutati in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e sul bando di gara, secondo la percentuale stabilita nella predetta tabella B, intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito.

#### *Articolo 77: IMPIANTI*

### **77.1. Impianti termico, idrico-sanitario, antincendio, gas, innaffiamento**

#### **77.1.1. Tubazioni e canalizzazioni**

Le tubazioni di ferro e di acciaio saranno valutate a peso, la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, al quale verrà applicato il peso unitario del tubo accertato attraverso la pesatura di campioni effettuata in cantiere in contraddittorio.

Nella misurazione a chilogrammi di tubo sono compresi: i materiali di consumo e tenuta, la verniciatura con una mano di antiruggine per le tubazioni di ferro nero, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli di espansione.

##### *77.1.1.1. Tubazioni di ferro nero o zincato con rivestimento esterno bituminoso*

Le tubazioni di ferro nero o zincato con rivestimento esterno bituminoso saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà valutata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendente linearmente anche i pezzi speciali.

Nelle misurazioni sono comprese le incidenze dei pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di consumo e di tenuta e l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza delle giunzioni e dei pezzi speciali.

##### *77.1.1.2. Tubazioni di rame nude o rivestite di PVC*

Le tubazioni di rame nude o rivestite di PVC saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, i materiali di consumo e di tenuta, l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza

delle giunzioni e dei pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

#### *77.1.1.3. Tubazioni di polietilene*

Le tubazioni in pressione di polietilene poste in vista o interrate saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i vari pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

#### *77.1.1.4. Tubazioni di plastica*

Le tubazioni di plastica, le condutture di esalazione, ventilazione e scarico saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera (senza tener conto delle parti sovrapposte) comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di tenuta, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

#### *77.1.1.5. Norme UNI per tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione*

**UNI 7441-75** *Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*

**UNI 7442** *Raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*

**UNI 7445** *Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte interrate di convogliamento di gas combustibili. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*

**UNI 7446** *Raccordi di PVC rigido (non plastificato) per condotte interrate di convogliamento di gas combustibili. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*

**UNI 7448** *Tubi di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova.*

**UNI 7449** *Raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova.*

**UNI ISO/TR 7473** *Tubi e raccordi di policloruro di vinile (PVC) rigido (non plastificato). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.*

#### *77.1.1.6. Norme UNI per tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione*

**UNI EN 1401-1** *Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.*

77.1.1.7. Norme UNI per tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati

**UNI EN 1329** Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema.

77.1.2. Pezzi speciali

77.1.2.1. Pezzi speciali in lamiera

I canali, i pezzi speciali e gli elementi di giunzione, eseguiti in lamiera zincata (mandata e ripresa dell'aria) o in lamiera di ferro nera (condotto dei fumi) saranno valutati a peso sulla base di pesature convenzionali. La quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, misurato in mezzera del canale, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, giunzioni, flange, risvolti della lamiera, staffe di sostegno e fissaggi, al quale verrà applicato il peso unitario della lamiera secondo lo spessore e moltiplicando per i metri quadrati della lamiera, ricavati questi dallo sviluppo perimetrale delle sezioni di progetto moltiplicate per le varie lunghezze parziali.

Il peso della lamiera verrà stabilito sulla base di listini ufficiali senza tener conto delle variazioni percentuali del peso.

È compresa la verniciatura con una mano di antiruggine per gli elementi in lamiera nera.

77.1.2.2. Pezzi speciali in plastica, gres, ecc.

I pezzi speciali (curve, braghe, riduzioni, ecc.), in mancanza del prezzo specifico, possono essere valutati a corpo, per ogni tipo, oppure come normale tubazione considerandoli come tubazioni virtuali avente lunghezza equivalente, come indicato nella seguente tabella.

**Tabella 77.1 – 1 Pezzi speciali e lunghezza equivalente**

<b>Pezzo speciale</b>	<b>Caratteristiche geometriche</b>	<b>Tubazione virtuale (ml)</b>
Braga semplice	-	1,25
Braga doppia	-	1,75
Curva semplice a 45°	∅ ≤ 20 cm	1,50
Curva semplice a 45°	∅ > 20 cm	2,50
Curva a squadra a 90°	∅ ≤ 20 cm	1,50
Curva a squadra a 90°	∅ > 20 cm	2,50



Riduzione	-	1,00
Ispezioni con tappo, ecc.	-	2,00
Tappo piano	-	0,25
Giunto semplice	-	2,50
Giunto a squadra	-	2,25
Sifone verticale	-	5,00
Sifone orizzontale	-	8,00

### **77.1.3. Sigillature**

Le sigillature delle tubazioni eseguite con materiali idonei previa accettazione da parte del Direttore dei lavori, non previste nell'esecuzione di opere idrauliche, saranno valutate in base al loro sviluppo lineare.

### **77.1.4. Apparecchiature**

#### *77.1.4.1. Organi di intercettazione*

Gli organi di intercettazione, misura e sicurezza, saranno valutati a numero nei rispettivi diametri e dimensioni. Sono comprese le incidenze per i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.2. Radiatori*

I radiatori saranno valutati, nelle rispettive tipologie, sulla base dell'emissione termica ricavata dalle rispettive tabelle della ditta costruttrice (*Watt*).

Sono comprese la protezione antiruggine, i tappi e le riduzioni agli estremi, i materiali di tenuta e le mensole di sostegno.

#### *77.1.4.3. Ventilconvettori*

I ventilconvettori saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla portata d'aria e alla emissione termica, ricavata dalle tabelle della Ditta costruttrice.

Nei prezzi sono compresi anche i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.4. Caldaie*

Le caldaie saranno valutate a numero secondo le caratteristiche costruttive ed in relazione alla potenzialità resa.

Sono compresi anche i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.5. Bruciatori*

I bruciatori saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche di funzionamento ed in relazione alla portata del combustibile.

Nel prezzo sono compresi l'apparecchiatura elettrica ed i tubi flessibili di collegamento.

#### *77.1.4.6. Scambiatori di calore*

Gli scambiatori di calore saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla potenzialità resa.

Sono compresi anche i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.7. Elettropompe*

Le elettropompe saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata e prevalenza.

Sono compresi anche i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.8. Serbatoi di accumulo*

I serbatoi di accumulo saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla capacità.

Sono compresi anche gli accessori d'uso, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.9. Serbatoi autoclave*

I serbatoi autoclave saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla capacità.

Sono compresi anche gli accessori d'uso, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.10. Gruppi completi autoclave monoblocco*

I gruppi completi autoclave monoblocco saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive, alla portata e prevalenza delle elettropompe ed alla capacità del serbatoio.

Sono compresi anche gli accessori d'uso, tutte le apparecchiature di funzionamento, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

*77.1.4.11. Bocchette, anemostati, griglie, serrande di regolazione, ecc.*

Le bocchette, gli anemostati, le griglie, le serrande di regolazione, sovrappressione e tagliafuoco ed i silenziatori saranno valutati a decimetro quadrato ricavando le dimensioni dai rispettivi cataloghi delle ditte costruttrici.

Sono compresi anche i controtelai ed i materiali di collegamento.

*77.1.4.12. Cassette terminali riduttrici della pressione dell'aria*

Le cassette terminali riduttrici della pressione dell'aria saranno valutate a numero in relazione della portata dell'aria.

È compresa la fornitura e posa in opera di tubi flessibili di raccordo, i supporti elastici e le staffe di sostegno.

*77.1.4.13. Elettroventilatori*

Gli elettroventilatori saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata e prevalenza.

Sono compresi anche i materiali di collegamento.

*77.1.4.14. Batterie di scambio termico*

Le batterie di scambio termico saranno valutate a superficie frontale per il numero di ranghi.

Sono compresi anche i materiali di fissaggio e collegamento.

*77.1.4.15. Condizionatori monoblocco*

I condizionatori monoblocco, le unità di trattamento dell'aria, i generatori di aria calda ed i recuperatori di calore, saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata d'aria e alla emissione termica.

Sono compresi anche i materiali di collegamento.

*77.1.4.16. Gruppi refrigeratori d'acqua e torri di raffreddamento*

I gruppi refrigeratori d'acqua e le torri di raffreddamento saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla potenzialità resa.

Sono comprese le apparecchiature elettriche relative ed i pezzi speciali di collegamento.

*77.1.4.17. Apparecchi per il trattamento dell'acqua*

Gli apparecchi per il trattamento dell'acqua saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata.

Sono comprese anche le apparecchiature elettriche relative ed i pezzi speciali di collegamento.

#### *77.1.4.18. Gruppi completi antincendio*

I gruppi completi antincendio per attacco motopompa e gli estintori portatili saranno valutati a numero secondo i rispettivi componenti ed in relazione alla capacità. Norme UNI di riferimento:

**UNI 9489** *Apparecchiature per estinzione incendi. Impianti fissi di estinzione automatici a pioggia (sprinkler).*

**UNI 9490** *Apparecchiature per estinzione incendi. Alimentazioni idriche per impianti automatici antincendio.*

**UNI EN 671-1** *Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni. Naspi antincendio con tubazioni semirigide.*

**UNI EN 671-2** *Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni. Idranti a muro con tubazioni flessibili.*

**UNI EN 671-2** *Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni. Idranti a muro con tubazioni flessibili.*

**UNI 10779** *Impianti di estinzione incendi. Reti di idranti. Progettazione, installazione ed esercizio.*

**UNI EN 54-2** *Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Centrale di controllo e segnalazione.*

**UNI EN 54-4** *Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Apparecchiatura di alimentazione.*

**UNI 9795** *Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme d'incendio. Sistemi dotati di rivelatori puntiformi di fumo e calore e punti di segnalazione manuali.*

#### *77.1.4.19. Rivestimenti termoisolanti*

I rivestimenti termoisolanti saranno valutati al metro quadrato di sviluppo effettivo misurando la superficie esterna dello strato coibente.

Le valvole, le saracinesche saranno valutate con uno sviluppo convenzionale di 2 m<sup>2</sup> cadauna.

#### *77.1.4.20. Rubinetterie per gli apparecchi sanitari*

Le rubinetterie per gli apparecchi sanitari saranno valutate a numero per gruppi completi secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e dimensioni.

Sono compresi i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.21. Valvole, saracinesche*

Le valvole, le saracinesche e le rubinetterie varie saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni.

Sono compresi i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.22. Quadri elettrici relativi alle centrali, tubi protettivi, ecc.*

I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di comando delle apparecchiature, le linee di terra ed i collegamenti equipotenziali sono valutati nel prezzo di ogni apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.

## **77.2. Impianti elettrico e telefonico**

### **77.2.1. Canalizzazioni e cavi**

- I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.

I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati.

Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda ed i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.

- I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.

- I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm, morsetti fissi oltre tale sezione.

- Le scatole, le cassette di derivazione ed i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.

Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

### **76.2.2. Apparecchiature in generale e quadri elettrici.**

Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti.

Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:

- superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
- numero e caratteristiche degli interruttori, contatori, fusibili, ecc..

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc..

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori ed i contatori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:

- a) il numero dei poli;
  - b) la tensione nominale;
  - c) la corrente nominale;
  - d) il potere di interruzione simmetrico;
  - e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello); comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.
- I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità.

Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

- I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato.

Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

### **77.3. Impianti ascensori e montacarichi**

Gli impianti saranno valutati a corpo per ciascun impianto.

Nel prezzo a corpo sono compresi tutti i materiali e prestazioni di manodopera specializzata necessari per dare l'impianto completo e funzionante.

#### **77.4. Opere di assistenza agli impianti**

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie, guide e porte ascensori;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
- materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
- trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterri relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni.

Le opere e gli oneri di assistenza agli impianti dovranno essere calcolati in ore lavoro sulla base della categoria della manodopera impiegata e della quantità di materiali necessari e riferiti a ciascun gruppo di lavoro.

### *Articolo 78: LAVORI IN ECONOMIA, LAVORI COMPENSATI A CORPO E LAVORI DIVERSI*

#### **78.1. Lavori in economia**

##### **78.1.1. Manodopera**

Gli operai per i lavori da eseguirsi in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai ritenuti non idonei dalla Direzione dei lavori.

Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'impresa si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'impresa si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'impresa anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel presente articolo, si rimanda all'articolo 26.44..

### **78.1.2. Subappalto**

L'impresa è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto.

Il fatto che il subappalto sia o non sia stato autorizzato, non esime l'impresa dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante.

Non sono, in ogni caso, considerati subappalti le commesse date dall'impresa ad altre imprese:

- a) per la fornitura di materiali;
- b) per la fornitura anche in opera di manufatti ed impianti speciali che si eseguono a mezzo di ditte specializzate.

### **78.1.3. Noleggi**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.



I prezzi di noleggio di meccanismi in genere si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a pié d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro e il prezzo relativo a meccanismi in riposo, in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per scaldare per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a pié d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

#### **78.1.4 Trasporti**

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

#### *Articolo 79: OPERE A VERDE*

#### **79.1. Prati**

I prati saranno valutati secondo la superficie effettiva ovvero secondo eventuali diverse specificazioni dell'elenco prezzi.

#### **79.2. Seminagioni e piantagioni**

Le seminagioni sulle scarpate dei rilevati saranno valutate a superficie per la proiezione orizzontale delle scarpate stesse, mentre le piantagioni saranno valutate a numero di piantine attecchite.

Nei relativi prezzi, oltre la fornitura dei semi e delle piantine, è compresa la preparazione del terreno ed ogni onere necessario per la piantagione.

Nelle viminate è pure compreso ogni onere e garanzia per l'attecchimento. La valutazione viene fatta per metro quadrato.

**79.1.2. Misurazione degli scavi in genere**

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; quindi essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi.

Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

## Parte VI OPERE STRUTTURALI

### *Articolo 80: NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI, I SISTEMI E L'ESECUZIONE*

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sub-sistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, dovranno essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel Capitolato Speciale di Appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.

Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, dovranno essere applicati rispettivamente gli articoli 15, 16 e 17 del Cap. Gen. n. 145/00. Prima di compiere l'approvvigionamento in cantiere, di ogni tipo di materiale che l'Appaltatore intenderà impiegare, dovrà essere presentata alla D.L. una campionatura: l'accettazione del materiale sarà subordinata al giudizio positivo della stessa D.L. Anche se non espressamente menzionate, nel presente capitolato speciale di appalto dovranno essere osservate, tutte le norme tecniche nazionali (UNI, UNI EN, UNICHIM, CNR, CEI, raccomandazioni NorMaL) e regionali vigenti al momento dell'appalto. Resta bene inteso che, in caso di difficoltà interpretative o difformità tra norme che regolano il medesimo argomento, sarà riservato compito della D.L. indicare i criteri da seguire.

## Parte VII OPERE STRADALI E OPERE A VERDE

### *Articolo 81: STUDI PRELIMINARI E MODALITÀ DELLE PROVE DI LABORATORIO E IN SITO*

L'Impresa indicherà alla Direzione dei lavori i materiali terrosi che essa ritiene più idonei al particolare impiego, sia per componenti che per granulometria, scegliendoli tra quelli del tipo sabbioso-ghiaioso con moderato tenore di limo ed argilla.

La Direzione dei lavori in seguito all'esito delle prove di laboratorio su detti materiali o su altri di propria scelta, designerà la provenienza e la composizione del terreno da approvvigionare.

Per l'accettazione del terreno saranno richiesti i risultati delle prove di bagno asciuga e, ove le condizioni climatiche lo richiedano, di congelamento ripetute.

Le prove preliminari che si richiedono sono le seguenti:

- 1) prove per la determinazione delle caratteristiche fisiche dell'aggregato (analisi granulometrica);
- 2) prove per la determinazione della densità massima e dell'umidità ottima del terreno;

- 3) prove per la determinazione dell'umidità e della densità massima della miscela terra-legante;
- 4) prove per la determinazione delle caratteristiche di accettazione del cemento secondo le norme vigenti;
- 5) prove ripetute di bagno-asciuga e del congelamento per la determinazione del comportamento della miscela all'azione degli agenti atmosferici.

L'Impresa durante l'esecuzione dei lavori provvederà ad eseguire a proprie cure e spese, presso il laboratorio di cantiere e presso laboratori ufficiali, periodiche prove di controllo e tutte quelle che la Direzione dei lavori riterrà opportuno effettuare.

Le caratteristiche granulometriche cui dovrà rispondere la miscela di stabilizzazione, saranno determinate periodicamente mediante prove di laboratorio del terreno da impiegare, ed approvate dalla Direzione dei lavori.

#### *Articolo 82: FONDAZIONI STRADALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO*

Per quanto concerne la manipolazione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo valgono le norme già indicate nei precedenti articoli riguardanti i conglomerati.

L'aggregato grosso (i pietrischi e le ghiaie) avranno le caratteristiche almeno pari a quelle della categoria III, della tabella II, art. 3 delle norme edite dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (fascicolo n 4 delle *Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali*, ultima edizione) e saranno di pezzatura compresa fra i 25 mm e i 40 mm. I pietrischetti o ghiaietti avranno caratteristiche almeno pari a quelle della categoria IV della tabella III dell'art. 4 delle norme su indicate della pezzatura compresa fra i 10 mm e i 25 mm.

I materiali dovranno essere di qualità e composizione uniforme, puliti e praticamente esenti da polvere, argilla o detriti organici. A giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, questa potrà richiedere la preventiva lavatura.

L'aggregato fine sarà costituito da sabbie naturali, eminentemente silicee e di cava o di fiume, o provenienti dalla frantumazione artificiale di rocce idonee. L'aggregato dovrà passare almeno per il 95% dal crivello con fori da 7 mm, per almeno il 70% dal setaccio 10 ASTM e per non oltre il 10% dal setaccio 100 ASTM.

La sabbia dovrà essere di qualità viva, ruvida al tatto, pulita ed esente da polvere, argilla od altro materiale estraneo, di granulometria bene assortita.

Il cemento normale o ad alta resistenza dovrà provenire da cementifici di provata capacità e serietà e dovrà rispondere alle caratteristiche richieste dalle norme vigenti.

L'acqua da impiegarsi dovrà essere pulita e priva di qualsiasi sostanza che possa ridurre la consistenza del calcestruzzo od ostacolarne la presa e l'indurimento.

Il calcestruzzo sarà costituito con inerti di almeno tre pezzature, dosato con kg 200 di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.

La proporzione delle varie pezzature di inerti ed il rapporto acqua e cemento verranno determinati preventivamente con prove di laboratorio ed accettati dalla Direzione dei lavori.

La dosatura dei diversi materiali, nei rapporti sopradescritti per la miscela, dovrà essere fatta esclusivamente a peso, con bilance possibilmente a quadrante e di agevole lettura.

Si useranno almeno due bilance, una per gli aggregati ed una per il cemento.

L'acqua sarà misurata in apposito recipiente tarato provvisto di dispositivo di dosatura automatica, che consenta di mantenere le erogazioni effettive nel limite del 2% in più o in meno rispetto alla quantità di volta in volta stabilita.

Le formule di composizione suindicate si riferiscono ad aggregati asciutti; pertanto si dovranno apportare nelle dosature le correzioni richieste dal grado di umidità degli aggregati stessi.

Anche i quantitativi di acqua da adottarsi sono comprensivi dell'acqua già eventualmente presente negli aggregati stessi.

La miscelazione dovrà effettuarsi a mezzo di un mescolatore di tipo idoneo.

La durata della mescolazione non dovrà essere inferiore ad un minuto nelle impastatrici a mescolazione forzata, ed a 1,5 minuti nelle impastatrici a tamburo, contando il tempo a partire dal termine della immissione di tutti i componenti nel mescolatore.

In ogni caso, ad impasto finito, tutti gli elementi dovranno risultare ben avvolti dalla pasta di cemento; e non dovranno aversi differenziazioni o separazioni sensibili nelle diverse parti dell'impasto.

La composizione effettiva del calcestruzzo sarà accertata, oltre che mediante controllo diretto della formazione degli impasti, arrestando, mediante aggiunta di alcool, i fenomeni di presa nei campioni prelevati subito dopo la formazione del conglomerato, e sottoponendo i campioni stessi a prove di laboratorio.

Prima di ogni ripresa del lavoro, o mutandosi il tipo di impasto, il mescolatore dovrà essere accuratamente pulito e liberato dagli eventuali residui di materiale e di calcestruzzo indurito.

In nessun caso e per nessuna ragione sarà permesso di utilizzare calcestruzzo che abbia già iniziato il processo di presa, neppure procedendo ad eventuali aggiunte di cemento. Il calcestruzzo potrà essere confezionato sia nello stesso cantiere di stesa che in altro cantiere dell'Impresa purché il trasporto sia eseguito in modo da non alterare la uniformità e la regolarità della miscela.

Nel caso in cui l'Impresa desiderasse aumentare la plasticità e lavorabilità del conglomerato, l'eventuale aggiunta di opportuni correttivi, come prodotti aereatori o plastificanti, dovrà essere autorizzata dalla Direzione dei lavori; le spese relative saranno a carico dell'Impresa.

Prima di addivenire alla posa del calcestruzzo, l'Impresa avrà cura di fornire e stendere a sue spese sul sottofondo uno strato continuo ed uniforme di sabbia, dello spessore di almeno 1 cm.

Per il contenimento e per la regolazione degli spessori del calcestruzzo durante il getto, l'Impresa dovrà impiegare guide metalliche dei tipi normalmente usati allo scopo, composte di elementi di lunghezza minima di 3 m, di altezza non inferiore allo spessore del calcestruzzo, muniti di larga base e degli opportuni dispositivi per il sicuro appoggio ed ammassamento al terreno e collegate fra di loro in maniera solida e indeformabile. Le guide dovranno essere installate con la massima cura e precisione.

L'esattezza della posa delle guide sarà controllata con regolo piano della lunghezza di 2 m, e tutte le differenze superiori ai 3 mm in più od in meno dovranno essere corrette. Le guide dovranno essere di tipo e resistenza tali da non subire inflessioni od oscillazioni sensibili durante il passaggio e l'azione della macchina finitrice.

Il getto della pavimentazione potrà essere effettuato in due strati ed essere eseguito in una sola volta per tutta la larghezza della strada, oppure in due strisce longitudinali di uguale larghezza gettate distintamente una dopo l'altra, se la carreggiata è a due corsie; i giunti fra le due strisce dovranno in ogni caso corrispondere alle linee di centro della carreggiata di traffico.

Qualora la carreggiata abbia un numero di corsie superiori a due le strisce longitudinali di eguale larghezza da gettarsi distintamente dovranno essere tante quante sono le corsie.

Il costipamento e la finitura del calcestruzzo dovranno essere eseguiti con finitrici a vibrazione del tipo adatto ed approvato dalla Direzione dei lavori, automoventesi sulle guide laterali, munite di un efficiente dispositivo per la regolarizzazione dello strato di calcestruzzo secondo la sagoma prescritta (sagomatrice) e agente simultaneamente ed uniformemente sull'intera larghezza del getto.

La vibrazione dovrà essere iniziata subito dopo la stesa del calcestruzzo e proseguita fino al suo completo costipamento.

L'azione finitrice dovrà essere tale da non spezzare durante l'operazione, gli elementi degli aggregati da non alterare in alcun punto l'uniformità dell'impasto; si dovrà evitare in particolare che, alla superficie della pavimentazione si formino strati differenziati di materiale fine.

I getti non potranno essere sospesi durante l'esecuzione dei lavori se non in corrispondenza dei giunti di dilatazione o di contrazione. In quest'ultimo caso il taglio del giunto dovrà essere formato per tutto lo spessore del calcestruzzo.

In nessun caso si ammetteranno riprese e correzioni eseguite con malta o con impasti speciali. La lavorazione dovrà essere ultimata prima dell'inizio della presa del cemento.

A vibrazione ultimata lo strato del calcestruzzo dovrà risultare perfettamente ed uniformemente costipato su tutto lo spessore e dovrà presentare la superficie scabra per facilitare l'ancoraggio del sovrastante strato di conglomerato bituminoso (*binder*). Si prescrive pertanto, che, prima dell'inizio della presa, la superficie verrà accuratamente pulita dalla malta affiorante per effetto della

vibrazione, e a tale scopo si farà uso di spazzoloni moderatamente bagnati, fino ad ottenere lo scoprimiento completo del mosaico.

La pavimentazione finita dovrà corrispondere esattamente alle pendenze trasversali e alle livellette di progetto o indicate dalla Direzione dei lavori e risultare uniforme in ogni punto e senza irregolarità di sorta.

In senso longitudinale non si dovranno avere ondulazione od irregolarità di livelletta superiori a 5 mm in più o in meno rispetto ad una asta rettilinea della lunghezza di 3 m appoggiata al manto. Gli spessori medi del manto non dovranno risultare inferiori a quelli stabiliti, con tolleranze massime locali di un centimetro in meno. In caso di irregolarità e deficienze superiori ai limiti sopraddetti, l'Amministrazione potrà richiedere il rifacimento anche totale dei tratti difettosi, quando anche si trattasse di lastre intere. L'Impresa è obbligata a fornire tutte le prestazioni che si ritenessero necessarie per l'esecuzione delle prove o dei controlli, nonché il trasporto in sito e ritorno degli strumenti ed attrezzature occorrenti.

I giunti longitudinali saranno formati a mezzo di robuste guide metalliche di contenimento, già precedentemente descritte.

Essi, per le strade a due corsie verranno costruiti in corrispondenza dell'asse della carreggiata, mentre per le strade aventi un numero maggiore di corsie i giunti verranno costruiti in corrispondenza alla linea di separazione ideale fra corsia e corsia; tali giunti dovranno avere parete verticale ed interessare tutto lo spessore del calcestruzzo.

La parete del giunto dovrà presentarsi liscia e priva di scabrosità ed a tale scopo si avrà cura di prendere, durante il getto, tutti gli accorgimenti del caso.

Prima della costruzione della striscia adiacente alla parete del giunto, tale parete dovrà essere spalmata, a cura e spese dell'Impresa, di bitume puro.

I giunti trasversali di dilatazione saranno disposti normalmente all'asse stradale, a intervalli eguali, conformi al progetto o alle prescrizioni della Direzione dei lavori e saranno ottenuti inserendo nel getto apposite tavolette di materiale idoneo deformabili, da lasciare in posto a costituire ad un tempo il giunto ed il suo riempimento.

Dette tavolette dovranno avere una altezza di almeno 3 cm inferiori a quella del manto finito. Per completare il giunto sino a superficie, le tavolette, durante il getto, dovranno essere completate con robuste sagome provvisorie rigidamente fissate al preciso piano della pavimentazione in modo da consentire la continuità del passaggio e di lavoro della finitrice e da rimuovere a lavorazione ultimata.

La posa in opera delle tavolette deve essere fatta con un certo anticipo rispetto al getto e con tutti gli accorgimenti e la cura necessaria perché il giunto risulti rettilineo regolare, della larghezza massima di 10 mm e con spigoli perfettamente profilati.

Non saranno tollerate deviazioni maggiori di 10 mm rispetto all'allineamento teorico. Qualora si usino tavolette di legno, si dovranno impiegare essenze dolci; inoltre gli elementi, prima della loro posa in opera dovranno essere ben inzuppati d'acqua.

I giunti potranno anche essere ottenuti provvedendo, a vibrazione ultimata, ad incidere con tagli netti in corrispondenza della tavoletta sommersa a mezzo di opportune sagome metalliche vibranti o a mezzo di macchine tagliatrici.

I bordi dei giunti verranno successivamente regolarizzati con frattazzi speciali in modo da sagomare gli spigoli secondo profili circolari del raggio di 1 cm.

I giunti di contrazione saranno ottenuti incidendo la pavimentazione dall'alto mediante sagome metalliche inserite provvisoriamente nel getto o mediante una lamina vibrante. L'incisione deve avere in ogni caso una profondità pari almeno la metà dello spessore totale della fondazione, in modo da indurre successiva rottura spontanea della lastra in corrispondenza della sezione di minor resistenza così creata.

Le distanze fra i giunti di contrazione saranno conformi al progetto od alle prescrizioni della Direzione dei lavori.

Trascorso il periodo di stagionatura del calcestruzzo si provvederà alla colmatatura dei giunti, previa accurata ed energica pulizia dei vani da riempire, con mastice bituminoso la cui composizione dovrà corrispondere alle seguenti caratteristiche:

bitume penetrazione da 80 a 100 20% in peso;

mastice di asfalto in pani 35% in peso;

sabbia da mm 0 a 2 45% in peso.

### *Articolo 83: BITUMI*

#### **83.1. Trattamento superficiale con bitume a caldo**

Quando si voglia eseguire questo trattamento, che potrà effettuarsi con due mani di bitume a caldo, si adopererà per la prima mano kg 1,500/mq di bitume a caldo, e per la seconda mano kg 0,800/mq con le adatte proporzioni di pietrischetto e graniglia.

#### **83.2. Trattamenti superficiali a semipenetrazione con catrame**

Le norme generali di applicazione stabilite per i trattamenti di emulsione bituminosa, possono di massima estendersi ad analoghi trattamenti eseguiti con catrame o con miscela di catrame e filler.

Quando si procede alla prima applicazione, allo spandimento del catrame dovrà precedere l'accuratissima pulitura a secco della superficie stradale, la quale sarà fatta a mano o con spazzatrici meccaniche, o con macchine soffiatrici, in modo da liberare completamente la



massicciata cilindrata da ogni sovrapposizione di detriti, polvere ed impurità di qualsiasi specie, mettendo a nudo il mosaico di pietrisco e ghiaia.

Lo spandimento del catrame dovrà eseguirsi su strada perfettamente asciutta e con tempo secco e caldo.

Ciò implica che i mesi più propizi sono quelli da maggio a settembre e che in caso di maltempo il lavoro deve sospendersi.

Il catrame sarà riscaldato prima dell'impiego in adatte caldaie a temperatura tale che all'atto dello spandimento essa non sia inferiore a 120°C, e sarà poi sparso in modo uniforme mediante polverizzazioni sotto pressione e successivamente disteso con adatti spazzoloni in modo che non rimanga scoperto alcun tratto della massicciata.

La quantità di catrame da impiegarsi per la prima mano sarà di kg 1,500 per mq, la seconda mano dovrà essere di bitume puro in ragione di 1 kg/mq o di emulsione bituminosa in ragione di kg 1,200/mq.

Necessitando una variazione in più o in meno di detto quantitativo a richiesta della Direzione dei lavori, la variazione di prezzo sarà fatta con aumento o detrazione in base al prezzo unitario stabilito in elenco.

Per le strade già aperte al traffico lo spandimento si effettuerà su metà strada per volta e per lunghezza da 50 a 100 m, delimitando i margini della zona catramata con apposita recinzione, in modo da evitare che i veicoli transitino sul catrame di fresco spandimento.

Trascorse dalle 3 alle 5 ore dallo spandimento, a seconda delle condizioni di temperatura ambientale, si spargerà in modo uniforme sulla superficie catramata uno strato di graniglia in elementi di dimensioni di circa 8 mm ed in misura di un mc per ogni quintale circa di catrame facendo seguire alcuni passaggi da prima con rullo leggero e completando poi il lavoro di costipamento con rulli di medio tonnellaggio non superiore alle 14 t.

Per il controllo sia della quantità che della qualità di catrame sparso si seguiranno le norme precedentemente descritte.

### **83.3. Trattamento a semipenetrazione con due mani di bitume a caldo**

Preparato il piano stradale con cilindratura a secco nella quale il mosaico superficiale sia sufficientemente aperto, si procederà allo spandimento del bitume riscaldato a 180°C con inaffiatrici o distributrici a pressione in quantità di kg 2,500/mq in modo da avere la regolare e compiuta penetrazione nei vuoti della massicciata e l'esatta ed uniforme distribuzione della detta quantità: allo spandimento si provvederà gradualmente ed a successive riprese in modo che il legante sia per intero assorbito.

Mentre il bitume è ancora caldo si procederà allo spargimento uniforme di pietrischetto di elevata durezza, pezzatura da 15 a 20 mm, sino a coprire totalmente il bitume in quantità non inferiore a 20 litri per mq provvedendo poi alla cilindatura in modo da ottenere il totale costipamento della massiciata, i cui interstizi dovranno, in definitiva, risultare totalmente riempiti di bitume e chiusi dal pietrischetto.

Ove si manifestassero irregolarità superficiali l'Impresa dovrà provvedere ad eliminare a sue cure e spese con ricarico di pietrischetto e bitume sino alla normale sagoma stradale. Se affiorasse in seguito il bitume, l'Impresa è tenuta, senz'altro compenso, allo spandimento di graniglia sino a saturazione.

Si procederà in tempo successivo alla spalmatura del manto di usura con kg 1,200 per mq di bitume dato a caldo usando per il ricoprimento litri 15/mq di pietrischetto e graniglia della pezzatura da 5 a 15 mm di elevata durezza provenienti da rocce di resistenza alla compressione di almeno 1.500 kg/cm<sup>q</sup> e coefficiente di qualità Deval non inferiore a 14, e provvedendo alla cilindatura sino ad ottenere un manto uniforme.

#### **83.4. Trattamento a penetrazione con bitume a caldo**

L'esecuzione del pavimento a penetrazione, o a bitume colato, sarà eseguita solo nei mesi estivi. Essa presuppone l'esistenza di un sottofondo, costituito da pietrisco cilindrato dello spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei lavori all'atto esecutivo. Ove il sottofondo sia da costituirsi con ricarico cilindrato, all'atto dell'impianto dovrà essere compensato a parte in base ai rispettivi prezzi unitari. Esso sarà eseguito con le norme precedentemente indicate per le cilindature, avendo cura di proseguire la compressione meccanica a fondo fino a che la superficie non abbia raggiunto l'esatta sagoma prescritta e si presenti unita ed esente da vuoti, impiegando la necessaria qualità di materiale di saturazione.

Prima di dare inizio alla vera e propria pavimentazione a penetrazione, il detto sottofondo cilindrato, perfettamente prosciugato, dovrà essere ripulito accuratamente in superficie. Si spargerà poi su di esso uno strato di pietrisco molto pulito di qualità dura e resistente, dello spessore uniforme di 10 cm costituito da elementi di dimensione fra 4 e 7 cm, bene assortiti fra loro, ed esenti da polvere o da materie estranee che possono inquinarli, ed aventi gli stessi requisiti dei precedenti articoli, fra i quali coefficiente di Deval non inferiore a 14.

Si eseguirà quindi una prima cilindatura leggera, senza alcuna aggiunta di materiale di aggregazione, procedendo sempre dai fianchi verso il centro della strada, in modo da serrare sufficientemente fra di loro gli elementi del pietrisco e raggiungere la sagoma superficiale prescritta con monta tra  $1/150^{\text{mo}}$  e  $1/200^{\text{mo}}$  della corda, lasciando però i necessari vuoti nell'interno dello strato per la successiva penetrazione del bitume.

Quest'ultimo sarà prima riscaldato a temperatura fra i 150° e i 180° centigradi in adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa, e sarà poi sparso in modo che sia garantita la regolare e completa penetrazione nei vuoti della massiciata e l'esatta ed uniforme distribuzione

della complessiva quantità di kg 3,500 per mq. Lo spandimento avverrà uniformemente e gradualmente ed a successive riprese in guisa che il bitume sia completamente assorbito.

Quando l'ultimo bitume affiorante in superficie sia ancor caldo, si procederà allo spandimento il più uniforme possibile di uno strato di minuto pietrisco di pezzatura fra 20 e 25 mm, della qualità più dura e resistente, fino a ricoprire completamente il bitume, riprendendo poi la cilindatura del sottostante strato di pietrisco sino ad ottenere il completo costipamento così che gli interstizi dovranno in definitiva essere completamente riempiti dal bitume e chiusi dal detto minuto pietrisco.

Sarà cura dell'Impresa di stabilire il grado di penetrazione del bitume che assicuri la migliore riuscita della pavimentazione normalmente non maggiore di  $60 \div 80$  mm nei climi caldi; da  $80 \div 100$  mm nei climi freddi.

Qualora durante e dopo la cilindatura si manifestassero irregolarità superficiali nello strato di pietrisco compresso e penetrato dal bitume, l'Impresa dovrà accuratamente eliminarle sovrapponendo altro pietrisco nelle zone depresse e proseguendo la compressione e lo spandimento di bitume e minuto pietrisco fino a raggiungere il necessario grado di regolarità della sagoma stradale.

Ultimata la compressione e la regolarizzazione di sagoma, si procederà allo spandimento di uno strato di bitume a caldo in ragione di kg 1,200/mq con le modalità precedentemente indicate per i trattamenti superficiali col detto materiale.

Detto spandimento sarà fatto secondo linee normali alla direzione del primo spandimento di bitume, e sarà coperto con uno strato di buona graniglia della pezzatura da 5 a 10 mm, in misura di 10 litri per mq circa che verrà incorporato nel bitume mediante rullatura con rullo leggero, così da regolarizzare in modo perfetto la sagoma del piano viabile.

Qualora si verificassero in seguito affioramenti di bitume ancor molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedono, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in guisa da raggiungere una piena saturazione.

L'Impresa sarà obbligata a rifare a tutte sue cure e spese quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita, e cioè dessero luogo ad accentuata deformazione della sagoma stradale ovvero a ripetute abrasioni superficiali, prima del collaudo, ancor che la strada sia stata aperta al traffico.

### **83.5. Manti eseguiti mediante conglomerati bituminosi semiaperti**

Per le strade a traffico non molto intenso nelle quali si vuol mantenere una sufficiente scabrezza si potrà ricorrere a manti formati con pietrischetti o graniglia e sabbia, e, in alcuni casi, anche con additivo, leganti con bitumi solidi o liquidi, secondo le formule di composizione in seguito indicate.

Per ottenere i conglomerati bituminosi in oggetto si dovranno impiegare come aggregato grosso per manti d'usura materiali ottenuti da frantumazioni di rocce aventi elevata durezza con resistenza minima alla compressione di *kg 1250/cmq*.

Per strati non d'usura si potranno usare anche materiali meno pregiati. Saranno ammessi aggregati provenienti dalla frantumazione dei ciottoli e delle ghiaie.

Gli aggregati dovranno corrispondere alle granulometrie di cui in appresso.

Per assicurare la regolarità della granulometria la Direzione dei lavori potrà richiedere che l'aggregato grosso venga fornito in due distinti assortimenti atti a dare, per miscela, granulometrie comprese nei limiti stabiliti.

Gli aggregati da impiegarsi per manti di usura non dovranno essere idrofilici.

Come aggregato fine si dovranno impiegare sabbie aventi i requisiti previsti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2228 e dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2229 e dalle norme vigenti per il confezionamento del calcestruzzo.

Si potranno usare tanto sabbie naturali che sabbie provenienti dalla frantumazione delle rocce. In quest'ultimo caso si potranno ammettere anche materiali aventi più del 5% di passante al setaccio 200.

L'additivo dovrà corrispondere ai requisiti di cui alle Norme del CNR per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, sabbie, additivi per le costruzioni stradali (fasc. n 4 ultime edizioni).

I bitumi solidi e liquidi dovranno corrispondere ai requisiti sulla qualità e provenienza dei materiali previsti dal presente Capitolato. In seguito sono indicate le penetrazioni e le viscosità dei bitumi che dovranno essere adottate nei diversi casi.

I conglomerati dovranno risultare a seconda dello spessore finale del manto (a costipamento ultimato) costituiti come è indicato nelle tabelle che seguono.

Tabella 83.1. - Conglomerati del tipo i (per risagomature, strati di fondazione, collegamento per manti di usura in strade a traffico limitato)

<b>Conglomerato</b>	<b>A per spessori inferiori a 35 mm</b>	<b>B per spessori superiori a 35 mm</b>
	<b>% in peso</b>	<b>% in peso</b>
<b>Aggregato grosso:</b>		
Passante al crivello 25 e trattenuto al setaccio 10	—	66 – 81
Passante al crivello 20 e trattenuto al setaccio 10	66 - 81	—

<b>Aggregato fine:</b>		
Passante al setaccio 10	15 - 25	15 - 25
<b>Bitume:</b>		
Quando si impieghino bitumi liquidi è consigliabile aggiungere anche additivo, in percentuali comprese tra il 2 ed il 3% del peso totale	4,2 - 5,5	4,2 - 5,5
Per tutti i predetti conglomerati le pezzature effettive dell'aggregato grosso entro i limiti sopra indicati saranno stabilite di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione alle necessità	—	—

**Tabella 83.2. - Conglomerato del tipo II (per manti di usura su strade comuni)**

<b>Conglomerato</b>	<b>A per spessori inferiori a 20 mm</b>	<b>B per spessori superiori a 20 mm</b>
	<b>% in peso</b>	<b>% in peso</b>
<b>Aggregato grosso:</b>		
Passante al crivello 15 e trattenuto al setaccio 10	—	59 – 80
Passante al crivello 10 e trattenuto al setaccio 10	60 - 80	—
<b>Aggregato fine:</b>		
Passante al setaccio 10 e trattenuto dal 200	15 - 30	15 - 30
<b>Additivo:</b>		
Passante dal setaccio 200	3 - 5	3 - 5
Bitume	4,5 - 6,0	4,5 – 6,0

Si useranno bitumi di penetrazione compresa tra 80 e 200, a seconda dello spessore del manto, ricorrendo alle maggiori penetrazioni per gli spessori minori e alle penetrazioni minori per gli strati di fondazione di maggior spessore destinati a sopportare calcestruzzi o malte bituminose tenendo

anche conto delle escursioni locali delle temperature ambientali. Impiegando i bitumi liquidi si dovranno usare i tipi di più alta viscosità; il tipo BL 150 - 200 si impiegherà tuttavia solo nelle applicazioni fatte nelle stagioni fredde.

Nella preparazione dei conglomerati, la formula effettiva di composizione degli impasti dovrà corrispondere, a seconda dei tipi di conglomerati richiesti di volta in volta, alle prescrizioni di cui sopra e dovrà essere preventivamente comunicata alla Direzione dei lavori.

Per la esecuzione di conglomerati con bitumi solidi si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati con un essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore, per la aspirazione della polvere. Gli aggregati dovranno essere riscaldati a temperature comprese tra i 120°C e 160°C.

Il bitume dovrà essere riscaldato a temperatura compresa tra i 150°C e i 180°C. Il riscaldamento deve essere eseguito in caldaie idonee, atte a scaldare uniformemente tutto il materiale evitando il surriscaldamento locale, utilizzando possibilmente, per lo scambio di calore, liquidi caldi o vapori circolanti in serpentine immerse o a contatto col materiale.

Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario. Il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato debbono essere condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione all'atto della posa in opera non deve risultare comunque diminuita di oltre il 30% rispetto a quella originaria.

Allo scopo di consentire il sicuro controllo delle temperature suindicate, le caldaie di riscaldamento del bitume e i sili degli aggregati caldi dovranno essere muniti di termometri fissi.

Per agevolare la uniformità della miscela e del regime termico dell'essiccatore, il carico degli aggregati freddi nell'essiccatore dovrà avvenire mediante un idoneo alimentatore meccanico, che dovrà avere almeno tre distinti scomparti riducibili a due per conglomerati del 1° tipo.

Dopo il riscaldamento l'aggregato dovrà essere riclassificato in almeno due diversi assortimenti, selezionati mediante opportuni vagli.

La dosatura di tutti i componenti dovrà essere eseguita a peso, preferibilmente con bilance di tipo automatico, con quadranti di agevole lettura. Si useranno in ogni caso almeno due distinte bilance: una per gli aggregati e l'altra per il bitume, quest'ultima dovrà eventualmente utilizzarsi anche per gli additivi.

Si potranno usare anche impianti a dosatura automatica volumetrica purché la dosatura degli aggregati sia eseguita dopo il loro essiccamento, purché i dispositivi per la dosatura degli aggregati, dell'additivo e del bitume siano meccanicamente e solidamente collegati da un unico sistema di comando atto ad evitare ogni possibile variazione parziale nelle dosature, e purché le miscele rimangano in caso comprese nei limiti di composizione suindicati.

Gli impianti dovranno essere muniti di mescolatori efficienti capaci di assicurare la regolarità e la uniformità delle miscele.

La capacità dei mescolatori, quando non siano di tipo continuo, dovrà essere tale da consentire impasti singoli del peso complessivo di almeno 200 kg.

Nella composizione delle miscele per ciascun lavoro dovranno essere ammesse variazioni massime dell'1% per quanto riguarda la percentuale di bitume, del 2% per la percentuale di additivo, e del 10% per ciascun assortimento granulometrico stabilito, purché sempre si rimanga nei limiti estremi di composizione e di granulometria fissati per i vari conglomerati.

Per l'esecuzione di conglomerati con bitumi liquidi, valgono le norme sopra stabilite, ma gli impianti dovranno essere muniti di raffreddatori capaci di abbassare la temperatura dell'aggregato, prima essiccato ad almeno 110°C, riducendola, all'atto dell'impasto, a non oltre i 70°C.

Potrà evitarsi l'uso del raffreddatore rinunciando all'essiccazione dell'aggregato mediante l'impiego di bitumi attivati con sostanze atte a migliorare l'adesione tra gli aggregati ed il bitume in presenza d'acqua. L'uso di questi materiali dovrà essere tuttavia autorizzato dalla Direzione dei lavori e avverrà a cura e spese dell'Appaltatore.

I bitumi liquidi non dovranno essere riscaldati, in ogni caso, a più di 90°C, la loro viscosità non dovrà aumentare per effetto del riscaldamento di oltre 40% rispetto a quella originale.

Qualora si voglia ricorrere all'impiego di bitumi attivati per scopi diversi da quelli sopraindicati, ad esempio per estendere la stagione utile di lavoro o per impiegare aggregati idrofili, si dovrà ottenere la preventiva autorizzazione dalla Direzione dei lavori.

Per la posa in opera e per il trasporto allo scarico del materiale dovranno essere eseguiti in modo da evitare, di modificare o sporcare la miscela e ogni separazione dei vari componenti.

I conglomerati dovranno essere portati sul cantiere di stesa a temperature non inferiori a 110°C se eseguiti con bitumi solidi.

I conglomerati formati con bitumi liquidi potranno essere posti in opera anche a temperatura ambiente.

La stesa in opera del conglomerato sarà condotta, se eseguita a mano, secondo i metodi normali con appositi rastrelli metallici.

I rastrelli dovranno avere denti distanziati l'uno dall'altro di un intervallo pari ad almeno 2 volte la dimensione massima dell'aggregato impiegato e di lunghezza pari ad almeno 1,5 volte lo spessore dello strato del conglomerato.

Potranno usarsi spatole piane in luogo dei rastrelli solo per manti soffici di spessore inferiore ai 20 mm.

Per lavori di notevole estensione la posa in opera del conglomerato dovrà essere invece eseguita mediante finitrici meccaniche di tipo idoneo.

Le finitrici dovranno essere semoventi; munite di sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale capace di assicurare il mantenimento della uniformità degli impasti ed un grado uniforme di assestamento in ogni punto dello strato deposto.

Dovranno consentire la stesa di strati dello spessore di volta in volta stabilito, di livellette e profili perfettamente regolari, compensando eventualmente le irregolarità della fondazione. A tale scopo i punti estremi di appoggio al terreno della finitrice dovranno distare l'uno dall'altro, nel senso longitudinale della strada, di almeno tre metri; e dovrà approfittarsi di questa distanza per assicurare la compensazione delle ricordate eventuali irregolarità della fondazione.

Per la cilindatura del conglomerato si dovranno usare compressori a rapida inversione di marcia, del peso di almeno 5 tonnellate.

Per evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote del rullo si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua.

La cilindatura dovrà essere iniziata dai bordi della strada e si procederà poi di mano in mano verso la mezzeria.

I primi passaggi saranno particolarmente cauti per evitare il pericolo di ondulazioni o fessurazioni del manto.

La cilindatura dopo il primo consolidamento del manto, dovrà essere condotta anche in senso obliquo all'asse della strada, e, se possibile, anche in senso trasversale.

La cilindatura dovrà essere continuata sino ad ottenere un sicuro costipamento.

Tutti gli orli e i margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti (come i giunti in corrispondenza alle riprese di lavoro, ai cordoni laterali, alle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) dovranno essere spalmati con uno strato di bitume, prima di addossarvi il manto, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità ed adesione delle parti.

Inoltre tutte le giunzioni e i margini dovranno essere battuti e finiti a mano con gli appositi pestelli da giunta, a base rettangolare opportunamente scaldati o freddi nel caso di conglomerati preparati con bitumi liquidi.

A lavoro finito i manti dovranno presentare superficie in ogni punto regolarissima, e perfettamente corrispondente alle sagome ed alle livellette di progetto o prescritte dalla Direzione dei lavori.

A lavoro finito non vi dovranno essere in alcun punto ondulazioni od irregolarità superiori ai 5 mm misurati utilizzando un'asta rettilinea della lunghezza di tre metri appoggiata longitudinalmente sulla pavimentazione.



### 83.6. Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi

Per strade a traffico molto intenso, nelle quali si vuole costituire un manto resistente e di scarsa usura e ove si disponga di aggregati di particolare qualità potrà ricorrersi a calcestruzzi bituminosi formati con elevate percentuali di aggregato grosso, sabbia, additivo, bitume.

Gli aggregati grossi dovranno essere duri, tenaci, non fragili, provenienti da rocce preferibilmente endogene, ed a fine tessitura: debbono essere non gelivi o facilmente alterabili, né frantumabili facilmente sotto il rullo o per effetto del traffico: debbono sopportare bene il riscaldamento occorrente per l'impasto; la loro dimensione massima non deve superare i  $\frac{2}{3}$  dello spessore del manto finito.

Di norma l'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetto o graniglia ottenuti per frantumazione da rocce aventi resistenza minima alla compressione di kg 1250/cm<sup>2</sup> nella direzione del piano di cava ed in quella normale, coefficiente di Deval non inferiore a 12, assai puliti e tali da non perdere per decantazione in acqua più dell'uno per cento in peso. I singoli pezzi saranno per quanto possibile poliedrici.

La pezzatura dell'aggregato grosso sarà da 3 a 15 mm con granulometria da 10 a 15 mm dal 15 al 20% - da 5 a 10 mm dal 20 al 35% - da 3 a 5 mm dal 10 al 25%.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbia granulare preferibilmente proveniente dalla frantumazione del materiale precedente, sarà esente da polvere d'argilla e da qualsiasi sostanza estranea e sarà interamente passante per lo staccio di mm 2 (n 10 della serie ASTM): la sua perdita di peso per decantazione non dovrà superare il 2%.

La granulometria dell'aggregato fine sarà in peso:

dal 10 al 40% fra mm 2 e mm 0,42 (setacci n 10 e n 40 sabbia grossa);

dal 30 al 55% fra mm 0,42 e mm 0,297 (setacci n 40 e n 80 sabbia media);

dal 16 al 45% fra mm 0,297 e mm 0,074 (setacci n 80 e n 200 sabbia fine).

L'additivo minerale (*filler*) da usare potrà essere costituito da polvere di asfalto passante per intero al setaccio n 80 (mm 0,297) e per il 90% dal setaccio n 200 (mm 0,074) ed in ogni caso da polveri di materiali non idrofili.

I vuoti risultanti nell'aggregato totale adottato per l'impasto dopo l'aggiunta dell'additivo non dovranno eccedere il 20-22% del volume totale.

Il bitume da usarsi dovrà presentare, all'atto dell'impasto (prelevato cioè dall'immissione nel mescolatore), penetrazione da 80 a 100 ed anche fino a 120, onde evitare una eccessiva rigidità non compatibile con lo scarso spessore del manto.

L'impasto dovrà corrispondere ad una composizione ottenuta entro i seguenti limiti:

- a) aggregato grosso delle granulometrie assortite indicate, dal 40 al 60%;
- b) aggregato fine delle granulometrie assortite indicate, dal 25 al 40%;
- c) additivo, dal 4 al 10%;
- d) bitume, dal 5 all'8%.

Nei limiti sopraindicati la formula della composizione degli impasti da adottarsi sarà proposta dall'Impresa e dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei lavori.

Su essa saranno consentite variazioni non superiori allo 0,5% in più o in meno per il bitume - all'1,5% in più o in meno per gli additivi - al 5% delle singole frazioni degli aggregati in più o in meno, purché si rimanga nei limiti della formula dell'impasto sopra indicato.

Particolari calcestruzzi bituminosi a masse chiuse ed a granulometria continua potranno eseguirsi con sabbie e polveri di frantumazione per rivestimenti di massicciate di nuova costruzione o riprofilatura di vecchie massicciate per ottenere manti sottili di usura d'impermeabilizzazione antiscivolo.

Le sabbie da usarsi potranno essere sabbie naturali di mare o di fiume o di cava o provenire da frantumazione purché assolutamente scevre di argilla e di materie organiche ed essere talmente resistenti da non frantumarsi durante la cilindratura: dette sabbie includeranno una parte di aggregato grosso, ed avranno dimensioni massime da 9,52 mm a 0,074 mm con una percentuale di aggregati del 100% di passante al vaglio di 9,52 mm; dell'84% di passante al vaglio di 4,76 mm; dal 50 al 100% di passante dal setaccio da 2 mm; dal 36 all'82% di passante dal setaccio di 1,19 mm; dal 16 al 58% di passante al setaccio di 0,42 mm; dal 6 al 32% di passante dal setaccio di mm 0,177; dal 4 al 14% di passante dal setaccio da 0,074 mm.

Come legante potrà usarsi o un bitume puro con penetrazione da 40 a 200 od un cut-back medium curring di viscosità 400/500 l'uno o l'altro sempre attirato in ragione del  $6 \div 7,5\%$  del peso degli aggregati secchi: dovrà aversi una compattezza del miscuglio di almeno l'85%.

Gli aggregati non dovranno essere scaldati ad una temperatura superiore a 120°C ed il legante del secondo tipo da 130° a 110°C.

Dovrà essere possibile realizzare manti sottili che, nel caso di rivestimenti, aderiscano fortemente a preesistenti trattamenti senza necessità di strati interposti: e alla prova *Hobbarb Field* si dovrà avere una resistenza dopo 24 ore di 45 kg/cmq.

Per l'esecuzione di comuni calcestruzzi bituminosi a massa chiusa da impiegare a caldo, gli aggregati minerali saranno essiccati e riscaldati in adatto essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore e collegato ad alimentatore meccanico.

Mentre l'aggregato caldo dovrà essere riscaldato a temperatura fra i 130° ed i 17°C, il bitume sarà riscaldato tra 160° e 180°C in adatte caldaie suscettibili di controllo mediante idonei termometri registratori.

L'aggregato caldo dovrà essere riclassificato in almeno tre assortimenti e raccolto, prima di essere immesso nella tramoggia di pesatura in tre sili separati, uno per l'aggregato fine e due per quello grosso.

Per la formazione delle miscele dovrà usarsi una impastatrice meccanica di tipo adatto, tale da formare impasti del peso singolo non inferiore a kg 200 ed idonea a consentire la dosatura a peso di tutti i componenti ed assicurare la perfetta regolarità ed uniformità degli impasti.

Per i conglomerati da stendere a freddo saranno adottati gli stessi apparecchi avvertendo che il legante sarà riscaldato ad una temperatura compresa fra i 90° ed i 110°C e l'aggregato sarà riscaldato in modo che all'atto della immissione nella mescolatrice abbia una temperatura compresa tra i 50° e 80°C.

Per tali conglomerati è inoltre consentito all'Impresa di proporre apposita formula nella quale l'aggregato fine venga sostituito in tutto od in parte da polvere di asfalto da aggiungersi fredda: in tal caso la percentuale di bitume da miscelare nell'impasto dovrà essere di conseguenza ridotta.

Pur rimanendo la responsabilità della riuscita a totale carico dell'Impresa, la composizione variata dovrà sempre essere approvata dalla Direzione dei lavori.

Per la posa in opera, previa energica spazzatura e pulitura della superficie stradale, e dopo avere eventualmente conguagliato la massicciata con pietrischetto bitumato, se trattasi di massicciata nuda, e quando non si debba ricorrere a particolare strato di collegamento (binder), si procederà alla spalmatura della superficie stradale con un kg di emulsione bituminosa per mq ed al successivo stendimento dell'impasto in quantità idonea a determinare lo spessore prescritto: comunque mai inferiore a kg 66/mq in peso per manti di tre centimetri ed a kg 44/mq per manti di due centimetri.

Per lo stendimento si adopereranno rastrelli metallici e si useranno guide di legno e sagome per l'esatta configurazione e rettifica del piano viabile e si procederà poi alla cilindatura, iniziandola dai bordi della strada e procedendo verso la mezzera, usando rullo a rapida inversione di marcia, del peso da 4 a 6 tonnellate, con ruote tenute umide con spruzzi d'acqua, qualora il materiale aderisca ad esse.

La cilindatura, dopo il primo assestamento, onde assicurare la regolarità, sarà condotta anche in senso obliquo alla strada (e, quando si possa, altresì, trasversalmente): essa sarà continuata sino ad ottenere il massimo costipamento.

Al termine delle opere di cilindatura, per assicurare la chiusura del manto bituminoso, in attesa del costipamento definitivo prodotto dal traffico, potrà prescriversi una spalmatura di 0,700 kg per mq di bitume a caldo eseguita a spruzzo, ricoprendola poi con graniglia analoga a quella usata per il calcestruzzo ed effettuando una ultima passata di compressore.

È tassativamente prescritto che non dovranno aversi ondulazioni nel manto; questo sarà rifiutato se, a cilindatura ultimata, la strada presenterà depressioni maggiori di 3 mm al controllo effettuato con aste lunghe 3 metri nel senso parallelo all'asse stradale e con la sagoma nel senso normale.

Lo spessore del manto sarà fissato nell'elenco prezzi: comunque esso non sarà mai inferiore, per il solo calcestruzzo bituminoso compresso, a 20 mm ad opera finita.

La percentuale dei vuoti del manto non dovrà risultare superiore al 15%: dopo sei mesi dall'apertura al traffico tale percentuale dovrà ridursi ad essere non superiore al 5%. Inoltre il tenore di bitume non dovrà differire, in ogni tassello che possa prelevarsi, da quello prescritto di più dell'1% e la granulometria dovrà risultare corrispondente a quella indicata con le opportune tolleranze.

A garanzia dell'esecuzione l'Impresa assumerà la gratuita manutenzione dell'opera per un triennio. Al termine del primo anno lo spessore del manto non dovrà essere diminuito di oltre mm 1: al termine del triennio di oltre 4 mm.

#### *Articolo 84: PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO*

##### **84.1. Generalità**

Valgono per la pavimentazione tutte le norme indicate nel precedente articolo per le fondazioni in calcestruzzo di cemento.

In questo caso però il calcestruzzo sarà costipato con inerti di almeno tre pezzature e sarà dosato con trecento Kg di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.

La superficie della pavimentazione a vibrazione ultimata dovrà presentare un leggero affioramento di malta, sufficiente per la perfetta chiusura e lisciatura del piano del pavimento.

Non saranno assolutamente permesse aggiunte in superficie di malta cementizia anche se questa fosse confezionata con una più ricca dosatura di cemento.

Prima che il calcestruzzo inizi la presa e quando il piano sia sufficientemente asciutto si dovrà striare trasversalmente la pavimentazione con una scopa di saggina, così da renderla sicuramente scabra.

Si avrà particolare cura affinché i bordi dei giunti longitudinali e trasversali siano leggermente arrotondati con una curva di raggio di 1 cm e siano rifiniti in piano perfetto con la rimanente pavimentazione.

##### **84.2. Cordoli in calcestruzzo**

I cordoli in calcestruzzo devono presentare una struttura compatta e spigoli pieni. In caso di elemento composto da due strati di calcestruzzo, i due strati devono risultare ben collegati. Lo spessore minimo del calcestruzzo a vista deve essere maggiore o uguale a 10 mm.

I cordoni in calcestruzzo devono avere forma prismatica con sezione trasversale rettangolare. Il bordo esterno o di invito deve essere arrotondato.

Si ammettono le seguenti tolleranze sulle misure nominali:

- larghezza  $\pm 3$  mm;
- lunghezza  $\pm 5$  mm per la lunghezza nominale pari ad 1 metro;
- altezza  $\pm 5$  mm.

È ammessa una conicità massima di 5 mm nella lunghezza normale e 2 mm nella larghezza. Si ammette inoltre una risega massima di 5 mm nel passaggio dalla superficie anteriore verticale alla superficie di calpestio.

Le verifiche a flessione su almeno 3 provini di cordolo, per ogni forma e dimensione, devono avere resistenza media a flessione non inferiore a  $6 \text{ N/mm}^2$ , in riferimento alla norma DIN 483.

I cordoli dovranno essere collocati su massetto in conglomerato cementizio avente spessore non inferiore a 10 cm. Gli spazi tra gli elementi dovranno essere sigillati con malta cementizia dosata a 500 kg.

### **84.3. Cordoni in pietra**

I cordoni in pietra per delimitazione marciapiedi qualora non specificatamente indicato dovranno essere forniti in uno seguenti tipi di pietra: graniti, sieniti, porfidi, basalti, travertini o altra pietra naturale avente non meno idonee caratteristiche meccaniche e di resistenza agli agenti atmosferici, in generale devono essere molto compatti.

Le facce esterne dovranno essere lavorate a punta fine; lo spigolo esterno dovrà essere arrotondato. Per le tolleranze sulle misure nominali è ammesso  $\pm 3$  mm per la larghezza e  $\pm 10$  mm per l'altezza. La lunghezza dei cordoni dovrà essere misurata sullo spigolo anteriore arrotondato.

I cordoli dovranno essere collocati su massetto in conglomerato cementizio avente spessore non inferiore a 10 cm. Gli spazi tra gli elementi dovranno essere sigillati con malta cementizia dosata a 500 kg.

Norme di riferimento:

**R.D. 16 novembre 1939** - Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione.

**UNI 2712** - Manufatti lapidei stradali. Cordoni di pietra.

*Articolo 85: POZZETTI PER LA RACCOLTA DELLE ACQUE STRADALI. CADITOIE*

### **85.1. Pozzetti per la raccolta delle acque stradali**

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali saranno costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato ad elevato dosaggio di cemento e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma **UNI EN 124**.

Potranno essere realizzati mediante associazione dei pezzi idonei: pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45x45 cm e di 45x60 cm per i pozzetti sifonati; il tubo di scarico deve avere diametro interno minimo 150 mm.

I pozzetti dovranno essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti; l'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla Direzione dei Lavori.

Gli eventuali cesti di raccolta del fango saranno realizzati in ferro zincato, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali.

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m<sup>3</sup> d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati in c.a. dovranno essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni. Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole portasecchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

Norme di riferimento:

**UNI EN 124** *Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità.*

## 85.2. Caditoie stradali

Le caditoie stradali per la raccolta delle acque defluenti dalle cunette laterali della strada devono essere opportunamente sagomate. Le prese possono essere a griglia, a bocca di lupo, a griglia e bocca di lupo, a fessura.

Le caditoie devono essere disposte ad un interasse di 25÷50 m.

I dispositivi di chiusura e di coronamento, secondo la norma **UNI EN 124**, possono essere fabbricati con i seguenti materiali:

- a) ghisa a grafite lamellare;
- b) ghisa a grafite sferoidale;
- c) getti in acciaio;
- d) acciaio laminato;
- e) i materiali di cui alle lettere a), b), c) e d) abbinati a calcestruzzo;
- f) calcestruzzo armato.

I chiusini, e griglie e i telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante: EN 124, la classe corrispondente; il nome e/o la sigla del fabbricante, eventuale marchio di conformità.

La classe di impiego (classe A15, classe B125, ecc.) di chiusini e caditoie deve essere rispondente all'uso della strada (pedonale, ciclabile, parcheggio, ecc.)

Norme di riferimento:

**UNI EN 124** *Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità.*

**Articolo 86: PREPARAZIONE DELLE BUCHE E DEI FOSSI**

Le buche per la messa a dimora di piante dovranno essere di dimensioni ampie ovvero in rapporto alle caratteristiche delle piante da mettere a dimora.

Nell'esecuzione delle buche l'impresa dovrà evitare ristagni d'acqua e il regolare scolo delle acque superficiali., in caso contrario dovranno essere predisposte le necessarie opere di drenaggio previa autorizzazione da parte della Direzione dei lavori.

**Articolo 87: TERRA DA COLTIVO RIPORTATA**

La terra da coltivo prima della messa in opera dovrà essere accettata dalla Direzione dei lavori, in merito ai seguenti valori:

- PH minore o uguale al 6;
- calcare totale maggiore o uguale al 5%;
- sostanze organiche minori di 1,5%;
- azoto totale minore di 0,1%;
- fosforo ammissibile minore di 30 ppm;
- potassio assimilabile minore del 2%;
- conducibilità idraulica minore di 0,5 cm x ora;
- conducibilità Ece.

La terra da coltivo dovrà essere priva di pietre, elementi di tronchi, rami, radici ed altri elementi che ne possano ostacolare la lavorazione agronomica durante la posa in opera.

Norme di riferimento:

**CNR**      *Guida alla descrizione del suolo, 1987.*

**S.I.S.S.**    *Metodi normalizzati di analisi del suolo.*

**Articolo 88: SUBSTRATI DI COLTIVAZIONE**

I substrati di coltivazione (terricciato di letame, terriccio di castagno, terra d'erica, terriccio di foglie di faggio, terriccio di bosco, sfagno, torba, miscugli tra vari substrati) dovranno essere forniti in confezioni sigillate, nelle quali è riportata la quantità, il tipo e le caratteristiche del contenuto. In assenza di tali informazioni l'Appaltatore dovrà produrre alla Direzione dei lavori prima della messa in opera i risultati delle analisi.



La fornitura delle analisi è obbligatoria in caso di substrati non confezionati e privi delle indicazioni riportate sulla confezione; l'Appaltatore (ad esclusione della torba e dello sfagno) dovrà fornire indicazioni sui seguenti parametri:

- sostanza organica;
- azoto nitrico;
- azoto ammoniacale;
- densità apparenti riferita ad uno specificato tenore di umidità;
- capacità idrica di campo;
- conducibilità Ece.

L'eventuale sostituzione dei substrati non confezionati con altri componenti (sabbia lavata, perlite, polistirolo espanso, pomice, pozzolana, argilla espansa, ecc.) deve essere autorizzata dalla Direzione dei lavori.

Norme di riferimento:

Legge 19 ottobre 1984, n. 748 - Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti.

**CNR** *Guida alla descrizione del suolo, 1987.*

**S.I.S.S.** *Metodi normalizzati di analisi del suolo.*

*Articolo 89: CONCIMI ORGANICI E MINERALI*

### **89.1. Concimi organici**

I concimi minerali ed organici dovranno essere rispondenti alle prescrizioni normative vigenti e nel rispetto delle prescrizioni contrattuali. Eventuali sostituzioni dovranno essere autorizzate dalla Direzione dei lavori, in base a specifiche analisi di laboratorio e specie della pianta da mettere a dimora.

*Concimi organici*

a) Concimi organici azotati.

Debbono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarato, azoto organico, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili né di fosforo né di potassio, a meno che questo non costituisca parte integrante di matrici organiche.

b) Concimi organici NP.

Debbono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarati, azoto organico e fosforo, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio. È consentita, nei casi previsti nell'allegato 1 B, la dichiarazione dell'anidride fosforica totale quando il fosforo, anche se non in forma organica, costituisce parte integrante di matrici organiche.

## **89.2. Concimi minerali**

### *1 - Concimi minerali semplici*

#### *a) Concimi minerali azotati semplici.*

Debbono contenere, espressamente dichiarato, azoto in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo o di potassio.

#### *b) Concimi minerali fosfatici semplici.*

Debbono contenere, espressamente dichiarato, fosforo in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di potassio.

#### *c) Concimi minerali potassici semplici.*

Debbono contenere, espressamente dichiarato, potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di fosforo.

### *2 - Concimi minerali composti*

#### *a) Concimi minerali composti NP.*

Debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto e fosforo in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio.

#### *b) Concimi minerali composti NK.*

Debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo.

#### *c) Concimi minerali composti PK.*

Debbono contenere, espressamente dichiarati, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto.

d) Concimi minerali composti NPK.

Devono contenere, espressamente dichiarati, azoto, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi.

*3 - Concimi minerali a base di elementi secondari*

Sono concimi a base di elementi secondari i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno degli elementi secondari: calcio, magnesio, sodio e zolfo. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

*4 - Concimi minerali a base di microelementi (oligo-elementi)*

Sono concimi a base di microelementi i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno o più microelementi: boro, cobalto, rame, ferro, manganese, molibdeno e zinco. Possono anche contenere elementi secondari, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

*5 - Norme di riferimento:*

Legge 19 ottobre 1984, n. 748 - Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti.

*Articolo 90. ACQUA PER INNAFFIAMENTO*

L'acqua per innaffiamento delle piante non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa. L'Appaltatore a richiesta della Direzione dei lavori dovrà fornire le necessarie analisi sulla qualità dell'acqua, il periodo di utilizzarne in base alla temperatura.

*Articolo 91. MESSA A DIMORA DI PIANTE*

**91.1. Generalità**

Prima della messa a dimora delle piante, l'impresa appaltatrice, qualora ordinato dalla Direzione dei lavori, dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, per collocare le piante su uno strato di fondo di spessore adeguato al tipo di pianta.

Le piante messe a dimora non dovranno presentare radici allo scoperto né risultare interrate oltre il livello di colletto.

Durante la messa a dimora l'eventuale imballo o contenitore della zolla dovrà essere tagliato al colletto e aperto lungo i lati o fianchi, ma non dovrà essere rimosso sotto la zolla.

Le buche dovranno essere riempite con terra da coltivo semplice oppure miscelata con torba ed opportunamente costipata. La Direzione dei lavori potrà richiedere l'effettuazione di una concimazione localizzata, in modo non provocare danni per disidratazione.

Dopo il riempimento attorno alla pianta dovrà essere realizzata una conca o bacino per consentire la ritenzione dell'acqua che deve essere somministrata in quantità abbondante per agevolare la ripresa della pianta e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

### **91.2. Pali di sostegno, ancoraggi e legature**

La Direzione dei lavori dovrà verificare che gli alberi e gli arbusti messi a dimora risultino dotati di pali di sostegno, di diametro ed altezza in funzione delle piante.

I pali di sostegno o tutori dovranno essere dritti, scortecciati ed appuntiti nella parte di maggiore diametro. La parte appuntita da collocarsi nel terreno dovrà essere trattata e resa imputrescibile per un'altezza di almeno 10 cm. La Direzione dei lavori potrà autorizzare l'impiego di pali in legno di produzione industriale, appositamente trattati allo scopo.

A discrezione della Direzione dei lavori i pali potranno essere sostituiti con ancoraggi in funi d'acciaio dotati di tendifilo.

Le legature dovranno essere costituite da materiale elastico o corde di canapa, è vietato l'impiego di filo di ferro.

La Direzione dei lavori potrà ordinare di inserire tra tronco e tutore un apposito cuscinetto antifrizione in modo da evitare eventuali danni alla corteccia.

### **91.3. Protezione delle piante**

L'impresa appaltatrice per prevenire eventuali danneggiamenti (transito di persone, animali, precipitazioni atmosferiche, ecc.) delle piante messe a dimora previa autorizzazione della Direzione dei lavori dovrà approntare le necessarie opere di protezione.

#### *Articolo 92: TAPPETI ERBOSI IN STRISCE E ZOLLE*

Le zolle erbose dovranno essere fornite in forme regolari (rettangolari, quadrati o a strisce).

Le strisce dovranno essere fornite arrotolate, mentre le zolle dovranno essere fornite su pallet.

Le zolle dovranno avere uno spessore da 3 a 6 cm, secondo la specifica destinazione e le caratteristiche del supporto.

La Direzione dei lavori, prima della posa in opera, dovrà verificare la corretta preparazione del terreno (rullatura, battitura, sabbiatura, trattamenti fertilizzanti, e quant'altro necessario).

Il prato, una volta ultimato, potrà essere utilizzato non prima di 30 giorni.



**Azienda Casa Emilia-Romagna  
della Provincia di Ravenna**

## **CAPO 2 – IMPIANTI ELETTRICI**

## 1. GENERALITA'

Il presente documento definisce le prescrizioni tecniche ed i requisiti generali per la fornitura, installazione e verifica degli impianti elettrici relativi al *progetto di riqualificazione edilizia residenziale pubblica consistente nella demolizione e ricostruzione di edificio sito in via Ponte romano 28 a Faenza per complessivi n.6 alloggi*.

Questo documento si riferisce pertanto alle caratteristiche tecniche e funzionali, nonché alle prestazioni dei singoli componenti degli impianti in oggetto, cui dovrà attenersi l'Impresa in fase esecutiva.

Parte integrante di questo documento sono gli elaborati di progetto costituiti dalle planimetrie d'impianto, schemi elettrici, relazioni tecniche, particolari d'installazione. Completano la documentazione tecnica gli elaborati tecnico - amministrativi, che individuano quantitativamente ed economicamente l'intervento.

I materiali, le apparecchiature ed i lavori indicati sui disegni ma non riportati sulle specifiche o viceversa, o la cui fornitura o esecuzione siano implicite per una soddisfacente esecuzione e completamento di un impianto, si dovranno ritenere inclusi nella fornitura come se fossero indicati sui disegni o sulle specifiche.

### **A. Oggetto dell'appalto**

Il presente progetto comprende la fornitura, installazione, verifica degli impianti elettrici e speciali a servizio del fabbricato, opere elettriche che si possono riassumere in:

- Impianti elettrici ordinari in esecuzione ad incasso, con distribuzione a livello del massetto del pavimento mediante uso di tubi corrugati di materiale e dimensioni idonee;
- Impianti elettrici ordinari in esecuzione a vista mediante l'uso di tubi in PVC di dimensioni idonee per i locali al piano interrato;
- Fornitura e posa in opera dei corpi illuminanti esterni alla struttura per l'illuminazione dell'area esterna completi di linee di alimentazione e organi di protezione e comando per le linee elettriche;
- Realizzazione degli impianti speciali (telefonico, televisivo DDT e SAT);
- Esecuzione delle canalizzazioni interrate per l'impianto elettrico.
- Realizzazione dell'impianto di terra;
- Realizzazione di impianto fotovoltaico;

Gli impianti elettrici saranno realizzati in conformità alla legge n°186 del 1°marzo 1968.

## **B. Impianto elettrico al servizio del cantiere edile**

Il presente progetto non comprende in alcun modo le opere elettriche necessarie all'allestimento del cantiere edile, opere che competono all'impresa, e che comunque dovranno essere eseguite nel rispetto della normativa vigente.

## **C. Termini tecnici**

La terminologia adottata nei vari documenti contrattuali, dovrà essere intesa come qui di seguito riportato:

*Conduttore di protezione (PE)* - Conduttore prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra.

*Conduttore PEN* - Conduttore che svolge insieme le funzioni sia di conduttore di protezione sia di conduttore di neutro.

*Conduttore di terra (CT)* - Conduttore di protezione che collega il collettore principale di terra (o nodo) al dispersore o i dispersori tra loro.

*Conduttore equipotenziale principale (EQSP) e supplementare (EQS)* - Conduttore di protezione destinato ad assicurare il collegamento equipotenziale.

*Contatto diretto* - Contatto di persona con parti attive.

*Contatto indiretto* - Contatto di persona con una massa in tensione per guasto.

*Corrente di guasto* - Corrente che si stabilisce a seguito di un cedimento dell'isolante o quando l'isolamento è corto circuitato.

*Corrente di guasto a terra* - Corrente di guasto che si chiude attraverso l'impianto di terra.

*Corrente differenziale* - Somma algebrica dei valori istantanei delle correnti che percorrono tutti i conduttori attivi di un circuito in un punto dell'impianto.

*Massa* - Parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensioni in condizioni ordinarie, ma che può anche andare in tensione in condizioni di guasto.

*Massa estranea* - Parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado d'introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra.

*Parte attiva* - Conduttore o parte conduttrice in tensione nel servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro, escluso per convenzione il conduttore PEN.

*Resistenza di terra* - Resistenza tra il collettore (o nodo) principale di terra e la terra.

*Tensione di contatto* - Tensione che si stabilisce fra parti simultaneamente accessibili in caso di guasto dell'isolamento.

*Circuito di distribuzione* - Circuito che alimenta un quadro di distribuzione.

*Circuito terminale* - Circuito direttamente collegato agli apparecchi utilizzatori o alle prese a spina.

*Doppio isolamento* - Isolamento comprendente sia l'isolamento principale sia l'isolamento supplementare.

*Interruttore differenziale di tipo A* - Interruttore differenziale il cui sgancio è assicurato per correnti alternate sinusoidali differenziali e per correnti differenziali unidirezionali e pulsanti, applicate improvvisamente o lentamente crescenti.

*Interruttore differenziale di tipo AC* - Interruttore differenziale il cui sgancio è assicurato per correnti alternate sinusoidali differenziali applicate improvvisamente o lentamente crescenti.

*Isolamento principale* - Isolamento delle parti attive utilizzato per la protezione base contro i contatti diretti.

*Isolamento rinforzato* - Sistema unico d'isolamento applicato alle parti attive, in grado di assicurare un grado di protezione contro i contatti elettrici equivalente al doppio isolamento, nelle condizioni specificate dalle norme relative.

*Supporto* - Staffe, zanche, tubo, profilato di ferro, tasselli e simili, di dimensioni piccole, adatte a realizzare un appoggio cui possono essere ancorati solidamente strumenti di misura, regolatori, tubi, cavi, cassette di giunzione, ecc.

*Supporto esistente* - S'intende un appoggio disponibile (strutture metalliche, terreno livellato, strutture prefabbricate, superfici metalliche ecc.) su cui possono essere ancorate parti di un impianto senza interposizione di opere accessorie.

*Supporto artificiale* - S'intende l'opera necessaria (colonnine, telai in profilato di ferro, portali, mensole

d'acciaio, ecc.) per fissare l'apparecchiatura quando non è disponibile un "supporto esistente" o se disponibile, questo non è ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

*Fissaggio* - Qualunque opera accessoria che consente di fissare accuratamente lo strumento, cassetta, tubo, ecc., solidamente ad un supporto.



*Passerelle* - Strutture realizzate con profilati di ferro imbullonati e/o saldati tra loro oppure miste con profilati e lamiere forate o lisce, aventi lo scopo di sostenere i tubetti secondari singoli ed i cavi multipli, le linee per i collegamenti primari, cavi elettrici, ecc.; si rammenta che con le dizioni "passerella verticale" oppure "orizzontale" si deve intendere il piano d'appoggio dei tubi.

*Canaletta* - Elemento prefabbricato di plastica o lamiera entro cui sono posati i tubi ed i cavi.

*Cunicolo* - Scavo con pareti e fondo in muratura o calcestruzzo (questi ultimi possono essere del tipo prefabbricato) adatto a contenere tubi e/o cavi posati sul fondo, oppure staffati sulle pareti o disposti su passerelle.

*Scavo* - Fossa con le pareti e fondo non rivestiti; sul fondo della fossa, previa interposizione di una fila di mattoni, sono interrati cavi multipli.

*Livello del piano d'installazione* - S'intende la quota rispetto al terreno, alla quale possono essere installate parti dell'impianto e/o apparecchiature.

*Livello del piano di lavoro* - S'intende la quota rispetto al terreno, e piano sul quale il personale e le relative attrezzature possono poggiare; dove richiesto, il piano di lavoro provvisorio (come impalcature, ponteggi vari, ecc.) necessari per eseguire i lavori d'installazione di parti dell'impianto o di apparecchiature, sarà a carico dell'Installatore, il quale sarà tenuto a provvedere anche ad eventuali prestazioni di scale a mano o di altro tipo, che consentano l'accesso al piano di lavoro.

## **2. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI**

### **2.1 Note generali**

Gli impianti devono essere realizzati in ogni loro parte e nel loro insieme in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione.

In particolare deve essere rispettato quanto elencato alle voci seguenti, compreso successivi aggiornamenti anche se non specificati.

### **2.2 Leggi e decreti**

I principali provvedimenti legislativi che riguardano la sicurezza per la prevenzione infortuni, inerenti il settore elettrico, sono:

- Legge n. 1341 del 13/12/1964 "Linee elettriche aeree Esterne"

- Legge n. 186 del 01/03/1968 “Disposizioni concernenti materiali e impianti elettrici”
- Legge n. 791 del 18/10/1977 “Attuazione della direttiva del Consiglio della Comunità Europea (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”
- DM del 15/12/1978 “Designazione del Comitato Elettrotecnico Italiano di normalizzazione Elettrotecnica ed Elettronica”
- DM del 5/10/1984 “Attuazione della direttiva (CEE) n. 47 del 16/1/1984 che adegua al progresso tecnico la precedente direttiva (CEE) n. 196 del 6/2/1979 concernente il materiale elettrico destinato ad essere impiegato in atmosfera esplosiva già recepito con il Decreto del Presidente della Repubblica 21/7/1982 n. 675”
- Legge n. 818 del 7/12/1984 “Nulla osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, modifica agli Articoli 2 e 3 della Legge 4/3/1982 n. 66 e norme integrative all’ordinamento del corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco”
- DM dell’8/3/1985 “Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendio ai fini del rilascio del Nulla osta provvisorio di cui alla Legge 7/12/1984 n. 818”
- DM del 27/3/1985 “Modificazioni al decreto Ministeriale 16/2/1982, contenente l’elenco dei depositi e industrie pericolosi, soggetti alle visite e controlli di prevenzione incendi”
- Legge n. 46 del 5/3/1990 “Norme per la sicurezza degli impianti”
- Direttiva 06/95/CEE del 12-12-2006 “Riguardante la marcatura CE del materiale elettrico”
- DPR 392 del 18-4-94 “Emendamenti alla legge 46/90 e al DPR 447”
- DPR n. 459 24/07/1996 “Regolamento per l’attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti di riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relativi alle macchine”
- D.Lgs. n. 615 12/11/1996 “Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalle direttive 92/ 31/ CEE, 93/ 68/ CEE, 93/97/ CEE”
- D.Lgs. n. 626 25/11/1996 “Attuazione della direttiva 93/68/CEE (che notifica la direttiva 73/23/CEE) in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato all’essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”
- D.Lgs. n. 277 del 31/07/1997 “Modificazioni del decreto legislativo 25 novembre 1996, n. 626 recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”

- DPR n. 126 del 23/03/1998 “Regolamento recante norme per l’attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera esplosiva”
- DM del 5/05/1998 “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne”
- D.Lgs. n. 79 del 16/03/1999 “Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica”
- Legge n. 36 del 22/02/2001 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”
- DPR n. 462 del 22/10/2001 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”
- DM n. 37 del 22/01/2008 “Regolamento concernente l’attuazione dell’art. 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”
- D.Lgs. n. 81 del 9/04/2008 e smi “Testo unico sulla sicurezza”.
- Le disposizioni del Locale Comando dei Vigili del Fuoco, del distributore di energia elettrica ENEL, TELECOM, A.U.S.L., ARPA, ecc..

### **2.3 Normativa tecnica**

L’Ente normatore nazionale per il settore elettrico ed elettronico è il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano). Esso ha lo scopo di stabilire:

- i requisiti che devono avere i materiali, le macchine, le apparecchiature e gli impianti elettrici affinché corrispondano alla regola di buona elettrotecnica;
- il livello minimo di sicurezza per impianti e apparecchi per la loro conformità giuridica alla regola d’arte;
- i criteri con i quali detti requisiti debbono essere provati e controllati.

Si riportano a titolo esemplificativo alcune norme CEI:

- Norma CEI 0-2 “Guida alla documentazione di progetto degli impianti elettrici”
- Norma CEI 0-16 “Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”

- Norma CEI 11-1 “Impianti elettrici con tensione superiore ad 1 kV in corrente alternata”
- Norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica Linee in cavo”
- Norma CEI 11-46 “Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa”
- Norma CEI 11-47 “Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa” Dicembre 2008
- Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”
- Norma CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell’induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”
- Norma CEI EN 50086 2-4 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati”
- Norma CEI 17-13 fasc. 1433: “Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione”;
- Norma CEI 23-51“fasc. 2731: “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”;
- Norma CEI 20-20 fasc. 663: “Cavi isolati in polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V”;
- Norma CEI 20-13: “Cavi isolati in gomma butilica con grado di isolamento superiore a 3”;
- Norma CEI 20-22: Prova dei cavi non propaganti l’incendio”;
- Norma CEI 23-8: “Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori”;
- Norma CEI 23-14: “Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori”;
- Norma CEI 23-18 (fasc. 532): “Interruttori differenziali per usi domestici e similari”;
- Norma CEI 23-5: “Prese a spina per usi domestici e similari”;
- Norma CEI 23-3: “Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari”;
- Norma CEI 64-9 (fasc. 1020): “Impianti elettrici negli edifici civili”;
- Norma CEI 64-50: “Guida CEI edilizia residenziale”;
- Norma CEI 64-51: “Criteri particolari per Centri Commerciali”;

- Norma CEI 64-52: “Criteri particolari per Edifici Scolastici”;
- Norma CEI 64-53: “Criteri particolari per edifici a prevalente uso residenziale”;
- Norma CEI 64-54: “Criteri particolari per locali di pubblico spettacolo”;
- Norma CEI 64-55: “Criteri particolari per Strutture Alberghiere”;
- Norma CEI 64-57: “Impianti di piccola produzione distribuita”;
- Norma CEI 64-12: “Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”;
- Norma CEI EN 62305-1/4:” Norme per la protezione contro i fulmini”;
- Norma CEI 34-21: “Apparecchi di illuminazione”;
- Norma CEI 14-18 fasc. 4125: “Trasformatori trifase di distribuzione di tipo a secco 50 Hz, da 100 a 2500 kVA, con una tensione massima per il componente non superiore a 36 KV. – Parte 2: Prescrizioni supplementari per i trasformatori con una tensione massima per il componente uguale a 36 kV”;
- Norma CEI 17-1 fasc. 4659C: “Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000 V”;
- Norma CEI 17-5 fasc. 1913E: “Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici”;
- Norma CEI 17-6 fasc. 4973: “Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV”;
- Norma CEI 17-11 fasc. 2097E: “Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili”;
- Norma CEI 17-21 fasc. 4032: “Prescrizioni comuni per l’apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione”;
- Norma CEI 70-1 fasc. 1915E: “Gradi di protezione degli involucri. (Codice IP)”;
- Norma CEI 100-2: “ Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni”;
- Norma CEI 100-7: “ Guida per l’applicazione delle norme sugli impianti di ricezione televisiva”;
- Norma CEI 103-1: “Impianto telefonici interni”;
- Norma EN 60849: “Sistemi elettroacustici applicati ai servizi di emergenza”;

- Norma CEI UNI EN 12464-1: “Illuminazione di interni con luce artificiale”;
- Norma UNI EN 1838: “Illuminazione di emergenza”;
- Norma UNI 9795: “Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme incendio”;
- Norma CEI 306-2: “ Guida per il cablaggio per telecomunicazioni e distribuzione multimediale negli edifici residenziali”;
- Norma CEI 306-10: “ Sistemi di cablaggio strutturato: Guida alla realizzazione ed alle norme tecniche”;
- Norma CEI 64-14: “ Guida alle verifiche degli impianti elettrici”;
- Norma CEI 11-27: “ Lavori su impianti elettrici”;
- Norma CEI 11-48: “ Esercizio degli impianti elettrici”;
- Norma CEI 79-3: “ Norme particolari per Impianti antieffrazione e antintrusione”;

**Le Norme si intendono quelle vigenti alla data di sottoscrizione del contratto da parte dell'Appaltatore.**

## **2.4 Direttive comunitarie**

Tutti i componenti e gli impianti utilizzati nella costruzione dell'impianto dovranno essere conformi alle direttive comunitarie vigenti. In particolare per quanto riguarda le macchine ed i componenti di sicurezza, queste dovranno possedere i requisiti stabiliti dal DPR 459/96 (Direttiva Macchine), quest'ultimo come modificato/abrogato dalla Direttiva 2006/42/CE (Nuova Direttiva Macchine) - Dlgs 17/2010.

## **2.5 Marcatura CE**

In base alla direttiva 93/68 in materia di marcatura CE del materiale elettrico di bassa tensione, recepita dal Decreto Legislativo 25 novembre 1996 n. 626 (pubblicato sul supplemento ordinario della G.U. del 14/12/96), tutto il materiale elettrico utilizzato per la costruzione dell'impianto elettrico deve essere marcato CE. Il presente capitolato speciale d'appalto si intende integrato in ogni articolo dalle disposizioni intervenute a seguito della Legge 415/98, quest'ultima come

modificata/abrogata dal Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE" (G.U. n. 100 del 2 maggio 2006).

### *3. Materiali e accessori di montaggio*

La fornitura comprende tutti i materiali accessori di montaggio che si renderanno necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature.

Qui di seguito sono riportati alcuni tra i più comuni "materiali accessori di montaggio" usati; l'elenco deve essere inteso come indicativo e non limitativo: - supporti, tasselli, staffette, zanche in profilato di ferro, collari d'acciaio piatto e graffette di fusione o in profilato, chiodi a sparo, viti, dadi e bulloni, nastro metallico rivestito di PVC, targhette metalliche e/o di plastica d'identificazione, pick, nastro di teflon, nastri di gomma e di neoprene, nastri tipo scotch, nastri e tubetti sterlingati, morsetti concentrici, capicorda a compressione, treccia flessibile per la messa a terra, staffe, zanche per il fissaggio dei terminali dei cavi, elettrodi, fluidi lubrificanti, ecc.

I materiali accessori di montaggio non saranno contabilizzati separatamente poiché la loro incidenza dovrà intendersi compresa nella voce principale cui si riferisce.

Per attrezzi la cui dotazione d'uso è compresa nel prezzo della manodopera, s'intendono gli attrezzi portatili e da banco d'uso singolo (per es. martelli; tenaglie, pinze, cacciavite, trapani, martelli demolitori, filiere, banchi da lavoro, pennelli, spruzzatori, saldatrici, secchi, recipienti, attrezzatura personale antinfortunistica, ecc.).

Sono comprese inoltre le prestazioni di trabattelli, scale e quant'altro necessario, per eseguire le opere nel rispetto delle norme antinfortunistiche.

Al termine dei lavori dovranno inoltre essere lasciate come scorta alcuni materiali di consumo come fusibili, lampade di segnalazione, vetri per pulsanti, ecc. nella misura minima del 10 % di quanto installato.

### **5.1 Trattamenti superficiali**

I cicli di verniciatura da adottare, in funzione sia del tipo d'aggressione ambientale che delle varie funzioni e operazioni assegnate alle opere, sono i seguenti:

- verniciature a base di resine epossidiche
- verniciature a base di resine poliesteri
- verniciature a base di resine poliuretaniche
- verniciature a base epossidiche e viniliche
- verniciature a base di cloro caucciù

Qualora si voglia procedere a proteggere le opere metalliche con rivestimenti anti corrosivi di diversa natura, si dovrà darne espressa motivata ragione in sede di presentazione dei cicli di verniciatura.

## **5.2 Verniciatura**

I lavori di verniciatura dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con idonei materiali e con esperte maestranze.

In particolare, le superfici da proteggere dovranno essere preventivamente sottoposte ad un trattamento idoneo a rimuovere completamente da tutte le zone, ivi comprese quelle di difficile accessibilità, ossido, scorie residue dai cordoni di saldatura, incrostazioni e depositi di varia natura.

I lavori che la D.L. giudicherà non eseguiti a perfetta regola d'arte dovranno essere rifatti o ripristinati a cura e spese dell'Appaltatore.

## **5.3 Materiali**

Tutti i prodotti di consumo, quali diluenti, vernici, solventi, ecc. potranno essere utilizzati soltanto se contenuti in confezioni sigillate, direttamente provenienti dalla fabbrica della Società produttrice delle vernici. Le vernici, sia fornite già mescolate, sia fornite con gli ingredienti in recipienti separati, prima dell'uso, dovranno essere preventivamente mescolate o miscelate al fine di renderle omogenee e di consistenza uniforme.

Durante l'applicazione dovranno essere frequentemente agitate. La diluizione, qualora necessaria, dovrà essere fatta esclusivamente con il tipo di diluente consigliato dal fornitore di vernici e nella quantità raccomandata. L'aggiunta di diluente dovrà avvenire durante il processo di miscelatura ad omogeneizzazione delle vernici.

## **5.4 Colori**

I colori saranno a scelta della D.L.

## **5.5 Collaudi delle verniciature**

Le verniciature saranno sottoposte ad appropriati collaudi, secondo UNI 4715 e DIN 53151, al fine di:

- verificare lo spessore complessivo degli strati applicati, con media di dieci misure campione entro una superficie di due metri quadri circa.
- continuità, con assenza di lesioni e porosità dello strato applicato.



- verificare composizione, diluizione, catalisi, ecc.

### **5.6 Garanzie sulle verniciature**

L'Appaltatore garantirà che i rivestimenti saranno in tutto conformi alle presenti prescrizioni e garantirà che la durata del rivestimento protettivo, sarà almeno di dodici mesi dal certificato di fine lavori.

Entro tale periodo l'Appaltatore si deve impegnare a rifare la verniciatura, compresa la pulizia della superficie d'acciaio, in tutti quei punti, e per l'entità richiesta, in cui esistono anomalie che non sono compatibili con la durata di detto rivestimento.

Tale rifacimento dovrà essere effettuato interamente a carico dell'Appaltatore, nei termini di volta in volta notificati dalla Committente o dalla D.L.

### **5.7 Zincatura a caldo**

La zincatura a caldo, ove prevista, dovrà essere realizzata in accordo alla norma UNI 5744-66.

Il ciclo di processo della zincatura sarà:

- sgrassaggio delle superfici
- lavaggio delle superfici
- decapaggio acido delle superfici
- zincatura, con ricoprimento minimo di 450 g/m<sup>2</sup>.

### **5.8 Materiale inox**

Solitamente i materiali saranno in acciaio inox, d'opportuna composizione, tale in ogni modo da essere compatibile con la corrosività che può derivare dall'ambiente circostante e dal tipo d'utilizzo della struttura stessa.

La finitura esterna degli acciai inox dovrà essere liscia, vale a dire priva di lavorazioni precedenti. Solo nell'ipotesi che, le parti in vista degli acciai inox presentino evidenti segni delle lavorazioni, allora le superfici dovranno essere "spazzolate". Si ricorda che, in ogni modo, la bulloneria all'esterno dovrà essere inox, rondelle e dadi compresi.

### **5.9 Altre opere**

Sono pure comprese e compensate nelle rispettive voci tutte le seguenti opere:

- Pulizia ed ingrassaggio di parti a contatto ed in scorrimento e filettature ossidatesi dal momento della presa in consegna e durante il montaggio, ed eventuali piccole riparazioni derivate da incidenti di trasporto od altro; esecuzione di tutti i collaudi elencati dagli articoli riguardanti il collaudo degli impianti, compresi il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie.
- Risarcimento alla Committente per spese che la stessa incontrerà per riparazioni di danni a strumenti, apparecchiature e lo stesso ad opere già eseguite; (tali danni saranno addebitati all'Impresa stessa alle condizioni richieste per il ripristino delle opere danneggiate). Protezione con mezzi idonei ed approvati dalla Direzione Lavori, delle apparecchiature e strumenti che potrebbero essere danneggiate sia in fase di montaggio sia in fase di normale manutenzione delle tubazioni ed apparecchiature di processo. Allineamento e taratura degli strumenti anche se installati da altri. Esecuzione di tutti i collaudi d'isolamento e funzionamento con l'impiego, il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie che devono essere di fornitura dell'Installatore. Esecuzione di tutte quelle modifiche e rifacimenti, conseguenti al mancato rispetto da parte dell'Impresa delle specifiche, norme disegni e ad errate operazioni di montaggio ed a necessità derivanti dalla mancata osservanza delle istruzioni impartite dall'incaricato della Committente.

### **5.10 Coordinamento con le opere di specializzazione edile e di altre imprese appaltatrici**

Per le opere, lavori, o predisposizioni di specializzazione edile e di altre opere non facenti parte del ramo d'arte della ditta appaltatrice ed escluse dall'appalto, le cui caratteristiche esecutive, funzionali, installative, siano subordinate ad esigenze dimensionali o funzionali degli impianti oggetto dell'appalto, è fatto obbligo alla ditta appaltatrice di rendere note tempestivamente all'Amm.ne appaltante le anzidette esigenze, onde la stessa Amm.ne possa disporre di conseguenza. Si raccomanda inoltre la necessità della più stretta collaborazione con le altre imprese eventualmente operanti nel cantiere, al fine di non determinare ritardi od arrecare intralcio di qualsiasi genere nello svolgimento dei lavori di ciascuno, e di consentire l'esecuzione di ogni opera a perfetta regola d'arte. Competono all'impresa aggiudicataria delle presenti opere, gli eventuali collegamenti delle apparecchiature elettriche installate o fornite dall'impresa termoidraulica. Questa potrà inoltre fornire parti elettriche relative a sue apparecchiature, da installarsi entro quadri, ecc.

## **4. LIVELLI DI TENSIONE E CARATTERISTICHE DEL SISTEMA D'ALIMENTAZIONE**

I livelli di tensione, con le tolleranze previste dalle norme adottate e le caratteristiche del sistema

d'alimentazione saranno le seguenti:

- Energia elettrica, consegnata interrata
- -Tensione nominale concatenata della distribuzione in BT 400 V  $\pm 10\%$
- Tensione nominale stellata (a vuoto) della distribuzione in BT 230 V  $\pm 10\%$
- Frequenza nominale 50 Hz  $\pm 2\%$
- Sistema di conduttori attivi trifase a quattro fili
- Corrente di c.to c.to trifase ai morsetti dei contatori ENEL 10 kA
- Corrente di c.to c.to fase - neutro ai morsetti dei contatori ENEL 6 kA
- Modo di collegamento a terra, sistema TT
- Potenza installata futura per la singola UI, circa 3,0 kW
- Potenza assorbita futura per la singola UI, circa 3,0 kW .

I vari circuiti sono così alimentati:

- Tensione dei circuiti ausiliari di comando delle bobine 220 Vca  $\pm 10\%$
- Tensione dei circuiti ausiliari di comando delle segnalazioni 24 Vca  $\pm 10\%$
- Tensione dei circuiti ausiliari d'emergenza 220 Vcc  $\pm 15\%$

Fattore di potenza: l'impianto deve essere predisposto per garantire un fattore di potenza medio mensile nel punto di consegna del distributore (ENEL o equivalente) pari o superiore a 0,9.

Valgono comunque le disposizioni impartite dal gestore di rete all'atto di connessione alla rete di distribuzione e quanto indicato nelle Norme CEI 0-16 e CEI 0-21

## 5. DEFINIZIONE DI IMPIANTO ELETTRICO

### 5.1 Definizione

Insieme dei componenti elettrici elettricamente associati al fine di soddisfare a scopi specifici e aventi caratteristiche coordinate.

Fanno parte dell'impianto elettrico tutti i componenti elettrici non alimentati tramite prese a spina; fanno parte dell'impianto elettrico anche i componenti utilizzatori fissi alimentati tramite prese a spina destinate unicamente alla loro alimentazione (CEI 64-8/2).

### 5.2 Origine dell'impianto

L'impianto elettrico di cui al punto precedente ha origine nel punto di consegna dell'energia elettrica da parte dell'ente distributore (ENEL).

## *6. PRESENTAZIONE DEL CAMPIONARIO, PROVE, DISPONIBILITÀ E REPERIBILITÀ DEI MATERIALI*

### **6.1 Campionario**

L'Amministrazione ove lo ritenga necessario, richiederà all'Impresa il campionario di determinati materiali di normale commercio che essa intende impiegare nell'esecuzione degli impianti. Ogni campione deve essere numerato, deve portare un cartello col nome dell'Impresa ed essere elencato in apposita distinta. La presentazione di campioni non esime l'Impresa dall'obbligo di sostituire quei materiali che, pur essendo conformi ai campioni, non fossero corrispondenti alle prescrizioni del Capitolato Speciale d'Appalto.

### **6.2 Prove e verifiche**

Sono a carico dell'Appaltatore le spese per prove, esami, verifiche, esperienze saggi e prelevamento, preparazione ed invio di campioni di materiali forniti, agli Istituti autorizzati di prova indicati dall'Amministrazione appaltante, nonché il pagamento delle relative spese e tasse con il carico della osservanza sia delle vigenti disposizioni regolamentari per le prove dei materiali da costruzione in genere, sia di quelle che potranno essere emanate durante il corso dei lavori e così anche durante le operazioni di collaudo.

L'impresa non potrà mai accampare pretese di compensi per eventuali ritardi o sospensioni dei lavori che si rendessero necessari per gli esami di cui al punto precedente. Qualora per l'urgenza di porre a termine i lavori nel tempo stabilito o nei casi di forza maggiore, l'Impresa abbia, a suo rischio e pericolo, continuato i lavori in pendenza di conoscere l'esito dell'esame di cui sopra e questo sia negativo o non conforme alle prescrizioni del presente capitolato, la Ditta stessa dovrà provvedere a sue totali spese alla rimozione dei materiali stessi entro 10 giorni dalla data dell'ordine di servizio, emesso dalla D.L., con cui la medesima viene edotta dei risultati delle prove.

### **6.3 Certificazione materiali**

Per tutti i materiali dei quali è prevista certificazione o altro, copia di detti documenti deve essere consegnata alla D.L. almeno una settimana prima della messa in opera.

### **6.4 Disponibilità**

Nell'esecuzione dell'impianto elettrico l'Impresa è tenuta ad utilizzare apparecchiature normalmente presenti e reperibili sul mercato o facilmente sostituibili con altre di pari caratteristiche.

## 7. DOCUMENTAZIONE E COLLAUDO IMPIANTO

### 8.1 Documentazione preliminare

L'impresa, prima dell'esecuzione dei lavori, dovrà eseguire il controllo rigoroso degli elaborati di progetto delle opere e dei relativi calcoli, approntando se necessario, in accordo con la stazione appaltante e con l'autorizzazione del progettista, eventuali integrazioni o modifiche per l'esecuzione in cantiere a perfetta regola d'arte, non comportanti comunque aumenti economici del quadro di spesa. Tutti i disegni di progetto e le specifiche eventualmente fornite dal committente dovranno essere controllati ed accettati dall'Appaltatore che ne assumerà relativa responsabilità, controfirmandoli per accettazione.

L'impresa dovrà inoltre trasmettere, prima della messa in opera, tutta l'ulteriore documentazione e piani necessari per una consegna ed un montaggio a regola d'arte.

Si indicano ad esempio:

- dati costruttivi ancora necessari
- disegni di posizionamento di tutti i gruppi di potenza dimensionamento e qualità dei quadri a secondo
- delle installazioni e la loro posizione, con una visibile disposizione delle installazioni all'interno dei quadri stessi;
- descrizione e documentazione tecnica delle apparecchiature utilizzate;
- disegni di montaggio per le costruzioni ecc.;
- schemi complessivi funzionamento per tutti i capitoli con cablaggi ivi riportati;
- schemi logici commentati oppure liste di sequenza per tutti i comandi elettrici;
- schemi di regolazione commentati;
- schemi elettrici per unità tipiche;
- fogli caratteristici per le apparecchiature più importanti secondo il desiderio della DD.LL.
- liste delle apparecchiature per l'intero volume di consegna, suddivisi per gruppi di potenza e stazioni
- (utilizzabili quale documentazione dello stato finale), con specificazione del tipo, modello, numero, ecc.;
- documentazione dei cablaggi, composta da elenchi cablaggio verificati e completati secondo il modello

- tratto dai piani dettagliati dei tracciati dei cablaggi;
- altre documentazioni a richiesta della DD.LL.

Tutti gli ulteriori piani e documenti, , dovranno essere consegnati a cura dell'Impresa e sottoposti alla DD.LL. e al suo rappresentante autorizzato per l'approvazione. L'approvazione della documentazione dell'Impresa da parte della D.L. non solleva quest'ultima dal proprio obbligo di garanzia.

Nessun onere o compenso aggiuntivo sarà riconosciuto all'impresa per quanto previsto nel presente paragrafo, restando espressamente convenuto che di questi oneri è stato tenuto conto nello stabilire i prezzi dei lavori a misura, a corpo e in economia.

## 8.2 Documentazione finale

A fine lavori, l'Appaltatore consegnerà alla D.L. la documentazione esecutiva di quanto eseguito, composta dai seguenti fascicoli:

Fascicolo	Descrizione Documento
A	Impianto elettrico: certificati previsti dal D.M.n°37 del 22 gennaio 2008. Dichiarazione di conformità completa degli allegati
B	Impianto elettrico: operazioni di verifica Relazione sulle operazioni di verifica previste dal Capitolato Speciale Appalto e/o norme CEI vigenti
C	Impianto elettrico: certificati prove di tipo <ul style="list-style-type: none"><li>• Certificati delle prove di tipo, previsti dalle prescrizioni</li><li>• Verifiche e prove sui quadri AS, ANS, ASD (CEI 1713/1 tab. 7)</li><li>• Omologazioni apparecchiature e materiali oggetto di specifiche norme</li></ul>

D	<p>Impianto elettrico: disegni e schemi esecutivi</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Schemi unifilari e funzionali di tutti i quadri</li><li>• Schema dell'impianto di terra</li><li>• Schema topografico impianti speciali</li><li>• Schema delle vie cavo interrato, aeree, sotto traccia</li><li>• Schema topografico delle utenze installate</li><li>• Planimetria generale dell'impianto</li></ul>
E	<p>Impianto elettrico: tabelle riepilogative</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dati dei cavi (sezione, lunghezza, nome..)</li><li>• Elenco componenti standard</li></ul>
F	<p>Impianto elettrico: depliant illustrativi</p> <p>Raccolta di tutti i depliant illustrativi dei componenti utilizzati (interruttori, cavi, tubi, scatole, contattori .... ). La raccolta deve essere accompagnata da una tabella riassuntiva composta dai seguenti campi:</p> <p>Tipo, Modello, Marca, Fornitore</p>
G	<p>Monografia apparecchiature elettromeccaniche, e speciali</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Marca, modelli, depliant, dati tecnici e norme di manutenzione</li><li>• installazione delle apparecchiature, manuali di programmazione ed uso.</li><li>• Tabella di cui al punto precedente</li></ul>

### **8.3 Modalità di presentazione**

Tutti i disegni e gli schemi dovranno essere prodotti su supporto magnetico, in formato AutoCAD®; relazioni, tabelle, ecc. saranno in formato Word® ed Excel®.

Tutta la documentazione dovrà essere presentata in almeno 3 copie su carta bianca e 1 copia su carta lucida riproducibile per i disegni.

La documentazione tecnica di cui ai punti "A" dovrà essere controfirmata dal Legale rappresentante dell'Impresa.

Quella invece prevista ai punti "B", "C", "D", "E", "F", "G", dovrà essere controfirmata dal Responsabile tecnico dell'impresa.

La raccolta di depliant di cui alla precedente voce F deve essere limitata solo alle pagine riportanti apparecchiature effettivamente installate nell'impianto.

Si evidenzia che la mancata presentazione di tutta la documentazione nelle forme sopraindicate, sarà pregiudizievole per la stesura del Certificato di Regolare esecuzione o di quello di Collaudo.

Di tutti gli oneri derivanti dalla predisposizione di quanto sopra indicato è stato tenuto conto nello stabilire i prezzi di tariffa, per cui nessun altro compenso spetta all'Appaltatore.

### **8.4 Collaudo tecnico funzionale degli impianti.**

L'impresa dovrà nominare a propria cura e spese, un tecnico collaudatore abilitato ai sensi di legge, il quale dovrà effettuare il collaudo tecnico funzionale degli impianti realizzati. Ogni onere derivante, compreso ogni assistenza, sarà a carico dell'impresa.

## **8. NORME TECNICHE RELATIVE A MATERIALI, COMPONENTI E POSA IN OPERA**

### **8.1 Premessa**

Le seguenti prescrizioni vanno intese come prescrizioni principali e fondamentali da utilizzarsi nella realizzazione dell'impianto elettrico.

Per i dettagli operativi, l'Impresa dovrà osservare scrupolosamente quanto riportato negli elaborati di progetto ed in particolare nei Dettagli Tipici d'Installazione e nelle Prescrizioni Tecniche.

### **8.2 Qualità dei materiali**

Tutti i materiali, gli apparecchi e / o apparecchiature impiegate negli impianti elettrici devono essere adatti



all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere sottoposte durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono avere caratteristiche e dimensioni tali da rispondere alle relative norme CEI e tabelle d'unificazione CEI - UNEL, ove queste esistono; inoltre, gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia CEI e la lingua Italiana.

### **8.3 Verniciatura dei componenti**

La verniciatura dei componenti dovrà essere a regola d'arte prevedendo ai necessari trattamenti (pulizia,

carteggio, aggrappante) per garantire la perfetta aderenza della vernice.

In particolare, lo strato di vernice deve essere in grado di resistere ad operazioni di graffiatura, eseguita con accessori non metallici.

Nel caso di danneggiamenti allo strato di verniciatura, dovrà essere sostituito l'intero componente prevedendo il suo riutilizzo solo dopo aver rifatto il processo di verniciatura.

Le operazioni di verniciatura non devono essere eseguite in cantiere e tanto meno sui componenti montati. E' vietato procedere alla verniciatura delle guaine flessibili.

### **8.4 Protezioni meccaniche dei conduttori**

I conduttori elettrici devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni possono essere, tubazioni di vario tipo, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile.

Non sono ammessi conduttori posati direttamente sotto intonaco, se non del tipo Pyrotenax® ed espressamente concordato con la D.L.

Nei locali chiusi assimilabili agli edifici civili ed espressamente previsto dal progetto, gli impianti elettrici si eseguiranno prevalentemente sotto traccia con tubi protettivi in materiale termoplastico auto rinvenente.

### **8.5 Protezione dei componenti elettrici dai raggi solari**

Per il posizionamento esterno di quadri elettrici, scatole di derivazione, pulsantiere e strumenti di misura

l'Impresa dovrà prendere particolari accorgimenti in modo da evitare che nel corso della giornata tali componenti siano colpiti direttamente dai raggi solari.

### **8.6 Chiusura delle canaline porta cavo**

Le canaline sono previste con coperchio di chiusura.

La chiusura dei coperchi deve avvenire in modo affidabile e sicuro utilizzando le sole modalità previste dal Costruttore.

Non è consentito utilizzare viteria addizionale per bloccare i coperchi.

Il coperchio deve essere smontabile secondo le indicazioni del Costruttore.

A questo scopo la canalina deve avere lo spazio libero laterale necessario ad eseguire l'operazione.

### **8.7 Allacciamento a scatole di derivazione, prese, pulsantiere e strumenti**

Gli allacciamenti elettrici effettuati con tubo, guaina o anche solamente con l'utilizzo del cavo, a componenti

elettrici montati in posizione verticale, deve avvenire preferibilmente dal basso.

Il foro d'entrata del cavo nel componente deve essere sulla superficie orizzontale inferiore del componente elettrico.

### **8.8 Montaggio di tubi rigidi e flessibili**

Nel montaggio dei tubi rigidi e flessibile è necessario procedere al piegamento dei tubi rigidi ricorrendo a

pezzi speciali, come curve e manicotti, solo quando il piegamento del tubo è impossibile.

Nella posa dei tubi rigidi o flessibili è necessario che gli stessi percorrano percorsi paralleli

equidistanti, sia in prossimità di tratti rettilinei, sia in prossimità di curve.

### **8.9 Allacciamento d'utenze elettriche in generale.**

Per l'allacciamento di motori, strumenti e utenze elettriche in generale deve essere utilizzato, nella parte

terminale, un tratto di tubo flessibile in modo da ridurre le vibrazioni trasmesse dal motore ai giunti della via cavi ed in modo da favorire le operazioni di sostituzione del componente elettrico ed utilizzando appositi raccordi muniti di gommino intermedio di tenuta (RTGamma).

### *9. GRADI DI PROTEZIONE MECCANICA DELLE APPARECCHIATURE E DEI MATERIALI*

Il grado di protezione meccanica minimo degli equipaggiamenti elettrici e strumentali è come di seguito indicato:

	Interno	Esterno
Quadri elettrici (con porte chiuse):	IP41	IP 55
Quadri elettrici (con porte aperte):	IP 20	IP 20
Apparecchiature elettriche:	IP 40	IP 55
Torrette a pavimento	IP 52	
Motori elettrici:	IP 54	IP 55
Apparecchi illuminanti per uffici:	IP 20	
Apparecchi illuminanti per sale e zona pubblico:	IP 40	
Apparecchi illuminanti per zone tecniche		

## 10. TUBAZIONI

### 10.1 Generalità

Ad integrazione e completamento di quanto la rappresentazione grafica consente di indicare si precisa quanto segue:

La posa sarà eseguita in modo ordinato secondo percorsi orizzontali o verticali, paralleli o perpendicolari a pareti e/o soffitti, senza tratti obliqui ed evitando incroci o accavallamenti non necessari.

Saranno evitate le giunzioni su tubi di tipo corrugato o di tipo flessibile o di diametro diverso.

Per le giunzioni fra tubazioni rigide e tubazioni flessibili, saranno impiegati gli adatti raccordi previsti allo scopo dal costruttore del tubo flessibile.

Negli impianti in vista (generalmente stagni) l'ingresso di tubi in cassette, contenitori e canalette avverrà tramite adatto pressa tubo senza abbassare il grado di protezione previsto.

Per consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori il rapporto fra il diametro interno del tubo

protettivo ed il diametro del fascio di cavi contenuti sarà almeno pari a:

- 1,4 per le linee luce, FM e simili;
- 1,6 per le linee telefoniche;
- 2,5 per i cavi coassiali d'impianto TV.

Il diametro delle tubazioni non sarà comunque inferiore a 16 mm. o a quello riportato sui disegni di progetto.

Analogamente le dimensioni delle canalette porta cavi non saranno inferiori a quelle riportate sui disegni e, salvo diversa indicazione o in assenza di dimensione, le canalette saranno dimensionate per portare i cavi su un unico strato.

Sempre allo scopo di facilitare l'infilaggio non saranno eseguite più di due curve, o comunque curve per più di 180° sulle tubazioni protettive senza l'interposizione di una cassetta di transito.

Analogamente nei tratti rettilinei non sarà superata la lunghezza di 10 m senza l'interposizione di una cassetta rompi tratta.

I tubi protettivi e le canalette portacavi devono essere disposte in modo da non essere soggette ad influenze dannose in relazione a sovra riscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc.

Nel vano corsa e nel locale macchine di ascensore e montacarichi, è vietata l'installazione di

condutture estranee all'impianto di ascensore e montacarichi.

Dovranno essere lasciate tubazioni di scorta in numero e dimensione sufficiente per i prevedibili ampliamenti dell'impianto.

### **10.2 Tubo isolante rigido pieghevole a freddo, di PVC**

Il tubo sarà autoestinguente, della serie pesante, con grado di compressione minimo di 750 N, conforme alle

tabelle CEI-UNEL, alle norme CEI vigenti e provvisto di marchio italiano di qualità (IMQ). Esso sarà impiegato per la posa in vista (a parete, a soffitto o nel contro soffitto).

Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a bicchiere conformi alle citate norme e tabelle. Non sarà possibile eseguire i manicotti e le curve a caldo, sul posto di posa. Tubazioni e accessori avranno marchio IMQ.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non sarà superiore a 1 m, in ogni caso i tubi devono essere fissati in prossimità d'ogni giunzione e sia prima sia dopo ogni cambiamento di direzione. In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato a caldo con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili; oppure saranno impiegati collari in materiale isolante, con fascetta di bloccaggio del tubo.

Collari e morsetti saranno ancorati a parete o a soffitto mediante viti inox e tasselli di plastica.

Nei locali umidi o bagnati e all'esterno, degli accessori di fissaggio descritti potranno essere impiegati solo quelli in materiale isolante.

Per la posa interrata saranno impiegati tubi in PVC conformi alle norme CEI 23-46 con rinfiacco in calcestruzzo.

### **10.3 Tubo rigido d'acciaio**

Il tubo sarà d'acciaio zincato a caldo con metodo "sendzimir", con riporto di zinco sulla saldatura e con

superficie interna priva di asperità dannose, conforme alle norme CEI vigenti e provvisto di marchio italiano di qualità (IMQ).

Esso sarà impiegato per la posa in vista a parete o a soffitto negli ambienti indicati negli elaborati grafici.

Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a bicchiere conformi alle citate norme e tabelle.

I giunti dovranno essere del tipo rapido, con garanzia della continuità elettrica e guarnizione in elastomero. Tubazioni e accessori avranno marchio IMQ.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non sarà superiore a 1 m, in ogni caso i

tubi devono essere fissati in prossimità d'ogni giunzione e sia prima sia dopo ogni cambiamento di direzione. In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato a caldo con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili.

Collari e morsetti saranno ancorati a parete o a soffitto mediante viti inox e tasselli di plastica.

#### **10.4 Tubo isolante pieghevole ed auto rinvenente di PVC (corrugato)**

Sarà conforme alle norme CEI vigenti, in materiale auto estinguente, di tipo pesante, provvisto di marchio

italiano di qualità.

Sarà impiegato esclusivamente per la posa sotto traccia a parete, a soffitto, o a pavimento, curando che in tutti i punti sia ricoperto da almeno 15 mm d'intonaco, oppure entro pareti prefabbricate del tipo a sandwich od in vista nel contro soffitto.

Non potranno essere eseguite giunzioni se non in corrispondenza di scatole o di cassette di derivazione, se non attraverso appositi giunti in materiale morbido trasparente.

I cambiamenti di direzione saranno eseguiti con curve ampie (raggio di curvatura compreso fra tre e sei volte il diametro nominale del tubo).

Avrà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N.

Al fine di facilitare il riconoscimento immediato delle linee, i tubi isolanti pieghevoli ed auto rinvenenti

dovranno essere diversamente colorati secondo la diverso utilizzo, come di seguito indicato:

- nero: circuiti luce e prese

- verde: linee telefoniche e trasmissione dati
- azzurro: citofonia e video citofonia
- marrone: antintrusione e rivelazione incendi
- viola: amplificazione
- blu: illuminazione di sicurezza, su proprio circuito
- bianco: impianto TV

### **10.5 Tubo flessibile con spirale rigida in PVC (guaina)**

Sarà in materiale auto estinguente e costituito da un tubo di plastica morbida, internamente liscio rinforzato

da una spirale di sostegno in PVC. La spirale avrà caratteristiche (passo dell'elica, rigidità ecc.) tali da garantire l'inalterabilità della sezione anche per il raggio minimo di curvatura (raggio minimo = 2 x diametro interno) ed il ritorno alla sezione originale in caso di schiacciamento. Il campo di temperatura d'impianto si estenderà da -15 °C a +70 °C.

Per il collegamento a tubi d'altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori ecc. saranno impiegati esclusivamente raccordi previsti allo scopo dal costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), anello di tenuta, ghiera filettata di serraggio, controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati. Le estremità dei tubi flessibili non saranno bloccate con raccordi del tipo a clips serrate con viti. Avrà resistenza allo schiacciamento non inferiore a 320 N.

Per posa in vista, il tubo protettivo flessibile, sarà limitato al tratto più breve possibile per consentire il raccordo alla cassetta di derivazione od apparecchiatura. In ogni modo il tubo flessibile non potrà essere impiegato laddove sia possibile impiegare il tubo protettivo rigido.

### **10.6 Tubo flessibile con spirale d'acciaio zincato (GUAINA)**

Sarà costituito da un tubo flessibile a spirale d'acciaio zincato a semplice aggraffatura, con rivestimento

esterno in guaina morbida di PVC auto estinguente, con campo di temperatura d'impiego da -15 °C a +80 °C.

La guaina esterna presenterà internamente delle nervature elicoidali in corrispondenza all'interconnessione fra le spire del tubo flessibile e ciò allo scopo di assicurare una perfetta

aderenza ed evitare che si abbiano a verificare scorrimenti reciproci.

Per i collegamenti a tubi d'altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori ecc., saranno impiegati esclusivamente i raccordi metallici previsti allo scopo del costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), manicotto con filettatura stampata per protezione delle estremità taglienti e per la messa a terra, guarnizione conica, ghiera di serraggio e controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati.

In ogni caso non è ammesso bloccare le estremità del tubo flessibile con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

Per posa in vista, il tubo protettivo flessibile, sarà limitato al tratto più breve possibile per consentire il raccordo alla cassetta di derivazione od apparecchiatura. In ogni modo il tubo flessibile non potrà essere impiegato laddove sia possibile impiegare il tubo protettivo rigido.

### **10.7 Cassette di derivazione stagne in PVC**

Saranno in materiale isolante a base di PVC auto estinguente, con grado di protezione minimo IP 55.

Nei locali umidi o bagnati è ammesso solo l'impiego del tipo di materiale isolante.

Saranno dotate di coperchio con chiusura a vite. Non sono ammessi i coperchi con chiusura a pressione che non richiedono attrezzo per la rimozione.

Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che siano allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali. Saranno fissate a parete o soffitto con non meno di due viti.

Per quanto possibile, si cercherà di unificare i tipi e le dimensioni.

Tutte le tubazioni, protettive entreranno dai fianchi delle cassette. L'ingresso avverrà esclusivamente

attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti.

Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non sarà pertanto superiore a quello dei fori stessi.

Le tubazioni non sporgeranno all'interno della cassetta, poiché ogni tubo dovrà essere innestato per mezzo di un apposito raccordo tubo - scatola ad innesto rapido, senza l'utilizzo d'alcun tipo d'utensile per le forature.

Setti di separazione fissi saranno previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni



nominali diverse.

In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo d'impianto.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori saranno eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese, interruttori ecc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato.

Il serraggio dei conduttori sarà a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio avvitante.

Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati, non deve essere superiore al 70% del massimo disponibile.

Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con sigle poste sulla superficie interna o su quell'esterna del coperchio di ciascuna cassetta in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

### **10.8 Cassetta di derivazione stagne in pressofusione**

Saranno realizzate in pressofusione in alluminio lega UNI 5070, con pareti lisce di spessore superiore a 3

mm.

Avranno grado di protezione minimo IP 55.

Saranno dotate di coperchio con chiusura a vite e guarnizione in neoprene.

Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che siano allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali. Saranno fissate a parete o soffitto con non meno di due viti.

Per quanto possibile, si cercherà di unificare i tipi e le dimensioni. Tutte le tubazioni, protettive entreranno dai fianchi delle cassette.

Le tubazioni non sporgeranno all'interno della cassetta, poiché ogni tubo dovrà essere innestato per mezzo di un apposito raccordo tubo - scatola ad innesto rapido, senza l'utilizzo d'alcun tipo d'utensile per le forature.

Le tubazioni saranno collegate alla cassetta per mezzo di un apposito raccordo tubo - scatola o

mediante filettatura da realizzarsi direttamente sulla parete della stessa. I bordi delle tubazioni saranno lisciati, onde evitare il danneggiamento delle guaine dei conduttori nelle operazioni di infilaggio e sfilaggio.

In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo d'impianto.

All'interno delle cassette saranno predisposte una o più viti per la messa a terra e pratiche guide per l'applicazione di profilati tipo DIN o morsettiere. Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori saranno eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese, interruttori ecc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato.

Il serraggio dei conduttori sarà a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio avvitante.

Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati, non deve essere superiore al 70% del massimo disponibile.

Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con sigle poste sulla superficie interna o su quell'esterna del coperchio di ciascuna cassetta in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

### **10.9 Casette di derivazione da incasso in PVC**

Saranno in materiale termoplastico autoestinguente, (GWT 650 °C); con grado di protezione IP 40, o per

l'impiego in locali umidi o bagnati, con grado di protezione IP 55 per realizzare impianti incassati stagni.

Saranno di grande capacità, previste per la realizzazione di colonne montanti o derivazioni principali; predisposte per l'inserimento di separatori per la suddivisione di circuiti diversi; coperchi lisci a filo del rivestimento esterno, od eventualmente alti per il raccordo tra impianto incassato ed impianto esterno. In ogni caso il coperchio sarà con chiusura vite.

Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che siano allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali, saldamente fissate con malta cementizia. Particolare cura ed attenzione si dovrà avere affinché le cassette ed in particolare i tubi non siano ostruiti da malta od altro.

Per quanto possibile, si cercherà di unificare i tipi e le dimensioni. Saranno inoltre disponibili

inserti, e raccordi per realizzare insiemi composti.

Tutte le tubazioni, protettive entreranno prevalentemente dai fianchi delle cassette, attraverso le predisposizioni previste dal costruttore e senza praticare ulteriori allargamenti o produrre rotture che indeboliscano la struttura della cassetta.

Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non sarà pertanto superiore a quello già previsto dal costruttore. Le tubazioni che spogeranno all'interno saranno opportunamente tagliate a filo cassetta.

In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo d'impianto.

All'interno delle cassette potranno trovare posto, relè, partitori TV, collettori di terra , ecc.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori saranno eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese, interruttori ecc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato.

Il serraggio dei conduttori sarà a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio avvitante.

Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati, non deve essere superiore al 50% del massimo disponibile.

Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con sigle poste sulla superficie interna o su quell'esterna del coperchio di ciascuna cassetta in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

### **10.10 Canaletta d'acciaio zincato di tipo chiuso**

Essa sarà ottenuta da lamiera d'acciaio protetta con zincatura a fuoco sendzimir oppure, se indicato nel

computo metrico o nella specifica, con zincatura a fuoco per immersione dopo le lavorazioni foratura e piegatura.

I fianchi avranno un'altezza di almeno 75 mm e lo spessore non sarà inferiore a 1,5 mm.

Per la sospensione saranno impiegate, per quanto possibile, mensole ancorate sia a profilati fissati a soffitto, sia con tasselli direttamente a parete in modo da avere sempre un lato libero.

La distanza fra due sostegni non sarà superiore a 2 m e in ogni modo tale che la freccia d'inflessione non sia superiore a 5 mm.

La distanza della canaletta dal soffitto o da un'altra sovrapposta sarà di almeno 20 cm.

Il collegamento fra due tratti avverrà mediante giunti di tipo telescopico o da incastro in modo da ottenere la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi ed evitarne l'abrasione durante la posa oppure impiegando giunti ad angolo di tipo esterni e piastre coprigiunto interne.

Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc., saranno impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, ecc. In ogni caso gli spigoli che possono danneggiare i cavi saranno protetti con piastre terminali copri filo.

Per il collegamento delle varie parti saranno impiegati non meno di quattro bulloni d'acciaio zincato o cadmiato di tipo con testa tonda e larga posta all'interno della canaletta e muniti di rondella.

La canaletta sarà dotata di coperchio fissato o a scatto o mediante moschettoni e asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza agli attraversamenti di pareti.

Nei punti di giunzione, d'ingresso di tubazioni e analoghi sarà mantenuto il grado di protezione.

Gli accessori per la sospensione (mensole, staffe, supporti, ecc.) saranno in acciaio zincato o inossidabile, secondo il grado d'aggressività dell'ambiente o di quanto indicato nel Computo metrico o nella Specifica.

Tutte le minuterie, bulloni, clips, per il bloccaggio del coperchio saranno in acciaio zincato o inossidabile o in nylon.

Per la canaletta zincata per immersione sarà ripristinata la protezione nei punti in cui dovesse essere

indispensabile intervenire con tagli, brusche piegature, fori, ecc., oltre ovviamente alla zincatura per

immersione potranno essere impiegate vernici catodiche rispetto allo zinco, quale minio o cromato di Pb.

Dovranno essere previsti i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI.

### **10.11 Canaletta in materiale plastico**

Essa sarà realizzata in materiale plastico isolante autoestinguente, con grado di protezione del sistema IP 40.

Potrà essere montata a sospensione con mensole ancorate sia a profilati fissati a soffitto, sia con tasselli direttamente a parete od a battiscopa, in modo da avere sempre un lato libero.

Il collegamento fra due tratti avverrà mediante idonei giunti ad incastro, in modo da ottenere la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi e del coperchio di chiusura.

Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc., saranno impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, ecc.

La canaletta sarà dotata di coperchio fissato a scatto ed apribile solo con attrezzo.

Nei punti di giunzione, d'ingresso di tubazioni e analoghi sarà mantenuto il grado di protezione.

Saranno previsti all'interno traversine di trattenuta cavi ed eventuali setti di separazione per realizzare scomparti divisi, come pure cassette coordinate portafrutto o di derivazione.

## *11. CAVI E CONDUTTORI*

### **11.1 Norme vigenti**

- Legge del 1 marzo 1968, n.186.
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI 16-4 - Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori.

### **11.2 Colore d'individuazione dei conduttori**

Nella realizzazione degli impianti per l'individuazione dei conduttori, in particolare per quelli che, negli impianti civili, collegano invertitori e deviatori o l'interruttore al punto luce, dovranno essere seguiti i seguenti criteri:

1. Imposizione del colore giallo - verde esclusivamente per i conduttori di terra o di protezione o equipotenziali.
2. Imposizione del colore blu chiaro per i conduttori di neutro o per il conduttore mediano in corrente continua.
3. Ammissione, per i cavi unipolari senza rivestimento protettivo, dei colori nero, grigio e marrone, arancione, rosa, rosso, turchese, violetto e bianco.

Inoltre per sezioni nominali non superiori a 1 mm<sup>2</sup>, quando destinati ad impieghi particolari quali il

cablaggio all'interno di quadri o apparecchiature, in aggiunta ai nove colori sopra precisati è permessa qualsiasi combinazione bicolore dei colori stessi.

Il colore blu chiaro è di norma riservato all'isolante del conduttore di neutro; nei cavi multipolari, qualora questo conduttore non serva o nei casi in cui esso è identificabile per la sua forma (per esempio il conduttore concentrico), l'anima di colore blu chiaro può essere utilizzata per altre funzioni, esclusa quella del conduttore di protezione.

Quando s'utilizzano cavi unipolari con guaina non è necessaria l'individuazione mediante colorazione continua dell'isolante; tuttavia in questo caso le estremità dei cavi devono essere identificate in modo

permanente durante l'installazione da:

- Fascette o altri elementi di bicolore giallo - verde per il conduttore di protezione;
- Fascette di colore blu chiaro per il conduttore di neutro (questa distinzione può essere omessa per il conduttore di neutro di sezione inferiore a quella dei conduttori di fase corrispondenti).

La tabella che segue riassume quanto più sopra indicato.

Numero delle anime del cavo	Colori distintivi delle anime	
	Cavi con conduttore di protezione	Cavi senza conduttore di protezione
1	giallo / verde	blu chiaro; marrone; nero; grigio; bianco; arancione; rosa; rosso; turchese; violetto
2		blu chiaro marrone o nero
3	giallo / verde; blu chiaro marrone o nero	blu chiaro; marrone nero
4	giallo / verde; blu chiaro marrone; nero	blu chiaro; marrone nero; nero
5	giallo / verde; blu chiaro marrone; nero; nero	blu chiaro; marrone nero; nero; nero

### 11.3 Identificazione

I circuiti e le condutture dovranno essere disposte o munite di targhe o d'altri mezzi appropriati in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche d'impianto.

#### **11.4 Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione.**

I conduttori di neutro e di protezione dovranno essere in accordo con la norma CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori".

#### **11.5 Contrassegno dei cavi**

Ciascun cavo, con la sola esclusione di quelli d'alimentazione dei singoli apparecchi d'illuminazione e prese, sarà opportunamente contrassegnato con codice alfanumerico d'identificazione, in accordo ai documenti di progetto (es. tabelle cavi).

Le targhette d'identificazione riportanti i contrassegni di cui sopra, saranno realizzate con materiale resistente alla corrosione ed installate come segue:

- in corrispondenza di ogni terminale;
- in ogni pozzetto di infilaggio nei percorsi in tubi interrati.

#### **11.6 Isolamento dei cavi**

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale ( $U_0/U$ ) non inferiori a 450/750 V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore.

#### **11.7 Criteri di dimensionamento dei circuiti e delle condutture**

##### ***11.7.1 Sezioni minime e cadute di tensione massime ammesse***

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque apparecchio utilizzatore non sia superiore in pratica al 4% della tensione nominale) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori in funzione delle modalità di posa, ricavate dalle tabelle di unificazione CEI - UNEL.

Si raccomanda che la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque



apparecchio utilizzatore non sia superiore in pratica al 4% della tensione nominale dell'impianto.

Cadute di tensione più elevate possono essere ammesse per i motori durante i periodi di avviamento, o per altri componenti elettrici che richiedano assorbimenti di corrente più elevati, con la condizione che ci si assicuri che le variazioni di tensione rimangano entro i limiti indicati nelle relative Norme CEI.

Possono non essere prese in considerazione condizioni transitorie dovute ad un funzionamento di tipo non ordinario.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per le

condutture fisse, sono:

- 0,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti ausiliari di comando e segnalazione
- 1,5 mm<sup>2</sup> per l'illuminazione di base
- 2,5 mm<sup>2</sup> per derivazioni con o senza prese a spina

La sezione dei conduttori di neutro non deve essere inferiore a quella dei conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori di neutro può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni previste dall'art. 524.3 della norma CEI 64 - 8.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti di impianto da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nelle tabelle seguenti ricavate dalla norma CEI 64 - 8

Tab. 54A <b>Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra</b>		
	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	Vedi Tab. 54 F	16 mm <sup>2</sup> rame 16 mm <sup>2</sup> ferro zincato (*)
Protetti contro la corrosione	25 mm <sup>2</sup> rame 50 mm <sup>2</sup> ferro zincato (*)	
(*) Zincatura secondo la Norma CEI 7 - 6 oppure con rivestimento equivalente		

Tab. 54F <b>Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase</b>	
Sezione dei conduttori di fase dell'impianto <i>S (mm)</i>	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione <i>S<sub>p</sub> (mm<sup>2</sup>)</i>
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S_p = S/2$

I valori della Tabella 54F sono validi soltanto se i conduttori di protezione sono costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase. La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della condotta di

alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm<sup>2</sup> se è prevista una protezione meccanica;

- 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista una protezione meccanica.

## **11.8 Prescrizioni tecniche per la realizzazione delle installazioni elettriche - Esecuzione degli impianti**

### ***Condutture e loro accessori***

L'installazione della conduttura deve essere realizzata in modo che sia possibile il controllo dell'isolamento dei conduttori e la localizzazione di eventuali guasti.

Non possono essere annegati direttamente i cavi sotto intonaco e nelle murature; questo vale anche per i conduttori di protezione e di terra.

### ***Coesistenza delle condutture***

Le condutture elettriche, quelle di telecomunicazione, trasmissione dati, ecc., devono essere installate in modo da non generare disturbi reciproci.

Le condutture relative a impianti a bassissima tensione di sicurezza, impianti telefonici, impianti di telecomunicazione e trasmissione dati devono utilizzare tubi, condotti, canalette, cassette e pozzetti indipendenti tra loro e dalle condutture di altro tipo (es. luce e forza motrice).

E' ammessa l'utilizzazione di un unico cunicolo, passerella, condotto, canaletta o percorso interrato solo nei casi in cui questi abbiano dimensioni tali da garantire le distanze di sicurezza richieste e di non influenza reciproca ed i singoli circuiti siano chiaramente identificati.

In particolare, per gli impianti telefonici allacciati alla rete pubblica bisogna verificare se la società telefonica locale richiede la separazione delle condutture relative anche nei confronti degli altri impianti di telecomunicazione.

In ogni caso, nei cunicoli, sulle passerelle, nei condotti e nelle canalette i cavi degli impianti telefonici allacciati alla rete pubblica devono essere intubati.

E' ammessa l'utilizzazione di un unico cunicolo in comune con canalizzazione in natura diversa purché le condutture siano disposte in modo da non essere soggette ad influenze dannose in relazione a sovra riscaldamenti, gocciolamenti, corrosioni, ecc.

### ***Percorso delle condutture***

Le condutture devono essere generalmente realizzate a tratti rettilinei verticali ed orizzontali. I cavi e i conduttori appartenenti ad uno stesso circuito devono seguire il medesimo percorso e, se in tubo, devono essere infilati nello stesso tubo.

Negli attraversamenti di solai, pavimenti, pareti, stipiti di finestre o porte, i cavi devono essere protetti mediante tubi, canalette o similari.

### ***Giunzioni e terminazioni dei conduttori***

Le giunzioni dei conduttori relativi a circuiti elettrici devono essere fatte entro le cassette, mediante morsettiere fisse oppure con morsetti volanti muniti di rivestimento isolante.

I conduttori non devono trasmettere sollecitazioni meccaniche ai morsetti delle prese, delle spine, degli interruttori e degli apparecchi utilizzatori.

Terminazioni realizzate mediante saldatura sono ammesse unicamente nei circuiti con correnti deboli (citofoni, telefono, trasmissione dati, ecc.).

Per gli impianti telefonici, citofonici e di trasmissione dati, non sono ammesse giunzioni intermedie tra due terminali.

### ***Condutture in tubi o condotti***

I cavi e i conduttori in tubo o condotti devono essere sfilabili senza che ne risultino danneggiati.

Le curve dei tubi devono avere un ampio raggio di curvatura e, se necessario, saranno utilizzati appositi raccordi di infilaggio.

Le tubazioni saranno opportunamente distanziate fra loro e provviste di giunti a tre pezzi in modo da rendere agevole lo smontaggio e rimontaggio delle tubazioni stesse ed i loro accessori (cassette, raccordi d'infilaggio, ecc.).

Tutte le tubazioni saranno sicuramente fissate a supporti ed ancorate in modo da evitare spostamenti e fluttuazioni al momento dell'infilaggio cavi.

Gli ancoraggi saranno inoltre opportunamente distanziati in modo da ridurre al minimo le frecce delle tubazioni negli intervalli tra i supporti orizzontali.

La piegatura delle tubazioni sarà effettuata esclusivamente a freddo.

Entro ogni tubazione vuota sarà lasciato un filo di ferro di sufficiente resistenza per essere utilizzato come pilota nella fase successiva d'infilaggio cavi.

### ***Condutture a vista***

L'installazione di condutture in vista può essere prevista solo quando non vi sia pericolo di lesioni o

danneggiamenti meccanici.

Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- a) il fissaggio dei cavi deve essere realizzato solo per mezzo di appositi accessori, es. graffette, disposti in modo da non danneggiare i cavi ed in quantità tale che il cavo aderisca alle pareti e non presenti insellamenti apprezzabili;

- b) gli accessori di fissaggio devono essere privi di spigoli e se metallici devono essere protetti contro l'ossidazione;
- c) non può essere fissato più di un cavo per ogni accessorio salvo che si tratti di accessori multipli
- d) appositamente realizzati;
- e) i cavi posati in vista ad altezza inferiore a 2,50 m in ambienti abitualmente praticabili devono essere meccanicamente protetti.

### ***Condutture all'esterno***

Le derivazioni all'esterno devono essere adatte per ambienti bagnati.

Le condutture in tubo in aria devono essere adatte agli agenti atmosferici e realizzate in modo da impedire l'infiltrazione d'acqua.

I tubi interrati devono essere stagni ed annegati in massello di calcestruzzo di dimensioni tali che lo spessore tra tubo e tubo sia almeno di 60 mm e tra tubo e terreno di 90 mm in tutte le direzioni.

Per l'infilaggio dei cavi si dovranno avere adeguati pozzetti. Il distanziamento fra tali pozzetti sarà da stabilire in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare.

### ***Condutture in ambienti umidi o bagnati***

Le condutture in tubi e condotti in ambienti umidi e bagnati devono essere realizzate in modo da impedire infiltrazioni d'acqua.

### ***Condutture in luoghi a maggior rischio in caso d'incendio***

I conduttori dei circuiti in c.a. posti in "ambienti a maggior rischio in caso d'incendio", devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano cavi unipolari. Le condutture (comprese quelle che transitano soltanto) devono essere realizzate in uno dei modi indicati ai punti i1), i2), i3) dell'art. 751.04.1 della norma CEI 64 - 8.

### ***Conduttori di protezione (PE)***

I conduttori di protezione, se posti nelle stesse condutture dei conduttori di fase, devono essere isolati.

I conduttori di protezione, se non posti nelle stesse condutture dei conduttori di fase, devono essere installati in modo da non essere esposti né a danneggiamenti meccanici né a corrosioni; inoltre, se nudi, non devono essere posati a contatto con materiali combustibili.

***Conduttori unipolari tipo N07V-K***

Cavi per interni non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi.

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20 -22 II e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Saranno essenzialmente costituiti da:

- Conduttore a corda flessibile di rame rosso ricotto, non stagnato, isolato in PVC qualità R2.
- Tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V
- Tensione di prova: 2.5 kV

Condizioni di impiego:

- Per tensioni fino a 1000 V in c.a. per installazioni fisse o protette.
- Da installare entro tubazioni in vista, incassate o altri sistemi chiusi.
- Non installare a contatto con superfici calde.

Condizioni di posa:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: +5°C.
- Raggio minimo di curvatura : 4 volte il diametro esterno.
- Sforzo massimo di tiro : 50 N/ mm di sezione totale del rame.

***Cavo multipolare tipo N1VV-K***

Cavi per energia e segnalazioni non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi, per posa fissa.

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20 -22 II/ 20 -37 PT1 e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Saranno essenzialmente costituiti da:

- Conduttore a corda flessibile di rame rosso ricotto, non stagnato, isolato in PVC qualità R2, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina esterna in mescola di PVC di qualità RZ..

- Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV
- Tensione di prova: 4 kV

Condizioni di impiego:

- Adatto per posa all'interno, in ambienti anche bagnati ed all'esterno.
- Ideali per posa fissa su muratura e strutture metalliche, ammessa anche la posa interrata.

Condizioni di posa:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: +5°C. - Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno.
- Sforzo massimo di tiro : 50 N per mm<sup>2</sup> di sezione totale del rame

### ***Cavo uni/multipolare tipo FG7(O)R***

Cavi per energia e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica di qualità G7, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi, per posa fissa.

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20 -22 II/ 20 -37 PT1 e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Saranno essenzialmente costituiti da:

- Conduttore a corda flessibile di rame rosso ricotto stagnato, isolato in gomma vulcanizzata etilenpropilenica (HEPR) di qualità G7, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina esterna in miscela di PVC di qualità RZ..
- Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV
- Tensione di prova: 4 kV

Condizioni di impiego:

- Adatto per posa all'interno, in ambienti anche bagnati ed all'esterno. Ideali per posa fissa su muratura e strutture metalliche, ammessa anche la posa interrata.
- Particolarmente adatto in ambienti industriali e civili per impianti BT e trasporto di comandi o segnali.

Condizioni di posa:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: +0°C.
- Raggio minimo di curvatura : 4 volte il diametro esterno.

- Sforzo massimo di tiro : 50 N per mm<sup>2</sup> di sezione totale del rame, sia per i cavi flessibili che per quelli rigidi.

***Cavo uni/multipolare tipo FG10(O)M1***

Cavi per energia e segnalazioni isolati in mescola elastomerica di qualità G10, non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi, per posa fissa.

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20 -22 III/ 20 - 35/ 20 -37/ 20 - 38 e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Saranno essenzialmente costituiti da:

- Conduttore a corda flessibile di rame stagnato, isolato con mescola elastomerica di qualità G10, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina esterna termoplastica speciale tipo M1.
- Tensione nominale U<sub>o</sub>/U: 0,6/1 kV
- Tensione di prova: 4 kV

Condizioni di impiego:

- Sono particolarmente indicati in luoghi con rischio d'incendio e con elevato numero di persone, come uffici, scuole, alberghi, supermercati, metropolitane, cinema, teatri, discoteche etc.
- Sono utilizzabili in interni per posa fissa su muratura e su strutture metalliche anche in ambienti bagnati, utilizzabili anche in esterni, ammessa anche la posa fissa.

Condizioni di posa:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: 0°C.
- Raggio minimo di curvatura : 4 volte il diametro esterno.
- Sforzo massimo di tiro : 50 N/ mm<sup>2</sup> di sezione totale del rame.

***Cavo uni/multipolare tipo FG10(O)M1 20-45***

Cavi per energia e segnalazioni isolati in mescola elastomerica di qualità G10, non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi, con barriera antifluoco, per posa fissa.

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20 -22 III/ 20 - 35/ 20 -37/ 20 - 45 e successive



varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Saranno essenzialmente costituiti da:

- Conduttore a corda flessibile di rame stagnato, barriera antifluoco in mica, isolato con mescola elastomerica di qualità G10, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina esterna termoplastica speciale tipo M1.
- Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV
- Tensione di prova: 4 kV

Condizioni di impiego:

- E' indicata l'installazione dove si rende necessario garantire l'efficienza di tutti i sistemi di sicurezza anche durante l'evolversi di un incendio. Quando sottoposto a fiamma (750°C) il cavo mantiene le proprie caratteristiche elettriche per almeno 3 ore.
- Sono utilizzabili in interni per posa fissa su muratura e su strutture metalliche anche in ambienti bagnati, utilizzabili anche in esterni, ammessa anche la posa fissa.

Condizioni di posa:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: +0°C.
- Raggio minimo di curvatura : 12 volte il diametro esterno massimo.
- Sforzo massimo di tiro : 50 N per mm<sup>2</sup> di sezione totale del rame, sia per i cavi flessibili che per quelli rigidi.

### ***Cavo telefonico***

Cavo telefonico mono o multi coppie non propagante l'incendio, in corda di rame flessibile isolato in PVC con guaina esterna in PVC del tipo non propagante l'incendio, a norme CEI 20 - 22 II. Diametro nominale del conduttore 0,6 mm, spessore minimo dell'isolante 0,15 mm. Rispondenti alle norme CEI 46-5, dotato di marchio IMQ.

### ***Cavo per segnalazioni o dati***

Cavo per segnalazioni o dati, di tipo multipolare con anime colorate, non propagante l'incendio, in corda di rame flessibile isolato in PVC con guaina esterna in PVC del tipo non propagante l'incendio, a norme CEI 20 - 22 II.

Diametro nominale del conduttore 0,6 mm, spessore minimo dell'isolante 0,15 mm. Rispondenti

alle norme CEI 46-5, dotato di marchio IMQ.

### **Cavo coassiale**

Cavo coassiale per segnale televisivo, tipo a basse perdite, impedenza nominale 75Ohm, costituiti da

conduttore in rame isolato in polietilene con schermatura in calza di rame e guaina esterna in PVC, del tipo non propagante l'incendio, a norme CEI 20 - 22 II.

## **11.9 CORPI ILLUMINANTI**

### **Generalità**

Gli apparecchi illuminanti saranno completamente rispondenti alle Norme CEI ovvero ad altre Norme CEI 34- 21..23..27..28..29..31..32..34..36..37..38..45 e disposizioni di legge che dovessero successivamente essere emanate, ad integrazione o sostituzione di quelle citate. Saranno provvisti di marchio IMQ, e nel caso di montaggio su superfici normalmente infiammabili dovranno inoltre essere marcati con la sigla F.

Ciascun apparecchio sarà completo e funzionante in ogni sua parte, caratterizzato da robustezza, precisione di lavorazione e accuratezza di finitura, esente da vibrazioni e rumori dovuti agli alimentatori (se presenti).

Gli involucri metallici e le parti metalliche internamente accessibili per manutenzione saranno collegati in modo permanente e sicuro ad un morsetto di terra.

Il conduttore di protezione non avrà sezione inferiore a 1,5 mm<sup>2</sup> e sarà contraddistinto da rivestimento isolante giallo verde.

Nell'apparecchio illuminante, le apparecchiature accessorie contenute risulteranno facilmente smontabili e sostituibili.

I cablaggi interni saranno realizzati con conduttori in rame, aventi sezione non inferiore a 1 mm<sup>2</sup>, aventi isolamento e rivestimento resistenti al calore, o conduttori in rame isolati con gomma siliconica resistente al calore e rivestiti con treccia di fibra di vetro trattata, in conformità alle Norme 20-19.

Il cassetto metallico o in resina, costituente il corpo dell'apparecchio illuminante, deve essere corredato di guarnizione elastica, di materiale anti invecchiante, posta in adeguata sede, coerentemente al grado di protezione IP prescritto per ciascun tipo d'apparecchio. Anche l'entrata del cavo d'alimentazione corrisponderà al grado di protezione IP prescritto.

I cassonetti metallici devono essere realizzati con lamiera d'acciaio, trattata e preparata, verniciata a fuoco o con altro procedimento di pari efficacia, con tinta da definirsi in sede contrattuale.

I cassonetti in resina devono essere realizzati con l'impiego di resina poliestere rinforzata da fibre di vetro auto estinguente.

Gli apparecchi devono soddisfare alle norme o leggi riguardanti il livello di disturbo elettromagnetico ammissibile.

Fusibili di protezione agevolmente sostituibili, montati su porta fusibili fissi.

Morsettiera in materiale termoindurente e viti o levette inossidabili per il fissaggio dei componenti e degli eventuali schermi.

Accessori, tasselli, staffe, supporti e quant'altro necessario per l'ancoraggio del corpo illuminante a soffitto, contro soffitto, pareti e strutture di qualsiasi natura.

I corpi illuminanti saranno corredati delle lampade relative, in numero, potenza e caratteristiche idonee all'inserimento nel corpo illuminante stesso.

Le lampade usate per l'illuminazione di interni avranno generalmente temperatura di colore compresa fra 3300 K (bianco - calda) e 5300 K (bianco - neutra), con indice di resa del colore (Ra) compreso fra 80 e 90, e appartenenza al gruppo 1B per resa del colore (Ra'). Le lampade avranno la medesima tonalità di luce in tutto l'edificio, salvo specifiche indicazioni fornite dalla D.L.

L'esatto orientamento degli apparecchi d'illuminazione, nei locali, dovrà essere valutato in fase d'installazione, in funzione della precisa predisposizione dei posti di lavoro, in modo da fornire agli utenti il miglior comfort visivo.

Per il dettaglio delle caratteristiche degli apparecchi illuminanti, si veda l'elenco prezzi.

## **11.10 APPARECCHI COMPONENTI**

### ***Apparecchi di comando per usi domestici e similari***

Saranno costruttivamente conformi e rispondenti a quanto prescritto dalle norme CEI 23-11 23-9 e successive varianti.

Caratteristiche generali:

- tensione nominale 250 V c.a.
- frequenza nominale 50 Hz
- corrente nominale 10 / 16 A

- tensione di prova per 1' 2 kV
- involucro isolante in poli carbonato di tipo chiuso per la totale segregazione delle parti attive;
- tasto di superficie "elevata" onde facilitarne la manovra da parte dell'operatore.
- viti di serraggio dei conduttori; - contatti in lega di argento..

Saranno distinti per tipologia ed esigenze impiantistiche secondo quanto riportato sulle tavole di progetto e

così suddivisi:

- a) **INTERRUTTORE:** per il comando di utenze da un solo punto ed una posizione del contatto (aperto o chiuso).
- b) **DEVIATORE:** c.s.d. ma per il comando da due punti.
- c) **INVERTITORE:** c.s.d. ma per il comando da tre punti.
- d) **PULSANTE:** può essere a tasto o a tirante, comunque con ritorno a molla nella posizione originale dopo il suo azionamento. Sarà con contatto NC o NA secondo le esigenze. Saranno provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

### ***Accessori per apparecchi componibili***

- a) **TELAIO:** realizzato in materiale plastico auto estinguente con possibilità di installare da 1 a "n" elementi componibili. Sarà realizzato in modo da isolare completamente le parti attive ed i cavi di collegamento degli elementi. Avrà struttura meccanica robusta a facilitare il bloccaggio rapido degli apparecchi. Sarà infine fissata alla cassetta incassata tramite due viti entro fori asolati onde eliminare eventuali difetti di posa della scatola incassata.
- b) **PLACCA:** sarà fissata al telaio mediante sistema a scatto. Per l'estrazione successiva della stessa sarà impiegato un cacciavite inserito negli appositi incastri come prescritto dalle raccomandazioni CEI. Sarà in materiale termoplastico (bianco o colorato) o metallico secondo le specifiche e recherà il numero di fori pari a quelli del telaio.
- c) **SCATOLA DI CONTENIMENTO:** sarà in materiale termoplastico rigido, per il contenimento dei frutti componibili. Avrà dimensioni adeguate al tipo di telaio necessario (es. da 1 a 3 o da 4 a "n") secondo i casi. Sarà incassata nelle pareti al grezzo prima dell'intonaco in modo che questa risulti perfettamente a filo della finitura onde facilitare il montaggio successivo degli altri componenti.
- d) **ESECUZIONE STAGNA:** dove espresso specificatamente, per questo tipo di esecuzione, si adotteranno accessori opportuni in modo da ottenere, per le apparecchiature, il grado di isolamento richiesto. Saranno impiegate placche fornite di membrana e guarnizioni di

tenuta per gli organi di comando e placche con coperchio a molla e guarnizione per tutti gli altri elementi componibili. (es. prese). Il grado di protezione non sarà inferiore a IP 44 e comunque dovrà rispondere a quanto previsto dalle normative vigenti.

### **13.1. CRITERI D'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI DI TERRA ED, EVENTUALMENTE, DI PROTEZIONE DELLE STRUTTURE DAI FULMINI**

#### ***Norme vigenti***

Gli impianti di terra e di protezione delle strutture dai fulmini dovranno essere eseguiti in osservanza delle seguenti norme:

- CEI 64-8, fascicolo 1920 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 v in corrente continua - Parte 5 - Scelta ed installazione dei componenti elettrici.
- CEI 81-1, fascicolo 1439 - Protezione di strutture contro i fulmini. La legge del 1 marzo 1968 n.186.
- Le disposizioni ISPELS ed in particolare il DPR n.547 del 27 aprile 1955 e successivi aggiornamenti.
- Le disposizioni del locale Comando dei Vigili del Fuoco.
- Le norme UNI e UNEL per quanto riguarda i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le norme di costruzione e di esecuzione, le modalità di collaudo, ecc.

#### **12.1.1 Impianto di terra**

##### ***Criteri di dimensionamento dell'impianto di terra***

L'impianto dovrà essere dimensionato e realizzato in modo da proteggere contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli utilizzatori normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione.

Dovranno pure essere collegati a terra i sistemi di tubazioni metalliche accessibili, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore. Il dispersore di terra sarà costituita da una maglia orizzontale e dispersori verticali.

Tutti i conduttori equi potenziali delle masse e delle masse estranee dovranno essere accessibili e collegati in apposita barretta equipotenziale.

I conduttori di protezione potranno essere separati dai conduttori delle fasi attive, per la scelta e la relativa verifica si dovrà fare riferimento a CEI 64-8; gli elementi metallici dell'impianto non



**Azienda Casa Emilia-Romagna  
della Provincia di Ravenna**

potranno essere utilizzati come parti conduttrici.

### ***Realizzazione dell'impianto di terra***

L'impianto di terra dovrà comprendere il collegamento delle carcasse dei motori, dei tubi, canaline e guaine poste a protezione dei cavi elettrici, e delle strutture metalliche quali ponti, ringhiere, scale, grigliati.

Il collegamento delle masse metalliche deve essere realizzato mediante vite in acciaio inox, diametro non inferiore a 8 mm, filettato sulle stesse masse metalliche, e rondelle, oppure con foro passante (in questo caso munito anche di dado di serraggio).

Il collegamento dei tubi conduit, se metallici, dovrà essere realizzato tramite appositi collari a doppio corpo apribile, di cui uno munito di morsetto/i di serraggio del conduttore equipotenziale, muniti di linguetta di contatto.

La continuità metallica tra i vari tubi sarà considerata valida solo alla presenza di raccordi filettati od espressamente realizzati: il collegamento dei tubi conduit alle canaline d'acciaio zincato non sarà ritenuto un collegamento equipotenziale.

Tutti i collegamenti delle strutture metalliche dovranno essere realizzati "a vista".

La connessione tra i vari conduttori di terra dovrà essere effettuata mediante morsetti a compressione la cui deformazione dovrà essere ottenuta da apposite prese idrauliche; nel punto di unione dovrà essere ripristinato l'isolante per mezzo di nastri auto agglomeranti.

La rete di dispersione sarà costituita da una corda di rame nuda, possibilmente ad anello perimetrale intorno all'edificio, direttamente interrato nel terreno ad una profondità di almeno 50 cm. Tale anello sarà collegato al collettore principale di terra, ed ai ferri dell'armatura di fondazione dell'edificio laddove possibile, ed interconetterà i dispersori indicati nei disegni.

I dispersori, realizzati in profilato di acciaio zincato a caldo, dim. 50x50x5 mm e lunghezza 2.000 mm, completi di accessori di collegamento in acciaio inox, saranno di norma installati entro pozzetti ispezionabili. Ogni dispersore sarà segnalato da idonea targa in alluminio, al fine di facilitarne l'individuazione, targa riportante anche il valore della resistenza.

Il sistema di connessione dovrà essere effettuato in modo tale che, agendo sui singoli dispersori, possa essere interrotto il collegamento principale con la rete di terra.

### ***Impianto integrativo per protezioni da sovra tensioni***

L'impianto di protezione integrativo contro le fulminazioni indirette è costituito da tutti i dispositivi, quali: connessioni equipotenziali, limitatori di tensione, ecc., atti a contrastare gli effetti associati al passaggio della corrente del fulmine (tensioni di passo, tensioni indotte, sovra tensioni, ecc.) nell'impianto base o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

Dovranno essere previste connessioni equipotenziali, dirette o tramite limitatori di tensione, fra i

corpi metallici esistenti all'interno del volume da proteggere e fra questi e l'impianto di protezione base; inoltre dovranno essere previsti idonei sistemi coordinati di protezione da sovratensioni sul lato BT sia del quadro generale, sia dei quadri periferici nonché idonee protezioni su tutte le linee elettriche o segnaletiche o seriali entranti o uscenti dai vari manufatti.

### *13.1. QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE*

#### ***Norme vigenti***

I quadri elettrici dovranno essere eseguiti in osservanza delle seguenti norme:

- CEI 17-13/1, o CEI 17-13/3 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione
- (quadri BT).
- La legge del 1 marzo 1968 n.186.
- Le disposizioni ISPELS ed in particolare il DPR n.547 del 27 aprile 1955 e successivi aggiornamenti.
- Le norme UNI e UNEL per quanto riguarda i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di costruzione e di esecuzione, le modalità di collaudo, ecc.

#### ***Costruzione dei quadri***

I quadri elettrici saranno del tipo autoportante ad armadio, oppure per appoggio a parete, e saranno adatti per il montaggio a parete e/o incassato.

Dovranno essere atti a contenere tutte le apparecchiature di sezionamento ed interruzione con i relativi sistemi di comando, controllo, misura, protezione, regolazione, segnalazione, previste.

Le apparecchiature di protezione, comando, potenza saranno installate esclusivamente sui pannelli interni allocati sul fondo del quadro, le apparecchiature di comando e la strumentazione saranno installate sulle porte. Non è ammesso installare apparecchiature su pannelli asportabili; si possono nei casi necessari utilizzare a questo scopo pannelli a cerniera.

Si dovrà raggiungere un buon effetto estetico esterno, unito ad una facile ed immediata individuazione delle manovre da compiere. Componenti omogenei dovranno essere della medesima marca ed appartenere alla stessa linea di prodotto.

All'interno del quadro dovrà essere possibile un'agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione, in modo particolare per le parti di più frequente controllo quali fusibili e relè. I componenti devono essere conformi alle relative norme.



I terminali delle apparecchiature non devono avere altezza inferiore a:

- 20 cm sopra il piano del pavimento e gli strumenti non devono essere montati ad altezza superiore a 2m dal pavimento;
- gli attuatori dei dispositivi di manovra, devono essere in genere collocati ad una altezza compresa tra 0.8 ed 1.6 m dal pavimento.

### ***Carpenteria***

La struttura dei quadri sarà sempre realizzata con intelaiatura e pannelli in lamiera ribordata a doppia piega, di idoneo spessore o resina autoestinguente.

I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato e posteriormente. Saranno ancorati alle strutture murarie; se ad armadio, saranno appoggiati su basamento e zoccolo, e fissati tramite bulloni tirafondi a terra e tasselli ad espansione alla parete di appoggio; se appesi a parete saranno fissati tramite zanche e tasselli ad espansione; se da incasso mediante inserimento in eventuale contro cassetta a murare o direttamente, compreso cornice di finitura.

I quadri risulteranno composti da uno o più scomparti a seconda delle loro dimensioni complessive e del peso.

Il collegamento tra le porte e l'interno del quadro sarà tale da porre i singoli conduttori in sforzo di flessione e non di torsione. Tutte le apparecchiature saranno facilmente accessibili solo dal fronte.

Le sbarre collettrici saranno in rame, ampiamente dimensionate ed ammarate per sopportare le sollecitazioni

dovute alle possibili correnti di corto circuito in gioco, senza subire deformazioni o danni agli elementi.

L'isolamento, tra le fasi e tra le fasi e la terra, delle parti attive dei circuiti di potenza ed ausiliari dovrà essere realizzato con materiali isolanti aventi elevate proprietà meccaniche ed elettriche, non igroscopici, auto estinguenti, resistenti alla fiamma ed all'arco superficiale, idonei a mantenere nel tempo le proprietà caratteristiche. Inoltre negli attraversamenti delle lamiere metalliche di divisione tra le varie celle i conduttori e/o le sbarrette metalliche dovranno essere non direttamente a contatto con la lamiera, ma dovranno essere muniti di guarnizione in materiale auto estinguente.

In ogni caso le caratteristiche dei materiali devono essere come minimo quelle indicate nei seguenti sotto capitoli.

### ***Messa a terra***

Tutte le strutture metalliche del quadro, e le eventuali armature dei cavi provenienti dal campo,

dovranno essere collegati alla rete di terra.

Anche i contenitori metallici delle apparecchiature elettriche dovranno essere collegati a tale rete se le tensioni relative saranno a 25 V se in c.a. ed a 50 V se in c.c.

### ***Cablaggio elettrico***

Il cablaggio elettrico del quadro dovrà essere conforme alle prescrizioni delle Norme CEI applicabili.

Le sbarre conduttrici dovranno essere dimensionate per i valori della corrente nominale e per il valore della corrente di corto circuito. Saranno fissate con ammaraggi isolati atti a sopportare le sollecitazioni elettrodinamiche dovute alle correnti di corto circuito. Le sbarre saranno in rame elettrolitico a spigoli arrotondati, con giunzioni ad imbullonatura contro l'allentamento.

Le derivazioni saranno realizzate in corda di rame flessibile e provviste di capicorda a pressione, dimensionate per la corrente nominale o massima del tipo di interruttore a prescindere dalla sua taratura, ed alimenteranno singolarmente ogni interruttore a partire dal sistema di sbarre sopraindicato od in caso di piccoli quadri, da un piccolo sistema di sbarre ubicato a valle dell'interruttore generale. Ogni derivazione sarà numerata e munita singolarmente di capicorda, mentre non sono ammessi cavallotti sulle apparecchiature se non espressamente previsti dal costruttore degli interruttori.

Per correnti superiori a 100 A, tali collegamenti saranno generalmente costruiti in sbarre, salvo diversa indicazione progettuale. Dovrà essere studiato altresì lo spazio, la possibilità di ammaraggio e collegamento elettrico di tutti i cavi entranti od uscenti dal quadro. Non transiteranno in morsettiera i cavi uscenti, avente sezione maggiore di 50 mm<sup>2</sup>.

Tutti i conduttori, sia ausiliari che di potenza (salvo quanto s.d.) si attesteranno a delle morsettiere componibili su guida DIN, con diaframmi dove necessario.

Ogni conduttore sarà provvisto alle estremità di capocorda a puntale od occhiello, con numerazione di identificazione identica a quanto riportato sugli schemi di cablaggio. I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline con coperchio a scatto. Non è ammesso l'impiego di canaline fissate con adesivo. Ove non sia possibile l'impiego di canaline, i conduttori potranno essere raggruppati con collari autobloccanti.

- Sezione minima dei conduttori ausiliari e strumenti per collegamenti interni 1 mm<sup>2</sup>.
- Sezione minima dei conduttori ausiliari per collegamenti amperometrici 2,5 mm<sup>2</sup>.
- Dimensionamento della canalina in PVC auto estinguente: con grado di riempimento non superiore al 70%

Lo spazio da riservare sul fronte e all'interno del quadro, per l'eventuale installazione futura di



**Azienda Casa Emilia-Romagna  
della Provincia di Ravenna**

nuovi strumenti, dovrà essere almeno il 20% dello spazio complessivo.

## **Contrassegni - Colorazioni - Individuazioni**

### ***Targa del quadro***

Ogni quadro deve essere corredato di targhetta esterna con le indicazioni del costruttore o marchio di fabbrica; il tipo o numero di identificazione attribuito dal costruttore; la corrente nominale del quadro (per i tipi ASD).

### ***Apparecchiature interne***

Le apparecchiature interne dovranno essere chiaramente identificate mediante:

- Contrassegni fasi L1; L2; L3
- contrassegno neutro: N
- contrassegno terra: nastratura giallo verde.
- Contrassegni apparecchiature interne con etichette adesive con protezione in plastificante.
- Contrassegni dei conduttori isolati con collari o tubetti con numerazione indelebile.
- Colorazione dei conduttori isolati di fase: nero; colorazione del conduttore di neutro: azzurro.
- Colorazione dei conduttori ausiliari in corrente alternata: nero
- Targhe in plexiglas di colore nero inciso bianco a pantografo in lingua italiana.

### ***Apparecchiature esterne***

Le norme CEI 16-3 stabiliscono chiaramente il significato di determinati colori delle lampade e dei pulsanti, al fine di aumentare la sicurezza del personale di servizio e facilitare il mantenimento delle apparecchiature e degli impianti.

Nella tabella che segue sono riportati i colori prescritti per le lampade di segnalazione e per i pulsanti, come pure il significato dei colori ed i casi tipici d'impiego.

### ***Morsettiere***

Dovranno essere in materiale non igroscopico, assicurante nel tempo ottime qualità d'isolamento;

dovranno essere facilmente componibili su profilato DIN, e facilmente estraibili, senza dover spostare i morsetti adiacenti; ogni morsetto dovrà essere numerato con segnalini da applicare a pressione, con diciture indelebili.

La sezione minima dei singoli morsetti dovrà essere 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti ausiliari e 4 mm<sup>2</sup> per gli altri; i morsetti dovranno essere muniti di dispositivo contro l'allentamento accidentale del filo.

Le morsettiere dovranno essere previste in posizione facilmente accessibile e a conveniente distanza dalle strutture periferiche e dalle apparecchiature interne del quadro, per facilitare il collegamento dei cavi afferenti. Il numero di riserve non dovrà essere inferiore al 20% del totale richiesto.

### ***Fusibili***

Dovranno essere del tipo ritardato per la protezione dei motori e rapidi per la protezione degli ausiliari.

Le cartucce fusibili, se non diversamente indicato, fino ad un massimo di 63 A (In) dovranno essere del tipo "Diazed" nelle varie grandezze. Saranno installati in modo che a fusibile estratto, la ghiera metallica non

risulti in tensione; con fusibile inserito le parti in tensione risulteranno protette contro i contatti accidentali.

Per intensità di corrente superiore di 63 A (In) si dovrà passare al tipo A.C.R. ovvero NH. Le basi per i fusibili NH, se non unipolari, dovranno essere munite di separatore anti fiamma.

### ***Apparecchiature di manovra e protezione***

Le apparecchiature installate nei quadri saranno di tipo modulare e componibile, con fissaggio a scatto su

binario DIN, o per correnti superiori a 100 A di tipo scatolato. I dati nominali, sono indicati negli schemi elettrici allegati.

Particolare cura dovrà essere posta nella scelta delle apparecchiature per assicurare la massima selettività d'intervento fra gli interruttori installati sul quadro consegna e gli interruttori posti a valle dello stesso sia per quanto riguarda gli interventi per sovracorrenti, sia per gli interventi differenziali.

### ***Contattori***

Dovranno essere di primaria casa costruttrice, nazionale o estera, purché con ricambi di facile

reperibilità. La

categoria d'impiego dovrà essere l'AC3 con declassamento minimo del 20 % rispetto a quanto indicato sui cataloghi. Ogni contattore dovrà essere facilmente reperibile per mezzo di targhette in materiale plastico con diciture indelebili poste su di esso e fissate in modo tale che col tempo sia impedita la perdita dovuta a caduta.

### ***Relè termico***

Dovranno essere del tipo bimetallico muniti di sistema di compensazione termica automatica e di protezione

differenziale per squilibrio di fase, entrambi con tempi brevi d'intervento; i valori di taratura potranno essere sia in percentuale del valore di fondo scala, sia in valore assoluto.

Dovranno essere della stessa casa costruttrice dei contattori, coordinati con essi e con i fusibili, secondo i consigli della casa costruttrice.

L'allacciamento al proprio contattore dovrà essere rigida e non sopportante il peso del relè termico.

### ***Amperometro e voltmetro digitale***

Devono essere del tipo elettronico con visualizzazione tramite display da 20 mm d'altezza (minima);

dovranno essere con alimentazione 110 / 220 V c.a. oppure con pressione del 0,1 %.

Sia la compensazione della deriva termica, sia l'indicazione del fuori scala dovranno essere incorporate.

Qualora ammessi potranno essere previsti strumenti per la misura contemporanea sequenziale della

corrente e delle tensioni trifasi in c.a.; in questo caso il tempo di scansione dovrà essere di 3 secondi.

### ***Trasformatori di corrente***

I trasformatori di corrente potranno essere sia del tipo a primario avvolto, sia del tipo a barra passante,

secondo l'inserimento e del tipo d'utilizzo; essi dovranno in ogni caso essere con classe di precisione coordinata con gli strumenti indicatori e/o gli amplificatori elettronici inseriti lungo il circuito derivato a valle dei morsetti secondari.

Tutti i trasformatori dovranno essere fissati o sul pannello interno del quadro, oppure sulla sbarra ove sono inseriti.

### ***Pulsanti - selettori - portalampada***

Essi dovranno soddisfare, oltre che ad esigenze tecniche proprie quali per esempio: portata, tipo di contatto,

robustezza, qualità del materiale e grado di protezione, anche ad esigenze estetiche, quindi il modello dovrà essere scelto in funzione di queste esigenze in modo da dare all'insieme del quadro particolari caratteristiche estetiche.

### ***Collegamenti alle linee esterne***

Le linee dovranno attestarsi alla morsettiera con una buona ricchezza ed ordinatamente. Le morsettiere non

devono sostenere il peso dei conduttori, ma gli stessi devono essere ancorati ove necessario, a dei profilati di fissaggio.

Le corde relative ad ogni singola fase non possono essere ancorate con morsetti induttivi (spira chiusa).

Tutti i conduttori con isolante e guaina esterna, devono essere protetti con terminale o con nastratura sulla parte rimasta con il solo isolante.

### ***13.2. Certificazioni di conformità riguardanti i quadri elettrici***

Il presente articolo si applica alle apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione, usualmente dette *Quadri elettrici per bassa tensione*.

Nella costruzione ed installazione di dette apparecchiature l'Impresa dovrà seguire scrupolosamente le norme CEI 17-13.

In particolare ogni quadro dovrà essere accompagnato dalla seguente documentazione:

- Dichiarazione, rilasciata dal costruttore, di conformità dell'apparecchiatura alla normativa relativa. Tale dichiarazione può essere sostituita da altri riferimenti nei casi previsti dalla legge (marchi di conformità IMQ, riferimenti a cataloghi ... ).

Tale dichiarazione va allegata alla dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico

Negli allegati del quadro il costruttore deve specificare:

Elenco delle Grandezze Caratteristiche Nominali.

- Tensione nominale d'impiego.
- Tensione nominale d'isolamento
- Tensione nominale di tenuta all'impulso.
- Corrente nominale
- Corrente nominale ammissibile di breve durata.
- Corrente nominale ammissibile di picco
- Corrente di corto circuito nominale condizionata
- Fattore di contemporaneità nominale (usato nella prova di sovra temperatura)
- Altri dati informativi
- Norma di riferimento (1713, 445, ...)
- Natura della corrente e frequenza
- Limiti di funzionamento
- Grado di protezione
- Tipo del sistema di messa a terra, per il quale il quadro è destinato.





**Azienda Casa Emilia-Romagna  
della Provincia di Ravenna**

## **CAPO 3 – IMPIANTI TERMIDRAULICI**

## 1. DESCRIZIONE DELLE OPERE

**1.1** Le opere consistono nell'esecuzione degli impianti meccanici relativi al *progetto di riqualificazione edilizia residenziale pubblica consistente nella demolizione e ricostruzione di edificio sito in via Ponte romano 28 a Faenza per complessivi n.6 alloggi.*

Gli impianti da eseguire sono:

- impianto di riscaldamento a pannelli radianti annegati nel pavimento, distribuzione "a zone" con cassette di contabilizzazione per il riscaldamento, l'acqua calda per usi sanitari e l'acqua fredda;
- realizzazione di nuova centrale termica con generatore alimentato a gas metano, sistemi di accumulo, rete di distribuzione ai vari alloggi;
- impianto solare termico a collettori piani vetrati per l'integrazione del fabbisogno di energia per il riscaldamento e la produzione di acqua calda per usi sanitari;
- impianto di adduzione del gas di rete con tubazioni parte interrata e parte in vista per alimentazione del generatore dell'impianto centralizzato e degli apparecchi di cottura;
- impianto di distribuzione dell'acqua calda sanitaria, calda e fredda per ogni singola unità e per l'alimentazione dal contatore alle singole unità;
- impianto di scarico e ventilazione per acque nere, saponate e meteoriche sia interno che esterno ai fabbricati con posa dei pozzetti.

Gli impianti devono essere realizzati secondo le prescrizioni degli elaborati di progetto e le indicazioni riportate sui disegni allegati.

Le specifiche tecniche sono suddivise in due parti:

- la prima, Prescrizioni Integrative Generali di Appalto, integra e completa il fascicolo "Capitolato Speciale di Appalto" (dove sono elencate le prescrizioni amministrative che regolano l'Appalto nei suoi aspetti generali);
- la seconda, Specifiche Tecniche, fa riferimento alle caratteristiche generali e particolari di apparecchiature e di materiali da installare, senza alcun riferimento alla destinazione ed alle specifiche dimensionali tipiche del progetto. Si deve far riferimento dunque a questa seconda parte per le caratteristiche dei materiali e per le modalità di posa, per le loro proprietà fisico dimensionali, ecc.;

Nel caso di contrasto tra le presenti prescrizioni ed altre contenute nella Documentazione di Contratto D.C. (costituita dalla Documentazione di Appalto D.A. e da altri documenti come il

Contratto di Appalto, la lettera di invito, ecc.), valgono sempre le condizioni più favorevoli per l'E.A..

## *2. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI*

### **2.1 Note generali**

Gli impianti devono essere realizzati in ogni loro parte e nel loro insieme in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione.

In particolare deve essere rispettato quanto elencato alle voci seguenti, compreso successivi aggiornamenti

anche se non specificati.

### **2.2 Leggi e decreti**

- Normative INAIL, ASL e ARPA e ove pertinenti disposizioni del Comando provinciale dei VVF;
- Legge 9.1.91, n. 10 Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
- D.P.R. 26.8.93, n. 412 Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione all'articolo 4 comma 4 della Legge 10/91.
- Direttiva 2002/91/CE Direttiva 2002/91/CE del parlamento europeo e del consiglio del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia.
- D.Lgs. 19.8.2005, n. 192 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D.Lgs. 29.12.2006, n. 311 Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D.Lgs. 30.5.2008, n. 115 Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

- DGR Emilia Romagna n. 967 del 20/07/2015 “Approvazione dell’atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici (artt. 25 e 25-bis L.R. 26/2004 e s.m.i.)
- DGR Emilia Romagna n.1715 del 24 ottobre 2016 “Modifiche all’”Atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici” di cui alla deliberazione di Giunta regionale n. 967 del 20 luglio 2015”
- DECRETO 22 gennaio 2008, n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attivita' di installazione degli impianti all'interno degli edifici. (GU n.61 del 12-3-2008 )

### *Acustica*

- DPCM 01 marzo 1991. Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- Legge 26 ottobre 1995 n.447. Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- DPCM 14 novembre 1997. Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore. DPCM 05 dicembre 1997. Determinazione dei requisiti acustici degli edifici.
- DM 16 marzo 1998. Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- L.R. 9 maggio 2001, n. 15 “DISPOSIZIONI IN MATERIA DI INQUINAMENTO ACUSTICO” (aggiornato con le modifiche apportate da: L.R. 13 novembre 2001 n. 38 e L.R. 25 novembre 2002 n. 31)

### **2.3 Norme UNI**

***Per tutto l’elenco sotto riportato anche se non espressamente indicato si intendono valide le Norme UNI alla data di sottoscrizione del contratto tra la Stazione Appaltante e l’Appaltatore.***

- UNI 9182 2014 Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo
- UNI EN 12056-1 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni.

- UNI EN 12056-2 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo.
- UNI EN 12056-3 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo.
- UNI EN 12056-4 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo
- UNI EN 12056-5 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso.
- UNI EN 12237 2004 Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica
- UNI 8364-1/2/3 2007 Impianti di riscaldamento. Esercizio – Conduzione - Controllo e manutenzione.
- UNI 10412-2 2009 Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Prescrizioni di sicurezza - Parte 2: Requisiti specifici per impianti con apparecchi per il riscaldamento di tipo domestico alimentati a combustibile solido con caldaia incorporata, con potenza del focolare complessiva non maggiore di 35 kW
- UNI EN 12831:2006 Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto.
- UNI EN 442-1: 2015 Radiatori e convettori - Parte 1: Specifiche tecniche e requisiti
- UNI EN 442-2: 2015 Radiatori e convettori - Parte 2: Metodi di prova e valutazione
- UNI 10349-1:2016 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata
- UNI/TR 10349-2:2016 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 2: Dati di progetto
- UNI 10349-3:2016 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici
- UNI 10351:2015 Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto
- UNI 10355:1994 Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
- UNI EN 12831 Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto.

- UNI EN ISO 6946:2008 Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo
- UNI EN ISO 10077-1:2007 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità
- UNI EN ISO 10077-2: 2012 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai
- UNI EN ISO 10211:2008 Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati
- UNI EN ISO 10456: Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto
- - UNI EN ISO 13370:2008 Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
- 
- UNI EN ISO 13788 Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia – Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo
- - UNI EN ISO 13789 Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo.
- - UNI EN ISO 13790 Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
- - UNI EN ISO 14683 Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento.
- - UNI 7129 “Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione - Progettazione, installazione e messa in servizio” e “Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione - Termini e definizioni”

## **2.4 Disegni di cantiere e di montaggio**

La documentazione tecnica del progetto esecutivo illustra le caratteristiche dell'opera, le modalità esecutive, i dati dimensionali dei vari componenti e contiene i disegni esecutivi per la realizzazione delle opere. L'Appaltatore deve redigere, in concomitanza dell'acquisto di apparecchiature e materiali e prima della realizzazione dei lavori, i disegni costruttivi di cantiere e di montaggio e sottoporli alla D.L. per approvazione (cantierizzazione del progetto).

L'Appaltatore è perfettamente in grado di elaborare i disegni costruttivi di cantiere, in tutte le sue parti, senza ulteriori indicazioni ed in conformità con quanto previsto nel progetto.

Dimensioni, ubicazioni e quote nei disegni costruttivi di cantiere devono essere verificati sul posto dall'Appaltatore.

I disegni costruttivi di cantiere devono essere conformi ai disegni e specifiche di progetto, nonché a tutta la documentazione contrattuale ed alle indicazioni della D.L..

I disegni costruttivi di cantiere devono rispettare fedelmente quanto si va a realizzare ed essere accompagnati da dettagli tecnici, da tabelle, da cataloghi tecnici e da ogni altro genere di documentazione utile per dare alla D.L. gli elementi per l'approvazione; essi devono tenere conto di tutti i dati acquisiti in cantiere.

L'approvazione da parte della D.L. di tali disegni, schemi e dettagli non esonera l'Appaltatore dalla sua responsabilità per qualsiasi errore dei propri elaborati e per deviazioni dalle Norme vigenti e/o dalla Documentazione di Appalto (D.A.), a meno che l'Appaltatore abbia informato per iscritto la D.L. di tali deviazioni e ne abbia ricevuto per iscritto la necessaria approvazione.

L'Appaltatore deve ripresentare i disegni a cui siano state apportate correzioni, senza per questo acquisire alcun diritto a compensi supplementari, sino al conseguimento dell'approvazione definitiva; questa in ogni caso non solleva l'Appaltatore dalla responsabilità per la perfetta esecuzione delle opere, essendo tale approvazione data sostanzialmente alla loro impostazione concettuale ma non al dimensionamento delle apparecchiature ed a tutti i dettagli costruttivi.

Oltre ai normali disegni costruttivi di cantiere e di montaggio l'Appaltatore deve fornire i disegni quotati per la realizzazione di opere murarie necessarie quali ad esempio basamenti, cunicoli, ecc.; inoltre deve dare l'indicazione sui disegni dei carichi statici e dinamici delle macchine, le potenze e le caratteristiche dei vari motori e/o macchine, le modalità di montaggio e di ancoraggio alle strutture.

Su tutti i disegni devono essere indicati i riferimenti a piante e sezioni.

Le soluzioni con cui sono state risolte interferenze fra i vari impianti devono essere esplicate con sezioni e particolari. L'elaborazione dei disegni di cantiere va inoltre completata con la verifica degli ingombri di altri impianti presenti negli stessi cavedi, piani o centrali (anche se non facenti parte del presente appalto, ma successivamente ordinati dall'E.A., anche ad appaltatori terzi), per controllarne le interferenze e per individuare percorsi ottimali per ciascuna rete, alla luce anche delle effettive dimensioni delle apparecchiature e macchine acquistate. Devono pertanto essere confrontati i disegni dell'impiantista elettrico con quelli dell'impiantista termofluidico o con altri impiantisti coinvolti per definire le zone interessate da ciascuna rete, i relativi spazi accessori e di montaggio.

Tale verifica deve portare all'eventuale elaborazione di ulteriori disegni di dettaglio con evidenziate queste mutue interferenze.

Ogni qualvolta risulti necessario, o su richiesta della D.L., devono essere forniti dall'Appaltatore i calcoli di verifica delle strutture adottate.

Tutti i disegni di dettaglio e di montaggio, una volta approvati dalla D.L., fanno parte del progetto di cantierizzazione.

Per una completa verifica di quantità e tipologia di materiali ed apparecchiature installate (sia appalto di tipo a forfait, o a misura, o altro), a semplice richiesta della D.L., tutte le piante, schemi ed eventuali sezioni interessate devono contenere tabelle con l'indicazione per ogni apparecchiatura e materiale di:

- simbolo e/o sigla del componente
- quantità degli elementi contenuti nel disegno
- codice di identificazione del prezzo unitario di riferimento o eventuale precisazione di nuovo
- prezzo
- marca
- modello.

Modifiche e lavori non previsti possono succedersi varie volte nel corso dei lavori e l'Appaltatore deve procedere ai successivi aggiornamenti del progetto senza pretendere alcun indennizzo aggiuntivo.

L'Appaltatore può redigere il proprio progetto in fasi successive e concordate con la D.L.. Tali fasi devono risultare in seguito all'esame del Programma Lavori dettagliato sottoposto dall'Appaltatore ed accettato dalla D.L..

Gli elaborati per l'approvazione vanno consegnati alla D.L. in triplice copia; una viene restituita firmata ed approvata, oppure approvata con commenti (necessaria ritrasmissione), oppure non approvata. In questi ultimi due casi l'Appaltatore non può procedere con i relativi lavori, ma deve sottoporre nuovi elaborati ed è responsabile per i ritardi che ci potranno essere rispetto al Programma Lavori concordato.

Nel caso dell'approvazione con commenti, necessaria ritrasmissione, l'Appaltatore deve apportare le modifiche richieste e quindi procedere nel lavoro.

È comunque stabilito che l'Appaltatore non può procedere ad alcun lavoro se non è in possesso dei relativi disegni di progetto e di cantiere approvati e firmati dalla D.L.. La D.L. si riserva 30 giorni per la verifica dei disegni dell'Appaltatore.

Si precisa che tutte le approvazioni non corresponsabilizzano minimamente la D.L. sul buon funzionamento degli impianti e sulla rispondenza degli stessi in termini di collaudo in corso d'opera e finale, la cui responsabilità resta completamente a carico dell'Appaltatore.



## **2.5 Verifica del progetto esecutivo**

L'Appaltatore è tenuto a verificare il progetto nei suoi calcoli, dimensionamenti e ingombri.

La D.L. discuterà con l'Appaltatore le eventuali osservazioni e deciderà in piena autonomia quali di esse possano essere prese in considerazione.

In ogni caso l'Appaltatore si assume la responsabilità della perfetta esecuzione e funzionamento finale delle opere e quindi anche del progetto e dei calcoli relativi.

Qualora si verificassero discordanze tra i calcoli ed i dimensionamenti effettuati dall'Appaltatore e le caratteristiche tecnico-dimensionali di macchine e apparecchiature di progetto, i nuovi dati dimensionali necessari per i fini richiesti dal progetto devono essere stabiliti in contraddittorio con la D.L.. Resta espressamente inteso che l'approvazione del progetto di dettaglio da parte della D.L.,

comprese le eventuali modifiche in corso d'opera richieste dalla D.L. e concordate con l'Appaltatore, non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle responsabilità di qualsiasi genere, fino al termine del periodo di garanzia, per qualunque inconveniente che si verificasse nelle opere stesse e/o per loro causa nelle strutture e negli arredamenti dell'edificio.

## **2.6 Modifiche al progetto**

### **2.6.1 Da parte dell'E.A.**

L'E.A. si riserva la più ampia facoltà di apportare prima e durante i lavori modifiche di qualsiasi genere al progetto originale, che possano implicare la fornitura ed installazione di impianti non previsti. L'Appaltatore non può trarne ragione per chiedere compensi ed indennizzi di qualsiasi natura e specie o nuovi prezzi.

Ogni qualvolta l'Appaltatore ritenga gli siano ordinati lavori non previsti e che comunque comportino un onere aggiuntivo per l'E.A. sia diretto che indiretto (lavori di varianti per altre Ditte), deve farlo tempestivamente notare con comunicazione scritta alla D.L. e potrà procedere alla esecuzione di dette opere soltanto quando in possesso di autorizzazione sempre scritta dalla stessa D.L., pena il non riconoscimento o l'onere di demolizione delle opere stesse.

Eventuali modifiche al progetto che richiedano elaborazione di nuovi calcoli e nuove tavole grafiche sono a completo carico dell'Appaltatore, ed i relativi oneri si intendono compresi in tutti i prezzi unitari dell'offerta.

La D.L. in questi casi fornisce i nuovi dati di input, sulla base dei quali l'Appaltatore deve elaborare

i calcoli, e le tavole grafiche architettoniche aggiornate nelle scale più opportune.

### **2.6. 2 Da parte dell'Appaltatore**

Eventuali modifiche che l'Appaltatore intendesse apportare al progetto in fase esecutiva di cantiere, devono tassativamente essere richieste per iscritto ed autorizzate sempre per iscritto dalla D.L. con il fine che siano sempre rispettati i criteri dimensionali del progetto originale a lavori ultimati.

Non si considerano modifiche e quindi non danno luogo ad alcun compenso aggiuntivo, purché ordinati prima della loro realizzazione, eventuali spostamenti, nell'ambito di singole fasi o lotti di apparecchiature, tubazioni, canali, cavi, ecc..

## **2.7 Documentazione finale**

### **2.7.1 Note generali**

A lavori ultimati l'Appaltatore deve fornire la documentazione finale qui sotto elencata, dopo aver eseguito tutte le prove, misure, tarature e verifiche di funzionamento degli impianti. La mancata consegna di tale documentazione rende l'Appaltatore responsabile per i conseguenti ritardi

che vi possano essere rispetto ai termini contrattuali.

Tutta la documentazione deve essere fornita alla D.L. prima della consegna provvisoria delle opere e quindi prima del rilascio del Certificato di Regolare Esecuzione.

Su tutti i disegni ed elaborati forniti dall'Appaltatore deve figurare la targhetta fornita o concordata con la D.L..

Una prima copia della documentazione sopradescritta deve essere consegnata alla D.L. per l'esecuzione delle prove e verifiche preliminari.

Successivamente, a verifiche ultimate, l'Appaltatore deve rielaborare la documentazione apportando le eventuali annotazioni o correzioni introdotte dalla D.L..

La documentazione finale deve quindi essere raccolta in robusti contenitori ad anelli.

Ogni contenitore deve riportare in etichetta l'oggetto del contenuto e al suo interno deve essere riportato l'indice dei documenti contenuti.

Se non diversamente indicato, l'Appaltatore deve fornire le seguenti copie:

- n.4 copie su carta della documentazione finale
- n.1 copia su supporto informatico (CD-Rom) dei disegni costruttivi in formato .DWG.

### ***2.7.2 Disegni finali***

I disegni finali di cantiere devono essere aggiornati e **perfettamente corrispondenti alle opere realizzate** con l'indicazione del tipo e delle marche di tutte le apparecchiature, componenti e materiali installati. Particolare cura va riservata al posizionamento esatto, in pianta e nelle sezioni, degli impianti.

Il numero dei disegni finali emessi per la realizzazione dei lavori deve essere pari a quello consegnato per la gara di appalto, integrato da tavole P&I per ogni schema funzionale di centrale o di UTA (redatto in funzione del sistema di regolazione e di supervisione scelto), da piante con indicata la distribuzione FM all'interno delle centrali in genere nonché da sezioni e dettagli utili per la migliore comprensione degli impianti.

In particolare gli schemi dei quadri elettrici devono essere completi delle tabelle relative a tutte le indicazioni tecniche per l'identificazione dei componenti installati ed alle caratteristiche degli stessi, nonché al tipo di sezione e di formazione delle linee in arrivo e in partenza e di tutti gli schemi relativi agli ausiliari necessari.

### ***2.7.3 Documentazione varia relativa agli impianti***

#### ***2.7.3.1 Manuali vari, dichiarazioni, certificazioni***

Nel "Piano di manutenzione dell'opera (fascicolo allegato alla documentazione di appalto)", sono dettagliatamente descritti i documenti che devono essere elaborati e raccolti dall'Appaltatore e quindi consegnati alla D.L.

In particolare devono inoltre essere fornite:

- specifiche d'avviamento impianti
- specifiche di prova
- specifiche di funzionamento relazione di calcolo.

La relazione di calcolo che l'Appaltatore deve consegnare alla D.L. prima di iniziare i lavori deve essere redatta sulla base di quella fornita in fase di gara, aggiornata con eventuali varianti concordate.

Se le varianti sono decise durante il corso dei lavori, è sufficiente che l'Appaltatore emetta di volta in volta dei fogli di aggiornamento, che vanno allegati al fascicolo originale a cura della D.L..

### *2.7.3.2 Dichiarazione di conformità*

Deve essere fornita la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati in accordo alle prescrizioni del D.M. n. 37/08 e successivi aggiornamenti.

## *3. DATI TECNICI DI RIFERIMENTO*

### **3.1 Condizioni termo-igrometriche esterne**

N.B.: Sono derivate dalla UNI 10349-94 e UNI 10339-95

**Inverno** -5°C; 50% U.R.

**Estate** 31°C; 50% U.R.

### **3.2 Condizioni interne invernali**

20°C; U.R. 50%

### **3.3 Tolleranze**

Sulle temperature  $\pm 1^\circ\text{C}$

## *4. TIPOLOGIA DI IMPIANTI E APPARECCHIATURE*

### **4.1 Reti di scarico**

Le reti di scarico sono distinte per acque nere, saponate, bianche.

Per acque nere si intendono quelle provenienti esclusivamente dai WC.

Per acque saponate si intendono quelle provenienti dalle cucine e dai servizi igienici (escluso WC).

Per acque bianche si intendono quelle piovane.

#### **4.2 Reti di adduzione idrica**

Impianto idrico esterna: polietilene A.D. PE 100 a norma UNI EN 12201,

Impianto idrico interno: tubazioni in multistrato, coibentate con guaina in materiale elastomerico anticondensa negli spessori indicati nella apposita tabella in funzione dei diametri e del tipo di posa in opera.

#### **4.3 Apparecchi sanitari e rubinetteria**

Gli apparecchi sanitari sono in vetrochina di colore bianco e la rubinetteria di tipo pesante fortemente cromata di primaria marca e di tipo monocomando con miscelatore.

I vasi sono del tipo a pavimento e dotati di cassetta di scarico.

I bidet sono del tipo a terra.

#### **4.4 Acque nere**

Le tubazioni di scarico acque nere (colonne verticali e collettori suborizzontali attacchi ai sanitari posti

all'interno dei fabbricati) di provenienza dai servizi igienici (solo WC), sono previste in PVC secondo

UNI EN 1329-1 2000 e confluiranno fino al sifone terminale tipo Firenze quindi al pozzetto con predisposizione della guardia idraulica delle acque bianche.

#### **4.5 Acque saponate**

Per le cucine è prevista una tubazione in PVC secondo UNI EN 1329-1 2000 confluyente in una serie di degrassatori in cls, monoblocco per installazione a pavimento dotato di chiusini carrabili in cls e successivamente nella rete delle acque nere,

#### **4.6 Ventilazione degli scarichi**

Tutte le tubazioni di scarico dei servizi igienici al piano terra, così come quelle degli scarichi dei servizi

igienici al primo piano sono dotati di colonna di ventilazione primaria parallela sfociante in copertura. Le colonne di ventilazione saranno realizzate nel rispetto in PVC nel rispetto UNI EN 1329-1 2000

#### **4.7 Acque bianche o meteoriche:**

E' prevista una rete di raccolta in PVC secondo UNI EN 1401 collegata a pozzetti pluviali e a caditoie

prefabbricati in cls monoblocco per installazione a pavimento dotati di chiusini carrabili in cls collegata

agli allacci comunali tramite pozzetto con guardia idraulica a cui arriveranno anche i terminali delle acque nere.

#### **4.8 Impianto adduzione gas**

Tubazioni interrato in polietilene specifico per gas nel rispetto della norma UNI CIG 7129.

Tubazioni interne in rame in rotoli o in verghe con raccorderia a saldare nel rispetto della norma UNI CIG 7129. L'impianto dovrà essere realizzato con gli accessori richiesti dalla norma sopraccitata anche per le prove periodiche di pressione.

#### **4.9 Impianto di riscaldamento**

Tubazioni in rame precoibentato in rotoli per i collegamenti tra collettori e corpi scaldanti e in verghe coibentate con guaina in materiale elastomerico per il collegamento tra caldaia e collettori.

### **5. QUALITÀ E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

Salvo non sia disposto diversamente, tutti i materiali necessari per l'esecuzione delle opere, dovranno essere forniti dall'Impresa.

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'Appalto devono corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e nei regolamenti ufficiali vigenti in materia.

In mancanza di particolari prescrizioni, devono essere delle migliori qualità esistenti in commercio, ed idonei all'uso cui sono stati destinati. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, devono essere riconosciuti idonei, e accettati dalla Direzione Lavori, anche a seguito di specifiche prove di laboratorio o di certificazioni fornite dal produttore che ne attestino la qualità e rispondenza alle normative vigenti e alle prescrizioni impartite.

Qualora la Direzione Lavori rifiuti una qualsiasi provvista di materiali, ritenuta non idonea all'impiego, l'Impresa deve sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati devono essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e a spese della stessa Impresa.

In materia di accettazione dei materiali, qualora eventuali carenze di prescrizioni delle Comunità Europea nazionali e regionali, ovvero la mancanza di precise disposizioni nella descrizione contrattuale dei lavori, possano dare luogo a incertezze circa i requisiti dei materiali stessi, la Direzione Lavori ha facoltà di ricorrere all'applicazione di norme speciali, ove esistano, siano esse nazionali o estere.

L'accettazione dei materiali da parte della direzione dei lavori non esenta l'Impresa dalla totale responsabilità della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Salvo particolari prescrizioni o ordini impartiti, i materiali perverranno da quelle località e/o da quei produttori che l'Impresa, a suo giudizio di convenienza, deciderà di scegliere, non potendo per ciò avanzare o reclamare alcun diritto di sorta, qualora durante i lavori i materiali venissero riscontrati non più rispondenti ai requisiti, oppure venissero addirittura a mancare. Nell'eventualità di cui sopra, l'Impresa sarà obbligata a ricorrere ad altri produttori, diversi dai precedenti, di qualsiasi località, specificando che in tali casi, i prezzi stabiliti in elenco, come tutte le varie prescrizioni riferite alla dimensione e qualità dei materiali, resteranno invariati.

Qualora, senza la preventiva ed esplicita approvazione della Direzione Lavori, l'Impresa nel proprio interesse o di sua iniziativa impiegasse materiali di dimensioni consistenza e qualità superiori a quelle prescritte, non avrà diritto ad alcun aumento dei prezzi, compensi addizionali o riconoscimento di prezzi non prescritti.

La D.L. può richiedere campionatura di tutti i materiali previsti nell'esecuzione delle opere.

In particolare l'Appaltatore, oltre che l'approvazione tecnica, deve richiedere anche quella estetica di

tutti i materiali ed apparecchiature in vista (elenco avente carattere esemplificativo e non esaustivo):

- generatori di calore
- radiatori
- cassette collettori (modello e colore)
- diffusori, bocchette, griglie, ecc. (modelli, geometria e dimensioni, colore)
- apparecchi sanitari
- rubinetteria

Quanto richiesto deve essere etichettato con le seguenti indicazioni: tipo ed altri mezzi di

identificazione, nome e località del cantiere, numero d'ordine e/o richiesta di offerta, data ed altre indicazioni utili.

Dopo l'approvazione da parte della D.L. tali campioni servono quale base di riferimento per materiali e/o manufatti da fornire.

Relativamente ai materiali ed alle apparecchiature per i quali non è possibile una campionatura e per quelli di cui non è richiesta la campionatura, devono comunque essere forniti nome, marca di fabbrica, tipo e tutte le altre informazioni utili.

### **5.1 Tarature, prove e collaudi**

Devono essere effettuate le operazioni di taratura, regolazione e messa a punto di ogni parte dell'impianto.

È compito dell'Appaltatore:

- eseguire i collaudi ordinati dalla D.L.
- eseguire tutte le prove e collaudi previsti nella D.A..
- L'Appaltatore deve informare per iscritto la D.L., con almeno una settimana di anticipo, quando
- l'impianto è predisposto per le prove in corso d'opera e per le prove di funzionamento
- sostenere le spese per i collaudi provvisori e definitivi, restando escluso solo l'onorario per il
- Collaudatore ufficiale
- sostenere le spese per il Collaudatore qualora i collaudi si dovessero ripetere per esito negativo
- mettere a disposizione della D.L. gli apparecchi e gli strumenti di misura e controllo e la necessaria mano d'opera per le misure e le verifiche in corso d'opera ed in fase di collaudo dei lavori eseguiti.

Elenco strumenti indispensabili che si intendono utilizzare per le prove e verifiche dei vari componenti, con i relativi certificati di calibrazione in data non superiore ad 1 anno (elenco avente carattere indicativo e non esaustivo):

- sonde campione di temperatura
- pressostato differenziale con generatori di pressione



- fonometro integratore (almeno di classe I secondo standard IEC nx651 del 1979 e nx804 del 1985) adatto alla misurazione della Leq (A) e completo di stampante
- manometri campione

L'esito favorevole di prove e verifiche non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano i prescritti requisiti nelle opere finite. Gli oneri per quanto sopraddetto sono inclusi in tutti i prezzi unitari di appalto.

## **5.2 Verifiche e prove da prevedere**

L'esecuzione dei lavori richiede una consegna provvisoria e una consegna definitiva degli impianti.

Per la consegna provvisoria, da farsi appena ultimati i lavori, sono previste:

- verifiche e prove in corso d'opera
- messa a punto, tarature ed avviamenti
- verifiche e prove preliminari.

Per la consegna definitiva, da farsi dopo la consegna provvisoria, sono previste:

- verifiche e prove finali.

Tutte le verifiche e prove devono essere fatte a cura dell'Appaltatore in contraddittorio con la D.L., alla eventuale presenza del Collaudatore in corso d'opera.

Gli oneri per tali verifiche e prove sono inclusi in tutti i prezzi unitari di appalto.

## **5.3 Consistenza delle verifiche e prove preliminari per la consegna provvisoria**

### *Note generali*

A montaggi ultimati ha inizio un periodo di funzionamento degli impianti, di durata non inferiore al 10% del tempo di ultimazione dei lavori, durante il quale l'Appaltatore deve provvedere ad effettuare tutte le operazioni di messa a punto, prove e tarature degli impianti.

Durante tale periodo e fino alla data del Certificato di Ultimazione Lavori, gli impianti sono condotti dal personale dell'Appaltatore che deve assicurare la necessaria manutenzione, la pulizia e la sostituzione dei materiali di consumo acquistati dall'E.A. (se non diversamente precisato in altri documenti di contratto). Sono inoltre esclusi i costi dell'energia elettrica, gas, acqua, ecc..

Terminato il periodo sopradescritto, l'Appaltatore comunica alla D.L., a mezzo raccomandata, di aver terminato i lavori, richiedendo l'emissione del Certificato di Ultimazione Lavori.

Entro 10 giorni dal ricevimento di tale lettera la D.L. redige il Certificato di Ultimazione Lavori;

entro trenta giorni dalla data di tale certificato la D.L. procede all'accertamento sommario della regolarità delle opere eseguite ed emette il Certificato di Regolare Esecuzione.

Detto accertamento sommario, ovvero le verifiche e prove preliminari in genere, consiste in verifiche qualitative, quantitative e prove preliminari degli impianti intese ad accertare che la qualità e la quantità dei materiali forniti, le modalità di esecuzione, l'installazione, la fornitura e le prestazioni provvisorie degli impianti rispondano alle condizioni contrattuali e alle normative vigenti.

Prima dell'inizio delle verifiche e prove preliminari, l'Appaltatore deve aver provveduto affinché:

copia della documentazione di messa a punto e tarature sia presentata in visione alla D.L. nelle centrali, sottocentrali, locali tecnici, ecc., ci siano tutte le apparecchiature e quei materiali di ricambio necessari per le prove preliminari (es. fusibili, cinghie di motori, ecc.).

Qualora ciò non avvenga, la D.L. non procederà ad alcuna prova e ritornerà soltanto quando tali obblighi siano stati soddisfatti. Ovviamente i ritardi nella consegna degli impianti sono addebitati all'Appaltatore, compresa l'eventuale penale per mancata ultimazione dei lavori.

L'esecuzione e il risultato delle verifiche e prove preliminari formano oggetto di verbali firmati dalla D.L. e dall'Appaltatore. Se durante le verifiche e prove preliminari dovessero risultare manchevolezze o deficienze, esse devono essere indicate sul verbale e viene fissato un termine entro il quale l'Appaltatore dovrà provvedere alla loro eliminazione.

Tali verifiche preliminari sono eseguite utilizzando personale ed attrezzature messe a disposizione dall'Appaltatore.

### **5.3.1 Verifiche e prove in corso d'opera**

Sono le verifiche e prove funzionali in corso d'opera da eseguirsi secondo le richieste ed indicazioni della D.L., registrandone i risultati su schede fornite dalla D.L. stessa.

Al termine di ciascuna verifica o prova viene steso un Verbale di Verifiche e Prove in Corso d'Opera che va poi allegato al Certificato di Ultimazione Lavori.

### **5.3.2 Messa a punto, taratura ed avviamenti**

Si intendono tutte quelle operazioni atte a rendere gli impianti perfettamente funzionanti, compreso il bilanciamento dei circuiti d'acqua, la taratura delle regolazioni, ecc., il funzionamento delle apparecchiature alle condizioni previste.

Tutti i risultati delle operazioni di messa a punto, prove, tarature ed avviamenti degli impianti devono essere riportate su piante, schemi e schede da concordare con la D.L.. Le piante e schemi, eventualmente in scala ridotta, devono formare una serie a sé stante con precisato sul cartiglio che sono state usate per le tarature e devono contenere tutte le indicazioni atte a comprendere dove e come sono state effettuate le tarature stesse e/o le misure.

Le verifiche vengono effettuate alla presenza di responsabili dell'Appaltatore e della D.L. sugli impianti completi o parti di essi.

### **5.3.3 Opere da ricoprire**

L'Appaltatore deve dare piena opportunità alla D.L. di verificare, misurare e provare qualsiasi lavoro prima che sia ricoperto o comunque posto fuori vista, notificandolo per iscritto almeno con 48 ore di anticipo.

La D.L. dà corso alla verifica, misura o prova, a meno che notifichi all'Appaltatore di non considerarlo necessario.

## **6. PROVE SU MATERIALI**

La Direzione Lavori in qualunque momento, sia prima che dopo l'impiego nei lavori, potrà prescrivere prove sui vari materiali inerenti all'Appalto. L'Impresa sarà obbligata perciò in ogni momento a presentarsi per effettuare tutte le prove o saggi ritenuti idonei ordinati dalla Direzione Lavori, e questa ultima avrà il diritto di dettare qualsiasi norma alternativa o complementare in riferimento alle normali prove di collaudo senza che l'Impresa possa trarne motivo di indennizzo alcuno.

In ogni caso il prelievo dei vari campioni sarà eseguito in contraddittorio ed i campioni oggetto di prova potranno essere conservati dalla Direzione Lavori o dall'Impresa, contrassegnati a firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa nel modo adatto a salvaguardare l'autenticità del provino.

Le varie prove ordinate potranno essere eseguite presso il cantiere, nello stabilimento di origine o produzione, presso un istituto privato autorizzato nelle forme di legge o presso un istituto Universitario per le analisi dei materiali; la scelta sarà a insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

Qualsiasi spesa, per saggi, prelievi, custodia, invio e trasporto dei campioni, nonché per l'esecuzione delle prove ed i ripristini di qualsiasi manufatto o fornitura che sia reso necessario manomettere, nonché tutte le spese connesse, saranno a totale carico dell'Impresa, indipendentemente dal numero dei saggi o prove ordinate dalla Direzione Lavori.

Nell'evenienza che i lavori vengano momentaneamente sospesi nell'attesa di regolare certificazione di prove in corso da parte dei vari organi competenti sopra specificati, l'Impresa non potrà accampare alcun diritto o pretendere indennizzi di sorta ma solamente richiedere, nel caso che il tempo di attesa risulti considerevole, una proroga sul tempo di ultimazione dei lavori, la cui accettazione per altro sarà demandata al giudizio della Direzione Lavori.

Per i materiali già approvvigionati a piè d'opera, e riconosciuti non idonei dalla Direzione Lavori, l'Impresa dovrà provvedere, a sue spese, all'allontanamento dei materiali dal cantiere ed alla loro sostituzione.

## **6.1 Prove in loco degli impianti termofluidici**

### **6.1.1 Note generali**

Vengono effettuate alla presenza della D.L. sugli impianti completi o parte di essi.

Le verifiche e le prove preliminari di cui in appresso si devono in ogni caso effettuare durante l'esecuzione delle opere ed in modo che esse risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Tali prove e verifiche devono accertare inoltre la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge, alla normativa di settore e a tutto quanto richiesto negli elaborati di appalto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in corso d'opera, sia per quanto riguarda l'efficienza delle singole parti che la loro installazione.

### **6.1.2 Verifica quantitativa e qualitativa**

È la verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di apparecchiature, materiali ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto.

### **6.1.3 Tubazioni**

**a)** Prova idraulica a freddo con tubazioni ancora in vista e prima che si proceda a verniciature e coibentazioni;

la prova deve essere fatta, se possibile, mano a mano che si esegue l'impianto, ed in ogni caso ad impianto ultimato, prima di effettuare le prove di cui alla seguente lettera b), ad una pressione di 1,5 volte superiore a quella corrispondente alla pressione massima di esercizio (ma comunque non inferiore a 6 bar), e mantenendo tale pressione per ore 24 (ventiquattro).

Tutte le tubazioni in prova, complete di valvole rubinetti o altri organi di intercettazione mantenuti in posizione "aperta", devono avere le estremità chiuse con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso; dopo aver riempito il circuito stesso, si sottopone a pressione la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro, inserita in un punto qualunque del circuito.

Si ritiene positivo l'esito della prova quando non si verificano fughe o deformazioni permanenti.

Per le tubazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura.

È inteso che le prove siano eseguite prima della posa dell'eventuale isolamento.

**b)** prova preliminare di circolazione, tenuta e dilatazione con fluidi scaldanti e raffreddanti, per controllare gli effetti della dilatazione nelle condutture dell'impianto, portando la temperatura nelle apparecchiature di trasformazione ai valori previsti e mantenendola per tutto il tempo necessario per l'accurata ispezione di tutto il complesso delle condutture e dei corpi scaldanti o refrigeranti.

L'ispezione si deve iniziare quando la rete e le apparecchiature di trasformazione abbiano raggiunto lo stato di regime.

Si ritiene positivo il risultato delle prove quando in tutte indistintamente le apparecchiature l'acqua arrivi alla temperatura stabilita, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti e quando i vasi di espansione contengano a sufficienza tutte le variazioni di volume dell'acqua dell'impianto.

### **6.1.4 Impianti di riscaldamento**

Per gli impianti di riscaldamento devono inoltre essere fatte le seguenti prove:

**a)** prova di funzionamento di tutti i sistemi di regolazione per verificare il corretto esercizio di tutti gli organi di regolazione e la efficacia dei collegamenti, a prescindere dalla disponibilità o meno dei fluidi

riscaldanti e/o raffreddanti.

**b)** prove di raggiungimento delle temperature progettuali

### **6.1.5 Impianti idricosanitari**

Per gli impianti idricosanitari devono inoltre essere fatte le seguenti prove:

**a)** prova idraulica a freddo, come detto precedentemente, con manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per pressione massima di esercizio si intende la pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare la erogazione al rubinetto più alto e più lontano con la

contemporaneità prevista e con il battente residuo non inferiore a 50 kPa

**b)** prova di portata rete acqua fredda e calda, per accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità.

**c)** verifica della circolazione della rete acqua calda, per misurare il volume di acqua erogato prima dell'arrivo dell'acqua calda; la prova deve essere eseguita tenendo in funzione la sola utenza più

sfavorita ed è considerata positiva se il volume di acqua erogata prima dell'arrivo dell'acqua calda è

inferiore a litri 1.5

**d)** prova di efficienza della ventilazione delle reti di scarico, controllando la tenuta dei sifoni degli apparecchi gravanti sulle colonne da provare, quando venga fatto scaricare contemporaneamente un

numero di apparecchi pari a quello stabilito dalla contemporaneità.

## *7. QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI*

### **7.1 Materiali in genere**

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche e prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

### **7.2 Tubazioni**

Le tubazioni per gli impianti dovranno tutte essere marchiate, avere le caratteristiche indicate nell'elenco dei prezzi, essere comunque idonee per il tipo di installazione come, qualità, diametro, pressione nominale ed essere in grado di resistere alla pressione di collaudo.

### **7.3 Tubazioni fuori terra**

Rame – per il gas avente le caratteristiche prescritte dalla norma UNI EN 1057

### **7.4 Tubazioni interrate**

Possono essere utilizzate tubazioni conformi a specifiche normative di riferimento, se in materiale plastico (polietilene), per il gas con caratteristiche qualitative e dimensionali non minori da quelle prescritte dalla norma UNI ISO 4437

Le tubazioni ed i raccordi in PVC rigido non plastificato per fognature non in pressione devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle norme IIP - UNI EN 1401.

Per le fognature a gravità saranno impiegati tubi del tipo IIP - UNI EN 1401 tipo SN4.

I tubi ed i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP che ne assicura la rispondenza alle norme UNI.

I tubi in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante, purché il manufatto ottenuto risponda

ai requisiti stabiliti dalle citate Norme UNI - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie.

Tubi in PE AD denominato PE 80 (Sigma 63), atossici ed idonei all'adduzione di acqua rispondenti alla Circolare Ministeriale del 02/12/78 e successivi aggiornamenti.

I tubi dovranno riportare una marcatura conforme alle norme UNI e quindi riportare:

Nome del fabbricante

Numero distintivo dell'azienda licenziataria

Logo UNI di competenza

Diametro esterno

Pressione massima di esercizio (PN)

Data di produzione

Codice Materia Prima utilizzata

N° della trafilatura

Identificativo del lotto

### **7.5 Valvole di intercettazione**

Dovranno essere del tipo indicante la posizione di apertura e chiusura. Sono pertanto ammesse valvole a sfera, a globo e a farfalla. Devono essere conformi alle norme specifiche, marcate CE.

Le valvole del gas ai contatori devono essere del tipo con chiusura rapida e riapertura con chiave.

### **7.6 Ancoraggio tubazioni**

I sostegni delle tubazioni devono avere queste caratteristiche:

- devono essere in grado di assorbire gli sforzi assiali e trasversali in fase di erogazione
- il materiale di sostegno deve essere non combustibile
- i collari devono essere chiusi attorno ai tubi
- non sono ammessi sostegni aperti (ganci a uncino e simili)



- non sono ammessi sostegni ancorati tramite graffe elastiche
- -i sostegni non devono essere saldati direttamente alle tubazioni o avvitati ai rispettivi raccordi
- La distanza massima tra i staffe è stabilita dalla norma UNI CIG 7129 in funzione del diametro.

### **7.7 Collaudi per tubazioni idriche**

Saranno compresi nella valutazione dell'impianto, oltre al rilascio della dichiarazione di conformità, anche tutte le prestazioni richieste dalla normativa per il collaudo.

In particolare, sono a carico dell'installatore:

- il lavaggio dell'impianto con velocità dell'acqua non minore di 2 m/s per tutti i tronchi di tubazione
- la prova idrostatica dell'impianto ad una pressione di almeno 6 bar per 2 ore
- l'assistenza alla direzione lavori, con personale dell'impresa, per le verifiche delle prove di portata e pressione per tutta la durata necessaria all'esecuzione

### **7.8 Collaudi per tubazioni gas**

Saranno compresi nella valutazione dell'impianto, oltre al rilascio della dichiarazione di conformità, anche tutte le prestazioni richieste dalla normativa per il collaudo.

In particolare, sono a carico dell'installatore:

- la prova con gas inerte dell'impianto, con le modalità indicate nella norma UNI Cig 7129 punto 5.1, ad una pressione di almeno 150 mbar per 15 minuti e non si deve verificare calo di pressione o comunque come indicato dalla UNI 7129 e s.m.i
- l'assistenza alla direzione lavori, con personale dell'impresa, per le verifiche delle prove di portata e pressione per tutta la durata necessaria all'esecuzione.

## 7.9 MATERIALI PER OPERE MURARIE

### **Acqua**

L'acqua impiegata nelle malte e nei calcestruzzi dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri e solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate; in particolare dovrà rispondere alle prescrizioni delle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 (D.M. 16 giugno 1976 e successivi aggiornamenti).

### **Leganti idraulici**

Sono considerati leganti idraulici:

- cementi normali e ad alta resistenza;
- cemento alluminoso;
- cementi per sbarramenti di ritenuta;
- agglomerati cementizi;
- calci idrauliche.

Per i requisiti di accettazione valgono le norme ministeriali in vigore al momento dell'impiego, unitamente a quanto riportato di seguito.

### **Malte cementizie**

I materiali da impiegarsi nelle malte e conglomerati e le norme per la loro esecuzione dovranno corrispondere alle prescrizioni di cui al R.D. 16.11.1939 n. 2228, 2229, 2230, 2231, alla L. 26.5.1965 n. 595, al D.M. 31 Agosto 1972, alla norma UNI 9858 ed alle successive integrazioni e modifiche.

I tipi di malta e le loro classi sono definiti in rapporto alla composizione in volume; malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori di cui al D.M. LL.PP. 20 novembre 1987, n. 103.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D. Min. Ind. Comm. Art. 13 settembre 1993.

Le caratteristiche dei materiali da utilizzare per la composizione delle malte ed i rapporti di miscela da impiegare per la formazione di murature, intonaci ecc. dovranno corrispondere per i vari tipi di impasto, a quanto previsto dalle relative voci dell'Elenco Prezzi Unitari e, ove non specificato, a quanto di volta in volta prescritto dalla Direzione Lavori.

L'impasto dei materiali dovrà essere ottenuto con idonei mescolatori meccanici oppure, per piccole quantità, a mano su piani perfettamente puliti. Gli impasti dovranno essere

preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato. I residui impasti che non avessero avuto per qualsiasi ragione immediato impiego dovranno essere portati a rifiuto.

### **Sabbia**

La sabbia per i conglomerati cementizi e per le malte dovrà essere delle migliori cave, ruvida al tatto, stridente allo sfregamento, assolutamente priva di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di natura silicea o, in subordine, quarzosa, granitica o calcarea, avere grana omogenea e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione.

Prima dell'impiego essa dovrà essere lavata e vagliata.

Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.

L'Impresa dovrà inoltre mettere a disposizione della Direzione Lavori i vagli di controllo (stacci) di cui alla norma UNI 2332-1.

La sabbia utilizzata per le murature dovrà avere grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2, UNI 2332-1.

La sabbia utilizzata per gli intonaci, le stuccature e le murature a faccia vista dovrà avere grani passanti attraverso lo staccio 0,5, UNI 2332-1.

La sabbia utilizzata per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto nell'All. 1 del D.M. 3 giugno 1968 e dall'All. 1, punto 1.2, D.M. 9 gennaio 1996.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto e alle condizioni di posa in opera.

è assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

## **7.10 MATERIALI PER RINTERRI E SCAVI**

### **Sabbiella**

La sabbiella dovrà provenire da cava ed essere costituita da materiale di tipo A3 secondo la classificazione dei terreni della tabella CNR UNI 10006 - 5/63.

Dovrà inoltre essere esente da sostanze argillose e terrose ed avere un'umidità compatibile con l'impiego a cui è destinata.

La Direzione Lavori si riserva, a giudizio insindacabile, l'accettazione o meno del materiale prima della sua posa in opera.

***Sabbia, ghiaietto e pietrischetto***

La sabbia, il ghiaietto e il pietrischetto impiegati nel rinterro di scavi in sede stradale dovranno essere, di norma, di frantoio e avere le stesse caratteristiche previste per quelli utilizzati nell'esecuzione di opere murarie.

***Ghiaia in natura***

La ghiaia in natura dovrà provenire da cave fluviali ed essere costituita da un miscuglio di sabbia e ghiaia derivanti da rocce non gelive, di natura compatta e resistente, con esclusione di qualsiasi materiale eterogeneo o comunque dannoso per l'impiego a cui è destinato.

Dovrà inoltre risultare ben assortita nei suoi componenti con esclusione degli elementi litici non passanti al vaglio di cm 15 e con percentuale di sabbia compresa tra il 40% e il 60% del miscuglio (Tab. UNI 2710 - Ed. Giugno 1945 e successivi aggiornamenti).

***Misto granulare stabilizzato***

Dovrà corrispondere ad una miscela di terre stabilizzate granulometricamente e costituite, per gli inerti di dimensioni maggiori, da ghiaie o prodotti di cava frantumati.

Le caratteristiche dei materiali da impiegare dovranno essere le seguenti:

- gli aggregati dovranno avere una conformazione cubica o con sfaccettature ben definite (sono escluse le forme lenticolari o schiacciate) con dimensioni inferiori od uguali a 71 mm;
- granulometria compresa nel fuso determinato dai dati riportati nella seguente tabella:

Crivelli e setacci UNI	Quantità passante - % totale in peso
crivello 71	100
crivello 40	75 - 100
crivello 25	60 - 87
crivello 10	35 - 67
crivello 5	25 - 55
setaccio 2	15 - 40
setaccio 0,4	7 - 12

Crivelli e setacci UNI	Quantità passante - % totale in peso
setaccio 0,075	2 - 10

- rapporto tra la quantità passante al setaccio 0,075 e la quantità passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- perdita in peso alla prova Los Angeles compiuta sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65, salvo diversa richiesta del Direttore dei lavori e salvo verifica dell'indice di portanza CBR che dovrà essere, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua del materiale passante al crivello 25, non minore di 50.

## 8. CONTABILITA' DELLE OPERE

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, od a numero, od a peso, in relazione a quanto previsto nell'elenco prezzi.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezza e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate e l'Appaltatore potrà essere chiamato al rifacimento a tutto suo rischio e spese.

Le misure saranno prese in contraddittorio man mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Appaltatore.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità al collaudatore di verificare e di rettificare le misure in occasione delle operazioni di collaudo.

I prezzi unitari in base ai quali - sotto deduzione del pattuito ribasso sull'intero loro importo - saranno pagate le somministrazioni di materiali, i noli ed i lavori appaltati a misura - oltre a quanto particolarmente indicato nelle singole voci dell'elenco prezzi, o dell'elenco descrittivo delle voci relative alle varie categorie di lavoro, sono valutati in base a fasi lavorative standard ed in base alle eventuali difficoltà operative che ogni singola lavorazione può presentare e comprendono quanto appresso:

per la somministrazione di materiali prevista a carico dell'Appaltatore: ogni spesa - nessuna eccettuata - sopportata dallo stesso per la fornitura, trasporti, cali, perdite, sprechi, ecc. per dare i

materiali stessi pronti all'impiego a piè d'opera in qualsiasi punto del lavoro, nella quantità richiesta dall'Azienda;

per i noli: ogni spesa di carico, scarico e trasporto a/da cantiere all'inizio ed al termine del nolo, oneri relativi all'installazione, spostamenti, assistenza e sorveglianza delle attrezzature e l'eventuale danneggiamento e/o mancato recupero del materiale impiegato; sono inclusi inoltre gli oneri relativi al consumo di carburante o forza motrice, lubrificante, ed il personale addetto e di quant'altro non menzionato ma necessario al buon funzionamento dell'attrezzatura;

per i lavori a misura: tutte le spese per mezzi d'opera e mano d'opera, assicurazioni di ogni specie; tutte le forniture occorrenti e la loro lavorazione e messa in opera per dare il lavoro finito secondo le prescrizioni del presente Capitolato, o dell'elenco descrittivo di ogni singola lavorazione, e comunque, anche se non espressamente menzionato, per dare il lavoro finito a regola d'arte; trasporti e scarichi in ascesa e discesa, indennità di cave, di passaggi, di depositi, di cantiere, di occupazioni temporanee, ecc..

Nei prezzi stessi si intende cioè compreso ogni compenso per gli oneri tutti (anche se non esplicitamente sopra detti o richiamati nei vari articoli e nell'elenco dei prezzi) che l'Appaltatore dovrà sostenere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

La valutazione dei lavori a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione dei singoli prezzi a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e d'ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per i lavori a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.

Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.

Le misure verranno eseguite in contraddittorio tra tecnico dell'Impresa e l'ufficio della direzione dei lavori

Le misure verranno eseguite nel rispetto degli articoli dell'elenco prezzi sia come modalità sia come unità di misura.

Per le modalità di misura e la contabilità dei lavori si rimanda al capitolato speciale d'appalto.

## **9. ULTIMAZIONE DEI LAVORI E COLLAUDI**

### **9.1 Certificato di Ultimazione Lavori e consegna provvisoria con facoltà d uso**

Il Certificato di Ultimazione Lavori viene rilasciato (se non diversamente indicato in altri documenti di contratto):

- quando i risultati delle verifiche o prove preliminari degli impianti siano risultate positive (ad esclusione delle verifiche stagionali degli impianti di climatizzazione) e dopo che eventuali manchevolezze o deficienze siano state eliminate
- dopo la fornitura da parte dell'Appaltatore di tutta la documentazione finale prevista nelle clausole "Documentazione per pratiche burocratiche" e "Documentazione finale".

In genere rimane esclusa una verifica stagionale degli impianti di climatizzazione (invernale), in quanto non possibile entro la data di ultimazione lavori. Questa verifica deve essere immediatamente eseguita nella prima stagione successiva alla data di ultimazione lavori (entro il periodo concesso per la consegna definitiva).

Il Certificato di Ultimazione Lavori, con allegati tutti i verbali di prove e verifiche emessi alla data, firmato dalla D.L., dall'E.A. e dall'Appaltatore, determina (se non diversamente indicato in altri documenti di contratto):

la data contrattuale di ultimazione dei lavori e di presa in consegna provvisoria degli impianti da parte dell'E.A.

- l'inizio del periodo contrattuale per l'esecuzione delle verifiche e prove definitive e del collaudo finale
- l'inizio del periodo di garanzia contrattuale.

La presa in consegna provvisoria costituisce soltanto la prova del generico funzionamento e non quella del raggiungimento delle garanzie prescritte in capitolato, né del regolare ed ineccepibile funzionamento.

All'atto della consegna provvisoria devono essere consegnati ai responsabili dell'esercizio tutti gli attrezzi ed utensili, nonché tutte le dotazioni di rispetto per i macchinari previsti.

Le verifiche possono comprendere oltre le parti in vista, anche quelle sepolte e nascoste ed è dunque obbligo dell'Appaltatore scoprire quelle parti di lavoro che fossero indicate, senza diritto ad alcun compenso per i lavori di scoprimento e di conseguente ripristino.

Il Direttore dei Lavori, qualora riscontri dalle prove preliminari imperfezioni di qualsiasi genere relative

ai materiali impiegati od all'esecuzione, deve prescrivere con appositi ordini di servizio i lavori che l'Appaltatore deve eseguire per mettere gli impianti nelle condizioni contrattuali e il tempo concesso per la loro attuazione; soltanto dopo aver accertato con successive verifiche prove che gli impianti corrispondono in ogni loro parte a tali condizioni, redige il verbale delle prove facendo esplicita dichiarazione che da parte dell'Appaltatore sono state eseguite tutte le modifiche richieste a seguito delle prove preliminari.

Resta inteso che nonostante l'esito favorevole di esse l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine (guasto, staratura, non regolare funzionamento, difetto di montaggio, vizio costruttivo, ecc.), che abbiano a riscontrarsi fino alla scadenza dei termini di garanzia. Qualora, per cause imputabili all'Appaltatore, la consegna finale dovesse subire ritardi, l'E.A. può imporre all'Appaltatore di mettere in funzione tutti o parte degli impianti rimanendone però quest'ultimo l'unico responsabile. In tale evenienza la conduzione e manutenzione totale (ordinaria e straordinaria), esclusi i soli consumi di energia, restano a completo carico dell'Appaltatore stesso che deve eseguirle tempestivamente e con ogni cautela fino a quando sarà possibile la consegna provvisoria.

Nulla, e a nessun titolo, può essere richiesto dall'Appaltatore per tali prestazioni, anche se fossero necessarie durante periodi notturni e/o festivi.

## **9.2 Consistenza delle verifiche e prove finali per la consegna definitiva (collaudo)**

### **9.2.1 Note generali**

Il Collaudatore oppure la Commissione di Collaudo (o il Direttore dei Lavori), a opere completamente ultimate e funzionanti e dopo che siano state eseguite positivamente le prove e verifiche preliminari di cui al precedente articolo, procede in contraddittorio con l'Appaltatore alle "verifiche e prove finali" di funzionamento, intese ad accertare la corrispondenza delle opere eseguite a tutte le condizioni contrattuali. Ciò deve avvenire nei tempi e secondo le modalità contrattuali.

Se i risultati sono positivi, viene rilasciato il Certificato di Collaudo (o il Certificato di Buona Esecuzione dei Lavori), che avrà carattere provvisorio mentre assumerà quello definitivo decorsi due anni dalla data della sua emissione.

Nel periodo di tempo tra la data del Certificato di Ultimazione dei Lavori e la consegna definitiva (collaudo con esito positivo, ancorché con carattere provvisorio) la conduzione e manutenzione degli impianti è a carico dell'E.A., se non diversamente prescritto nei documenti di contratto.

Le verifiche e prove finali sono intese ad accertare e certificare per conto dell'E.A. che le prestazioni finali degli impianti singolarmente e nel loro insieme corrispondano alle prescrizioni contrattuali.

Viene fissato il programma delle verifiche e prove finali informando l'Appaltatore con un avviso in



doppio originale, sopra uno dei quali l'Appaltatore deve apporre la sua firma in prova della ricevuta notificazione.

La verifica della buona esecuzione degli impianti è approfondita sino al punto giudicato necessario per formare la convinzione che tutte le parti siano in piena regola senza che l'Appaltatore abbia diritto a chiedere alcun indennizzo.

Fatto salvo quanto diversamente dovesse disporre il Collaudatore o la Commissione di Collaudo, le prove si suddividono in due parti:

- esami a vista che, avvalendosi della documentazione "as built", accertino che i componenti dei vari impianti siano conformi alle richieste di contratto, alle prescrizioni di sicurezza, siano stati scelti correttamente ed installati secondo normativa, siano integri in modo da non compromettere la sicurezza;
- prove e misure per accertare la rispondenza delle parti di impianto ai dati progettuali ed alla normativa in vigore.

Tali verifiche e prove finali vengono effettuate utilizzando personale ed apparecchiature messe a disposizione dall'Appaltatore.

In particolare, per le verifiche e prove finali degli impianti di climatizzazione occorre procedere a:

- Verifica invernale
- La verifica invernale ha luogo entro la prima stagione invernale corrente successiva all'emissione del Certificato di Ultimazione Lavori, in un periodo da fissarsi fra il 1° gennaio e il 28 febbraio.
- Verifica di mezza stagione

Dove il funzionamento con caratteristiche di mezza stagione sia prolungato oppure significativo per la

tipologia dell'impianto, la D.L. può richiedere una verifica anche in questi periodi. I periodi sono precisati dalla D.L. a seconda dell'ubicazione dell'impianto.

Le apparecchiature della regolazione automatica devono essere provate e verificate alla presenza di un tecnico specialista della ditta fornitrice dei materiali.

### **9.3 Esami a vista**

Sono da eseguirsi i seguenti esami (elenco avente carattere esemplificativo e non esaustivo):

- verifica corretta installazione macchine ed apparecchiature

- verifica corretta distribuzione reti idriche
- verifica staffe, mensole e sostegni in generale di macchine, tubazioni, canalizzazioni, ecc.
- verifica isolamenti
- presenza e corretta messa in opera di valvole di sezionamento e di taratura
- identificazione dei vari componenti e dei circuiti idrici
- corretta installazione elementi in campo
- agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.

**Indice****PARTE SECONDA****ELENCO DESCRITTIVO DELLE CATEGORIE DI LAVORAZIONI PREVISTE PER  
L'ESECUZIONE DELL'APPALTO****CAPO 1 – OPERE EDILI ED OPERE DI URBANIZZAZIONE**

Parte I – QUALITA', PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE

Parte II – QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

Parte III – PROVE, VERIFICHE E COLLAUDI

Parte IV – MODALITA' DI ESECUZIONE

Parte V – NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Parte VI – OPERE STRUTTURALI

Parte VII – OPERE STRADALI E OPERE A VERDE

**CAPO 2 – IMPIANTI ELETTRICI****CAPO 3 – IMPIANTI TERMOIDRAULICI**



**Azienda Casa Emilia-Romagna  
della Provincia di Ravenna**

## CAPO 1- OPERE EDILI ED OPERE DI URBANIZZAZIONE

<b>Parte I</b> .....	<b>1</b>
<b>QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE</b> .....	<b>1</b>
Articolo 1: ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI .....	1
Articolo 2: PROVVISTA DEI MATERIALI.....	2
Articolo 3: SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO.....	2
Articolo 4: NORME DI RIFERIMENTO.....	2
Articolo 5: GHIAIA E PIETRISCO .....	3
5.1. Requisiti per l'accettazione .....	3
5.2. Norme EN armonizzate relative agli aggregati.....	3
Articolo 6: SABBIA .....	4
Tabella 6.1 – Pezzature normali .....	4
Articolo 7: ACQUA .....	5
Articolo 8: IMPASTI.....	5
Articolo 9: ADDITIVI.....	5
9.1. Generalità .....	5
9.2. Calcestruzzo .....	6
9.3. Metodi di prova .....	10
Articolo 10: MALTE .....	10
10.1. Malte tradizionali .....	10
10.2. Malte speciali .....	12
10.3. Metodi di prova delle malte cementizie .....	13
Articolo 11: GESSO .....	14
Articolo 12: CALCE .....	14
12.1. Calci aeree.....	14
Articolo 13: CEMENTO .....	17
13.1. Classificazione dei cementi.....	18
13.2. Definizioni .....	18
13.3. Fornitura.....	19
13.4. Accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi.....	20
13.5. Dichiarazione di prestazione DOP - Regolamento prodotti da costruzione 305/201120	
13.6. Metodi di prova .....	23
Articolo 14: LATERIZI .....	24
14.1. Generalità .....	24
14.2. Classificazione .....	24

14.3.Requisiti .....	24
14.4.Accettazione e prove.....	25
14.5. Prove fisiche e prove chimiche .....	25
Articolo 15: ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO .....	28
15.1.Requisiti principali .....	28
15.2 Acciai in barre ad aderenza migliorata .....	28
15.3.Caratteristiche meccaniche e tecnologiche acciaio laminato a caldo.....	28
15.4.Prova di aderenza .....	29
15.5. Caratteristiche meccaniche e tecnologiche acciaio trafilato a freddo .....	29
15.6.Reti e tralici di acciaio elettrosaldati .....	30
15.7.Saldature.....	31
15.8.Deroga alle limitazioni dimensionali .....	32
15.10.Norme di riferimento.....	32
<b>Parte II.....</b>	<b>33</b>
<b>QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI .....</b>	<b>33</b>
Articolo 16: MATERIALI IN GENERE .....	33
Articolo 17: ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO, SABBIA .....	33
Articolo 18: MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E MALTE.....	35
Articolo 19: ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO .....	35
Articolo 20: ARMATURE PER CALCESTRUZZO .....	35
Articolo 21: PRODOTTI A BASE DI LEGNO.....	36
21.1 .....	36
21.2.....	36
21.3.....	36
Articolo 22: PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE .....	37
Articolo 23: PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE.....	38
23.1 .....	38
23.2.....	38
23.3.....	39
Articolo 24: PRODOTTI PER COPERTURE CONTINUE .....	40
24.1 .....	40
24.2.....	40
Articolo 25: PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E COPERTURE PIANE.....	41
25.1 .....	41
25.2.....	42
25.3.....	44
25.4.....	45
Articolo 26: PRODOTTI DI VETRO (LASTRE) .....	46
26.1 .....	46
26.2.....	46

26.3.....	47
26.4.....	47
26.5.....	47
Articolo 27: PRODOTTI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEOTESSILI) .....	48
27.1.....	48
27.2.....	48
27.3.....	49
Articolo 28: INFISSI .....	49
28.1.....	49
28.2.....	50
28.3.....	50
28.4.....	51
Articolo 29: PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI .....	52
29.1.....	52
29.2.....	52
29.3.....	53
Articolo 30: PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO .....	54
30.1.....	54
30.2.....	56
30.3.....	57
Articolo 31: PRODOTTI PER PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE .....	57
31.1.....	57
31.2.....	57
31.3.....	58
31.4.....	58
31.5.....	58
Articolo 32: PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO.....	59
32.1.....	59
32.2.....	59
32.3.....	59
32.4.....	60
Articolo 33: PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO .....	60
33.1.....	60
33.2.....	61
33.3.....	61
33.4.....	62
<b>Parte III.....</b>	<b>63</b>
<b>PROVE VERIFICHE E COLLAUDO.....</b>	<b>63</b>
Articolo 34: CONTROLLI REGOLAMENTARI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	63
34.1. Resistenza caratteristica .....	63
34.2. Controlli di qualità del conglomerato .....	63
34.3. Prelievo dei campioni .....	64
34.4. Dimensioni dei provini. Casseforme.....	65

34.5. Stagionatura.....	66
34.6. Verbale di preparazione e stagionatura .....	66
34.7. Spianatura. Prova a compressione .....	67
34.8. Modalità di rottura del provino.....	67
34.9. Resoconto della prova di compressione .....	68
34.10. Valutazione preliminare della resistenza caratteristica.....	69
34.11. Controllo di accettazione.....	69
34.12. Prove complementari .....	71
Articolo 35: CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO .....	71
35.1. Prova di abbassamento al cono o Slump-test.....	71
35.2. Coefficiente di costipamento o indice di compattabilità .....	73
35.3. Prova di spandimento alla tavola a scosse .....	74
35.4. Determinazione del contenuto di cemento .....	76
35.5. Controllo della composizione del calcestruzzo fresco .....	76
35.6. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding) .....	76
Articolo 36: ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA .....	77
36.1. Misura dell'indice di maturità del calcestruzzo .....	77
36.2. Prova BRE (Building Research Establishment) .....	77
36.3. Misura del ritiro idraulico/rigonfiamento del calcestruzzo .....	78
36.4. Valori ammissibili per il ritiro.....	79
36.5. Misura della permeabilità .....	80
Articolo 37: ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO INDURITO .....	81
37.1. Controlli distruttivi.....	81
37.2. Controlli non distruttivi.....	95
37.3. Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo ..	98
Articolo 38: RILEVAZIONE DEL COPRIFERRO, POSIZIONE E DIAMETRO DEI FERRI	98
Articolo 39: CONTROLLI SULLE ARMATURE .....	99
39.1. Modalità di prelievo e metodi di prova.....	99
39.2. Controlli in stabilimento .....	99
39.3. Prodotti provenienti dall'estero.....	100
39.4. Controlli nei centri di trasformazione ed in cantiere.....	100
39.6. Marchiatura per identificazione .....	102
Articolo 40: COLLAUDO STATICO DI STRUTTURE IN C.A. ....	102
Articolo 41: DETERMINAZIONE SPERIMENTALE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE DEGLI ELEMENTI RESISTENTI ARTIFICIALI E NATURALI.....	103
41.1. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali.....	103
41.2. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti naturali .....	104
41.3. Modalità per la determinazione della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali.....	105
41.4. Resistenza a compressione degli elementi in pietra .....	106
Articolo 42: COLLAUDO STATICO DI OPERE DI SOSTEGNO E DI FONDAZIONE.....	106
<b>Parte IV.....</b>	<b>107</b>



<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE .....</b>	<b>107</b>
Articolo 46: <b>NORMATIVA SULLA PREVENZIONI INFORTUNI.....</b>	<b>107</b>
Articolo 47: <b>DISPOSITIVI DI PROTEZIONE .....</b>	<b>107</b>
Articolo 48: <b>SCAVI E SBANCAMENTI .....</b>	<b>108</b>
48.1. Ricognizione .....	108
48.2. Viabilità nei cantieri .....	108
48.3. Splanteamento e sbancamento .....	109
48.4. Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli.....	109
48.5. Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento .....	110
48.6. Deposito di materiali in prossimità degli scavi.....	110
48.7. Presenza di gas negli scavi.....	110
Articolo 49: <b>DIVIETI PER L'APPALTATORE .....</b>	<b>111</b>
Articolo 50: <b>RIPARAZIONE DI SOTTOSERVIZI .....</b>	<b>111</b>
Articolo 51: <b>RILEVATI E RINTERRI.....</b>	<b>111</b>
Articolo 52: <b>FONDAZIONI DIRETTE.....</b>	<b>112</b>
52.1. Scavi di fondazione.....	112
52.2. Rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva .....	113
Articolo 57: <b>CALCESTRUZZO LEGGERO STRUTTURALE E PER STRUTTURE IN C.A. NORMALE. CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO .....</b>	<b>113</b>
57.1. Calcestruzzo leggero strutturale .....	113
57.2. Calcestruzzo per strutture in c.a. normale.....	117
57.3. Relazione a struttura ultimata .....	124
Articolo 60: <b>SOLAI MISTI DI C.A. E C.A.P. E BLOCCHI FORATI IN LATERIZIO .....</b>	<b>125</b>
60.1. Classificazione .....	125
60.2. Prescrizioni generali.....	125
60.3. Requisiti di accettazione prove e controlli .....	125
60.4. Controlli di accettazione dei solai di C.A. e C.A.P. e laterocemento in cantiere.....	127
60.5. Esecuzione (prescrizioni regolamentari) .....	127
Articolo 61: <b>SCAVI IN GENERE.....</b>	<b>128</b>
Articolo 62: <b>SCAVI DI SBANCAMENTO .....</b>	<b>129</b>
Articolo 63: <b>SCAVI DI FONDAZIONE OD IN TRINCEA.....</b>	<b>129</b>
Articolo 64: <b>DEMOLIZIONE O RIMOZIONE DI MATERIALI CONTENENTI AMIANTO..</b>	<b>130</b>
Articolo 65: <b>RILEVATI E RINTERRI.....</b>	<b>134</b>
Articolo 66: <b>ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE (PIANE) .....</b>	<b>134</b>
66.1 .....	134
66.2.....	135
66.3.....	135
66.4.....	137
Articolo 67: <b>ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE CON VERDE (PIANE).....</b>	<b>137</b>
Articolo 68: <b>OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE .....</b>	<b>140</b>

68.1.....	140
68.2.....	140
68.3.....	140
68.4.....	141
68.5.....	141
Articolo 69: SISTEMI DI RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI .....	142
69.1.....	142
69.2.....	142
69.3.....	143
69.4.....	144
Articolo 70: OPERE DI VETRAZIONE E SERRAMENTISTICA.....	144
70.1.....	148
70.2.....	149
70.3.....	149
Articolo 71: ESECUZIONE DELLE PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE.....	150
71.1.....	153
71.2.....	154
Articolo 72: ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI .....	154
72.1.....	154
72.2.....	155
72.3.....	156
72.4.....	157
72.5.....	158
Articolo 73: LAVORI EVENTUALMENTE NON PREVISTI .....	158
Articolo 74: ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI .....	159
<b>Parte V.....</b>	<b>160</b>
<b>NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>160</b>
Articolo 75: LAVORI A MISURA.....	160
75.1. Scavi .....	160
75.2.Rilevati, rinterri, vespai.....	161
75.3 Murature.....	161
75.4. Calcestruzzi .....	163
75.5.Casseformi.....	163
75.6.Acciaio per armature e reti elettrosaldate.....	163
75.7. Solai, controsoffitti, impermeabilizzazioni e coibentazioni.....	164
75.8.Pavimenti .....	166
75.9. Rivestimenti di pareti.....	166
75.10. Fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali .....	167
75.11.Intonaci .....	167
75.12.Tinteggiature, coloriture e verniciature .....	168
75.13. Infissi.....	169
75.14. Lavori in metallo .....	170
Articolo 76:LAVORI A CORPO .....	170

Articolo 77: IMPIANTI.....	171
77.1. Impianti termico, idrico-sanitario, antincendio, gas, innaffiamento .....	171
77.2. Impianti elettrico e telefonico.....	178
77.3. Impianti ascensori e montacarichi .....	179
77.4. Opere di assistenza agli impianti .....	180
Articolo 78: LAVORI IN ECONOMIA, LAVORI COMPENSATI A CORPO E LAVORI DIVERSI	180
78.1. Lavori in economia .....	180
Articolo 79: OPERE A VERDE .....	182
79.1. Prati.....	182
79.2. Seminagioni e piantagioni .....	182
<b>Parte VI.....</b>	<b>184</b>
<b>OPERE STRUTTURALI .....</b>	<b>184</b>
Articolo 80: NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI, I SISTEMI E L'ESECUZIONE .....	184
<b>Parte VII.....</b>	<b>184</b>
<b>OPERE STRADALI E OPERE A VERDE.....</b>	<b>184</b>
Articolo 81: STUDI PRELIMINARI E MODALITÀ DELLE PROVE DI LABORATORIO E IN SITO .....	184
Articolo 82: FONDAZIONI STRADALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	185
Articolo 83: BITUMI.....	189
83.1. Trattamento superficiale con bitume a caldo.....	189
83.2. Trattamenti superficiali a semipenetrazione con catrame .....	189
83.3. Trattamento a semipenetrazione con due mani di bitume a caldo .....	190
83.4. Trattamento a penetrazione con bitume a caldo .....	191
83.5. Manti eseguiti mediante conglomerati bituminosi semiaperti .....	192
83.6. Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi .....	198
Articolo 84: PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	201
84.1. Generalità .....	201
84.2. Cordoli in calcestruzzo .....	201
84.3. Cordoni in pietra.....	202
Articolo 85: POZZETTI PER LA RACCOLTA DELLE ACQUE STRADALI. CADITOIE ...	203
85.1. Pozzetti per la raccolta delle acque stradali .....	203
85.2. Caditoie stradali .....	204
Articolo 86: PREPARAZIONE DELLE BUCHE E DEI FOSSI .....	205
Articolo 87: TERRA DA COLTIVO RIPORTATA.....	205
Articolo 88: SUBSTRATI DI COLTIVAZIONE .....	205
Articolo 89: CONCIMI ORGANICI E MINERALI.....	206
89.1. Concimi organici.....	206
89.2. Concimi minerali.....	207

Articolo 90. ACQUA PER INNAFFIAMENTO .....	208
Articolo 91. MESSA A DIMORA DI PIANTE .....	208
91.1. Generalità .....	208
91.2. Pali di sostegno, ancoraggi e legature .....	209
91.3. Protezione delle piante.....	209
Articolo 92: TAPPETI ERBOSI IN STRISCE E ZOLLE .....	209

## CAPO 2 - IMPIANTI ELETTRICI

1. GENERALITA'.....	211
A. Oggetto dell'appalto .....	211
B. Impianto elettrico al servizio del cantiere edile .....	212
C. Termini tecnici .....	212
2. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI .....	214
2.1 Note generali.....	214
2.2 Leggi e decreti .....	214
2.3 Normativa tecnica .....	216
2.4 Direttive comunitarie .....	219
2.5 Marcatura CE .....	219
3. Materiali e accessori di montaggio .....	220
5.1 Trattamenti superficiali .....	220
5.2 Verniciatura .....	221
5.3 Materiali .....	221
5.4 Colori.....	221
5.5 Collaudi delle verniciature .....	221
5.6 Garanzie sulle verniciature.....	222
5.7 Zincatura a caldo.....	222
5.8 Materiale inox.....	222
5.9 Altre opere .....	223
5.10 Coordinamento con le opere di specializzazione edile e di altre imprese appaltatrici	223
4. LIVELLI DI TENSIONE E CARATTERISTICHE DEL SISTEMA D'ALIMENTAZIONE	223
5. DEFINIZIONE DI IMPIANTO ELETTRICO .....	224
5.1 Definizione .....	224
5.2 Origine dell'impianto.....	224
6. PRESENTAZIONE DEL CAMPIONARIO, PROVE, DISPONIBILITÀ E REPERIBILITÀ DEI MATERIALI .....	225
6.1 Campionario.....	225
6.2 Prove e verifiche .....	225
6.3 Certificazione materiali.....	225
6.4 Disponibilità.....	225
7. DOCUMENTAZIONE E COLLAUDO IMPIANTO.....	226
8.1 Documentazione preliminare .....	226
8.2 Documentazione finale.....	227

8.3	Modalità di presentazione .....	229
8.4	Collaudo tecnico funzionale degli impianti. ....	229
8.	<b>NORME TECNICHE RELATIVE A MATERIALI, COMPONENTI E POSA IN OPERA</b>	<b>229</b>
8.1	Premessa .....	229
8.2	Qualità dei materiali .....	229
8.3	Verniciatura dei componenti.....	230
8.4	Protezioni meccaniche dei conduttori.....	230
8.5	Protezione dei componenti elettrici dai raggi solari .....	231
8.6	Chiusura delle canaline porta cavo .....	231
8.7	Allacciamento a scatole di derivazione, prese, pulsantiere e strumenti .....	231
8.8	Montaggio di tubi rigidi e flessibili.....	231
8.9	Allacciamento d'utenze elettriche in generale. ....	232
9.	<b>GRADI DI PROTEZIONE MECCANICA DELLE APPARECCHIATURE E DEI MATERIALI</b>	<b>232</b>
10.	<b>TUBAZIONI</b> .....	<b>233</b>
10.1	Generalità .....	233
10.2	Tubo isolante rigido pieghevole a freddo, di PVC .....	234
10.3	Tubo rigido d'acciaio .....	234
10.4	Tubo isolante pieghevole ed auto rinvenente di PVC (corrugato) .....	235
10.5	Tubo flessibile con spirale rigida in PVC (guaina).....	236
10.6	Tubo flessibile con spirale d'acciaio zincato (GUAINA).....	236
10.7	Cassette di derivazione stagne in PVC .....	237
10.8	Cassette di derivazione stagne in pressofusione .....	238
10.9	Cassette di derivazione da incasso in PVC.....	239
10.10	Canaletta d'acciaio zincato di tipo chiuso.....	240
10.11	Canaletta in materiale plastico .....	241
11.	<b>CAVI E CONDUTTORI</b> .....	<b>242</b>
11.1	Norme vigenti.....	242
11.2	Colore d'individuazione dei conduttori.....	242
11.3	Identificazione .....	244
11.4	Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione. ....	245
11.5	Contrassegno dei cavi.....	245
11.6	Isolamento dei cavi .....	245
11.7	Criteri di dimensionamento dei circuiti e delle condutture .....	245
11.8	Prescrizioni tecniche per la realizzazione delle installazioni elettriche - Esecuzione degli impianti.....	248
11.9	<b>CORPI ILLUMINANTI</b> .....	<b>255</b>
11.10	<b>APPARECCHI COMPONENTI</b> .....	<b>256</b>
13.1.	<b>CRITERI D'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI DI TERRA ED, EVENTUALMENTE, DI PROTEZIONE DELLE STRUTTURE DAI FULMINI</b> .....	<b>258</b>
13.1.	<b>QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE</b> .....	<b>261</b>
	Contrassegni - Colorazioni - Individuazioni.....	265
13.2.	Certificazioni di conformità riguardanti i quadri elettrici .....	268

## **CAPO 3 - IMPIANTI TERMOIDRAULICI**

1. DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	271
1.1.....	271
2. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI .....	272
2.1 Note generali.....	272
2.2 Leggi e decreti .....	272
<b>Acustica.....</b>	<b>273</b>
2.3 Norme UNI .....	273
2.4 Disegni di cantiere e di montaggio .....	275
2.5 Verifica del progetto esecutivo .....	278
2.6 Modifiche al progetto.....	278
2.7 Documentazione finale.....	279
3. DATI TECNICI DI RIFERIMENTO .....	281
3.1 Condizioni termo-igrometriche esterne .....	281
3.2 Condizioni interne invernali .....	281
3.3 Tolleranze .....	281
4. TIPOLOGIA DI IMPIANTI E APPARECCHIATURE .....	281
4.1 Reti di scarico .....	281
4.2 Reti di adduzione idrica.....	282
4.3 Apparecchi sanitari e rubinetteria.....	282
4.4 Acque nere.....	282
4.5 Acque saponate .....	282
4.6 Ventilazione degli scarichi.....	282
4.7 Acque bianche o meteoriche:.....	283
4.8 Impianto adduzione gas .....	283
4.9 Impianto di riscaldamento .....	283
5. QUALITÀ E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI .....	283
5.1 Tarature, prove e collaudi .....	285
5.2 Verifiche e prove da prevedere .....	286
5.3 Consistenza delle verifiche e prove preliminari per la consegna provvisoria .....	286
<b>Note generali.....</b>	<b>286</b>
6. PROVE SU MATERIALI.....	288
6.1 Prove in loco degli impianti termofluidici .....	289
7. QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI.....	292
7.1 Materiali in genere.....	292
7.2 Tubazioni .....	292
7.3 Tubazioni fuori terra .....	292
7.4 Tubazioni interrato .....	292
7.5 Valvole di intercettazione .....	293
7.6 Ancoraggio tubazioni.....	293
7.7 Collaudi per tubazioni idriche .....	294
7.8 Collaudi per tubazioni gas .....	294



7.9	MATERIALI PER OPERE MURARIE.....	295
7.10	MATERIALI PER RINTERRI E SCAVI.....	296
8.	CONTABILITA' DELLE OPERE.....	298
9.	ULTIMAZIONE DEI LAVORI E COLLAUDI.....	299
9.1	Certificato di Ultimazione Lavori e consegna provvisoria con facoltà d uso.....	300
9.2	Consistenza delle verifiche e prove finali per la consegna definitiva (collaudo)...	301
9.3	Esami a vista.....	302

## **CAPO I – OPERE EDILI E OPERE DI URBANIZZAZIONE**

### Parte I

#### **QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE**

##### *Articolo 1: ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI*

Tutti i materiali e i prodotti da costruzione da impiegare per l'esecuzione dei lavori in appalto, qualora siano soggetti all'obbligo di marcatura CE secondo il Regolamento UE n. 305/2011 del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, dovranno essere muniti di tale marchio ed accompagnati da copia cartacea della Dichiarazione di prestazione (DoP) e da tutta la documentazione idonea ad attestarne la tracciabilità, a partire dal produttore e fino alla fornitura in cantiere.

In carenza di detta documentazione obbligatoria i prodotti non potranno essere né accettati né introdotti e/o stoccati in cantiere per cui, se presenti, dovranno esserne immediatamente allontanati.

In ogni caso la Direzione dei Lavori, ai fini dell'accettazione dei suddetti materiali e prodotti, può richiedere l'effettuazione di controlli, anche parziali, su campioni prelevati dalle forniture in cantiere oppure richiedere validi attestati di conformità delle stesse forniture ai requisiti di prestazione e prescrizioni del progetto.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del Capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi dell'art. 164 del regolamento D.P.R. n. 207/2010.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il Direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'Appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei lavori, la Stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione appaltante in sede di collaudo.

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella



consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal Capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal Capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

#### *Articolo 2: PROVISTA DEI MATERIALI*

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

A richiesta della Stazione appaltante l'Appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

#### *Articolo 3: SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO*

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il Direttore dei lavori può prescriverne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'Appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del Responsabile del procedimento.

#### *Articolo 4: NORME DI RIFERIMENTO*

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI vigenti in materia, anche se non

espressamente richiamate nel presente Capitolato speciale d'appalto. In assenza di nuove ed aggiornate norme, il Direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente Capitolato speciale d'appalto o dalla Direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari ed UNI vigenti, verrà effettuato in contraddittorio con l'Impresa sulla base della redazione di verbale di prelievo.

#### *Articolo 5: GHIAIA E PIETRISCO*

##### **5.1. Requisiti per l'accettazione**

Gli aggregati per usi strutturali e non strutturali (naturali, artificiali o riciclati) sono soggetti a DOP e marcatura CE.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

La ghiaia deve essere bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili o terrose, o comunque dannose.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati provenienti da processo di riciclo conformi alla EN 12620.

##### **5.2. Norme EN armonizzate relative agli aggregati.**

EN 13055-1 Aggregati leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione

EN 13139 Aggregati per malta

EN 13383-1 Aggregati per opere di protezione (armourstone) – Specifiche

EN 12620 Aggregati per calcestruzzo

EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade

EN 13450 Aggregati per massicciate per ferrovie

Norme nazionali aggregati per calcestruzzo strutturale (applicative di EN 12620)

**UNI 8520-1:2015** *Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 - Parte 1: Designazione e criteri di conformità*

**UNI 8520-2:2016** *Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 - Parte 2: Requisiti.*

#### *Articolo 6: SABBIA*

Le sabbie sono soggette a DOP e marcatura CE con riferimento alla norma applicabile per l'utilizzo previsto. Norma di riferimento EN 12620 Aggregati per calcestruzzo

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; dev'essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

#### **Tabella 6.1 – Pezzature normali**

	Trattenuto dal	Passante al
Sabbia	setaccio 0,075 UNI 2332	setaccio 2 UNI 2332

Le sabbie da impiegarsi nel confezionamento dei conglomerati cementizi devono corrispondere alle caratteristiche granulometriche stabilite dal R.D. 16 novembre 1939, n. 229.

Nelle sabbie per conglomerati è ammessa una percentuale massima del 10% di materiale trattenuto sul crivello 7,1, vedi UNI 2334 - Crivelli di controllo e relativi fondi e coperchi - o sul setaccio 2, vedi UNI 2332-1 - Vagli di controllo, stacci di controllo e relativi fondi e coperchi. Dimensioni e tolleranze, a seconda che si tratti di sabbia per conglomerati cementizi o di sabbia per conglomerati bituminosi; in ogni caso non si devono avere dimensioni inferiori a 0,05 mm.

Le sabbie possono essere naturali o di frantumazione, devono presentare una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%.

L'Appaltatore non può impiegare sabbie di mare che non siano state preventivamente lavate a fondo con acqua dolce.

La Direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego. Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito ad esami fatti eseguire da Amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave ed i risultati di tali indagini siano ritenute idonee dalla Direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai sili. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale ed in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi prova riguardano l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

#### *Articolo 7: ACQUA*

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non essere aggressiva. L'acqua, a discrezione della Direzione dei lavori, in base al tipo di intervento od uso potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

#### *Articolo 8: IMPASTI*

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati, il rapporto acqua-cemento, e pertanto il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

#### *Articolo 9: ADDITIVI*

##### **9.1. Generalità**

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

## **9.2. Calcestruzzo**

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al DM 14 gennaio 2008, "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e relative circolari esplicative, in particolare Circolare 2 febbraio 2009; L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- dovranno essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non dovranno contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- dovranno interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo; in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

### **9.2.1. Additivi acceleranti**

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra 0,5 e 2% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento, in caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente diluito.

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal DM 14 gennaio 2008 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123 - Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.

In generale, per quanto non specificato, si rimanda alla UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni e requisiti.

### **9.2.2. Additivi ritardanti**

Gli additivi ritardanti sono da utilizzarsi per il trasporto del calcestruzzo in betoniera al fine di ritardarne l'indurimento.

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal DM 14 gennaio 2008 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni e requisiti.

### **9.2.3. Additivi antigelo**

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della Direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra 0,5 e 2% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme:

**UNI 7109** *Additivi per impasti cementizi. Additivi antigelo. Idoneità e relativi metodi di controllo.*

**UNI 7120** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione dei tempi di inizio e di fine presa delle paste cementizie contenenti additivi antigelo.*

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123 - Calcestruzzo. Determinazione dei tempi d'inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni; la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

#### **9.2.4. Additivi fluidificanti e superfluidificanti**

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua /cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della Direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra 0,2 e 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato, si rimanda alla UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni e requisiti.

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- determinazione della consistenza dell'impasto effettuata con l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla UNI 8020 - Calcestruzzo fresco - Determinazione della consistenza - Spandimento alla tavola a scosse;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;
- prova di essudamento secondo la UNI 7122 - Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

#### **9.2.5. Additivi aeranti**

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della Direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra 0,005 e 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento.

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- determinazione del contenuto d'aria secondo la UNI 6395 - Determinazione volumetrica per pressione del contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;
- prova di resistenza al gelo secondo la UNI 7087 - Calcestruzzo. Determinazione della resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo;
- prova di essudamento secondo la UNI 7122 - Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata;

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura.

### **9.2.6. Agenti espansivi**

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione della Direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra 7 e 10% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme UNI:

**UNI 8146** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo.*

**UNI 8146 FA 125-83** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8146. Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo.*

**UNI 8147** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo.*

**UNI 8147 FA 126-83** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8147. Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo.*

**UNI 8148** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.*

**UNI 8148 FA 127-83** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8148. Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.*

**UNI 8149** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.*

**UNI 8149 FA 128-83** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8149. Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.*

La Direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123, Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura.



### 9.3. Metodi di prova

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme UNI:

- UNI 7110** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata ed in acqua satura di calce.*
- UNI 7112** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione delle sostanze zuccherine riducenti.*
- UNI 7114** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione del potere schiumogeno degli additivi aeranti e fluidificanti- aeranti.*
- UNI 7115** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della densità degli additivi liquidi o in soluzione.*
- UNI 7116** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione dell'alcalinità totale.*
- UNI 7117** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della tensione superficiale di soluzioni contenenti additivi.*
- UNI 7118** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione del pH di soluzioni contenenti additivi.*
- UNI EN 934-2** *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni e requisiti*
- UNI 10765** *Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità.*

Articolo 10: MALTE

#### 10.1. Malte tradizionali

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi, non deve essere aggressiva nè contenere solfati o cloruri in percentuale dannosa.

La sabbia da impiegare per il confezionamento delle malte deve essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose.

Le calci aeree, le pozzolane ed i leganti idraulici devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme (R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e R.D. n. 2231; legge 26 maggio 1965, n. 595, D.M. 14 gennaio 1966, D.M. 3 giugno 1968, D.M. 3 agosto 1972 e successive integrazioni o modificazioni).

L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D.M. 3 giugno 1968 così come modificato dal D.M. 13 settembre 1993.

I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la seguente tabella:

**Tabella 10.1 - Classe e tipi di malta (D.M. 20 novembre 1987)**

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M4	Idraulica	-	-	1	3	-
M4	Pozzolonica	-	1	-	-	3
M4	Bastarda	1	-	2	9	-
M3	Bastarda	1	-	1	5	-
M2	Cementizia	1	-	0,5	4	-
M1	Cementizia	1	-	-	3	-

**Tabella 10.2 - Rapporti di miscela delle malte (AITEC)**

Tipo di malta	Rapporti in volume	Quantità per 1 mq di malta (kg)
Calce idrata, sabbia	1: 3,5	142-1300
	1: 4,5	110-1300
Calce idraulica, sabbia	1:3	270-1300
	1:4	200-1300
Calce eminentemente idraulica, sabbia	1:3	330-1300
	1:4	250-1300
Calce idrata, cemento, sabbia	2:1:8	125-150-1300
	2:1:9	110-130-1300
Cemento, sabbia	1:3	400-1300
	1:4	300-1300

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante.

Malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori seguenti:

12 N/mm<sup>2</sup> [120 kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M1

8 N/mm<sup>2</sup> [80 Kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M2

5 N/mm<sup>2</sup> [50 kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M3

2,5N/mm<sup>2</sup> [25 Kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M4.

## 10.2. Malte speciali

Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, ecc.) composte da cementi ad alta resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in c.a., impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo; in caso di applicazione di prodotti equivalenti, gli stessi devono essere accettati ed autorizzati dalla Direzione dei lavori.

Per qualunque contestazione si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI 8993** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione.*

**UNI 8993 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione.*

**UNI 8994** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Controllo dell'idoneità.*

**UNI 8994 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Controllo dell'idoneità.*

**UNI 8995** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della massa volumica della malta fresca.*

**UNI 8995 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della massa volumica della malta fresca.*

**UNI 8996** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione dell'espansione libera in fase plastica.*

**UNI 8996 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione dell'espansione libera in fase plastica.*

- UNI 8997** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante canaletta.*
- UNI 8997 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante canaletta.*
- UNI 8998** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.*
- UNI 8998 FA 1-89** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.*
- UNI EN 12190** *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Determinazione della resistenza a compressione delle malte da riparazione.*

### **10.3. Metodi di prova delle malte cementizie**

- UNI 7044** *Determinazione della consistenza delle malte cementizie mediante l'impiego di tavola a scosse.*
- UNI EN 1015-1** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della distribuzione granulometrica (mediante staccatura).*
- UNI EN 1015-2** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Campionamento globale e preparazione delle malte di prova.*
- UNI EN 1015-3** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante tavola a scosse).*
- UNI EN 1015-4** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante penetrazione della sonda).*
- UNI EN 1015-6** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della massa volumica apparente della malta fresca.*
- UNI EN 1015-7** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione del contenuto d'aria della malta fresca.*
- UNI EN 1015-19** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua delle malte da intonaco indurite.*
- UNI ENV 1170-8** *Malte e paste di cemento rinforzate con fibre di vetro (GRC). Prova mediante cicli climatici;*

*Articolo 11: GESSO*

Il gesso è ottenuto per frantumazione, cottura e macinazione di roccia sedimentaria, di struttura cristallina, macrocristallina oppure fine, il cui costituente essenziale è il solfato di calcio biidrato ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), dovrà presentarsi perfettamente asciutto, di recente cottura, di fine macinazione, privo di materie eterogenee e non alterato per estinzione spontanea. Le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche delle rocce dovranno inoltre corrispondere alle prescrizioni della norma UNI 5371 - Pietra da gesso per la fabbricazione di leganti. Classificazione, prescrizioni e prove.

I gessi dovranno essere forniti in sacchi sigillati di idoneo materiale, riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto. La conservazione dovrà essere effettuata con tutti gli accorgimenti atti ad evitare degradazioni per umidità.

*Articolo 12: CALCE***12.1. Calci aeree**

Le calci aeree impiegate dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, (aggiornato alla G.U. 29 agosto 2000) recante Norme per l'accettazione delle calci.

Agli effetti delle suddette norme le calci si dividono in:

*A Calci aeree:*

- a) calce grassa in zolle;
- b) calce magra in zolle;
- c) calce idrata in polvere.

Si dicono calci aeree magnesiache quelle contenenti più del 20% di  $\text{MgO}$ .

*B Calci idrauliche:*

- a) calce idraulica naturale in zolle;
- b) calce idraulica naturale o artificiale in polvere;
- c) calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere;
- d) calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere;
- e) calce idraulica artificiale siderurgica in polvere.

Le calci sono così definite:

*A Calci aeree:*

- a) La calce grassa in zolle, di colore pressoché bianco, è il prodotto della cottura di calcari di adatta composizione morfologica e chimica.
- b) La calce magra in zolle è il prodotto della cottura di calcari a morfologia e composizione chimica tali da non dare calci che raggiungano i requisiti richiesti per le calci di cui alla lettera a).
- c) La calce idrata in polvere è il prodotto dello spegnimento completo delle calci predette, fatto dallo stabilimento produttore in modo da ottenerla in polvere fina e secca.

Per ulteriori definizioni si rimanda alla norma **UNI 10319** - Calci aeree. Terminologia.

**B Calci idrauliche:**

- a) La calce idraulica in zolle è il prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale da risultare di facile spegnimento.
- b), c) La calce idraulica e quella eminentemente idraulica, naturale o artificiale è il prodotto ottenuto con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, con la successiva estinzione, stagionatura e macinazione.
- d) La calce idraulica artificiale pozzolanica è il prodotto della miscela intima, ottenuta per macinazione, di pozzolana energica e calce aerea.
- e) La calce idraulica siderurgica è il prodotto della miscela intima, ottenuta per macinazione, di loppe di altoforno basiche granulate e calce aerea.

Per le calci devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni, nelle quali le quantità sono espresse percentualmente in peso.

**Tabella 12.1. – Contenuti e limitazioni delle calci aeree**

Calci aeree	Requisiti	Contenuto in CaO + MgO	Contenuto in umidità	Contenuto in carboni e impurità
Calce grassa in zolle	-	□ 94%	-	-
Calce magra in zolle	-	□ 94%	-	-
Calce idrata in polvere	Fiore di calce	□ 91%	□ 3%	□ 6%
	Calce idrata da costruzione	□ 82%	□ 3%	□ 6%

**Tabella 12.2. - Requisiti fisico-meccanici delle calci aeree**

Calci aeree	Rendimento in grassello	Residuo al vaglio da 900 maglie /cmq	Residuo al vaglio da 4900 maglie/cm <sup>2</sup>	Prova stabilità volume	di di
Calce grassa in zolle	□ 2,5 mc./tonn.	-	-	-	
Calce magra in zolle	□ 1,5 mc./tonn.	-	-	-	
Calce idrata in polvere	Fiore di calce	□ 1%	□ 5%	positiva	
	Calce da costruzione	□ 2%	□ 15%	positiva	

Tutte le calci idrauliche in polvere devono:

- 1) lasciare sul setaccio da 900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo percentuale in peso inferiore al 2% e sul setaccio da 4900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo inferiore al 20%;
- 2) iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dall'inizio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore dal medesimo;
- 3) essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.

**Tabella 12.3 – Contenuti e limitazioni delle calci idrauliche**

Calci idrauliche	Perdita al fuoco	contenuto in MgO	Contenuto in carbonati	Rapporto di costituzione *	Contenuto in Mno	Residuo insolubile
Calce idraulica naturale in zolle	□ 10%	□ 5%	□ 10%	-	-	-
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	-	□ 5%	□ 10%	-	-	-
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere	-	□ 5%	□ 10%		-	-
Calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere	-	□ 5%	□ 10%	1,5%		-

Calce artificiale in polvere	idraulica siderurgica	<input type="checkbox"/> 5%	<input type="checkbox"/> 5%	-	-	<input type="checkbox"/> 5%	<input type="checkbox"/> 2,5%
------------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------------	---	---	-----------------------------	-------------------------------

\*  $R_c = (SiO_2 + Al_2 O_3) / CaO$

**Tabella 12.4. - Requisiti fisico-meccanici delle calce idrauliche in polvere**

Calci idrauliche in polvere	Resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3 tolleranza del 10%		Prova di stabilità volume
	Resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura	Resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura	
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	<input type="checkbox"/> 5 Kg/cmq.	<input type="checkbox"/> 10 Kg/cmq.	positiva
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale	<input type="checkbox"/> 10 Kg/cmq.	<input type="checkbox"/> 100 Kg/cmq.	positiva
Calce idraulica artificiale pozzolanica	<input type="checkbox"/> 10 Kg/cmq.	<input type="checkbox"/> 100 Kg/cmq.	positiva
Calce idraulica artificiale siderurgica	<input type="checkbox"/> 10 Kg/cmq.	<input type="checkbox"/> 100 Kg/cmq.	positiva

Per le prove chimico-fisiche si rinvia alle prescrizioni del citato R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 - Norme per l'accettazione delle calce.

### Articolo 13: CEMENTO

I leganti idraulici (cemento) impiegati per la produzione di calcestruzzi per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso sono soggetti a marcatura CE e DOP sia per usi strutturali che non strutturali (Per usi strutturali si faccia riferimento a - NTC 11.2.9.1 Leganti; L. 26/5/1965, n. 595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici").

E' escluso l'impiego di cementi alluminosi

Norma armonizzata di riferimento:



EN 197-1 Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni

### **13.1. Classificazione dei cementi**

Ai sensi della legge 26 maggio 1965, n. 595, i cementi sono classificati in:

A Cementi normali e ad alta resistenza:

- a) portland;
- b) pozzolanico;
- c) d'altoforno.

B Cemento alluminoso.

C *Cementi per sbarramenti di ritenuta:*

- a) portland;
- b) pozzolanico;
- c) d'altoforno.

D *Agglomeranti cementizi:*

- a) a lenta presa;
- b) a rapida presa.

### **13.2. Definizioni**

I legami idraulici sopra nominati rispondono alle seguenti definizioni:

A Cementi:

a) Cemento portland. - Per cemento portland si intende il prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio), con aggiunta di gesso o anidrite dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione;

b) Cemento pozzolanico. - Per cemento pozzolanico si intende la miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico, con la quantità di gesso o anidrite necessaria a regolarizzare il processo di idratazione;

c) Cemento d'altoforno. - Per cemento d'altoforno si intende la miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata di altoforno, con la quantità di gesso o anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.

**B** Cemento alluminoso.

Per cemento alluminoso s'intende il prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio.

**C** Cementi per sbarramenti di ritenuta.

Per cementi per sbarramenti di ritenuta, la cui costruzione è soggetta al regolamento approvato con D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363, si intendono quei cementi normali, di cui alla lettera A, i quali abbiano i particolari valori minimi di resistenza alla compressione prescritti dalle norme vigenti.

**D** Agglomeranti cementizi.

Per agglomeranti cementizi si intendono i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli che verranno stabiliti per i cementi normali di cui alla lettera A. Per le resistenze minime ed i requisiti chimici degli agglomeranti cementizi si rinvia al D.M. vigente.

**13.3. Fornitura**

I cementi e gli agglomeranti cementizi in polvere debbono essere forniti:

- a) in sacchi sigillati;
- b) in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- c) alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati, essi dovranno essere del peso di 50 kg chiusi con legame munito di sigillo. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- a) la qualità del legante;
- b) lo stabilimento produttore;
- c) la quantità d'acqua per la malta normale;
- d) le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi.

#### **13.4. Accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi**

Per l'accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi, degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche in polvere, le prove debbono essere eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 kg di legante prelevato da dieci sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione. In caso di contestazione sull'omogeneità del prodotto, saranno prelevati in contraddittorio, e per ogni mille sacchi, altri due sacchi, e sul campione prelevato da ciascuno di essi verranno ripetute le prove normali.

Qualora tutte le parti non siano presenti, la campionatura dovrà avvenire alla presenza di un notaio o di un ufficiale giudiziario.

Per le forniture di leganti alla rinfusa, la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante il prelievo di un campione medio in ragione di 10 kg per ogni 50 tonnellate o frazione.

Il campione per le prove sulle calce idrauliche naturali in zolle deve essere di 50 kg per ogni 10 tonnellate di calce, e deve essere preso con la pala da diversi punti del mucchio.

#### **13.5. Dichiarazione di prestazione DOP - Regolamento prodotti da costruzione 305/2011**

I cementi, sono prodotti soggetti a norma armonizzata pertanto, attraverso la DOP, il fabbricante deve fornire le informazioni relative alle caratteristiche essenziali del prodotto immesso sul mercato.

La dichiarazione di prestazione deve fare riferimento alla norma armonizzata (EN) o alla valutazione tecnica europea (ETA) rilasciata da un Organismo di Valutazione Tecnica (TAB) relativa al prodotto indispensabile per immettere il prodotto sul mercato.

Il fabbricante, rilasciando la DoP, appone sul prodotti la marcatura CE e si assume la responsabilità della conformità del prodotto da costruzione alla dichiarazione di prestazione.

L'emissione della DOP autorizza il produttore ad apporre la marcatura CE sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato.

#### **Tabella 13.1. - Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

<b>Classe</b>	<b>Resistenza alla compressione (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tempo inizio presa min</b>	<b>Espansione mm</b>
---------------	--	-------------------------------	----------------------

	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni			
	2 giorni	7giorni				
32,5	-	> 16	<input type="checkbox"/> 32,5	<input type="checkbox"/> 52,5	<input type="checkbox"/> 60	<input type="checkbox"/> 10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	<input type="checkbox"/> 42,5	<input type="checkbox"/> 62,5		
4,25 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	<input type="checkbox"/> 52,5	-	<input type="checkbox"/> 45	
52,5 R	> 30	-				

**Tabella 13.2. - Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà	Prova secondo	Tipo cemento	di	Classe resistenza	di	Requisiti
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III		Tutte le classi		<input type="checkbox"/> 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III		Tutte le classi		<input type="checkbox"/> 5,0%
Solfati come (SO <sub>3</sub> )	EN 196-2	CEM I CEM II (2) CEM IV CEM V		32,5 32,5 R 42,5		<input type="checkbox"/> 3,5%
				42,5 R 52,5 52,5 R		<input type="checkbox"/> 4,0%
		CEM III (3)		Tutte le classi		

Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi (4)	Tutte le classi	□ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa

2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T che può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>, per tutte le classi di resistenza

3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>.

4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

**Tabella 13.3. - Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5 R	42,5	42,5 R	52,5	42,5 R
Limite inferiore di resistenza (N/mm <sup>2</sup> )	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa - Limite inferiore (min)		45			40		
Stabilità (mm) - Limite superiore		11					
Contenuto di SO <sub>3</sub> (%)  Limite superiore	Tipo I	4,0			4,5		
	Tipo II (1)						
	Tipo IV						
	Tipo V						
	Tipo III/A	4,5					
	Tipo III/B						
	Tipo III/C	5,0					
Contenuto di cloruri (%) - Limite superiore		0,11					

(2)	
Pozzolanicità	Positiva a 15 giorni

(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO<sub>3</sub> per tutte le classi di resistenza

(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

### 13.6. Metodi di prova

**UNI EN 196-1** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione delle resistenze meccaniche.*

**UNI EN 196-2** *Metodi di prova dei cementi. Analisi chimica dei cementi.*

**UNI EN 196-3** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione del tempo di presa e della stabilità.*

**UNI ENV 196-4** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione quantitativa dei costituenti.*

**UNI EN 196-5** *Metodi di prova dei cementi. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici.*

**UNI EN 196-6** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione della finezza.*

**UNI EN 196-7** *Metodi di prova dei cementi. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento.*

**UNI EN 196-21** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento.*

**UNI ENV 197-1** *Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità. Cementi comuni.*

**UNI ENV 197-2** *Cemento. Valutazione della conformità.*

**UNI 10397** *Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata.*

**UNI 10517** *Cementi Comuni. Valutazione della conformità.*

**UNI ENV 413-1** *Cemento da muratura. Specifica.*

**UNI EN 413-2** *Cemento da muratura. Metodi di prova.*

## Articolo 14: LATERIZI

### 14.1. Generalità

Si intendono per laterizi materiali artificiali da costruzione, formati di argilla, contenente quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro, di carbonato di calcio, purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, i pezzi dopo asciugamento, vengono esposti a giusta cottura in apposite fornaci.

Sono soggetti a DOP e marcatura CE: Mattoni pieni e semipieni, da rivestimento (faccia a vista), blocchi semipieni, forati, elementi forati per divisori e pareti di tamponamento, sia per muratura portanti che non.

Norma armonizzata di riferimento: EN 771-1 Specifica per elementi di muratura - Part 1: Elementi per muratura di laterizio

Sono soggetti a DOP e marcatura CE: Blocchi per solaio a travetti e blocchi

Norma armonizzata di riferimento: EN 15037-3 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Solai a travetti e blocchi - Parte 3: Blocchi di laterizio

Sono soggetti a DOP e marcatura CE: Blocchi per solaio gettato in opera o a pannelli/lastre

Norma armonizzata di riferimento: EN 771-1 Specifica per elementi di muratura - Part 1: Elementi per muratura di laterizio

Sono soggetti a DOP e marcatura CE: Coperture (tegole, coppi ed accessori)

Norma armonizzata di riferimento: EN 1304 Tegole di laterizio per coperture discontinue - Definizioni e specifiche di prodotto

### 14.2. Classificazione

I materiali laterizi si suddividono in:

- a) materiali laterizi pieni, quali i mattoni ordinari, i mattoncini comuni e da pavimento, le piastrelle per pavimentazione, ecc.;
- b) materiali laterizi forati, quali i mattoni con due, quattro, sei, otto fori, le tavelle, i tavelloni, le forme speciali per volterrane, per solai di struttura mista, ecc.;
- c) materiali laterizi per coperture, quali i coppi e le tegole di varia forma ed i rispettivi pezzi speciali.

### 14.3. Requisiti

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione debbono nella massa essere scevri da sassolini e da altre impurità; avere facce lisce e spigoli regolari; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine ed uniforme; dare, al colpo di martello, suono chiaro; assorbire acqua per immersione; asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici

e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco; avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

#### **14.4. Accettazione e prove**

Per le prove di accettazione sugli elementi per murature portanti si farà riferimento alle NTC 2008 paragrafo 11.10.1.1.

Per le prove di accettazione sui blocchi per solaio a travetti e blocchi e sui blocchi per solaio gettato in opera o a pannelli/lastre si farà riferimento alle NTC 08 paragrafo 4.1.9 e Cir. Min. 617/09.

Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna ed alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, debbono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.

Le prove debbono essere eseguite in uno dei laboratori ufficiali indicati dalle norme vigenti.

Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità.

Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali ed in solfati alcalini.

In casi speciali può essere prescritta una analisi chimica più o meno completa dei materiali, seguendo i procedimenti analitici più accreditati.

I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline sono analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.

#### **14.5. Prove fisiche e prove chimiche**

Per quanto attiene alle modalità delle prove chimiche e fisiche, si rimanda al citato R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 e seguenti.

#### **14.6. Norme UNI di riferimento**

##### *52.6.1. Elementi per murature*

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme:

**UNI 8942-1** *Prodotti di laterizio per murature. Terminologia e sistema di classificazione.*

**UNI 8942-2** *Prodotti di laterizio per murature. Limiti d'accettazione.*

**UNI 8942-3** *Prodotti di laterizio per murature. Metodi di prova.*



Gli elementi da impiegarsi nelle murature dovranno avere facce piane e spigoli regolari, essere esenti da screpolature, fessure e cavità e presentare superfici atte alla adesione delle malte. I mattoni da paramento dovranno presentare in maniera particolare regolarità di forma, integrità superficiale e sufficiente uniformità di colore per l'intera partita.

Gli elementi in laterizio impiegati nelle murature portanti debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 20 novembre 1987 - Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento. La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificati contenenti i risultati delle prove condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione con le modalità previste dal D.M. citato.

#### **14.6.2. Elementi per solai**

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme:

**UNI 9730-1** *Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione.*

**UNI 9730-2** *Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione.*

**UNI 9730-3** *Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.*

Dovranno inoltre essere rispettate le norme dei cui al punto 7, parte 1<sup>a</sup>, del D.M. 9 gennaio 1996.

Nei blocchi forati, la resistenza caratteristica a compressione, determinata secondo le prescrizioni dell'Allegato 7 del D.M. citato e riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, dovrà risultare non minore di:

a) Solai con blocchi aventi funzioni di alleggerimento:

30 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori; 15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori.

**Tabella 14.1 - Caratteristiche di tavelle e tavelloni di uso comune**

Tipo	Spessore cm	W (cm <sup>3</sup> /ml)	Peso kN/m <sup>2</sup>	Lunghezza cm	Larghezza cm	Rottura	
						P(kN)	Mr(kNm)
Tavellone	3	122	0,28	50	25	1,50	0,72
UNI 2105	3	122	0,28	60	25		
	4	187	0,34	60	25	1,80	1,00
	4	187	0,34	70	25	1,70	1,00
	4	187	0,34	80	25	1,50	1,00
	4	187	0,34	90	25	1,10	1,00

	4	187	0,34	100	25	1,00	1,00
Tavellone	6	332	0,38	80	25	2,60	1,95
	6	332	0,38	90	25	2,30	1,95
UNI 2106	6	332	0,38	100	25	2,10	1,95
	4	496	0,44	110	25	3,10	2,95
	4	496	0,44	110	25	2,80	2,95
	4	496	0,44	120	25	2,60	2,95

W = Momento resistente minimo riferito alla sezione larga 1 m (4 elementi affiancati); P= Carico minimo di rottura concentrato in mezzzeria di una tavella poggiante su due coltelli posti a cm 2,5 dagli estremi (Tabella UNI 2107); Mr= Momento flettente di rottura minimo riferito alla sezione larga 1 m (4 elementi affiancati. (fonte: Manualetto RDB, Fag, Milano, 1997)

b) Solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato:

15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori; 5 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori.

In assenza di cassero continuo inferiore durante la fase di armatura e getto, tutti i blocchi dovranno resistere ad un carico concentrato, applicato nel centro della faccia superiore, non inferiore a 1,5 kN. Il modulo elastico non dovrà essere superiore a 25 kN/mm<sup>2</sup>.

### 14.6.3. Tavelle e tavelloni

Si farà riferimento alle seguenti norme:

1) Tipi e dimensioni:

**UNI 2105** Tavelle. Tipi e dimensioni

**UNI 2106** Tavelloni. Tipi e dimensioni.

2) Requisiti e prove

**UNI 2107** Tavelle e tavelloni. Requisiti e prove.

### 14.6.4. Tegole

**UNI 8089** Edilizia. Coperture e relativi elementi funzionali. Terminologia funzionale.

**UNI 8090** Edilizia. Elementi complementari delle coperture. Terminologia.

**UNI 8091** Edilizia. Coperture. Terminologia geometrica.

**UNI 8178** Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.

**UNI 8635-16** Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio.

**UNI 9460 3** Coperture discontinue. Codice di pratica per la progettazione e l'esecuzione di coperture discontinue con tegole di laterizio e cemento.

#### Articolo 15: ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

### 15.1. Requisiti principali

Ogni fornitura di acciaio per cemento armato ordinario B450C e B450A (barre, rotoli, rete elettrosaldata) deve essere accompagnata da ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici (§ 11.3.1.2 delle NTC08).

Non si devono porre in opera armature ossidate, corrosive, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

### 15.2 Acciai in barre ad aderenza migliorata

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata sono conformate in modo da aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio e sono caratterizzate dal diametro  $\emptyset$  della barra tonda equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/d m<sup>3</sup>.

### 15.3. Caratteristiche meccaniche e tecnologiche acciaio laminato a caldo

Gli acciai in barre ad aderenza migliorata B450C (acciaio laminato a caldo) devono possedere le caratteristiche indicate nel seguente prospetto, valutando le tensioni di snervamento e di rottura come grandezze caratteristiche secondo quanto indicato al punto 11.3.2.1 del DM 14 gennaio 2008, "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di  $20 \pm 5$  °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti in acqua bollente e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

Tensioni caratteristiche di snervamento e rottura

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm <sup>2</sup>

Requisiti (rif. Tabella 11.3.Ib) NTC 2008

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10.0
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12 \text{ mm}$	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 $\phi$	
per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 $\phi$	
per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	10 $\phi$	

#### 15.4. Prova di aderenza

Le barre ed i fili trafilati ad aderenza migliorata devono superare con esito positivo le prove di aderenza secondo il metodo "Beam-test" conformemente a quanto previsto nell'allegato 6 del D.M. 9 gennaio 1996; nell'allegato stesso sono pure indicate le modalità di controllo del profilo da eseguirsi in cantiere o in stabilimento.

#### 15.5. Caratteristiche meccaniche e tecnologiche acciaio trafilato a freddo

L'acciaio B450A trafilato a freddo deve rispondere alle proprietà indicate nel seguente prospetto:  
Tensioni caratteristiche di snervamento e rottura

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm <sup>2</sup>

Requisiti (rif. Tabella 11.3.Ic) NTC 2008

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10.0
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\geq 2,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
per $\phi \leq 10 \text{ mm}$	4 $\phi$	

### 15.6. Reti e tralicci di acciaio elettrosaldati

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.

L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio di cui al § 11.3.2.1 gli elementi base devono avere diametro  $\phi$  che rispetta la limitazione:  $6 \text{ mm} \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$ .

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio di cui al § 11.3.2.2 gli elementi base devono avere diametro  $\phi$  che rispetta la limitazione:  $5 \text{ mm} \leq \phi \leq 10 \text{ mm}$ .

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere:  $\phi \text{ min} / \phi \text{ Max} \geq 0,6$ .

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2004 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm<sup>2</sup>.

Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di riportate nelle NTC 2008. In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

La tensione di rottura, quella di snervamento e l'allungamento devono essere determinati con prova di trazione su campione che comprenda almeno uno dei nodi saldati.

Dovrà inoltre essere controllata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, determinata forzando con idoneo dispositivo il filo trasversale nella direzione di quello maggiore posto in trazione.

**Tabella 15.6.1.- Peso delle reti elettrosaldate**

Diametro $\phi$ mm	Peso barra kg/m	Peso in una direzione kg/m_								
		Interasse tondini in mm								
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,099	1,98	1,32	0,99	0,79	0,66	0,49	0,39	0,33	0,28

5	0,154	3,08	2,05	1,54	1,23	1,03	0,77	0,62	0,51	0,44
6	0,222	4,44	2,96	2,22	1,78	1,48	1,11	0,89	0,75	0,63
7	0,302	6,04	4,03	3,02	2,42	2,01	1,51	1,21	1,01	0,86
8	0,394	7,89	5,26	3,94	3,15	2,63	1,97	1,58	1,31	1,13
9	0,499	9,98	6,60	4,99	4,00	3,30	2,49	1,98	1,65	1,43
10	0,617	12,30	8,18	6,17	4,93	4,09	3,08	2,45	2,04	1,76
11	0,746	14,90	9,84	7,46	5,97	4,92	3,73	2,96	2,46	2,13
12	0,888	17,80	11,80	8,88	7,10	5,88	4,44	3,52	2,94	2,54

**Tabella 15.6.2. - Sezioni delle reti elettrosaldate**

Diame tro Ømm	Sezion e barra cm_	cm_ per metro								
		Barre portanti					Barre trasversali			
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,126	2,52	1,68	1,26	1,01	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36
5	0,196	3,93	2,62	1,96	1,57	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56
6	0,283	5,65	3,77	2,83	2,30	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81
7	0,385	7,69	5,13	3,85	3,00	2,56	1,92	1,54	1,28	1,10
8	0,502	10,05	6,70	5,02	4,00	3,35	2,51	2,01	1,67	1,43
9	0,635	12,70	8,45	6,35	5,10	4,23	3,18	2,54	2,12	1,81
10	0,785	15,70	10,50	7,85	6,30	5,22	3,92	3,14	2,61	2,24
11	0,947	18,90	12,60	9,47	7,60	6,31	4,74	3,79	3,15	2,71
12	1,130	22,60	15,10	11,30	9,10	7,53	5,65	4,52	3,76	3,23

## 15.7.Saldature

Gli acciai saldabili saranno oggetto di apposita marchiatura depositata che li differenzia dagli acciai non saldabili.

Sono proibite le giunzioni mediante saldatura in opera o fuori opera, nonché il fissaggio delle gabbie di armatura tramite punti di saldatura per tutti i tipi di acciaio per i quali il produttore non abbia garantito la saldabilità all'atto del deposito di cui al punto 2.2.9. suddetto.

Per tali acciai l'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito dovranno inoltre soddisfare le limitazioni sotto riportate:

		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,014	0,012
Carbonio equivalente	C <sub>eq</sub>	0,52	0,50

Il calcolo del carbonio equivalente C<sub>eq</sub> sarà effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

### 15.8.Deroga alle limitazioni dimensionali

Le limitazioni riguardanti i massimi diametri ammessi di cui al punto 2.2.3. del D.M. 9 gennaio 1996, non si applicano alle armature ad aderenza migliorata destinate a strutture in conglomerato cementizio armato di particolari caratteristiche e dimostrate esigenze costruttive.

L'impiego di tali armature di maggior diametro deve essere autorizzato dal Servizio tecnico centrale del Ministero dei lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

### 15.10.Norme di riferimento

- UNI 8926** *Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale.*
- UNI 8927** *Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale.*
- UNI 9120** *Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d'ingegneria civile. Distinta dei ferri.*
- UNI 10622** *Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo.*
- CNR UNI 10020** *Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata.*
- UNI ENV 10080** *Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate.*
- UNI ISO 10065** *Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento.*
- UNI ISO 3766** *Disegni di costruzioni e d'ingegneria civile. Rappresentazione simbolica delle armature del calcestruzzo.*
- UNI ISO 10287** *Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate.*

Parte II  
**QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI**

*Articolo 16: MATERIALI IN GENERE*

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo Capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

La forma e le principali dimensioni delle opere oggetto dell'appalto risultano dagli elaborati del Progetto e dai documenti allagati all'appalto, con le successive consequenziali specificazioni costruttive emesse dalla Direzione Lavori in corso d'opera, che fanno parte integrante del contratto.

Si avverte che le modalità di cui ai paragrafi seguenti hanno lo scopo di indicare i lavori da eseguire e di precisare i tipi di materiale da impiegare, ma l'Impresa dovrà compiere tutte le opere necessarie, anche se non specificatamente indicate nella descrizione, per dare i lavori stessi ultimati in ogni singola parte, secondo le migliori regole d'arte, impiegando materiali nuovi, della migliore qualità e delle dimensioni idonee.

I lavori che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come riportato allo specifico articolo del Capitolato Parte Amministrativa.

*Articolo 17: ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO, SABBIA*

Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante. Avrà un pH compreso fra 6 ed 8.

Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2230; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella L. 26 maggio 1965, n. 595, nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972.

Cementi e agglomerati cementizi.

I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella L. 26 maggio 1965, n. 595 (vedi anche D.M. 14 gennaio 1966) e nel D.M. 3 giugno 1968 e successive modifiche.

Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella L. 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 31 agosto 1972.



A norma di quanto previsto dal D.M. 12 luglio 1999, n. 314, i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della L. 26 maggio 1965, n. 595 (e cioè cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della L. 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della L. 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

**Pozzolane** - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o da parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

**Gesso** - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti.

Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'art. 6.

**Sabbie** - La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia essa viva, naturale od artificiale, dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose od organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridente al tatto e dovrà provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario, la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive; alla prova di decantazione in acqua, comunque, la perdita in peso non dovrà superare il 2%. Per il controllo granulometrico, l'Appaltatore dovrà apprestare e porre a disposizione della Direzione Lavori gli stacci UNI 2332-1.

Sabbia per murature in genere.

Sarà costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 UNI 2332-1.

Sabbia per intonacature ed altri lavori.

Per gli intonaci, le stuccature, le murature di paramento od in pietra da taglio, la sabbia sarà costituita da grani passanti allo staccio 0,5 UNI 2332-1.

Sabbia per conglomerati cementizi.

Dovrà corrispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 3 giugno 1968 All. 1 e dal D.M. 9 gennaio 1996 All. 1 punto 1.2. La granulometria dovrà essere assortita (tra 1 e 5 mm) ed adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. È assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

**Articolo 18: MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E MALTE**

Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme secondo i criteri dell'art. 6.

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio 1996 e relative circolari esplicative.

**Articolo 19: ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO**

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti da laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nelle NTC di cui al DM 14 gennaio 2008.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato DM 14 gennaio 2008.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

È facoltà del Direttore dei lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

**Articolo 20: ARMATURE PER CALCESTRUZZO**

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente DM 14 gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

**Articolo 21: PRODOTTI A BASE DI LEGNO**

**21.1** - Si intendono per prodotti a base di legno quelli derivati dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno e che sono presentati solitamente sotto forma di segati, pannelli, lastre, ecc.

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutture, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente Capitolato ed alle prescrizioni del progetto. Sono qui considerati i soli prodotti a base di legno il cui uso è previsto in progetto:

**21.2** - I segati di legno a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 10$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 2$  mm;
- umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma UNI 8829;

ove necessario possono essere prese a riferimento le indicazioni riportate dalle norme ISO 1029, ISO 1030, ISO 1031, riferite ai Segati di conifere - Difetti - Classificazione; Misurazione; Termini e definizioni; ed alle norme ISO 2299, ISO 2300, ISO 2301, riferite ai Segati di latifoglie - Difetti - Classificazione; Misurazione; Termini e definizioni.

**21.3** - I pannelli a base di particelle di legno a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 5$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- umidità del 10%:  $\pm 3\%$ ;

Funzionalmente avranno le caratteristiche rispondenti alla norma SS UNIV 40.03.093.0:

Il progetto prevede un rivestimento in legno a lamelle per il piano quarto f.t. dell'edificio.

Il rivestimento è previsto con listelli di larice con caratteristiche tecniche e modalità di esecuzione puntualmente definite nei seguenti elaborati di progetto:

- P21-R0 : Sezione AA - Stralcio Prospetto Nord
- P22-R0 : Sezione AA - Stralcio Prospetto Sud

- P23-R0 : Sezione CC - Stralcio Prospetto Nord

negli elaborati dei prospetti P16-R0 e P17-R0 e nella voce del presente Capitolato dedicata ai Rivestimenti esterni.

*Articolo 22: PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE*

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato; le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

*Granito (termine commerciale).*

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, feldspati, felspatoidi).

A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline, costituite da quarzo, feldspati sodico-potassici e miche);

- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.) e le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;

alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta, nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc., che riducano la resistenza o la funzione;

avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;

delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma UNI 9724 - parte 2a,

- coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI 9724 - parte 2a,

- resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI 9724 - parte 3a,

- resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI 9724 - parte 5a,

- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234;

per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (pavimentazioni, soglie, davanzali, ....etc.), si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

### *Articolo 23: PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE*

**23.1** - Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo sulla esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Come per tutti i materiali di rivestimento e pavimentazione l'Impresa appaltatrice dovrà presentare tre campioni, tra i colori e finiture scelte dalla D.L.

**23.2** - Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto, tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cotto forte, gres porcellanato, ecc.) devono essere associate alla classificazione secondo la norma UNI EN 176 e basate sul metodo di formatura UNI EN 98 e sull'assorbimento d'acqua UNI EN 99.

a) A seconda della classe di appartenenza (secondo UNI EN 87) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alle norme seguenti:

#### ASSORBIMENTO D'ACQUA «E» IN %

FORMATURA	gruppo I	gruppo IIa	gruppo lib	gruppo III
	E 3%	3%<E6%	6%<E10%	E>10%
Estruse (A)	UNI EN 121	UNI EN 186	UNI EN 187	UNI EN 188
Estruse (A)	UNI EN 176	UNI EN 177	UNI EN 178	UNI EN 159

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto ed, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione dei lavori e fornitore.

b) Le piastrelle in Gres porcellanato previste in progetto dovranno rispondere ai seguenti requisiti verificati con test di controllo secondo le norme E.N. 176 B1.

-Tolleranze dimensionali, ortogonalità, planarità Rettilinearità: Test secondo EN98

- Massa d'acqua assorbita: est secondo EN 99

c) I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporcatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere

accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

**23.3** - I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza e/o a complemento, alle seguenti.

**23.3.1** - Mattonelle di cemento con o senza colorazione e con superficie levigata; mattonelle di cemento con o senza colorazione e con superficie striata o con impronta; marmette e mattonelle a mosaico di cemento e di detriti di pietra e con superficie levigata.

I prodotti sopracitati devono rispondere al R.D. 16 novembre 1939, n. 2334 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, di resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro ed alle prescrizioni del progetto. L'accettazione deve avvenire secondo il punto 13.1, avendo il R.D. sopracitato quale riferimento.

**23.3.2** - I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili, si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza e/o a complemento, devono rispondere a quanto segue:

essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi, che superino le tolleranze dimensionali ammesse.

Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;

le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza  $\pm 15\%$  per il singolo massello e  $\pm 10\%$  sulle medie;

la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;

il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;

il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per un singolo elemento e  $\pm 3\%$  per la media;

la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm<sup>2</sup> per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup> per la media;

I criteri di accettazione sono quelli riportati nel punto 13.1.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, per la sicurezza e per la posa.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) ed a quanto prescritto nell'articolo 12.

In mancanza di tolleranze su disegni di progetto, si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (le tolleranze predette saranno ridotte per i prodotti da incollare);

le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. 16 novembre 1939, n. 2334, per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm;

l'accettazione avverrà secondo il punto 13.1. Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, per la sicurezza e per la posa.

#### *Articolo 24: PRODOTTI PER COPERTURE CONTINUE*

**24.1** - Si definiscono prodotti per le coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari.

Per la realizzazione delle coperture continue piane nel loro insieme, si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle coperture continue.

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Nel caso di contestazione, le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI citate di seguito.

**24.2** – piastrelle in gres porcellanato antigelivo con resistenza all'abrasione PEIv antiscivolo con coefficiente di attrito maggiore o uguale a 0,40 secondo il Test BRCA

i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:

- le fessure non sono ammesse;
- le incavature non devono avere profondità maggiore di 6 mm;
- le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell'impasto;
- le scagliature sono ammesse, in forma leggera;
- le sbavature e le deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto;

sulle dimensioni nominali e sulla forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze: lunghezza  $\pm 1,5\%$ ; larghezza  $\pm 1\%$ ; altre dimensioni dichiarate  $\pm 1,6\%$ ; ortometria: scostamento orizzontale non maggiore del 1,6% del lato maggiore;

sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del  $\pm 10\%$ ;

l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua dall'intradosso, dopo 24 ore;

dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere maggiore od uguale a 1800 N su campioni maturati 28 giorni;

la resistenza a rottura F del singolo elemento deve essere maggiore od uguale a 1000 N; la media deve essere maggiore od uguale a 1500 N;

i criteri di accettazione sono quelli del punto 14.1. In caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 e UNI 8635.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

#### *Articolo 25: PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E COPERTURE PIANE*

**25.1** - I prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale), fino a formare in sito una membrana continua.

Le membrane si designano descrittivamente in base:

al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);

al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene in film, armatura alluminio in foglio sottile, ecc.);

al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere in film da non asportare, graniglie, ecc.);

al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere non-tessuto, sughero, alluminio in foglio sottile, ecc.).

I prodotti forniti in contenitori si designano descrittivamente come segue:

- 1) mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- 2) asfalti colati;
- 3) malte asfaltiche;
- 4) prodotti termoplastici;



- 5) soluzioni in solvente di bitume;
- 6) emulsioni acquose di bitume;
- 7) prodotti a base di polimeri organici.

I prodotti vengono considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**25.2** - Le membrane per coperture di edifici, in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio: strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.), devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed a complemento, alle seguenti prescrizioni.

a) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente a trazione ed avere adeguata impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9380 oppure, per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori. (Le membrane rispondenti alle varie parti della norma UNI 8629, per le caratteristiche sopracitate sono valide anche per questo impiego).

b) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione del vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;

- invecchiamento termico in acqua.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 9168 oppure, per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629, per le caratteristiche sopracitate, sono valide anche per questo impiego.

c) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e a lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed alla permeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 8629 oppure, per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e a lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);

- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti) oppure, per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

e) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti) oppure, per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**25.3** - Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri, elencate nel seguente comma a) ed utilizzate per impermeabilizzazione delle opere elencate nel seguente comma b), devono rispondere alle prescrizioni elencate nel successivo comma c).

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 15.1 comma c).

a) I tipi di membrane previste nel progetto sono:

Membrane in materiale elastomerico dotate di armatura e formate da elastomeri e bitumi ossidati ad alto punto di fusione con armatura in fibra di poliestere e simili [Per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fundamentalmente elastico, anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio: gomma vulcanizzata)].

Membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta; in questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.

b) Classi di utilizzo.

Classe C - membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o non (per esempio: fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.).

Classe D - membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce.

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi. In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che, nell'esperienza progettuale e/o applicativa, risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali.

c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898.

**25.4** - I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) e secondo il materiale costituente, devono rispondere alle prescrizioni seguenti.

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 15.1 comma c).

**25.4.1** - I bitumi da spalmatura per impermeabilizzazione (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per diversi tipi, alle prescrizioni della norma UNI 4157.

**25.4.2** -Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alla norma UNI 5660 FA 227-87.

**25.4.3** -Gli asfalti colati per impermeabilizzazione devono rispondere alla norma UNI 5654 FA 191-87.

**25.4.4** -Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla norma UNI 4377 FA 233-87.

**25.4.5** -Il mastice di asfalto sintetico, per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati, deve rispondere alla norma UNI 4378 FA 234.

**25.4.6** -I prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, eossi-poliuretanic, eossi-catrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutati in base alle caratteristiche seguenti ed i valori devono soddisfare i limiti riportati. Quando non sono riportati i limiti che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori.

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 15.1 comma c) e rispondenti alle norme UNI9527, UNI 9528, UNI 9527 FA1-92, UNI 9528 FA1-92.

b) Caratteristiche di comportamento da verificare in sito o su campioni significativi di quanto realizzato in sito secondo le norme UNI 9529, UNI 9530, UNI 9531, UNI 9532, UNI 9533 e relativi FOGLI DI AGGIORNAMENTO:

- spessore dello strato finale in relazione al quantitativo applicato per ogni metro quadrato minimo ... mm, misurato secondo <norma 5>;
- valore dell'allungamento a rottura minimo <valore minimo> %, misurato secondo <norma 6>;
- resistenza al punzonamento statico o dinamico: statico minimo <punzonamento statico> N; dinamico minimo <punzonamento dinamico> N, misurati secondo <norma 7>;
- stabilità dimensionale a seguito di azione termica e variazione dimensionale massima in % <stabilità massima> misurate secondo <norma 8>;
- impermeabilità all'acqua, minima pressione di <pressione> kPa, misurati secondo <norma 9>;
- comportamento all'acqua, variazione di massa massima in % <variazione massa>, misurata secondo <norma 10>;
- invecchiamento termico in aria a 70 °C e variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trattamento massimo °C <gradi>, misurati secondo <norma 11>;
- invecchiamento termico in acqua e variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trattamento massimo °C <gradi 1>, misurati secondo <norma 12> .

#### *Articolo 26: PRODOTTI DI VETRO (LASTRE)*

**26.1** - I prodotti di vetro sono quelli ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi, si fa riferimento alle norme UNI EN 572/17.

I prodotti di seguito descritti e riferiti al progetto vengono considerati al momento della loro fornitura.

Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni ed ai serramenti.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**26.2**-I vetri piani trasparenti float previsti per i serramenti in progetto, sono chiari e si ottengono per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto ed in particolare nella Tavola "Abaco infissi".

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte; il fornitore comunicherà i valori, se richiesti.

**26.3** - I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente, in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7142 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione.

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte; il fornitore comunicherà i valori, se richiesti.

**26.4** - I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) previsti per tutti i serramenti, sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi od altro, in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

Le loro dimensioni, il numero e il tipo delle lastre saranno quelli indicati nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7171 che definisce anche i metodi di controllo da adottare in caso di contestazione.

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte; il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

**26.5** - I vetri piani stratificati sono quelli, formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica, che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie.

Il loro spessore varia in base al numero ed allo spessore delle lastre costituenti.

Quelli in uso nel progetto In funzione della loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche saranno del tipo:

- stratificati per sicurezza semplice;
- stratificati antivandalismo;

Le dimensioni, il numero e il tipo delle lastre saranno quelli indicati nel progetto.

Per le altre caratteristiche si fa riferimento alle norme seguenti:

a) i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma UNI 7172;

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte; il fornitore comunicherà i valori, richiesti dalla D.L..

*Articolo 27: PRODOTTI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEOTESSILI)*

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

**27.1** - Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole, i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza/deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la loro funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto od alle norme UNI 9610 e 9611 e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**27.2** - Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, terroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono i prodotti forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità;

- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**27.3** - Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti e di drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura), chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

Quando non è specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche secondo i modelli di controllo riportati nelle norme:

UNI 8279/1/3/4/12/13/17 e UNI 8986.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Per i non tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

#### *Articolo 28: INFISSI*

**28.1** - Gli infissi sono gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose, nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Si dividono in elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e in serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi, inoltre, si dividono, in relazione alla loro funzione, in porte, finestre e schermi.



Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio, si fa riferimento alla norma UNI 8369 (varie parti).

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nell'articolo relativo alle vetrazioni ed ai serramenti.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**28.2** - Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, nelle dimensioni e con i materiali indicati nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limite) devono comunque nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti e garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

Il Direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

a) il controllo dei materiali costituenti il telaio, il vetro, gli elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, esatta esecuzione dei giunti, ecc.;

b) l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc. (vedere il punto 18.3 b); di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti (vedere il punto 18.3).

**28.3** - I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni essi devono essere realizzati nel loro insieme, in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e agli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione ecc.; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

a) Il Direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta, il telaio, e dei loro trattamenti preservanti e dei rivestimenti; mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti e degli accessori; mediante il controllo delle loro caratteristiche costruttive, in particolare, dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) e per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento e sulle altre prestazioni richieste.

Il Direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche o, in mancanza, a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Il progetto prevede l'uso dei seguenti serramenti e componenti che dovranno rispondere ai seguenti requisiti normativi:

Serramenti in PVC rigido I requisiti minimi richiesti sono quelli conformi alla normativa ed in particolare:

-tenuta all'acqua secondo UNI EN 12208: 9A

-permeabilità all'aria: UNI EN 12207 classe 4

-Resistenza al carico del vento: Classe C UNI EN 12210-freccia relativa frontale

La sigillatura del giunto telaio-struttura deve assicurare livelli di prestazione analoghi a quelli sopra citati.

### 3) Porte interne in legno tamburate

limiti stabiliti dalle Norme UNI

- tolleranze dimensionali misurate secondo la norma UNI EN 25;

- planarità misurata secondo la norma UNI EN 24;

- resistenza all'urto corpo molle misurata secondo la norma UNI 8200

- resistenza al fuoco (misurata secondo la norma UNI 9723-00-A1) classe 1;

- resistenza al calore per irraggiamento (misurata secondo la norma UNI 8328) ;

### 4) Porte esterne

- tolleranze dimensionali e spessore; prescrizioni standard secondo la norma UNI EN 25;

- planarità misurata secondo la norma UNI EN 24;

- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento (misurata secondo le norme UNI EN 86, 42 e 71 e UNI 7979);

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

**28.4** - Gli schermi (tapparelle, avvolgibili in PVC e frangisole) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, nelle dimensioni e con il materiale indicati nel disegno di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, lo schermo deve comunque nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) ed agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

*Articolo 29: PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI*

**29.1** - Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate)

I prodotti si distinguono:

a seconda del loro stato fisico

- rigidi (rivestimenti in pietra , ceramica, vetro, alluminio, gesso, ecc.);
- flessibili (carte da parati, tessuti da parati, ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci, vernicianti, rivestimenti plastici, ecc.);

a seconda della loro collocazione

- per esterno;
- per interno;

a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento

- di fondo;
- intermedi;
- di finitura.

Tutti i prodotti di seguito descritti nei punti 29.2 e 29.3 vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

**29.2** - Prodotti rigidi.

a) Per le piastrelle di ceramica vale quanto riportato nell'articolo prodotti per pavimentazione, tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.

b) Per le lastre di pietra vale quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione del progetto valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'articolo relativo ai prodotti di pietra integrati dalle prescrizioni date, e nell'articolo relativo ai prodotti per pavimentazioni di pietra (in particolare, per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio). Sono comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione.

c) Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto. Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti, aggressivi, ecc.) ed alle azioni termogrometriche saranno quelle prescritte nelle norme UNI, in relazione all'ambiente

(interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure, in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei lavori.

Essi, inoltre, saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc., le caratteristiche di resistenza alla usura, ai viraggi di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e la costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo i fenomeni di vibrazione e di produzione di rumore, tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.

d) Per le lastre di cartongesso, si rinvia all'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo relativo ai prodotti di calcestruzzo con, in aggiunta, le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) ed agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

In via orientativa valgono le prescrizioni della norma UNI 8981 (varie parti).

Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima, si debbono realizzare opportuni punti di fissaggio ed aggancio. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono, per quanto applicabili e/o in via orientativa, le prescrizioni dell'articolo sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo.

### **29.3 - Prodotti fluidi od in pasta.**

a) Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce-cemento-gesso), da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) e, eventualmente, da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'incendio adeguate;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza a norme UNI è sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

b) I prodotti vernicianti sono applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nella porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- avere resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto o, in mancanza, quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

I dati intendono presentati secondo le norme UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme UNI.

### *Articolo 30: PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO*

**30.1** - Si definiscono materiali isolanti termici quelli atti a diminuire in forma sensibile il flusso termico attraverso le superfici sulle quali sono applicati (vedi classificazione in tab. 1). Per la realizzazione dell'isolamento termico si rinvia agli articoli relativi alle parti dell'edificio o agli impianti.

I materiali di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione per le caratteristiche la procedura di prelievo dei campioni, delle prove e della valutazione dei risultati sarà quella indicata nelle norme UNI EN 822, UNI EN 823, UNI ENI 824, UNI ENI 825 e, in loro mancanza, quella della letteratura tecnica.

I materiali isolanti sono di seguito classificati.

A) Materiali fabbricati in stabilimento (blocchi, pannelli, lastre, feltri ecc.).

1) Materiali cellulari

- composizione chimica organica: plastici alveolari;
- composizione chimica inorganica: vetro cellulare, calcestruzzo alveolare autoclavato;
- composizione chimica mista: plastici cellulari con perle di vetro espanso.

2) Materiali fibrosi

- composizione chimica organica: fibre di legno;
- composizione chimica inorganica: fibre minerali.

3) Materiali compatti

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: agglomerati di legno.

4) Combinazione di materiali di diversa struttura

- composizione chimica inorganica: composti «fibre minerali-perlite», amianto cemento, calcestruzzi leggeri;
- composizione chimica mista: composti perlite-fibre di cellulosa, calcestruzzi di perle di polistirene espanso.

5) Materiali multistrato

- composizione chimica organica: plastici alveolari con parametri organici;
- composizione chimica inorganica: argille espanse con parametri di calcestruzzo, lastre di gesso associate a strato di fibre minerali;
- composizione chimica mista: plastici alveolari rivestiti di calcestruzzo.

I prodotti stratificati devono essere classificati nel gruppo A5. Tuttavia, se il contributo alla proprietà di isolamento termico apportato da un rivestimento è minimo e se il rivestimento stesso è necessario per la manipolazione del prodotto, questo è da classificare nei gruppi da A1 ad A4.

B) Materiali iniettati, stampati o applicati in sito mediante spruzzatura.

1) Materiali cellulari applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica organica: schiume poliuretatiche, schiume di ureaformaldeide;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo cellulare.

2) Materiali fibrosi applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica inorganica: fibre minerali proiettate in opera.

3) Materiali pieni applicati sotto forma di liquido o di pasta

- composizione chimica organica: plastici compatti;
- composizione chimica inorganica: calcestruzzo;
- composizione chimica mista: asfalto.

4) Combinazione di materiali di diversa struttura

- composizione chimica inorganica: calcestruzzo di aggregati leggeri;
- composizione chimica mista: calcestruzzo con inclusione di perle di polistirene espanso.

5) Materiali alla rinfusa

- composizione chimica organica: perle di polistirene espanso;
- composizione chimica inorganica: lana minerale in fiocchi, perlite;
- composizione chimica mista: perlite bitumata.

**30.2** - Per tutti i materiali isolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

a) dimensioni: lunghezza - larghezza - spessore valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;

b) massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nelle norme UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori;

c) resistenza termica specifica: deve essere entro i limiti previsti da documenti progettuali (calcolo in base alla L. 16 gennaio 1991, n. 10) ed espressi secondo i criteri indicati nella norma UNI 7357 ed UNI 7357 FA 1 - FA 2 - FA 3.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

**30.3** - Per i materiali isolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. Il Direttore dei lavori può attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

#### *Articolo 31: PRODOTTI PER PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE*

**31.1** - I prodotti per pareti esterne e partizioni interne sono utilizzati per realizzare i principali strati funzionali di queste parti di edificio.

Per la realizzazione delle pareti esterne e partizioni interne si rinvia all'articolo che tratta queste opere.

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione, la procedura di prelievo dei campioni e le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelle indicate nelle norme UNI 7959, UNI 8201, UNI 8326, UNI 8327, UNI 8369/2, UNI 8369/5, UNI 8979, UNI 9269 e, in mancanza di queste, quelle descritte nella letteratura tecnica.

**31.2** - I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale (vedere articolo sulle murature), ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni, devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, al loro completamento, alle seguenti:

gli elementi di laterizio (forzati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale od alleggerito devono rispondere alla norma UNI 8942 parte 2a;

gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella norma UNI 8942 (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea), i limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto e, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei lavori;

gli elementi di calcio silicato, pietra ricostruita e pietra naturale saranno accettati in base alle loro caratteristiche dimensionali e relative tolleranze; caratteristiche di forma e massa volumica



(foratura, smussi, ecc.); caratteristiche meccaniche a compressione, taglio e flessione; caratteristiche di comportamento all'acqua ed al gelo (imbibizione, assorbimento d'acqua, ecc.).

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto e, in loro mancanza, saranno quelli dichiarati dal fornitore ed approvati dalla Direzione dei lavori.

**31.3** - I prodotti ed i componenti per facciate esterne (rivestimenti di facciate ventilate) dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto e, in loro mancanza, alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi dell'ossatura devono avere caratteristiche meccaniche coerenti con quelle del progetto, in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, ecc.) alla struttura portante, resistere alle corrosioni ed azioni chimiche dell'ambiente esterno ed interno;
- gli elementi di tamponamento (lastre di grès porcellanato o ceramica laminata.) devono essere compatibili chimicamente e fisicamente, con l'ossatura; resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti, ecc.), resistere alle sollecitazioni termoigrometriche dell'ambiente esterno ed a quelle chimiche degli agenti inquinanti;
- le parti apribili ed i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte;
- i rivestimenti superficiali (trattamenti dei metalli, pitturazioni, fogli decorativi, ecc.) devono essere coerenti con le prescrizioni sopra indicate;
- le soluzioni costruttive dei giunti devono completare ed integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

La rispondenza alle norme UNI per gli elementi metallici e i loro trattamenti superficiali, per i vetri, i pannelli di legno, di metallo o di plastica e per gli altri componenti, viene considerata automaticamente soddisfacimento delle prescrizioni sopradette.

**31.4** - I prodotti ed i componenti per partizioni interne prefabbricate che vengono assemblate in opera (con piccoli lavori di adattamento o meno) devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in loro mancanza, alle prescrizioni indicate al punto precedente.

**31.5** - I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in loro mancanza, alle prescrizioni seguenti: avere spessore con tolleranze  $\pm 0,5$  mm, lunghezza e larghezza con tolleranza  $\pm 2$  mm, resistenza all'impronta, all'urto, alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio) ed, a seconda della destinazione d'uso, con basso assorbimento d'acqua, con bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore), con resistenza all'incendio dichiarata, con isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei lavori.

*Articolo 32: PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO*

**32.1** - Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà è valutata con il coefficiente di assorbimento acustico «a», definito dall'espressione:

$$a = \frac{W_a}{W_i}$$

dove:  $W_i$  è l'energia sonora incidente;

$W_a$  è l'energia sonora assorbita.

**32.2** - Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dallo spessore.

I materiali fonoassorbenti si classificano secondo lo schema di seguito riportato.

a) Materiali fibrosi:

1. Minerali (fibra di amianto, fibra di vetro, fibra di roccia);
2. Vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).

b) Materiali cellulari:

1. Minerali:

- calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);
- laterizi alveolari;
- prodotti a base di tufo.

2. Sintetici:

- poliuretano a celle aperte (elastico - rigido);
- polipropilene a celle aperte.

**32.3** - Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- lunghezza - larghezza - spessore, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nelle norme UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori;
- coefficiente di assorbimento acustico, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI EN 20354, rispondente ai valori prescritti nel progetto o, in loro assenza, a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- resistività al flusso d'aria (misurata secondo ISO/DIS 9053);
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica.

**32.4** - Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione dei lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

### *Articolo 33: PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO*

**33.1** - Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa.

Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante «R» definito dalla seguente formula:

$$R = \log \frac{W_i}{W_t}$$

dove:  $W_i$  è l'energia sonora incidente;

Wt è l'energia sonora trasmessa.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia posseggono proprietà fonoisolanti.

Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica.

Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formati da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e dalla qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento e dall'eventuale presenza di un'intercapedine d'aria.

**33.2** - Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- dimensioni: lunghezza - larghezza- spessore, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nelle norme UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori;
- potere fonoisolante, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI 8270/6 e 8270/8, rispondente ai valori prescritti nel progetto o, in loro assenza, a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;
- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica.

**33.3** - Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione dei lavori deve attivare i controlli della costanza delle caratteristiche del



prodotto in opera, ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

**33.4** - Entrambe le categorie di materiali fonoisolanti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, in relazione alla loro destinazione d'uso.

### Parte III PROVE VERIFICHE E COLLAUDO

#### *Articolo 34: CONTROLLI REGOLAMENTARI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO*

##### **34.1. Resistenza caratteristica**

Agli effetti delle presenti norme un conglomerato cementizio viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione.

La resistenza caratteristica è definita come la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

Nelle presenti norme, a meno di indicazione contraria, la “resistenza caratteristica” designa quella dedotta dalle prove a compressione a 28 giorni su cubi preparati e confezionati come al punto 3, allegato 2, del D.M. 9 gennaio 1996.

La classe di resistenza Rck, la classe di consistenza Si e il diametro massimo dell'aggregato prescritte per il conglomerato cementizio, dovranno essere indicate dal progettista delle opere. In funzione della destinazione e dell'ubicazione dell'opera il progettista indicherà anche la classe di esposizione ambientale. Il DDT dovrà riportare, oltre agli estremi della certificazione FPC, il valore dei dati prescritti dal progettista (Rck, classe di consistenza, ecc...).

Il conglomerato cementizio per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo se la miscela viene confezionata con componenti aventi essenzialmente le stesse caratteristiche - di qualità, p.e. tipo di cemento (UNI EN 197) requisiti degli aggregati (UNI 8520/2), e se i rapporti quantitativi tra i componenti, le attrezzature e le modalità di confezione e posa in opera rimangono praticamente invariati.

##### **34.2. Controlli di qualità del conglomerato**

Il controllo di qualità, così come descritto più avanti, consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del conglomerato cementizio, garantendone così la conformità alle prescrizioni di progetto.

Nel caso di utilizzo di calcestruzzo preconfezionato lo stabilimento di produzione deve essere dotato di un sistema di controllo della produzione di calcestruzzo predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2008 certificato da organismi terzi indipendenti accreditati. (NTC 11.2.8)

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

###### a) Studio preliminare di qualificazione

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio: aggregati (UNI 8520/2) cementi (UNI EN 197); acque ed additivi e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto: classe di resistenza e classe di consistenza (UNI 9858).

Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili.

b) Controllo di accettazione

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla Direzione dei Lavori durante l'esecuzione delle opere, si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali: la resistenza a compressione di provini cubici; l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc..

Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili.

c) Prove complementari

Comprende tutta l'attività sperimentale che la Direzione dei Lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

### **34.3. Prelievo dei campioni**

Il prelievo deve essere eseguito dalla Direzione dei Lavori, che provvede ad identificare i provini mediante sigle ed etichette ed a custodirli in idoneo locale prima della formatura e durante la stagionatura.

Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.

Il calcestruzzo, entro le forme o cubiere, deve essere opportunamente assestato per strati con l'utilizzo di tondini di ferro  $\varnothing$  10 mm.

Nel caso del prelievo di calcestruzzo di media consistenza la costipazione sarà eseguita con pestello di superficie di circa 1/8 e 1/4 della sezione del provino. Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua invece dovrà essere vibrato nella forma mediante vibratore ad immersione, di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.

Dopo la costipazione il calcestruzzo dovrà essere rasato con righello metallico e lisciato con idonea cazzuola o con frattazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione, fino alla sformatura.

La sformatura che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione ed in modo da non danneggiare il provino. I provini dovranno poter essere identificati e rintracciati in qualsiasi momento.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo", che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

È obbligo del Direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, di cui ai successivi paragrafi, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di conglomerato vale quanto indicato nella **UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002**;

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nella **UNI EN 12390-3:2003, UNI EN 12390-4:2002**.

#### 34.4. Dimensioni dei provini. Casseforme

La circolare 02/02/2009 n.617/C.S.LL.PP. rimanda alle norme UNI EN 12504-1, **UNI EN 12390-1, UNI EN 12390-2, UNI EN 12390-3**, alle quali si farà pertanto riferimento.

**Tabella 34.1 - Dimensioni provini cubici in funzione di quelle degli inerti**

Dimensione max inerte (mm)	Fino a 20	20 $\phi$ 30	30 $\phi$ 50	50 $\phi$ 80	80 $\phi$ 150
Lato provino (cm)	10 o 15	15 o 20	20 o 25	25 o 30	30

Si fa rilevare che la norma **UNI 6130-Parte 1<sup>a</sup>** a partire dal settembre 1981 non prevede più l'uso di provini cubici con lato di 16 cm; la dimensione dei cubetti è commisurata invece alla massima dimensione dell'inerte:

**Tabella 34-2 - Dimensioni provini cubici in funzione di quelle degli inerti (UNI 6130 – Parte 1<sup>a</sup>)**

Dimensione max inerte (mm)	Fino a 16	Oltre 16 e fino 31,5	Oltre 31,5 e fino a 63	Oltre 63 e fino a 125	Oltre 125
Lato provino (cm)	10	15	20	25	30



Sono ammesse le seguenti tolleranze, superando i seguenti valori è necessario rettificare o sostituire le casseforme adoperate:

- tolleranza fino al 1% sulle dimensioni effettive del provino;
- tolleranza angolare circa  $90^\circ \pm 30'$  riferita all'angolo formato tra due facce contigue del provino;
- tolleranza dello 0,05% sulla planarità riferita al lato del provino.

### **34.5. Stagionatura**

**La stagionatura dei provini deve avvenire conformemente alla norma UNI EN 12390-2.**

**Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla norma debbono essere opportunamente annotate sul verbale.**

La stagionatura dei provini di calcestruzzo oggi è conseguita con l'impiego di:

- banco armadio, con controllo dell'umidità e della temperatura, a tenuta ermetica che soddisfa pienamente le condizioni imposte dalla normativa;
- vasche termostatiche in acciaio inox;
- vasche termostatiche con sistemi di controllo per la maturazione accelerata.

I provini di calcestruzzo debbono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura non prima di 2 ore dall'inizio dell'esecuzione della prova. I provini non possono essere rimossi prima che sia trascorso un tempo pari a  $3/4$  del tempo di stagionatura; durante il trasporto i provini debbono essere opportunamente protetti da danni od essiccamenti. In alcuni particolari casi come prove a 7 giorni o minori, è necessario l'imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo", che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

Norme di riferimento:

**UNI EN 12390-2 Prova sul calcestruzzo indurito – Confezionamento e stagionatura dei provini per prove di resistenza.**

### **34.6. Verbale di preparazione e stagionatura**

**Il verbale di preparazione e stagionatura dei provini di calcestruzzo in riferimento alla norma UNI EN 12390-2, deve contenere le seguenti indicazioni:**

- forma, dimensioni, massa della sformatura e numero dei provini;
- modalità di preparazione dei provini (costipazione, battitura, vibrazione, numero dei colpi e massa dell'attrezzo impiegato, ecc.);

- condizioni di stagionatura (temperatura, umidità relativa, ecc.).

### **34.7. Spianatura. Prova a compressione**

La spianatura delle facce del provino può essere eseguita:

- con macchina dotata di mole o dischi di carburo di silicio o diamantati;
- con l'applicazione di pasta di cemento, gesso, miscela di zolfo e sabbia, ecc..

La spianatura deve essere ripetuta in caso di errore di planarità o angolo tra due facce contigue superiore alle tolleranze ammesse.

La prova a schiacciamento è eseguita con presse rispondenti alle norme **UNI 6686**, ponendo il provino tra i piatti della macchina in modo che il carico risulti applicato in direzione normale a quella di costipamento durante il getto.

L'apparecchio misuratore deve consentire la valutazione istantanea del carico, per ciascuna delle scale della macchina di prova, con precisione dell'1%. Il carico deve essere applicato senza urti e con gradiente pari a  $50 \pm 20 \text{ N/cm}^2 \cdot \text{s}$ .

La prova a compressione ha termine con la rottura del provino.

La resistenza a compressione, in base al carico massimo raggiunto, è valutata con arrotondamento a  $50 \text{ N/cm}^2$ , annotando il tipo di rottura.

Tra le facce del provino ed i piatti della pressa non devono essere interposti strati di materiale deformabile (cartone, feltro, piombo): in tal modo si otterrebbero valori di resistenza più bassi, in quanto l'espansione trasversale dello strato deformabile tende a spaccare longitudinalmente il provino.

Per il calcolo della resistenza caratteristica si assume, secondo le prescrizioni del D.M. 9 gennaio 1996, il valore della resistenza alla compressione dopo 28 giorni di stagionatura con temperatura  $T = 20 \pm 2^\circ \text{ C}$ , ed umidità relativa U.R.  $> 90\%$ . Dopo 28 giorni il calcestruzzo<sup>1</sup> incrementa ancora la propria resistenza e quindi non si può più parlare a rigore di resistenza caratteristica del calcestruzzo, intesa convenzionalmente a 28 giorni di stagionatura.

Norme di riferimento:

**UNI EN 12390-3 Prova sul calcestruzzo indurito – Resistenza alla compressione dei provini.**

### **34.8. Modalità di rottura del provino**

La prova a compressione dei provini di calcestruzzo è considerata soddisfacente se avviene con un tipo di rottura del provino uniforme e simmetrica:

a) *Rottura normale*

La rottura normale è quella che avviene senza frantumazioni e senza lesioni sulle facce del provino a contatto con i piatti della pressa oleodinamica, la macchina di prova deve essere di classe 1. La rottura normale considerata più soddisfacente è quella che si manifesta con l'espulsione laterale di materiale tale che la forma restante del provino sia assimilabile a due tronchi di piramidi aventi in comune la base minore e con le facce laterali inclinate di 45°.

b) *Rottura anomala*

Le rotture anomale, cioè diverse da quelle sopra descritte, possono dipendere da diverse cause come, ad esempio, la mancata coincidenza dell'asse verticale del provino con quello della pressa oleodinamica, l'impiego di casseformi non idonee adoperate per il confezionamento del provino, difetto costruttivo della pressa o un suo mancato controllo periodico.

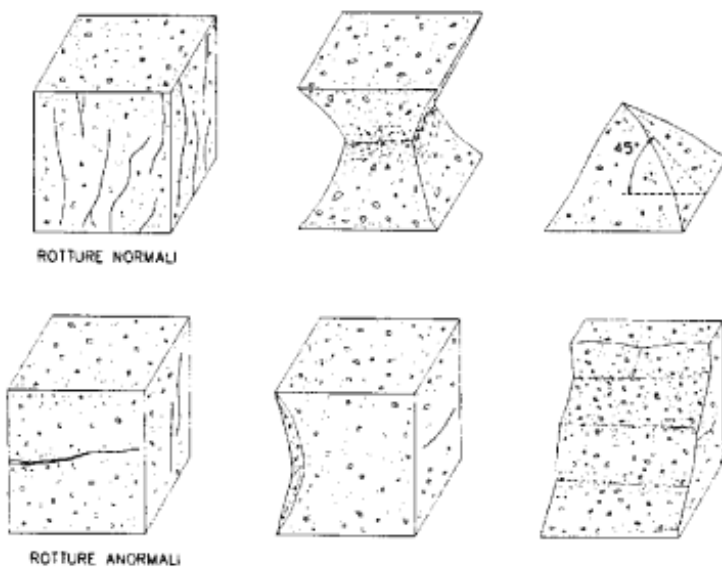


Fig. 129.1. – Rottura dei provini di calcestruzzo

### 34.9. Resoconto della prova di compressione

Il certificato, emesso da laboratorio ufficiale o in concessione (art. 20, Legge n. 1086/1971) contenente l'esito della prova a compressione del provini in calcestruzzo deve contenere i seguenti dati:

- 1) numero e sigla di identificazione del provino;
- 2) data di confezionamento del provino;
- 3) eventuale spianatura dei provini;
- 4) data della prova;
- 5) dimensioni ed area della sezione resistente;

- 6) massa del provino;
- 7) resistenza a compressione;
- 8) tipo di rottura;
- b) eventuali difetti del provino.

#### **34.10. Valutazione preliminare della resistenza caratteristica**

Prima dell'inizio di una produzione di serie o della costruzione di un'opera, il costruttore, in possesso di tutti i dati ufficiali relativi alla qualità dei componenti il conglomerato, deve valutare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato.

Tale valutazione può essere effettuata sulla base delle esperienze acquisite, di determinazioni sperimentali, o dell'uno e dell'altro criterio.

Il costruttore resta comunque responsabile della valutazione effettuata, che sarà controllata come al paragrafo seguente.

#### **34.11. Controllo di accettazione**

Il controllo di accettazione viene eseguito di regola secondo le indicazioni di cui al punto 129.11.1.

Per costruzioni con più di 1500 m<sup>2</sup> di getto di miscela omogenea si possono adottare, in alternativa, le indicazioni di cui al punto 129.11.2.

##### **34.11.1. Controllo Tipo A**

Ogni controllo di accettazione è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>2</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto.

Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Siano R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> le tre resistenze di prelievo, con:

$$R_1 = R_2 = R_3$$

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le disequazioni.

$$R_m = R_{ck} + 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$R_1 = R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

in cui:

$$R_m = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$

Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>2</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

### **34.11.2. Controllo Tipo B**

Nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>2</sup> di miscela omogenea è ammesso il controllo di accettazione di tipo statistico.

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>2</sup> di conglomerato.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m<sup>2</sup>.

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato, se risultano verificate entrambe le disequazioni:

$$R_m = R_{ck} + 1,4 s$$

$$R_1 = R_{ck} - 3,5 (N/mm^2)$$

essendo  $R_m$  la resistenza media dei 15 o più prelievi,  $R_1$  il valore minore dei 15 o più prelievi ed  $s$  lo scarto quadratico medio.

### **34.11.3. Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo**

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia.

Il Direttore dei lavori dovrà inoltre curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i provini inviati per le prove ai Laboratori Ufficiali siano effettivamente quelli prelevati alla presenza sua o del tecnico di sua fiducia.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei lavori e dovrà contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Se una prescrizione del "controllo di accettazione" non risulta rispettata, occorre procedere:

- ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme, sulla base della resistenza ridotta del conglomerato,

ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante le prove complementari ove esistessero, o con prelievo di provini del calcestruzzo indurito messo in opera (es. carotaggi) o con l'impiego di altri mezzi d'indagine. Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero tranquillizzanti si potrà:

- dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa.

I "controlli di accettazione" sono assolutamente obbligatori ed il Collaudatore è tenuto a controllarne la congruità e la validità; ove ciò non fosse, il Collaudatore è obbligato a prescrivere tutte le prove necessarie per attestare la qualità e le caratteristiche del conglomerato, seguendo la stessa procedura descritta quando non risultano rispettati i limiti fissati dai "controlli di accettazione".

La procedura prevista è integralmente estesa alla produzione di serie in stabilimento.

Essa dovrà essere documentata dal Responsabile della produzione che assume la responsabilità del rispetto delle norme.

### **34.12. Prove complementari**

Sono prove che si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non potranno però essere sostitutive dei "controlli di accettazione" che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari.

Potranno servire al Direttore dei lavori od al Collaudatore per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il "controllo di accettazione".

## *Articolo 35: CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO*

### **35.1. Prova di abbassamento al cono o Slump-test**

La prova del cono di Abrams o slump-test (UNI EN 12350-2) ha lo scopo di valutare la plasticità, e quindi la lavorabilità, del calcestruzzo. Per la prova è utilizzato uno stampo tronco conico in lamiera pesante perfettamente liscio all'interno, aperto alle due estremità, dotato manici ed alette inferiori per impedire movimenti durante il riempimento.

Il cono di Abrams ha le seguenti dimensioni:

- altezza  $30 \pm 0,2$  cm;
- diametro base maggiore  $20 \pm 0,2$  cm;
- diametro base minore  $10 \pm 0,2$  cm.

Il cono deve essere appoggiato con la base maggiore su una superficie orizzontale e pulita, generalmente assieme al cono è fornito un apposito piano metallico.

L'impasto di calcestruzzo è posto all'interno del cono in 3 strati successivi di uguale spessore, fino al riempimento, ogni strato deve essere costipato con 25 colpi di tondino di ferro del diametro di 16 mm, altezza di 60 cm avente l'estremità inferiore arrotondata.

Ultimato il riempimento e livellata la superficie, il cono deve essere sollevato lentamente, tramite i manici, in direzione verticale; successivamente l'impasto di calcestruzzo per effetto del peso proprio subisce un cedimento rispetto alla forma tronco-conica in relazione alla sua consistenza.

La misura dell'abbassamento o cedimento del cono in cm (o in mm) detto anche *slump*, eseguita rispetto all'altezza dello stampo fornisce indicazioni sulla consistenza del calcestruzzo ed il suo comportamento durante il getto all'interno delle casseforme.

In caso di disgregazione del calcestruzzo la prova deve essere ripetuta.

La norma UNI EN 12350-2 in base all'abbassamento del cono distingue 5 classi di consistenza del calcestruzzo.

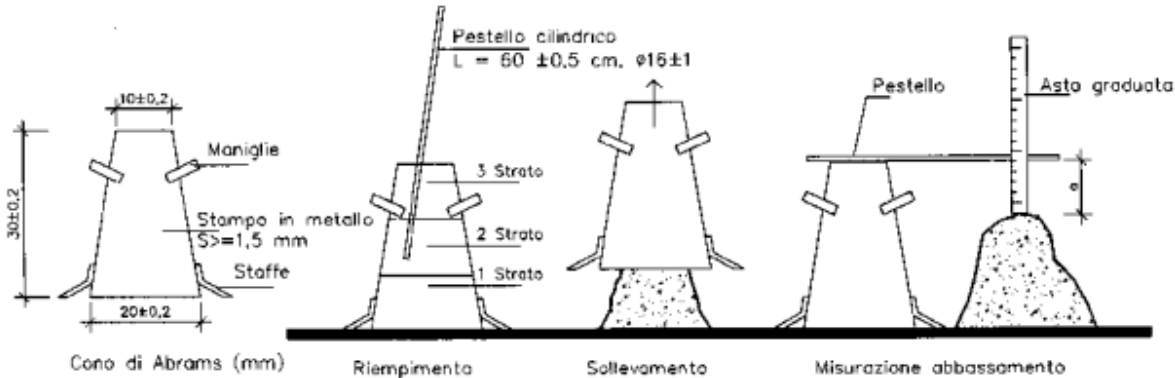
**Tabella 35.1 - Consistenza del calcestruzzo in base all'abbassamento del cono**

<b>Classe consistenza</b>	<b>di</b>	<b>Abbassamento del cono (mm)</b>	<b>Denominazione usuale</b>
S1		da 10 a 40	Umida
S2		da 50 a 90	Plastica
S3		da 100 a 150	Semifluida
S4		da 160 a 210	Fluida
S5		oltre 220	Superfluida

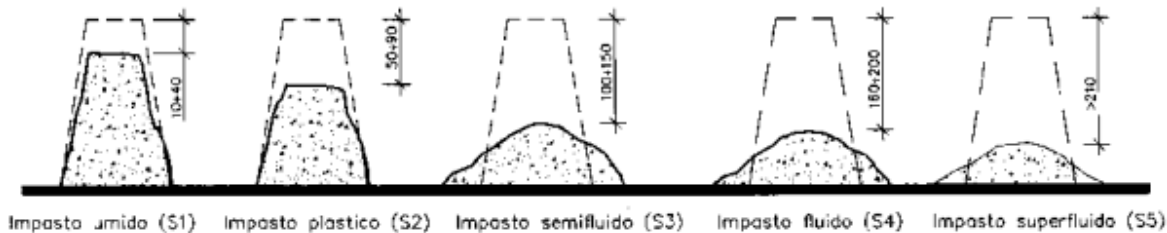
La prova ha diverse limitazioni, in particolare non è adatta per i calcestruzzi molto asciutti per i quali l'abbassamento del cono risulta pressoché nullo, inoltre non è applicabile per i calcestruzzi confezionati con aggregati di dimensione maggiore di 40 mm. Nei casi di slump maggiore di 25 mm la prova è ritenuta inattendibile.

La prova del cono deve essere eseguita al momento dello scarico dalla betoniera ed in occasione del getto: l'eventuale rimescolamento riduce sensibilmente la lavorabilità del calcestruzzo e di conseguenza lo slump.

La prova è significativa per il confronto di calcestruzzi aventi le stesse caratteristiche compositive, in quanto una variazione del cedimento indica una modifica del rapporto acqua-cemento, e viceversa.

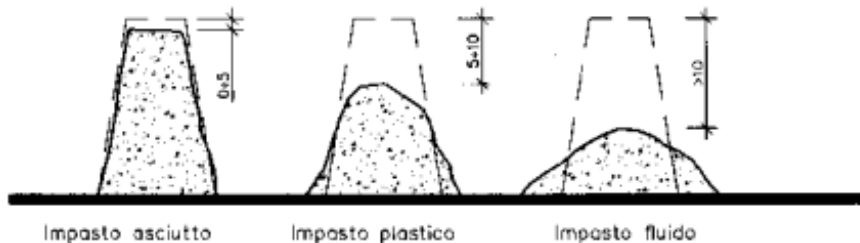


c) Fasi per la misurazione della consistenza dell'impasto di calcestruzzo fresco



b) Consistenza del calcestruzzo fresco – Slump test (UNI 9418)

Classificazione della consistenza del calcestruzzo fresco (UNI 9417): S1, S2, S3, S4, S5.  
Abbassamenti in millimetri



a) Consistenza del calcestruzzo fresco – Slump test (AITEC)

Abbassamenti in centimetri

Fig. 35.1. – Prova di abbassamento di cono

### 35.2. Coefficiente di costipamento o indice di compattabilità

La prova per la determinazione dell'indice di compattabilità (UNI EN 12350-4) è applicabile per i calcestruzzi di consistenza fino a quella semifluida, confezionati con aggregati di dimensione fino a 40 mm.

La prova è eseguita utilizzando un recipiente metallico a tenuta d'acqua e indeformabile, dotato di manici. Il recipiente con base quadrata di lato  $20 \pm 0,2$  cm e altezza di  $40 \pm 0,2$  cm, viene riempito



con il calcestruzzo versandolo in prossimità dei quattro angoli, a riempimento ultimato si rassa la superficie senza effettuare compressione sul calcestruzzo. Successivamente si consegue l'assestamento del calcestruzzo con ago vibrante o con un pestello.

Completato l'abbassamento, si misura l'abbassamento del calcestruzzo h dal bordo del recipiente. La misura deve essere fatta lungo gli assi mediani e a 5 cm dal bordo, assumendo come abbassamento della prova la media degli abbassamenti misurati.

**Tabella 35.2 - Consistenza del calcestruzzo in base all'indice di compattabilità**

Classe di consistenza	Indice di Compattabilità	Tolleranza
C0	$\geq 1.46$	$\pm 0.10$
C1	da 1.45 ad 1.26	$\pm 0.10$
C2	da 1.25 ad 1.11	$\pm 0.08$
C3	da 1.10 ad 1.04	$\pm 0.05$

Norma di riferimento:

**UNI EN 12350-4 Calcestruzzo fresco. Determinazione della consistenza. Indice di compattabilità.**

### **35.3. Prova di spandimento alla tavola a scosse**

#### **35.3.1. Prova in laboratorio**

La prova di spandimento della tavola a scosse, eseguita in laboratorio, prevede la formazione di un tronco di cono di calcestruzzo mediante l'impiego di uno stampo tronco-conico metallico, simile al cono di Abrams, riempito con due strati di calcestruzzo ciascuno assestato con 25 colpi con un pestello del diametro di 16 mm e lunghezza di 60 cm posto su di un piano circolare in acciaio del diametro di 75 cm appoggiato su un supporto con camma d'alzata.

Dopo avere sfilato lo stampo tronco-conico, il piano è messo in movimento in modo da provocare una scossa al secondo.

Lo stampo tronco-conico ha le seguenti dimensioni: base maggiore 25 cm, base minore 17 cm, altezza 13 cm.

La prova ha lo scopo di valutare la mobilità del calcestruzzo e la sua tendenza alla segregazione.

Norma di riferimento:

**UNI EN 12350-4 Calcestruzzo fresco. Determinazione della consistenza. Spandimento alla tavola a scosse.**

### **35.3.2. Prova in cantiere**

La prova della tavola a scosse effettuata in cantiere (**UNI EN 12350-4**) prevede l'impiego di una doppia tavola in legno delle dimensioni di 70 cm x 70 cm, con piano superiore rivestito in lamiera zincata piana dello spessore di 2 mm.

Al centro della tavola è tracciata una croce e un cerchio di 20 cm di diametro sopra cui viene appoggiato lo stampo tronco-conico che deve essere riempito di calcestruzzo con due strati di ciascuno assestato con 10 colpi di pestello, dopo il riempimento la superficie del cono deve essere rasata.

Dopo avere sfilato lo stampo tronco di cono, la tavola superiore dotata su un lato di una maniglia, viene sollevata e lasciata cadere per 15 volte in 15 secondi da un'altezza di 4 cm data dal fermo di battuta. Successivamente si procede alla misura dello spandimento del calcestruzzo sul piano della tavola come indicato nel paragrafo precedente.

Lo stampo tronco-conico ha le seguenti dimensioni: base maggiore 20 cm, base minore 13 cm, altezza 20 cm.

### **35.3.3. Prova Vebe**

La prova Vebe è utilizzata per valutare la consistenza o grado Vebe del calcestruzzo. La prova che può essere eseguita in cantiere o in laboratorio è applicabile a calcestruzzi di bassa lavorabilità confezionati con inerte di diametro massimo di 40 mm.

La prova è svolta mediante uno strumento detto consistometro di Vebe costituito da:

- stampo tronco-conico di metallo dotato di imbuto per consentire il riempimento di calcestruzzo;
- contenitore cilindrico di metallo;
- braccio rotante con all'estremità un disco orizzontale di plastica trasparente, di diametro leggermente inferiore al quello dello stampo, che viene appoggiato sulla superficie di calcestruzzo, dopo avere tolto lo stampo;
- tavolo vibrante a frequenza prestabilita.

Il tronco di cono di calcestruzzo ed il disco di plastica attaccato ad una asta graduata per effetto della vibrazione che determina la costipazione si abbassano. La prova termina quando il disco di plastica trasparente è a contatto uniformemente con la superficie del calcestruzzo.

Il grado di consistenza è dato dal tempo in secondi, misurati con un cronometro, impiegato per raggiungere la perfetta aderenza del disco di plastica al calcestruzzo. Il tempo deve essere compreso tra 5 e 30 secondi.

Il metodo è impiegato per calcestruzzi con uno slump non superiore a 5 cm, in caso contrario il tempo di vibrazione è molto breve con notevoli errori di misura.

#### **35.4. Determinazione del contenuto di cemento**

La Direzione dei lavori può ordinare di eseguire una prova sul calcestruzzo fresco per accertarne il contenuto di cemento rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.

Per l'esecuzione della prova dovrà essere prelevato un campione di max 8 kg di calcestruzzo.

#### **35.5. Controllo della composizione del calcestruzzo fresco**

La prova è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco (dosaggio dell'acqua, dosaggio del legante e distribuzione granulometrica degli inerti), rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere. Il metodo non è applicabile a calcestruzzo nel quale la dimensione massima dell'aggregato supera 31,5 mm e a calcestruzzo prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni, di peso variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua.

Norma di riferimento:

L'assorbimento d'acqua degli aggregati normali e di quelli pesanti deve essere quello pesanti deve essere determinato in conformità alla norma UNI EN 1097-6:2008;

L'assorbimento d'acqua degli aggregati leggeri nel cls fresco deve essere quello del valore ottenuto a 1 ora con riferimento al metodo riportato nell'appendice C della norma UNI EN 1097-6:2008 utilizzando le condizioni di umidità dell'aggregato all'atto dell'utilizzo anziché quelle legate alla condizione dopo essiccamento.

#### **35.6. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding)**

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come volume d'acqua essudata per unità di superficie:  $\text{cm}^2/\text{cm}^2$ ) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.

La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con diametro massimo maggiore di 40 mm.

L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo debbono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

Norma di riferimento: **UNI 7122** Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

### *Articolo 36: ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA*

#### **36.1. Misura dell'indice di maturità del calcestruzzo**

Il grado di maturità del calcestruzzo viene misurato con strumenti detti matuometri che registrano e controllano la temperatura in funzione del tempo.

Lo strumento è costituito da una sonda che, annegata nel calcestruzzo al momento del getto, fornisce una serie continua di valori della temperatura durante il processo di maturazione. Un microprocessore mette in continua relazione la temperatura ed il tempo aggiornando continuamente il valore del grado di maturazione su un visualizzatore digitale in modo da essere letto agevolmente.

Tali valori, rilevati direttamente in situ, e correlati con valori diretti di resistenza alla compressione e di maturità di impasti di prova effettuati precedentemente in laboratorio, possono fornire un'indicazione affidabile e continua per la stima della resistenza del calcestruzzo della struttura.

Tale metodo, consentendo una valutazione a priori della resistenza del calcestruzzo, può evitare la messa in esercizio dell'opera che altrimenti potrebbe, successivamente all'effettuazione dei controlli di accettazione previsti dalle norme, risultare non accettabile e tale da richiedere la dequalificazione, ove possibile, ovvero il consolidamento o la demolizione dell'opera realizzata.

#### **36.2. Prova BRE (Building Research Establishment)**

La resistenza del calcestruzzo prima della sformatura è valutata determinando la forza di estrazione mediante inserti post-inseriti nel getto. La prova è stata sviluppata nel 1977 dal *Building Research Establishment* inglese (BRE).

L'attrezzatura comprende una speciale chiave dinamometrica, un dispositivo di contrasto, chiavi, bulloni d'ancoraggio ed altri utensili.

La prova viene effettuata nel seguente modo:

- esecuzione di un foro nel calcestruzzo indurito;
- inserimento di un bullone d'ancoraggio;
- fissaggio del dispositivo di contrasto del bullone;
- applicazione del martinetto cavo o della chiave dinamometrica con rotazione lenta, fino alla rottura.

La resistenza media del calcestruzzo si stima con l'ausilio di una curva di taratura sperimentale o, se non disponibile, della curva di correlazione fornita dalla casa costruttrice, unitamente, all'attrezzatura necessaria e con l'effettuazione di almeno sei prove.

Norme di riferimento:

**UNI 10157** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione mediante inserti post-inseriti ad espansione geometrica e forzata.*

### **36.3.Misura del ritiro idraulico/rigonfiamento del calcestruzzo**

Il fenomeno delle variazioni dimensionali delle strutture in c.a. è influenzato dalle condizioni ambientali in cui avviene la maturazione del calcestruzzo e si manifesta con:

- il ritiro per le strutture a contatto con l'aria avente una percentuale di umidità relativa minore del 95%. La causa è dovuta al ritiro della pasta cementizia;
- il rigonfiamento per le strutture immerse in acqua o in ambienti con umidità relativa maggiore del 95%.

La conoscenza del grado di ritiro idraulico del calcestruzzo è importante in quanto il processo, parzialmente reversibile, sottopone a tensioni di trazione le strutture favorendo quindi la formazione di fessurazioni con gli effetti negativi riguardanti la protezione dell'armatura metallica. In alcune strutture come le lastre delimitanti ambienti con diversa percentuale di umidità relativa si possono verificare anche fenomeni di imbarcamento. La formazione di stati di fessurazioni deve essere evitata e/o ridotta mediante la realizzazione di appositi giunti di dilatazione.

L'entità del ritiro assiale viene misurato, in laboratorio, con l'utilizzo di casseforme delle dimensioni di 100 mm x 100 mm x 500 mm, idonee per provini di calcestruzzo confezionato con inerti fino a 30 mm di diametro. La cassaforma è in acciaio con superfici interne rettificata, fornita con due inserti all'estremità. Il ritiro deve essere misurato con un comparatore con sensibilità di 0,01 mm.

Norme di riferimento:

**ASTM C 426.**

**UNI 6555** *Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima fino a 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*

**UNI 7086** *Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima oltre 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*

### 36.4.Valori ammissibili per il ritiro

Secondo le attuali norme tecniche, (D.M. 9 gennaio 1996) per la valutazione dell'entità del ritiro finale  $e_{CS}$  ( $t_{\neq}$ ,  $t_0$ ) dell'opera realizzata, in mancanza di una diretta sperimentazione e quando non si ricorra ad additivi speciali si ammettono i valori riportati nella tabelle seguenti.

**Tabella 36.1 - Atmosfera con umidità relativa di circa 75%**

$t_0$	□ □ 20 cm	□ □ 60 cm
1 □ 7 giorni	$0,26 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^{-3}$
8 □ 60 giorni	$0,23 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^{-3}$
> 60 giorni	$0,16 \times 10^{-3}$	$0,20 \times 10^{-3}$

**Tabella 36.2 - Atmosfera con umidità relativa di circa 55%**

$t_0$	□ □ 20 cm	□ □ 60 cm
1 □ 7 giorni	$0,43 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^{-3}$
8 □ 60 giorni	$0,32 \times 10^{-3}$	$0,30 \times 10^{-3}$
> 60 giorni	$0,19 \times 10^{-3}$	$0,28 \times 10^{-3}$

in cui:

$t_0$  = età del conglomerato a partire dalla quale si considera l'effetto del ritiro;

$a$  = dimensione fittizia =  $2A_C / u$ ;

$A_C$  = area della sezione del conglomerato;

$u$  = perimetro della sezione di conglomerato a contatto con l'atmosfera.

Per valori intermedi si effettuerà l'interpolazione lineare.

Norme di riferimento:

**UNI 6555** *Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima fino a 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*

**UNI 6687** *Malta normale. Determinazione del ritiro idraulico. Prova di laboratorio.*

**UNI 7086** *Calcestruzzo confezionato con inerti con dimensione massima oltre 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*

**UNI EN 680** *Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC). Determinazione del ritiro da essiccamento.*

**UNI EN 1367-4** *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento.*

### **36.5. Misura della permeabilità**

Le strutture in calcestruzzo devono risultare più o meno impermeabili all'acqua o ai gas, in funzione delle condizioni ambientali (fattori di esposizione UNI 9858) o delle prestazioni attese, p.e. opere idrauliche: serbatoi, dighe, gallerie; pontili, porti, ecc.. La permeabilità del calcestruzzo deriva soprattutto da cavità interne e porosità aperta che consentono il passaggio di liquidi e di gas. I principali fattori che la determinano possono essere sintetizzati come segue:

- *rapporto acqua/cemento (a/c)*. L'acqua di impasto in eccesso provoca nella pasta cementizia in maturazione la formazione di pori capillari tanto più grandi quando maggiore è il rapporto a/c con conseguenziale aumento del ritiro;
- *compattazione del calcestruzzo*. Le modalità di compattazione del calcestruzzo, durante il getto, debbono essere tali da non lasciare spazi vuoti, vespai, ecc.;
- *condizioni di maturazione*. La maturazione dello strato corticale del calcestruzzo per effetto di un'eccessiva velocità di essiccamento spesso dovuta ad elevata temperatura esterna favorisce la formazione di porosità degli strati esterni compromettendo il copriferro con pregiudizio per l'integrità delle armature metalliche.

La permeabilità di un calcestruzzo è prescritta, in termini di livello di prestazione, dal progettista come profondità di penetrazione. Le modalità di misurazione della penetrazione dell'acqua in un calcestruzzo, in condizioni convenzionali, sono descritte nella DIN 1048 (ISO un calcestruzzo si considera adatto alla confezione se fornisce, in assenza di specifiche diverse, valori massimi non superiori a 50 mm e valori medi non superiori a 20 mm.

Per l'esecuzione di prove di permeabilità del calcestruzzo in situ si possono applicare i seguenti metodi:

- *ISAT*. La prova consiste nel fissare mediante adesivo o tasselli ad espansione una capsula riempita d'acqua alla superficie di calcestruzzo, e misurare mediante un tubicino capillare graduato la quantità d'acqua assorbita in 10 minuti sotto un battente di 200 mm d'acqua nel tempo sopradetto. Gli assorbimenti vengono classificati in bassi, medi e alti;

- Figg. La prova si basa sull'aspirazione mediante pompa ed ago ipodermico dell'aria da un foro ottenuto con un trapano e successivamente sigillato con silicone; l'indice di permeabilità è ottenuto in relazione al tempo necessario per ripristinare la pressione all'interno del foro.

Norme di riferimento:

**UNI ENV 206** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

**DIN1048** *Test methods for concrete.*

**ISO 7031**

**UNI 9525** *Calcestruzzo. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per immersione sottovuoto.*

**UNI 9526** *Calcestruzzo. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per capillarità.*

*Articolo 37: ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO INDURITO*

### **37.1. Controlli distruttivi**

#### **37.1.1. Prove di trazione diretta**

La prova è eseguita sottoponendo a trazione un provino prismatico, avente  $L = d$  dove  $d$  è la massima dimensione trasversale.

Le facce del provino sono incollate, mediante resine epossidiche, a due testate metalliche che, esercitando uno sforzo di trazione, ne provocherà la rottura. Quest'ultima dovrebbe verificarsi all'incirca nella mezzeria del provino. Questa prova non ha impiego frequente ed ha un valore puramente teorico, in quanto difetti locali e piccole eccentricità del carico hanno grande rilevanza sul valore della resistenza a trazione.

Norme di riferimento:

**UNI 6135** *Prove distruttive sui calcestruzzi. Prova di trazione.*



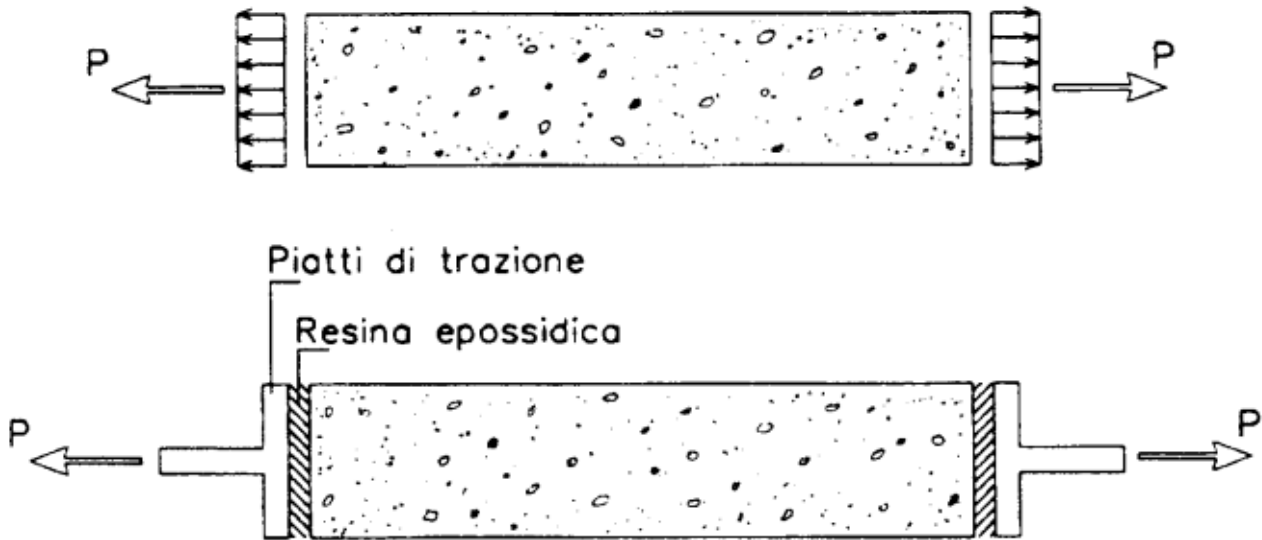


Fig. 37.1. – Prova a trazione diretta

### **37.1.2. Prova di trazione indiretta o prova brasiliana**

La prova è eseguita posizionando il provino cilindrico fra due piani di una pressa, previa interposizione di un materiale cedevole che consente l'uniforme distribuzione delle pressioni lungo le due generatrici diametralmente contrapposte del provino.

Norme di riferimento:

**UNI 6135** *Prove distruttive sui calcestruzzi. Prova di trazione.*

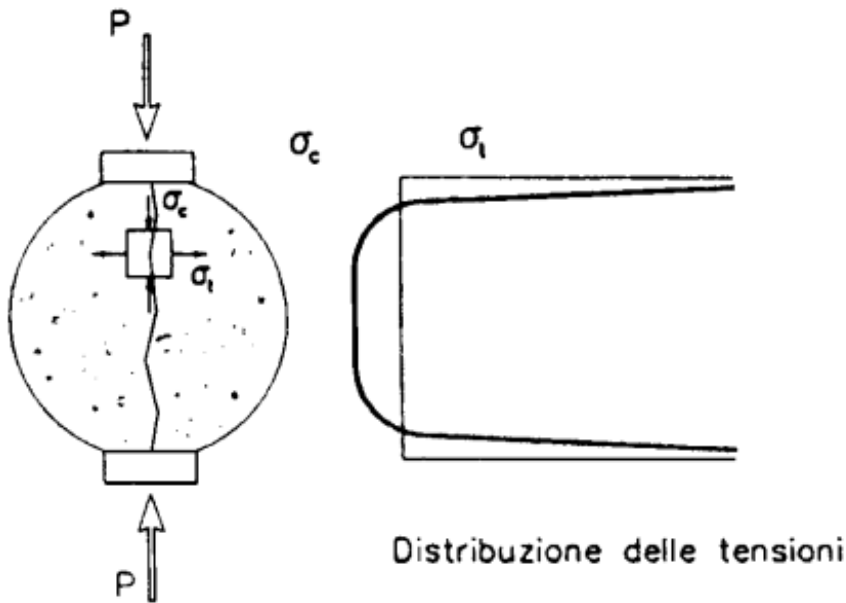


Fig. 37.2. – Prova a trazione indiretta o prova brasiliana

### **37.1.3. Prova a trazione per flessione**

La prova è eseguita provocando la rottura per flessione di un provino prismatico considerato come trave appoggiata su due punti e soggetto ad un carico concentrato applicato in mezzera o a due carichi concentrati applicati entrambi ad un terzo della luce a partire dagli appoggi.

La resistenza è calcolata dividendo il valore del momento flettente di rottura per il modulo di resistenza a flessione della sezione del provino.

I risultati della prova di flessione, per il tipo di sollecitazione indotta, non sono confrontabili con i risultati della prova di trazione diretta e risultano mediamente pari al doppio di quelli che si otterrebbero dalla prova di trazione diretta.

Norme di riferimento:

**UNI 6133** *Prove distruttive sui calcestruzzi. Prova di flessione.*

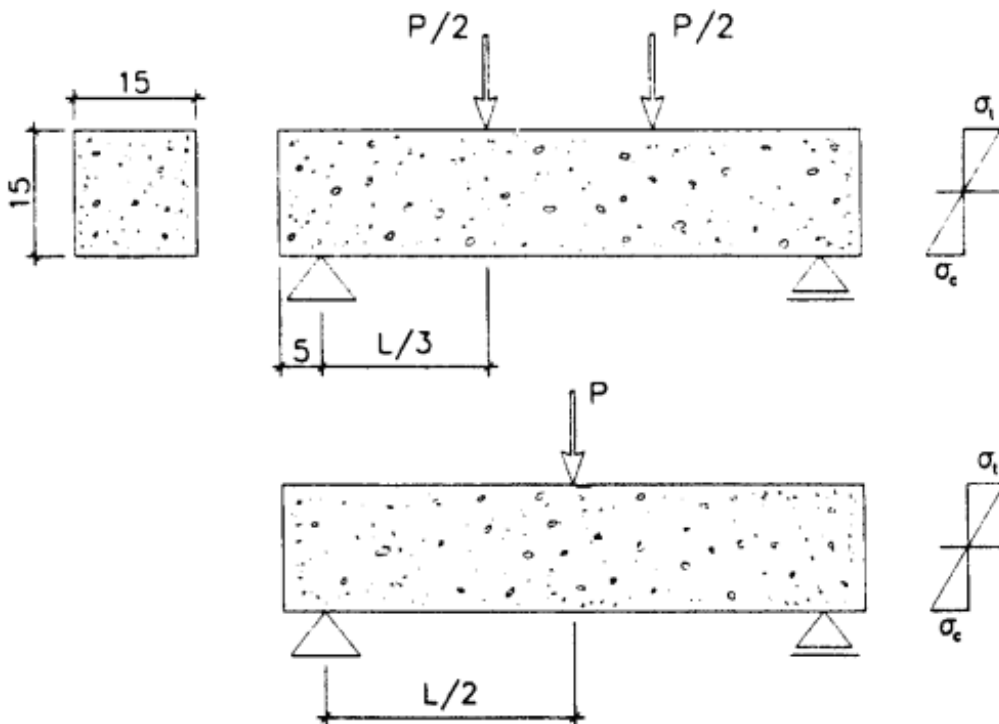


Fig. 37.3. – Prova a trazione per flessione

#### 37.1.4. Misura del modulo di elasticità

Il D.M. 9 gennaio 1996 per il modulo elastico istantaneo  $E_c$ , tangente all'origine, in mancanza di diretta sperimentazione da eseguirsi secondo la norma **UNI 6556** - Prove su calcestruzzi - Determinazione del modulo elastico secante a compressione, consente di assumere, in sede progettuale il seguente valore:

**Tabella 137.1 - Modulo elastico istantaneo  $E_c$  del calcestruzzo secondo la resistenza**

	Classe del calcestruzzo (N/mm <sup>2</sup> )						
	15	20	25	30	35	40	50
$E_c$	22.070	25.490	28.500	31.220	33.720	36.050	40.300

La relazione non è applicabile ai calcestruzzi maturati a vapore. Essa inoltre non è da considerarsi vincolante nell'interpretazione dei controlli sperimentali delle strutture.

L'E/C2 propone la seguente espressione per il modulo di elasticità secante  $E_{cm}$ :

$$E_{cm} = 9500 f_c^{\frac{2}{3}} \left( N/mm^2 \right)$$

a cui corrisponde il valore tangente all'origine:

$$E_c = 1,2 \cdot E_{cm} \approx 11000 f_c^{\frac{2}{3}} \left( N/mm^2 \right)$$

con  $f_c$  si intende la resistenza media a compressione.

**Tabella 37.2 - Modulo elastico secante  $E_{cm}$  del calcestruzzo secondo la resistenza caratteristica (E/C2)**

	Classe del calcestruzzo (N/mm <sup>2</sup> )								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$E_{cm}$	26.000	27.500	29.000	30.500	32.000	33.500	35.000	36.000	37.000

Tali valori si riferiscono a calcestruzzi stagionati per 28 giorni in condizioni normali ( $T = 20^\circ C$ ; U.R. > 90%) e confezionati con inerte prevalentemente siliceo. Nel caso dell'analisi delle caratteristiche di deformabilità in condizioni statiche o della modellazione dinamica di una struttura è consigliabile ricorrere a prove su campioni di calcestruzzo specifico, confezionato con i materiali e nelle proporzioni impiegate.

Il modulo elastico del calcestruzzo dipende da diversi fattori fra i quali il rapporto *inerte/pasta di cemento*, ed è condizionato a sua volta dal rapporto *acqua/cemento* e dall'assortimento. Se l'inerte impiegato nel confezionamento del calcestruzzo ha un alto modulo elastico, maggiore della pasta di cemento, lo sarà anche il calcestruzzo. Per i calcestruzzi confezionati con inerti leggeri o con modulo elastico più o meno uguale a quello della pasta di cemento, il modulo elastico del calcestruzzo non risulta influenzato dal rapporto *inerte/pasta di cemento*.

Nel calcolo delle deformazioni elastiche di elementi strutturali in c.a., il valore del modulo elastico del calcestruzzo dovrebbe sempre essere determinato sperimentalmente su idonei provini prelevati durante il getto e con la necessaria attenzione alle condizioni di umidità. Infatti il modulo elastico secante a compressione ( $E_S$ ) è più alto su provini saturi o comunque umidi di quello determinato sullo stesso provino asciutto, tale comportamento è sostanzialmente diverso da

quanto avviene nelle prove per la valutazione della resistenza meccanica e del modulo elastico dinamico ( $E_d$ ).

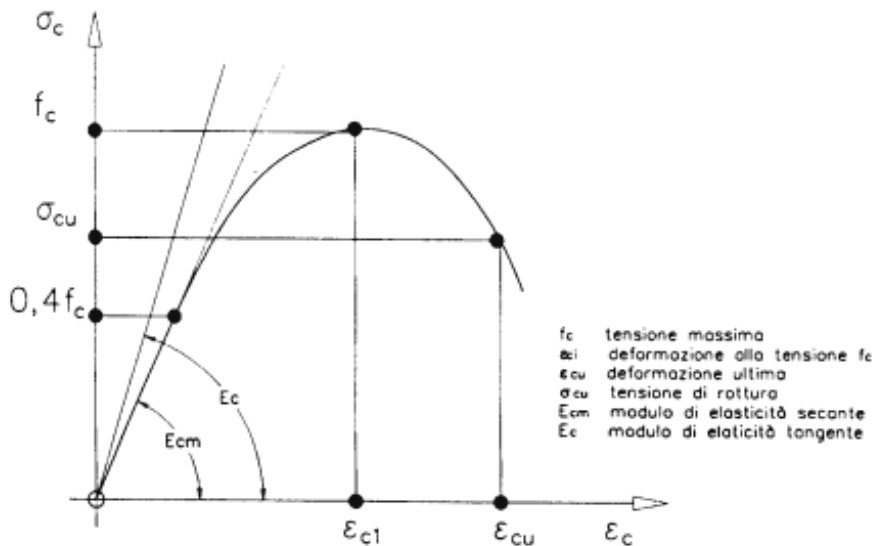


Fig. 37.4. Modulo elasticità del calcestruzzo

### 37.1.5. Carotaggio

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo *in situ* può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. Il carotaggio è un'operazione localmente distruttiva che si rende necessaria su strutture di nuova costruzione in caso di non conformità dei controlli previsti all'allegato 2 ovvero durante le attività di collaudo, quando il numero di campioni prelevato durante l'esecuzione dell'opera non risultasse rispondente ai minimi previsti nell'allegato 2; su strutture in esercizio invece il carotaggio si rende necessario ogni qualvolta si deve procedere alla verifica statica dell'opera ovvero si deve prevedere un cambio di destinazione d'uso, con aumento di capacità portante.

L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori vanno sempre ripristinati con malte espansive, a ritiro compensato.

La norma di riferimento è UNI EN 12504-1 "Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture – Carote – Prelievo, esame e prova di compressione".

La resistenza meccanica del calcestruzzo ricavata dalla carota prelevata in opera differisce sostanzialmente dal valore cubico convenzionale, confezionato e stagionato in condizioni standard (UNI 6127). L'estrapolazione dal valore di resistenza a compressione della carota a quello cubico deve pertanto considerare diversi fattori, dei quali si citano i principali:

- fattore geometrico, cilindrico/cubico, pari a 1.2 secondo il D.M. 9 gennaio 1996 ovvero variabile fra 1.25 ( $R_{ck15}$ ) 1.2 ( $R_{ck60}$ ) secondo la UNI 9858;
- dimensioni del getto, compattazione, stagionatura, variabile fra 1.05 e 1.20;
- disturbo del campione durante il prelievo (tormento), compreso fra 1.05 e 1.2.

### 37.1.5.1. Estrazione dei provini

L'estrazione dei provini di calcestruzzo, indurito, con almeno 28 giorni di stagionatura può essere eseguita con:

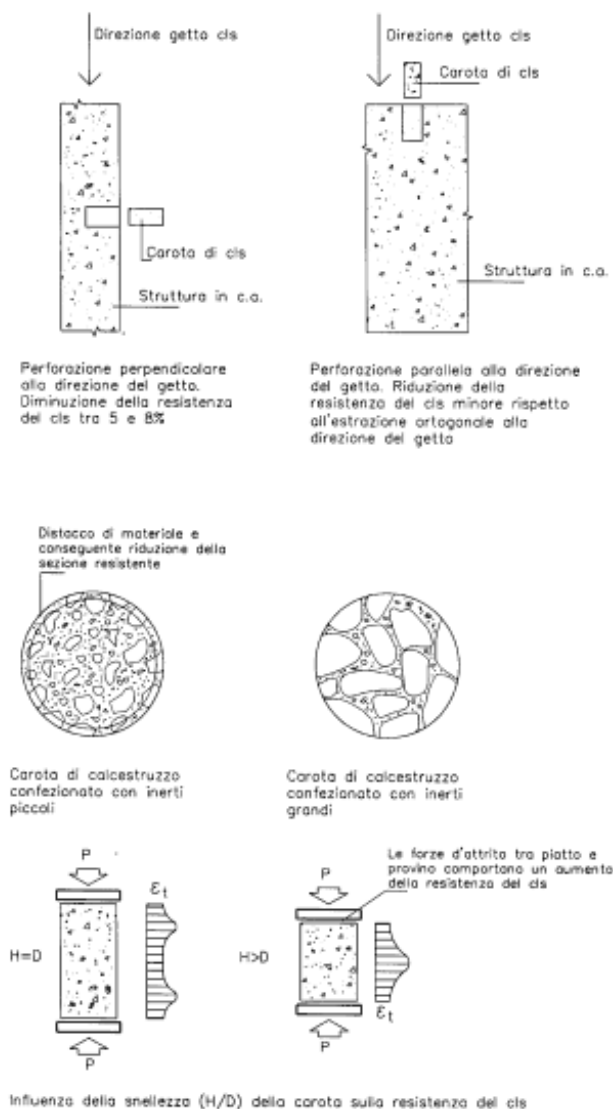


Fig. 37.5 – Carotaggio di struttura in c.a.

- macchine carotatrici rigidamente ancorate alla struttura, in maniera da evitare stati di coazione non quantificabili, raffreddate ad acqua, con carotiere con corona diamantata. I diametri commerciali variano fra 50 mm e 200 mm, fermo restando che la norma **UNI 6131** prescrive che il diametro del campione non sia minore di 3 volte il diametro massimo dell'inerte;
- sega a disco diamantato, si ricorre a questa tecnica per l'estrazione di campioni da lastre di rivestimento, muri, pavimentazioni stradali, ecc..

Nel caso delle grandi strutture (dighe, opere marittime, ecc.) è consentito l'estrazione di grossi blocchi di calcestruzzo in corrispondenza dell'intersezione di due o più superfici, mediante la realizzazione di piani di distacco ortogonali alle superfici libere, realizzando ad esempio una serie di fori allineati e contigui.

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei, parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

Le norme americane **ASTM C42-90**, a differenza della norma **UNI 6131**, consigliano diametri di carote non inferiori a 2 volte quello massimo dell'inerte<sup>2</sup>.

Il CENT/TC11 per avere dei risultati attendibili richiede almeno 9 carote con diametro di 100 mm per zona e 3 carote per singolo elemento, per diametri inferiori a 50 mm tali valori debbono essere aumentati di 3 volte<sup>3</sup>.

Campioni di piccolo diametro determinano una considerevole dispersione dei risultati, il campione di prova deve pertanto essere valutato con modelli statistici, per ottenere risultati attendibili è quindi necessario aumentare il numero di provini realizzando un campione statisticamente significativo.

Norme di riferimento:

**UNI 6131** *Prelevamento campioni di calcestruzzo indurito.*

**UNI 10766** *Calcestruzzo indurito. Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.*

#### *37.1.5.2. Verbale di prelevamento dei campioni di calcestruzzo indurito*

Il verbale di prelievo dei campioni calcestruzzo indurito deve contenere le seguenti indicazioni:

- 1) località e denominazione del cantiere;
- 2) posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- 3) forma e dimensione dei provini;
- 4) numero e sigla di ciascun campione;
- 5) data del getto;

6) data del prelievo delle carote;

7) modalità di estrazione ed utensile impiegato.

### 37.1.5.3. Calcolo della resistenza del calcestruzzo

I risultati delle prove di compressione ottenuti da provini cilindrici prelevati in opera mediante carotaggio non coincidono con i valori della resistenza a compressione del calcestruzzo ricavata da provini cubici confezionati al momento del getto e stagionati in condizioni controllate di umidità e temperatura.

Le differenze di resistenza a compressione sono riconducibili a molteplici fattori, fra i quali:

- le modalità di esecuzione del getto e la conseguente diversa compattazione del calcestruzzo nell'elemento strutturale;
- la diversità geometrica tra provini cubici e cilindrici;
- l'influenza del prelievo, dove la scasseratura del provino cubico è praticamente ininfluenza ai fini della resistenza finale mentre l'asportazione della carota dalla struttura, con utensile meccanico, determina un disturbo (*tormento*) sul campione prelevato, per il provino cubico confezionato al momento del getto,

per tenere conto di tali influenze, si utilizzano i fattori di conversione riportati nelle seguenti tabelle; tali valori tendono all'unità quanto maggiore è la resistenza a compressione del calcestruzzo.

**Tabella 37.3 - Fattori di conversione fra resistenze a compressione di provini cubici con lato di 15 cm e provini cilindrici con diametro 15 cm ed altezza di 30 cm**

$R_{\text{cub}} < 25 \text{ N/mm}^2$	$R_{\text{cil}} = 0,80 R_{\text{cub}}$
$R_{\text{cub}} \square 25 \text{ N/mm}^2 < 60 \text{ N/mm}^2$	$R_{\text{cil}} = 0,83 R_{\text{cub}}$
$R_{\text{cub}} \square 60 \text{ N/mm}^2$	$R_{\text{cil}} = 0,85 R_{\text{cub}}$

Da : Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996

**Tabella 37.4 - Fattori di conversione fra resistenze a compressione misurate su provini cilindrici di pari diametro ma di diversa snellezza h/d (\*)**



Snellezza h/d	1.00	2.00	4.00
Indici della resistenza a compressione di cilindri di snellezza h/d	118%	100%	92%

(\*) Da : Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996.

Il valore di resistenza a compressione ottenuto da un campione cilindrico di calcestruzzo prelevato in opera (carota) deve essere opportunamente incrementato, per poter stimare il corrispondente valore relativo ad un calcestruzzo confezionato al momento del getto, con coefficienti che permettono di considerare correttamente l'effetto del danneggiamento subito dal campione prelevato in opera rispetto a quello semplicemente "scasserato" oppure la diversa influenza delle condizioni di posa in opera e confezionamento, compattazione, stagionatura, i valori per ciascun parametro sono compresi fra 1.05 e 1.20.

Per quanto concerne invece l'influenza del fattore di forma e della geometria dei campioni, oltre ai riferimenti già forniti nelle linee guida, la relazione correntemente più impiegata per correlare la resistenza cilindrica con la resistenza cubica di un calcestruzzo è quella fornita dal D.M. 9 gennaio 1996 - punto 4.0.2 che si riporta più avanti:

$$R_{cub} = \frac{R_{cil}}{0,83} \cong 1,20 \cdot R_{cil}$$

Esemplificando, per ricondurre il risultato determinato da campioni prelevati in situ alla resistenza cubica convenzionale a 28 giorni si può fare riferimento alla seguente relazione:

$$R_{cub\ 28gg.} = \beta \cdot \psi \cdot \omega \cdot R_{car} = (1.05 \div 1.20) (1.05 \div 1.20) \cdot 1.20 \cdot R_{car}$$

dove:

$R_{cub.28gg}$  valore stimato della resistenza a compressione, cubica, convenzionale a 28 gg;

$R_{car}$  valore sperimentale della resistenza a compressione determinato su una carota prelevata in opera;

□ coefficiente variabile fra 1,05 e 1,20, relativo all'influenza delle operazioni di prelievo del campione;

- coefficiente variabile fra 1,05 e 1,20, relativo all'influenza delle dimensioni e delle modalità di posa, stagionatura e compattazione del getto;
- coefficiente pari a 1.20 (D.M. 09/01/96), relativo all'influenza della forma e della geometria del campione.

Un'analoga espressione che può essere impiegata per valutare la resistenza del calcestruzzo nelle strutture mediante carotaggio è quella proposta dalla Concrete Society, inglese (Technical Report n° 10) o fornita dalle British Standard (BSI 1881-P120/83) e riassunta nel seguito:

$$R_{cub} = R_{\lambda} \cdot \frac{w}{1,5 + \frac{1}{\lambda}}$$

dove:

$R_{cub}$  = resistenza cubica del calcestruzzo della struttura;

$R_{\square}$  = valore della resistenza a compressione del calcestruzzo misurato sperimentalmente con carote avente rapporto *altezza/diametro* = □ □

$w$  = costante con valore 2,5 per carotaggio in direzione perpendicolare alla direzione del getto e 2,3 per carotaggio parallelo alla direzione del getto<sup>4</sup>.

Il valore della resistenza cilindrica  $R_{cil}$  attuale del calcestruzzo nella struttura può essere calcolato con la seguente relazione:

$$R_{cil} = R_{\lambda} \cdot \frac{w}{1,5 + \frac{1}{\lambda}}$$

Alle relazioni suddette, in presenza di spezzoni di armatura nelle carote, debbono essere apportate delle correzioni moltiplicando i risultati ottenuti per il seguente fattore:

$$1 + 1,5 \cdot \left( \frac{f_s}{f_c} \cdot \frac{h}{L} \right)$$

dove:

$f_s$  = diametro della barra;

$f_c$  = diametro della carota;

$h$  = distanza dell'asse della barra dalla base più vicina della carota;

$L$  = lunghezza della carota.

Sperimentalmente è stato evidenziato che la resistenza a compressione del calcestruzzo aumenta al diminuire del rapporto  $L/f_c$  a causa dell'influenza positiva dello sforzo di taglio trasmesso dall'attrito piastra/provino, che ostacola la rottura del materiale, durante lo schiacciamento della carota; la resistenza quindi dovrebbe essere valutata su provini aventi altezza/diametro ( $h/d$ ) maggiore di 2; per valori inferiori a tale rapporto viene introdotto un fattore di correzione riportati nella seguente tabella <sup>5</sup>:

Tabella 37.5 - Fattori di correzione per provini cilindrici con rapporti  $h/d \geq 2$  (\*)

Rapporto altezza/diametro $h/d$	Fattori di correzione	
	ASTM=C 42-68	British Standard 1881-1970
2,00	1,00	1,00
1,75	0,99	0,98
1,50	0,97	0,96
1,25	0,94	0,94
1,00	0,91	0,92

(\*)Da : Collepari M., *Scienza e tecnologia del calcestruzzo*, Milano 1991

La bibliografia specialistica ed alcune normative estere consigliano di assumere che il valore della resistenza a compressione determinata su provini prelevati in opera sia pari a circa l'80% del valore convenzionale, ottenuto da provini cubici, confezionati al momento del getto.

Durante il prelievo dalle struttura, per evitare di tagliare i ferri delle armature provocando inutili danneggiamenti è opportuno ricorrere al impiego di particolari rilevatori che permettono di individuare agevolmente i materiali ferromagnetici, quali sono le barre di armatura.

Norme di riferimento:

**UNI 10766** *Calcestruzzo indurito. Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.*

### **37.1.6. Metodo di estrazione (Pull-out)**

La prova di estrazione è un metodo semidiretto, localmente distruttivo per la misura della resistenza a compressione del calcestruzzo<sup>6</sup>.

La prova consiste nell'estrazione per contrasto di un tassello Fischer BM 16 TCP entrambi posizionati in opera prima del getto (intervento preventivo), oppure di un tassello ad espansione inserito in una fase successiva al getto, Fischer-Zycon M 10 TCP (intervento post-opera).

L'estrazione viene eseguita con un opportuno martinetto il quale esercita una forza  $P_0$  che viene a sua volta a distribuirsi sulla corona circolare di un opportuno anello di contrasto, studiato in funzione della profondità del tassello.

È l'anello infatti che determina la rottura, per compressione, del conglomerato secondo una superficie tronco conica, la forza  $P_0$  di estrazione e la resistenza a compressione  $R$  del calcestruzzo sono fra loro correlabili sperimentalmente.

I coefficienti che caratterizzano tale relazione vengono variati ogni qualvolta varia la geometria del corpo estratto.

Si possono infatti modificare la profondità dello stelo (tassello), i diametri  $D$  dell'anello di contrasto e  $d$  della testa dello stelo (tassello), determinando in tal modo differenti valori dell'angolo  $b$  di rottura del calcestruzzo<sup>7</sup>.

L'attrezzatura è composta da tasselli Fischer BM 16 TCP, nel caso di inserti pre-inseriti UNI 10157 e Fischer-Zycon M 10 TCP UNI 9536 nel caso di inserti post-inseriti, da un manometro di precisione, da un martinetto a doppio effetto, una pompa ed un anello di contrasto.

Le prove possono essere eseguite con due diverse procedure:

- a) *posizionamento sul cassero*, e prima del getto di calcestruzzo, di un inserto di acciaio, o di altro materiale, di adeguata geometria e successiva estrazione dello stesso dal calcestruzzo indurito con rilievo della forza, il tutto nel rispetto delle specifiche previste dalla norma **UNI 9536**. La prova è utilizzata soprattutto per il controllo delle strutture prefabbricate e nella costruzione di carte di controllo della resistenza di elementi strutturali in c.a.p. durante le diverse fasi di produzione: scasseratura, tesatura dei cavi, stoccaggio;
- b) *introduzione nella struttura*, mediante foratura con idoneo utensile, di un tassello ad espansione, successiva estrazione dal calcestruzzo indurito con rilievo della forza, secondo le modalità previste dalla norma **UNI 10157**. Gli inserti metallici possono essere del tipo ad espansione forzata o ad espansione geometrica; la profondità utile dell'inserto non deve essere minore di 35 mm.

Letta la pressione al manometro all'istante dello strappo del bullone, si risale mediante la curva di calibrazione del martinetto alla forza di estrazione  $P_0$  e quindi alla resistenza a compressione locale del calcestruzzo.

Norme di riferimento:

**UNI 9536** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione con inserti preinglobati nel getto.*

**UNI 9536 FA 1-92** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione con inserti preinglobati nel getto.*

**UNI 10157** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione mediante inserti post-inseriti ad espansione geometrica e forzata.*

**UNI 9536** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione con inserti preinglobati nel getto.*

**UNI 9536 FA 1-92** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione con inserti preinglobati nel getto.*

### **37.1.7. Prova di aderenza (Pull-off)**

Il metodo Pull-off si basa su un disco d'acciaio con bullone di trazione che viene incollato sulla superficie del calcestruzzo mediante adesivo a base di resina epossidica, bicomponente ad indurimento rapido e previa esecuzione di un'incisione della zona con punta diamantata fissata ad un trapano. Dopo l'indurimento del collante viene applicata una forza di trazione mediante un martinetto agganciato al nodo sferico del bullone di trazione.

Dall'area del disco e dall'intensità del carico di rottura si determina la resistenza a trazione del calcestruzzo.

La prova, secondo i produttori delle apparecchiature, è idonea per il controllo periodico delle strutture, per l'analisi dei danni riportati dalle superfici in calcestruzzo, per la misura dell'aderenza di intonaci e malte su superfici in calcestruzzo, per il controllo del grado di adesione di rivestimenti isolanti a strutture di ponti e dell'efficacia dell'adesione al substrato di rivestimenti anticorrosivi e di finiture pittoriche.

Norme di riferimento:

**BS 1881 - Partrs 201/207.**

**ISO 4624.**

### **37.1.8. Metodo di penetrazione (Sonda Windsor)**

La sonda di Windsor è un metodo penetrometrico e consiste nella penetrazione di una sonda sparata nel materiale oggetto dell'indagine da una pistola a mezzo di una carica calibrata<sup>8</sup>.

L'equipaggiamento tipo richiesto da questa metodica consiste di una pistola, di cartucce calibrate, di sonde di metallo temprato e geometria nota, sonde di Windsor, di un calibro e di altri attrezzi secondari connessi con le operazioni di prova.

Le sonde di Windsor hanno il diametro di 6.3 mm (0.25 in), la lunghezza di 79.5 mm (3.125 in), la punta conica. Il retro della sonda è filettato e viene avvitato ad una capsula che funge da "driver" all'interno della canna. La sonda è sparata nel calcestruzzo grazie ad una carica, calibrata in maniera tale da sviluppare una energia di 79.5 kg · m (575 lb · ft)<sup>9</sup>.

Nel calcestruzzo in opera la prova viene eseguita con tre sonde, sparate grazie ad una speciale dima munita di tre fori posti ai vertici di un triangolo equilatero, di lato 177 mm (7 in), la media dei

tre valori sarà il valore unico, caratteristico di quella posizione. Le singole lunghezze di infissione sono misurate con l'ausilio di un calibro e di una piastrina di riscontro.

Norme di riferimento:

**ASTM C 803** *Penetration Resistance of Hardened Concrete.*

## **37.2. Controlli non distruttivi**

### **37.2.1. Prove sclerometriche**

La prova è molto semplice e l'utilizzo in fase di collaudo, soprattutto di strutture in c.a.p., può rivelarsi particolarmente utile in virtù dell'assenza di danneggiamento della struttura durante la prova<sup>10</sup>. L'impiego va però regolamentato con una procedura che garantisca le parti, Direzione dei Lavori ed Impresa, nell'interpretazione dei risultati, si dovrà pertanto realizzare una curva di taratura con almeno cinque diversi rapporti a/c ed un numero di cubetti compreso fra 30 e 60, tali comunque da comprendere tutte le classi di resistenza impiegate per la produzione degli elementi in c.a.p. ultimate le strutture e prima della consegna ogni trave verrà testata con il metodo sclerometrico (UNI 9189) in almeno sei punti, la curva di taratura, i certificati delle prove sclerometriche saranno consegnati al Collaudatore che sulla scorta di questi risultati sperimentali potrà autonomamente procedere alla verifica in situ delle strutture poste in opera. Rispetto ai valori così determinati è possibile accettare una dispersione dei risultati compresi il  $\pm 10\%$ .

Si precisa a riguardo che la procedura fin qui descritta non sostituisce in alcun modo quanto prescritto dall'all. 2 del D.M. 9 gennaio 1996 ma rappresenta l'unico modo per consentire l'accettazione ed il collaudo di materiali in epoca diversa da quella del confezionamento.

Nel seguito si riassumono le fasi previste dalla UNI 9189, della prova sclerometrica che prevede:

- la documentazione dell'attività dell'attrezzatura attraverso verifiche periodiche dello strumento e comunque con interventi di manutenzione presso la casa produttrice oltre le 500 prove;
- la pulizia, preliminare alla esecuzione della prova, delle superfici sulle quali devono essere effettuate le prove sclerometriche viene eseguita con spazzole dure e/o mole smerigliate, al fine di eliminare dal calcestruzzo le eventuali rugosità lasciate dai casseri in legno o dalla polvere di cemento indurita e depositatasi durante la vibrazione del calcestruzzo. In generale si raccomanda di asportare uno spessore superficiale di qualche millimetro.

Durante il saggio l'asse dello strumento deve essere perpendicolare alla superficie della struttura per evitare che l'eventuale inclinazione possa influenzare i risultati.

Norme di riferimento:

**UNI 9189** *Calcestruzzo indurito. Determinazione dell'indice sclerometrico.*

**UNI 9189 FA 1-90** *Calcestruzzo indurito. Determinazione dell'indice sclerometrico.*

### **37.2.2. Rilievi microsismici o ad ultrasuoni**

Il metodo ad ultrasuoni utilizza impulsi con frequenza variabile da 50 a 150 kHz, generati e registrati da circuiti elettrici. L'attrezzatura di prova consiste di un generatore degli impulsi meccanici che si trasmettono nel calcestruzzo, di un ricevitore che riceve ed amplifica il segnale e fornisce il valore rilevato del tempo di transito.

Gli impulsi, a voltaggio continuo, sono generati elettronicamente e trasformati in treni d'onda di energia meccanica da un trasduttore trasmettitore che deve aderire perfettamente alla superficie del calcestruzzo, l'adesione sarà realizzata con un idoneo mezzo accoppiante: grasso, stucco, gel, ecc..

Ad una distanza nota dal trasmettitore si applicherà, in maniera analoga alla precedente, un trasduttore ricevitore, del tutto simile al primo; l'energia meccanica verrà quindi nuovamente convertita in impulsi elettrici della stessa frequenza.

Lo strumento di misura elettronico, fornisce il tempo che intercorre fra l'emissione e la ricezione dell'impulso e lo visualizza mediante un oscilloscopio o con il segnale digitalizzato. Lo strumento deve misurare il tempo di transito con la precisione del 1%.

Per poter determinare con sufficiente chiarezza l'emissione di impulsi, l'impulso elettronico del trasmettitore dovrà avere un tempo di uscita minore di un quarto del suo periodo naturale.

La frequenza di ripetizione deve essere bassa e tale da evitare interferenze e disturbi fra impulsi consecutivi.

Le condizioni climatiche ed operative durante le prove possono influenzare i risultati e devono perciò essere monitorate, inoltre poiché l'intervallo della velocità degli impulsi, relativo alle resistenze correnti del calcestruzzo, è relativamente piccolo, si dovrà usare, specie nelle prove in-situ, particolare cura nelle operazioni di prova.

Per il calcestruzzo si usano trasduttori con frequenza oscillante fra i 20 ed i 150 kHz e sono molto diffusi anche i trasduttori piezo-elettrici.

Il metodo consente di acquisire una considerevole mole di informazioni sulle caratteristiche qualitative di elementi di calcestruzzo.

Poiché sono le proprietà elastiche del calcestruzzo quelle che influenzano la velocità delle onde, nella interpretazione dei risultati si cercherà di correlare il modulo elastico con la resistenza <sup>11</sup>.

Per un mezzo infinito, omogeneo, isotropo ed elastico la velocità dell'onda di compressione è data da:

$$V = \sqrt{\left( k \cdot \frac{E_d}{r} \right)}$$

dove:

$V$  = velocità dell'onda di compressione (km/sec);

$k = (1 - n)/(1 + n) \cdot (1 - 2n)$ ;

$E_d$  = modulo elastico dinamico (kg/cm<sup>2</sup>);

$\rho$  = peso specifico (kg/m<sup>3</sup>);

$\nu$  = modulo di Poisson.

In questa espressione a patto che si dia una ragionevole stima del modulo di Poisson  $\nu$  e del peso specifico  $\rho$  è possibile dedurre  $E_d$  da una misura di velocità d'onda.

Inoltre, il modulo di Poisson e la densità varieranno poco per miscele con aggregati naturali, pertanto le relazioni fra velocità e modulo elastico saranno ragionevolmente rispettate, a dispetto del fatto che il calcestruzzo non rappresenta il mezzo ideale al quale fanno riferimento i modelli matematici della trasmissione di onde elastiche nei solidi.

Normativa di riferimento:

**UNI 9524** *Calcestruzzo indurito. Rilievi microsismici mediante impulsi d'onde vibrazionali ad alta frequenza, in campioni o strutture di calcestruzzo semplice, armato o precompresso.*

**UNI 9524 FA 1-92** *Calcestruzzo indurito. Rilievi microsismici mediante impulsi d'onde vibrazionali ad alta frequenza, in campioni o strutture di calcestruzzo, armato o precompresso.*

**UNI 9742** *Valutazione della deformazione ciclica progressiva in componenti esposti ad elevata temperatura in presenza di sisma.*

**UNI 9771** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della frequenza fondamentale di risonanza flessionale, estensionale e torsionale.*

**ASTM C597-71 - BS 4408.**

### **37.2.3. Controlli con ultrasuoni**

Il metodo di controllo con ultrasuoni deve essere impiegato per il controllo di diversi parametri quali la variazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo nel tempo, la valutazione dei moduli di elasticità dinamico ed elasticità dinamico di taglio, il coefficiente dinamico di Poisson, lo sforzo di compressione, l'indice percentuale dei vuoti, la stima della resistenza caratteristica del calcestruzzo, la presenza di difetti interni, la valutazione dell'entità di fessure superficiali o di strati danneggiati, gli effetti prodotti da basse temperature, lo spessore di elementi strutturali, ecc..

Norme di riferimento:

**UNI 8555** *Prove non distruttive. Controlli mediante ultrasuoni. Termini e definizioni.*



**UNI 8769** *Prove non distruttive. Apparecchiature ad ultrasuoni. Verifica delle caratteristiche controllabili mediante blocchi di calibrazione.*

**UNI 8769:1986/A1** *Prove non distruttive. Apparecchiature ad ultrasuoni. Verifica delle caratteristiche controllabili mediante blocchi di calibrazione.*

**UNI 9094** *Prove non distruttive. Determinazione della velocità di propagazione degli ultrasuoni nei materiali solidi.*

**UNI 9437** *Prove non distruttive. Apparecchiature ad ultrasuoni. Verifica delle caratteristiche controllabili mediante strumentazione esterna.*

#### **37.2.4. Metodo delle correnti indotte**

Per l'applicazione del metodo delle correnti indotte si rimanda alle seguenti norme:

**UNI 9190-1** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Generalità.*

**UNI 9190-2** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Verifica delle caratteristiche del sistema a correnti indotte mediante campioni di calibrazione.*

**UNI 9190-2** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Verifica delle caratteristiche del sistema a correnti indotte mediante campioni di calibrazione.*

**UNI 9190-3** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Caratteristiche principali delle apparecchiature.*

#### **37.3. Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo**

L'idoneità di agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo verticali o orizzontali dovrà essere verificato con le seguenti prove:

- adesivi applicati a spatola: prova a scorrimento;
- adesivi strutturali iniettabili: prova di comprimibilità.

Norma di riferimento:

**UNI EN 1799** *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Prove per misurare l'idoneità degli agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo.*

#### **Articolo 38: RILEVAZIONE DEL COPRIFERRO, POSIZIONE E DIAMETRO DEI FERRI**

L'entità minima del copriferro, per i diversi elementi strutturali da realizzare, è stabilita dal D.M. 9 gennaio 1996, come riportata nella seguente tabella:

**Tabella 38.1- Entità minima del copriferro**

<b>Struttura</b>	<b>Ambiente aggressivo (cm)</b>	<b>non</b>	<b>Ambiente aggressivo (cm)</b>
Solette, setti, pareti	<input type="checkbox"/> 0,8		<input type="checkbox"/> 2
Pilastrini e travi = 2	<input type="checkbox"/> 2		<input type="checkbox"/> 4

Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate almeno una volta il diametro delle barre stesse ed in ogni caso non meno di 2 cm. In caso di accoppiamento delle barre la mutua distanza tra le coppie deve essere di almeno 4 cm.

L'eventuale rilevazione dei ferri d'armatura, per particolari opere strutturali, dovrà essere effettuata mediante apposita strumentazione.

Il valore del copriferro è stimato in funzione dell'entità dell'assorbimento elettromagnetico mediante la lettura di un apposito diagramma di correlazione, in dotazione allo strumento, noto di già il diametro della barra d'acciaio o determinandolo come appresso.

Per maggiore sicurezza è consigliabile ripetere la prova utilizzando un altro spessore. La precisione della tecnica è stimata in circa 10%.

### *Articolo 39: CONTROLLI SULLE ARMATURE*

#### **39.1. Modalità di prelievo e metodi di prova**

Per quanto pertinente si fa riferimento al D.M. 14 gennaio 2008 punto 11.3 e Circolare 02/02/2009 n.617 C.S.LL.PP.

Il prelievo dei campioni e le prove saranno effettuati secondo la norma **UNI EN ISO 15630-1:2004**, salvo quanto stabilito ai punti 11.3.2.10.4 dello stesso D.M. 14 gennaio 2008, per quanto riguarda la determinazione dei valori caratteristici  $f_{yk}$ ,  $f_{tk}$  ( $A_{gt}$ ) $_k$ .

#### **39.2. Controlli in stabilimento**

I produttori di barre lisce e ad aderenza migliorata, di fili trafilati, di reti e di tralicci elettrosaldati debbono sottoporre la propria produzione, presso i propri stabilimenti, a controlli di carattere statistico secondo le modalità indicate ai punti 11.3.1.2 e 11.3.2.10.1 del D.M. 14 gennaio 2008 oltre che nella Circolare 02/02/2009 n.617 C.S.LL.PP. Queste prevedono che i valori caratteristici  $f_{yk}$ ,  $f_{tk}$  ( $A_{gt}$ ) $_k$  e, per barre e fili ad aderenza migliorata l'indice di aderenza, soddisfino i limiti e le prescrizioni contenute nel citato **D.M. 14 gennaio 2008**.

Tutte le forniture di acciaio debbono essere accompagnate da un ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici con le modalità di cui al punto 11.3.1.2 delle NTC 2008). Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul DDT (Documento di trasporto).

### 39.3. Prodotti provenienti dall'estero

Gli adempimenti di cui ai punti 11.3.1.2 e 11.3.2.10.1 del D.M. 14 gennaio 2008 oltre che della Circolare 02/02/2009 n.617 C.S.LL.PP si applicano anche ai prodotti provenienti dall'estero.

### 39.4. Controlli nei centri di trasformazione ed in cantiere.

L'acciaio per cemento armato può essere lavorato in cantiere o presso Centri di trasformazione che devono possedere i requisiti previsti al paragrafo 11.3.1.7 D.M. 14 gennaio 2008. Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata

- a) da dichiarazione su DDT degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività rilasciato dal STC;
- b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno;

come da indicazioni del paragrafo 11.3.1.7 D.M. 14 gennaio 2008.

In cantiere dovranno essere effettuati i controlli di cui al paragrafo 11.3.2.10.4 del D.M. 14 gennaio 2008 come di seguito indicato

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento.

In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti. I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il punto 11.3.2.3, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

Caratteristica	Valore limite	NOTE
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 - 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450 x (1,25+0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova. Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino. Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme. Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale. Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;

- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;

- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento; - il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;

- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;

- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove; - l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;

- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;

- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

### **39.5. Tolleranze**

Per le tolleranze vale quanto riportato al paragrafo 34.7.2..

### **39.6. Marchiatura per identificazione**

Tutti i produttori di barre lisce o ad aderenza migliorata, di fili, di reti e di tralicci devono procedere ad una marchiatura del prodotto fornito, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

A tali produttori è fatto obbligo di depositare il "marchio" (nervatura e marchiatura) presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale.

### *Articolo 40: COLLAUDO STATICO DI STRUTTURE IN C.A.*

Ai sensi del punto 9.1 del D.M. 14 gennaio 2008, il collaudo statico di cui all'art. 7 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, dovrà comprendere i seguenti adempimenti tecnici:

- a) controllo di quanto prescritto per le opere eseguite sia con materiali regolamentati dal DPR 6.6.2001 n. 380, leggi n. 1086/71 e n. 64/74 sia con materiali diversi;
- b) ispezione dell'opera nelle varie fasi costruttive degli elementi strutturali ove il collaudatore sia nominato in corso d'opera, e dell'opera nel suo complesso, con particolare riguardo alle parti strutturali più importanti. L'ispezione dell'opera verrà eseguita alla presenza del Direttore dei lavori e del Costruttore, confrontando in contraddittorio il progetto depositato in cantiere con il costruito. Il Collaudatore controllerà altresì che siano state messe in atto le prescrizioni progettuali e siano stati eseguiti i controlli sperimentali. Quando la costruzione è eseguita in procedura di garanzia di qualità, il Collaudatore deve prendere conoscenza dei contenuti dei documenti di controllo qualità e del registro delle non-conformità.
- c) esame dei certificati delle prove sui materiali, articolato: - nell'accertamento del numero dei prelievi effettuati e della sua conformità alle prescrizioni contenute al Cap. 11 delle presenti

norme tecniche; - nel controllo che i risultati ottenuti delle prove siano compatibili con i criteri di accettazione fissati nel citato Cap. 11 ;

- d) esame dei certificati di cui ai controlli in stabilimento e nel ciclo produttivo, previsti al Cap. 11;
- e) controllo dei verbali e dei risultati delle eventuali prove di carico fatte eseguire dal Direttore dei lavori. Il Collaudatore, nell'ambito delle sue responsabilità, dovrà inoltre:
- f) esaminare il progetto dell'opera, l'impostazione generale, della progettazione nei suoi aspetti strutturale e geotecnico, gli schemi di calcolo e le azioni considerate;
- g) esaminare le indagini eseguite nelle fasi di progettazione e costruzione come prescritte nelle presenti norme;
- h) esaminare la relazione a strutture ultimate del Direttore dei lavori, ove richiesta; Infine, nell'ambito della propria discrezionalità, il Collaudatore potrà richiedere:
- i) di effettuare tutti quegli accertamenti, studi, indagini, sperimentazioni e ricerche utili per formarsi il convincimento della sicurezza, della durabilità e della collaudabilità dell'opera, quali in particolare: 1- prove di carico; 2 - prove sui materiali messi in opera, anche mediante metodi non distruttivi; 3 - monitoraggio programmato di grandezze significative del comportamento dell'opera da proseguire, eventualmente, anche dopo il collaudo della stessa.

#### *Articolo 41: DETERMINAZIONE SPERIMENTALE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE DEGLI ELEMENTI RESISTENTI ARTIFICIALI E NATURALI*

##### **41.1. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali**

La produzione degli elementi resistenti artificiali deve essere controllata, in ogni stabilimento di produzione, mediante prove eseguite presso Laboratori Ufficiali o in Concessione, ex art. 20 legge 1086/1971, con periodicità almeno annuale, su un numero non inferiore a trenta elementi. Il Direttore dei lavori può richiedere ulteriori prove di controllo.

Il Direttore dei Lavori provvede, con lo scopo di accertare la conformità delle caratteristiche fisiche e meccaniche degli elementi consegnati in cantiere a quelle dichiarate dal produttore, ad eseguire con le modalità di seguito descritte il "controllo di accettazione". Il "controllo di accettazione" viene eseguito, per ogni consegna in cantiere, su uno o più campioni costituiti ciascuno da tre elementi da sottoporre a prova di compressione. Per ogni campione siano  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  la resistenza a compressione dei tre elementi con

$$f_1 < f_2 < f_3$$

il controllo si considera positivo se risultano verificate entrambe le disuguaglianze:

$$(f_1 + f_2 + f_3)/3 = 1,20 f_{bk}$$

$$f_1 = 0,90 f_{bk}$$

Al Direttore dei lavori spetta comunque l'obbligo di curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove ai laboratori siano effettivamente quelli prelevati in cantiere con indicazioni precise sulla fornitura e sulla posizione che nella muratura occupa la fornitura medesima.

#### **41.2. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti naturali**

La produzione degli elementi resistenti naturali deve essere controllata per ogni cava mediante prove eseguite presso Laboratori Ufficiali o in Concessione, ex art. 20 - Legge n. 1086/1971, con periodicità almeno annuale, su un numero non inferiore a trenta elementi, comunque ogni qual volta che cambino sostanzialmente la natura e le caratteristiche meccaniche del materiale. Il Direttore dei Lavori può richiedere ulteriori prove di controllo.

Il Direttore dei Lavori provvede, con lo scopo di accertare la conformità delle caratteristiche fisiche e meccaniche degli elementi consegnati in cantiere a quelle dichiarate dal produttore, ad eseguire con le modalità di seguito descritte il "controllo di accettazione". Il "controllo di accettazione" viene eseguito, per ogni consegna in cantiere, su uno o più campioni costituiti ciascuno da tre elementi da sottoporre a prova di compressione. Per ogni campione siano  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  la resistenza a compressione dei tre elementi con

$$f_1 < f_2 < f_3$$

il controllo si considera positivo se risultano verificate entrambe le disuguaglianze:

$$(f_1 + f_2 + f_3)/3 = 1,20 f_{bk}$$

$$f_1 = 0,90 f_{bk}$$

Al Direttore dei lavori spetta comunque l'obbligo di curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove ai laboratori siano effettivamente quelli prelevati in cantiere con indicazioni precise sulla fornitura e sulla posizione che nella muratura occupa la fornitura medesima.

### 41.3. Modalità per la determinazione della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali

#### 41.3.1. Resistenza a compressione nella direzione dei carichi verticali

Si definisce resistenza caratteristica quella resistenza al disotto della quale ci si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

La resistenza di rottura a compressione di un singolo elemento è data dalla seguente espressione:

$$f_{bi} = N/A$$

in cui:

N = carico di rottura applicato in direzione ortogonale al piano di posa;

A = area lorda della sezione normale alla direzione di carico

Il valore della resistenza caratteristica  $f_{bk}$  si ricava dalla formula seguente, applicata ad un numero minimo di 30 elementi:

$$f_{bk} = f_{bm} (1 - 1.64 \delta)$$

in cui:  $f_{bm}$  = media aritmetica della resistenza dei singoli elementi  $f_{bi}$

$$\delta = \frac{s}{f_{bm}} = \text{coefficiente di variazione}$$

s = stima dello scarto quadratico medio

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f_{bm} - f_{bi})^2}{n-1}}$$

Qualora, per ragioni dimensionali (dimensione blocco = 40 cm) si operi su semiblocchi, il valore di  $f_{bi}$  è dato dalla media di resistenza dei due semiblocchi.

Il valore della  $f_{bk}$  non è accettabile per

$$\delta > 0,2$$



#### **41.3.2. Resistenza a compressione nella direzione ortogonale a quella dei carichi verticali e nel piano della muratura**

La resistenza caratteristica a compressione in direzione ortogonale ai carichi verticali e nel piano della muratura sarà dedotta da quella media  $f_{bm}$  mediante la relazione:

$$f_{bk} = 0,7 f_{bm}$$

La resistenza media  $f_{bm}$  sarà ricavata da prove su almeno sei campioni.

#### **41.4. Resistenza a compressione degli elementi in pietra**

La resistenza media a compressione  $f_{bm}$  degli elementi in pietra, con esclusione dei tufi, deve essere determinata secondo le modalità descritte nel R.D. 16 novembre 1939, n. 2232, recante le norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione.

Per i tufi, le prove di cui all'art. 135.2, in base alle quali le singole cave determineranno la resistenza media a compressione  $f_{bm}$ , devono essere eseguite su trenta elementi da provare nella Direzione di lavoro. Non sono ammessi tufi la cui resistenza media a compressione  $f_{bm}$  sia inferiore a 20 kg/cm<sup>2</sup> e per i quali il singolo campione abbia resistenza a compressione inferiore a 15 Kg/cm<sup>2</sup>.

Per tutti gli elementi resistenti naturali si considera convenzionalmente

$$f_{bk} = 0,75 f_{bm}$$

#### **Articolo 42: COLLAUDO STATICO DI OPERE DI SOSTEGNO E DI FONDAZIONE**

Gli interventi di collaudo statico delle opere di sostegno e di fondazione sono previsti dal Punto A.4. del D.M. 11 marzo 1988 recante "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

Il collaudo statico dovrà accertare la risposta prestazionale delle opere eseguite, la conformità alle prescrizioni di progetto nonché il rispetto di quanto previsto dalla normativa vigente. Le attività di collaudo comprenderanno, oltre alla verifica dei documenti progettuali, il rilievo, con metodi non distruttivi, della consistenza delle opere realizzate, anche l'esecuzione di prove di carico e rilievi sperimentali finalizzati a controllare l'efficienza e la qualità delle opere realizzate.

Il Collaudatore potrà comunque prevedere, nell'ambito del proprio mandato, ulteriori indagini, prove ed attività sperimentali finalizzate sempre ad integrare i dati a lui trasmessi e/o comunque acquisiti.

Parte IV  
MODALITÀ DI ESECUZIONE

*Articolo 46: NORMATIVA SULLA PREVENZIONI INFORTUNI*

Nell'esecuzione delle demolizioni e degli scavi, anche se non espressamente richiamate, dovranno essere osservate le disposizioni delle seguenti norme e successive modificazioni ed integrazioni:

- D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547. Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164. Norme per prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- D.Lg. 15 agosto 1991, n. 277. Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990, n. 212;
- - D.Lg. 14 agosto 1996, n. 493. Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro;
- D.L. 81/08 del 09 aprile 2008 testo unico sulla sicurezza

In generale dovranno essere rispettate le prescrizioni del piano di sicurezza e di coordinamento, del piano operativo e le indicazioni impartite dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori. e/o del Direttore dei lavori.

*Articolo 47: DISPOSITIVI DI PROTEZIONE*

Sulla rispondenza alla normativa vigenti norme dei dispositivi di protezione si rimanda alle seguenti norme:

**UNI EN 340** *Indumenti di protezione. Requisiti generali.*

**UNI EN 34** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi di discesa.*

**UNI EN 341:1993/A1** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi di discesa.*

**UNI EN 352-1** *Protettori auricolari. Requisiti di sicurezza e prove. Cuffie.*

**UNI EN 353-1** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio rigida.*

**UNI EN 353-2** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio flessibile.*

- UNI EN 354** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Cordini.*
- UNI EN 355** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Assorbitori di energia.*
- UNI EN 358** *Dispositivi individuali per il posizionamento sul lavoro e la prevenzione delle cadute dall'alto. Sistemi di posizionamento sul lavoro.*
- UNI EN 360** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo retrattile.*
- UNI EN 361** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Imbracature per il corpo.*
- UNI EN 362** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Connettori.*
- UNI EN 363** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Sistemi di arresto caduta.*
- UNI EN 364** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Metodi di prova.*
- UNI EN 365** *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Requisiti generali per le istruzioni per l'uso e la marcatura.*
- UNI EN 367** *Indumenti di protezione. Protezione contro il calore e le fiamme. Metodo di prova: determinazione della trasmissione di calore mediante esposizione a una fiamma.*

#### *Articolo 48: SCAVI E SBANCAMENTI*

##### **48.1. Ricognizione**

L'Appaltatore prima di eseguire gli scavi o sbancamenti previsti deve eseguire indagini sulla natura del terreno, per individuare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o erroneamente indicati) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori.

Il cantiere è già provvisto di recinzione .

##### **48.2. Viabilità nei cantieri**

Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli.

Le rampe di accesso al fondo degli scavi di splateamento o di sbancamento devono avere una carreggiata solida, atta a resistere al transito dei mezzi di trasporto di cui è previsto l'impiego, ed una pendenza adeguata alla possibilità dei mezzi stessi.

La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco venga limitato ad un solo lato,

devono essere realizzate piazzuole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20 m lungo l'altro lato.

I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.

Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.

Alle vie di accesso ed ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

### **48.3. Splateamento e sbancamento**

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, secondo le prescrizioni dell'art. 12 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 1,50 m è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve provvedersi all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di scavo eseguiti con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

### **48.4. Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli**

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 m, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, secondo le prescrizioni dell'art. 13 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi almeno 30 cm rispetto al livello del terreno o stradale.

Nello scavo dei cunicoli, a meno che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporre idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento; la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del rivestimento in muratura.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano edifici o manufatti, le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

Nell'infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine, con pericolo per i lavoratori.

Nei lavori in pozzi di fondazione profondi oltre 3,00 m deve essere disposto, a protezione degli operai addetti allo scavo ed all'esportazione del materiale scavato, un robusto impalcato con apertura per il passaggio della benna.

#### **48.5. Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento**

Si ritengono scavi subacquei quelli eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto un livello costante determinato da acque sorgive nelle cavità di fondazione, sia dopo un parziale prosciugamento con pompe, sia dopo la predisposizione di canali di drenaggio.

Se l'Appaltatore, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione dei lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la Direzione dei lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, i completamenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'Appaltatore dovranno essere accettati dalla Direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in muratura o in c.a. al fine di prevenire il dilavamento delle malte.

#### **48.6. Deposito di materiali in prossimità degli scavi**

È vietato, secondo le prescrizioni dell'art. 14 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi, soprattutto se privi delle necessarie armature, in quanto il materiale accumulato può esercitare pressioni tali da provocare frane.

Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

#### **48.7. Presenza di gas negli scavi**

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, come stabilisce l'art. 15 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni

di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o la irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare una efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata una efficace e continua aerazione.

Quando è stata accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque in grado di provocare fiamme o surriscaldamenti tali ad incendiare il gas.

Nei casi sopra previsti i lavoratori devono operare in abbinamento nell'esecuzione dei lavori.

#### *Articolo 49: DIVIETI PER L'APPALTATORE*

L'Appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione, prima che la Direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

#### *Articolo 50: RIPARAZIONE DI SOTTOSERVIZI*

L'Appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, ecc.) danneggiati con o senza incuria dall'impresa durante gli scavi e demolizioni e certificati dalla Direzione dei lavori.

#### *Articolo 51: RILEVATI E RINTERRI*

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione, e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla Direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato di addossare terrapieni a murature o strutture in c.a. di recente realizzazione e delle quali si riconosca il non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'asestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

## *Articolo 52: FONDAZIONI DIRETTE*

### **52.1. Scavi di fondazione**

Nell'esecuzione degli scavi per raggiungere il piano di posa della fondazione, secondo quanto prescritto dal punto C.4.5 del D.M. 11 marzo 1988, n. 127, si deve tener conto di quanto specificato al punto A.2, al punto D.2 ed alla Sezione G, dello stesso D.M..

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione della opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal Direttore dei lavori.

Nel caso che per eseguire gli scavi si renda necessario deprimere il livello della falda idrica si dovranno valutare i cedimenti del terreno circostante; ove questi non risultino compatibili con la stabilità e la funzionalità delle opere esistenti, si dovranno opportunamente modificare le modalità

esecutive. Si dovrà, nel caso in esame, eseguire la verifica al sifonamento. Per scavi profondi, si dovrà eseguire la verifica di stabilità nei riguardi delle rotture del fondo.

## **52.2. Rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva**

In corso d'opera si deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva del terreno.

*Articolo 57: CALCESTRUZZO LEGGERO STRUTTURALE E PER STRUTTURE IN C.A. NORMALE. CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO*

### **57.1. Calcestruzzo leggero strutturale**

#### **57.1.1. Definizioni**

Si definisce calcestruzzo leggero strutturale, un conglomerato cementizio a struttura chiusa ottenuto sostituendo tutto o in parte l'inerte ordinario con aggregato leggero artificiale, costituito da argilla o scisti espansi.

Questo calcestruzzo è caratterizzato da una massa volumica a 28 gg. compresa tra 1400 e 2000 kg/m<sup>2</sup>.

La resistenza caratteristica a compressione Rck a 28 gg. deve risultare non inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

La massa volumica del conglomerato viene misurata secondo le procedure indicate nella norma **UNI 7548 - Parte 2°**.

Per la determinazione di Rck valgono le prescrizioni relative ai conglomerati ordinari.

#### **57.1.2. Aggregato leggero**

##### **57.1.2.1. Definizioni**

Si definisce massa volumica media dei granuli il rapporto tra la massa del materiale essiccato ed il suo volume, delimitato dalla superficie dei granuli stessi. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma **UNI 7549 - Parte 5°**.

Si definisce massa volumica dell'aggregato leggero in mucchio (peso in mucchio) la massa di un volume unitario di aggregato, comprendendo nella misura i vuoti dei granuli e fra i granuli. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma **UNI 7549 - Parte 4°**.

Per gli aggregati di argilla espansa, in via approssimata, la massa volumica media dei granuli può stimarsi moltiplicando per 1,7 la massa volumica in mucchio.

##### **57.1.2.2. Caratteristiche dei granuli**



Per granuli di argilla espansa e di scisti espansi si richiede:

- nel caso di argilla espansa: superficie a struttura prevalentemente chiusa, con esclusione di frazioni granulometriche ottenute per frantumazione successiva alla cottura;
- nel caso di scisti espansi: struttura non sfaldabile con esclusione di elementi frantumati come sopra indicato.

#### *57.1.2.3. Coefficiente di imbibizione*

Il coefficiente di imbibizione dell'aggregato leggero è definito come quantità di acqua che l'inerte leggero può assorbire, in determinate condizioni, espressa in per cento della sua massa.

Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma UNI 7549 Parte 6° (giugno 1976).

Il coefficiente di imbibizione determinato dopo 30 min. deve essere non maggiore del 10% per aggregati con massa volumica in mucchio superiore a 500 kg/m<sup>2</sup>, e 15% per aggregati con massa volumica in mucchio non superiore a 500 kg/m<sup>2</sup>.

#### **57.1.3. Composizione del calcestruzzo**

##### *57.1.3.1. Definizioni*

Il volume del calcestruzzo assestato è uguale alla somma dei volumi assoluti del cemento, degli aggregati, dell'acqua e dell'aria occlusa.

Si definisce volume assoluto di un componente il suo volume reale, escludendo i vuoti dei granuli e fra i granuli, per i componenti solidi.

Si definisce indice di assestamento di un calcestruzzo leggero il valore determinato con le procedure indicate nell'appendice B della norma **UNI 7549 - Parte 12°**.

##### *57.1.3.2. Acqua*

L'acqua impiegata per l'impasto del calcestruzzo leggero è costituita da:

- acqua efficace: è quella contenuta nella pasta cementizia. Essa condiziona la lavorabilità e la resistenza del calcestruzzo leggero. A titolo orientativo, per un calcestruzzo di consistenza plastica, avente un indice di assestamento compreso tra 1,15 e 1,20 il dosaggio di acqua efficace risulta compreso fra 150 e 180 litri per metro cubo di calcestruzzo assestato;
- acqua assorbita dell'aggregato leggero nel periodo di tempo tra miscelazione e posa in opera.

L'assorbimento dà luogo ad una perdita progressiva di lavorabilità dell'impasto.

Si assume pari all'assorbimento in peso a 30 min. misurato secondo **UNI 7549-76**. In mancanza di una determinazione diretta, tale assorbimento può essere valutato pari al 10% del peso dell'aggregato leggero presente nell'impasto.

Il dosaggio dell'acqua risulta dalla somma dell'acqua efficace e dell'acqua assorbita. Da tale somma si deve detrarre l'acqua contenuta nella sabbia naturale ed il 40% dell'acqua presente come umidità nell'aggregato leggero.

Quindi l'umidità presente nell'aggregato leggero deve essere determinata ai fini del calcolo del dosaggio dell'acqua di impasto. La prebagnatura degli aggregati leggeri non è necessaria se non in casi particolari.

#### *57.1.3.3. Aria occlusa*

È misurata dai vuoti residui di assestamento dell'impasto ed ha un volume che può considerarsi mediamente compresso tra il 2,5% ed il 3,5% del volume del calcestruzzo assestato.

La quantità di aria occlusa può essere aumentata a mezzo di additivi aeranti (vedi **UNI 7103-72**), comunque non superando il 7% del volume del calcestruzzo assestato.

### **57.1.4. Confezione e posa del calcestruzzo**

#### *57.1.4.1. Confezione*

È opportuno eseguire una prova del mescolatore al fine di verificare l'idoneità per l'impasto previsto.

In condizioni normali, si consiglia di introdurre i componenti dell'impasto nel mescolatore in rotazione nel seguente ordine:

- aggregato grosso;
- 2/3 dell'acqua totale prevista e, dopo un intervallo di circa 30" / 60":
- aggregato fine e cemento,
- 1/3 dell'acqua prevista, con eventuali additivi.

Il tempo di miscelazione, a partire dall'avvenuta introduzione di tutti i componenti, non deve risultare inferiore a un minuto primo, seppure sia consigliabile un tempo maggiore.

#### *57.1.4.2. Consistenza*

Per disporre di sufficiente coesione ed evitare segregazioni, la consistenza dovrà essere "plastica" al momento della posa in opera, e cioè con un indice di assestamento compreso, nei casi ordinari, tra 1,10 e 1,20.

La consistenza necessaria al momento del getto dovrà essere determinata, caso per caso, con prove preliminari.

#### *57.1.4.3. Posa e compattazione*

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione.

La compattazione del calcestruzzo leggero va sempre realizzata con l'impiego di vibrazione, la cui entità deve essere maggiore che per il calcestruzzo ordinario.

#### **57.1.5. Proprietà del calcestruzzo indurito**

Data la estrema variabilità delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo leggero in funzione della sua composizione e del tipo di aggregato leggero utilizzato, la maggior parte delle caratteristiche necessarie ai fini dei calcoli strutturali andranno definite per via sperimentale.

È obbligatorio quindi eseguire uno "studio preliminare di qualificazione" esteso alle grandezze di seguito indicate.

##### *57.1.5.1. Massa volumica*

Si intende quella misurata a 28 giorni di stagionatura, determinata secondo la norma **UNI 7548 - Parte 2°**.

La massa del calcestruzzo armato, in mancanza di valutazioni specifiche, si potrà assumere incrementando di 100 kg/m<sup>2</sup> la massa misurata del calcestruzzo.

##### *57.1.5.2. Resistenza caratteristica a compressione*

È definita e va controllata come per il calcestruzzo normale secondo i criteri di cui all'Allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996.

##### *57.1.5.3. Resistenza a trazione*

Va determinata mediante prove sperimentali a trazione semplice, secondo le modalità di cui alle norme UNI.

Se la resistenza a trazione è determinata mediante prove di resistenza a trazione indiretta o a trazione per flessione, il valore della resistenza a trazione semplice può essere dedotto utilizzando opportuni coefficienti di correlazione.

Valutata la resistenza a trazione media  $f_{ctm}$  su almeno 6 campioni prismatici o cilindrici, i valori caratteristici corrispondenti ai frattili 5% e 95% possono assumersi pari a:

$$f_{ctk} (5\%) = 0,7 f_{ctm}$$

$$f_{ctk} (95\%) = 1,3 f_{ctm}$$

Il valore della resistenza a trazione per flessione si assumerà, in mancanza di sperimentazione diretta, pari a:

$$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm}$$

#### 57.1.5.4. Modulo elastico

Il modulo elastico secante a compressione va determinato mediante sperimentazione diretta da eseguirsi secondo la norma **UNI 6556**, ed è dato dal valore medio su almeno 3 Provini prismatici o cilindrici.

#### 57.1.5.5. Dilatazione termica

In mancanza di determinazione diretta, il coefficiente di dilatazione termica può assumersi pari a:

$$I = 0,8 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

## 57.2. Calcestruzzo per strutture in c.a. normale

### 57.2.1. Trasporto e consegna

Il Direttore dei lavori prima dell'accettazione del calcestruzzo dovrà verificare l'eventuale segregazione dei materiali, perdita di componenti o contaminazione della miscela durante il trasporto e lo scarico dai mezzi.

Per il calcestruzzo preconfezionato i tempi di trasporto devono essere commisurati alla composizione del calcestruzzo ed alle condizioni atmosferiche, a tal la Direzione dei lavori potrà chiedere all'Appaltatore, prima dell'esecuzione del getto, informazioni circa la composizione del calcestruzzo (additivi, tipo di cemento, rapporto acqua/cemento, tipo di aggregati, ecc., impianto di produzione del calcestruzzo preconfezionato, tipo di autobetoniera e quantità di calcestruzzo, certificazioni varie, estremi della bolla di consegna). Tali informazioni dovranno essere date dall'Appaltatore prima o durante il getto del calcestruzzo.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

Il Direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non risponda alle prescrizioni contrattuali ed alle prescrizioni delle norme UNI vigenti in materia ovvero se la consistenza venga portata ai valori contrattuali.

Norma di riferimento:

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

### 57.2.2. Getto

#### 57.2.2.1 Modalità

Prima dell'esecuzione del getto la Direzione dei lavori dovrà verificare la corretta posizione delle armature metalliche, la rimozione di polvere, terra, ecc, dentro le casseformi; i giunti di ripresa delle armature, la bagnatura dei casseri, le giunzioni tra i casseri, la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali, la stabilità delle casseformi, ecc..

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm, inoltre l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La Direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati, e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'Appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per la protezione delle strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme: piogge, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla Direzione dei lavori.

Norma di riferimento:

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

*57.2.2.2. Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito*

Le interruzioni del getto devono essere limitate al minimo possibile, in tutti i casi devono essere autorizzate dalla Direzione dei lavori.

Le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo.

Le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo. La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;

- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- Collegando i due getti con malta con collegamento a ritiro compensato.

Norma di riferimento:

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

#### *57.2.2.3 Getti in climi freddi*

I getti di calcestruzzo in climi freddi non devono essere eseguiti a temperatura inferiore a 0 °C. Nei casi estremi la Direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di additivi acceleranti. In caso di temperature molto basse il calcestruzzo dovrà essere confezionato con inerti preriscaldati con vapore ed acqua con temperatura tra 50 e 90 °C, avendo cura di non mescolare il cemento con l'acqua calda per evitare una rapida presa.

A discrezione della Direzione dei lavori anche le casseforme potranno essere riscaldate dall'esterno mediante vapore acqueo, acqua calda od altro.

#### *57.2.2.4. Getti in climi caldi*

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti ad esempio tenendo all'ombra gli inerti ed aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la Direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

#### **57.2.3. Vibrazione e compattazione**

La compattazione del calcestruzzo deve essere appropriata alla consistenza del calcestruzzo. Nel caso di impiego di vibratori l'uso non deve essere prolungato per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico ed il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

Norma di riferimento:

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

#### **57.2.4. Stagionatura e protezione - Fessurazione superficiale**

La stagionatura delle strutture in calcestruzzo armato potrà essere favorita approntando accorgimenti per prevenire il prematuro essiccamento per effetto dell'irraggiamento solare e dell'azione dei venti, previa autorizzazione della Direzione dei lavori, mediante copertura con teli di plastica, rivestimenti umidi, getti d'acqua nebulizzata sulla superficie, prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione ed il ultimo allungando i tempi del disarmo. I metodi predetti possono essere applicati sia separatamente o combinati.

I tempi di stagionatura potranno essere determinati con riferimento alla maturazione in base al grado di idratazione della miscela di calcestruzzo, agli usi locali, ecc.; in tutti i casi si farà riferimento al punto 10.6. - Stagionatura e protezione, della norma UNI 9858 ed in particolare al Prospetto XII - Durata minima del tempo di stagionatura in giorni per classi di esposizione 2 e 5a.

Per le strutture in c.a. in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla Direzione dei lavori. Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

Norme di riferimento:

- UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*
- UNI 8656** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti.*
- UNI 8656 FA 219-87** *Foglio di aggiornamento n. 1. Alla UNI 8656. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti.*
- UNI 8657** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua.*
- UNI 8657 FA 220-87** *01/05/87 Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8657. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua.*
- UNI 8658** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento.*
- UNI 8658 FA 221-87** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8658. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento.*
- UNI 8659** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco.*
- UNI 8659 FA 222-87** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8659. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco.*

**UNI 8660** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.*

**UNI 8660 FA 223-87** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8660. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.*

### **57.2.5 Maturazione accelerata a vapore**

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80 °C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60 °C, il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10°C/h.

Norma di riferimento:

**UNI 9858** *Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

### **57.2.6. Disarmo delle strutture**

Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche adottando opportuni provvedimenti.

Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei lavori.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato, dopo l'autorizzazione del Direttore dei lavori e alla presenza del capo cantiere. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle armature da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

Il disarmo di armature provvisorie di grandi opere quali:

- centine per ponti ad arco;
- coperture ad ampia luce e simili;
- altre opere che non rientrano negli schemi di uso corrente

deve essere eseguito:

- con cautela;
- da operai pratici;
- sotto la stretta sorveglianza del capo cantiere;



- solo dopo l'autorizzazione del Direttore dei lavori.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

Il disarmo deve essere eseguito ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, le operazioni non devono provocare danni al calcestruzzo e soprattutto agli spigoli.

L'Appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni ..... dalla data di esecuzione del getto.

Il caricamento delle strutture in c.a. disarmate deve essere autorizzato dalla Direzione dei lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo ed i carichi sopportabili.

La Direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio.

In ogni caso per il disarmo delle strutture in c.a. si farà riferimento alle norme:

D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni.

**SS UNI U50.00.206.0** Casseforme. *Requisiti generali per la progettazione, la costruzione e l'uso.*

**UNI 9858** Calcestruzzo. *Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.*

**Tabella 57.1. Tempi minimi per del disarmo delle strutture in c.a. dalla data del getto**

	<b>Calcestruzzo normale (giorni)</b>	<b>Calcestruzzo ad alta resistenza (giorni)</b>
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette si luce modesta	10	4
	24	12
Puntelli e centine di travi, archi e volte	28	14
Strutture a sbalzo		

### **57.2.7. Casseforme e puntelli**

Le casseforme possono essere realizzate con i seguenti materiali:

a) metallici: acciai e leghe di alluminio;

b) legno e materiali a base di legno;

c) altri materiali purché rispondenti alle prescrizioni di sicurezza per la struttura.

I casseri e i puntelli devono rimanere indisturbati fino alla data di disarmo delle strutture. I casseri ed i puntelli devono assicurare le tolleranze strutturali in modo da non compromettere l'idoneità delle strutture interessate.

La contrefreccia assicurata ai casseri deve essere rispondente alle prescrizioni progettuali strutturali e della centinatura.

Le giunzioni dei pannelli dei casseri devono assicurare una tenuta stagna per evitare la perdita degli inerti fini. La superficie interna dei casseri non deve provocare difetti alla superficie del calcestruzzo. La superficie interna dei casseri, prima dell'uso, deve essere accuratamente pulita, gli eventuali prodotti disarmanti devono essere autorizzati dalla Direzione dei lavori.

I casseri ed i puntelli devono rispondere alla seguente norma: **SS UNI U50.00.206.0** Casseforme. Requisiti generali per la progettazione, la costruzione e l'uso, inoltre, devono essere montati da personale specializzato.

**Tabella 57.2. Legname per carpenteria**

Tavolame	Tavole (o sottomisure)	spessore 2,5 cm larghezza 8-16 cm lunghezza 4 m
	Tavoloni (da ponteggio)	spessore 5 cm larghezza 30-40 cm lunghezza 4 m
Legname segato	Travi (sostacchine)	sezione quadrata da 12x12 a 20x20 cm lunghezza 4 m
Legname tondo	Antenne, candele	diametro min 12 cm lunghezza > 10-12 cm
	Pali, ritti	diametro 10-12 cm lunghezza > 6-12 cm
Residui di lavorazioni	da tavole (mascelle)	lunghezza >20 cm

precedenti	da travi (mozzature)	
------------	----------------------	--

Fonte: AITEC, Il cemento armato: carpenteria

### **57.2.8. Disarmanti**

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo, la permeabilità, influenzarne la presa, o determinare la formazione di bolle e macchie.

La Direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali; in generale le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore lo stesso vale per l'applicazione del prodotto.

Norme di riferimento:

**UNI 8866-1** *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione.*

**UNI 8866-1 FA 1-89** *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione.*

**UNI 8866-2** *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.*

**UNI 8866-2 FA 1-89** *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.*

### **57.3. Relazione a struttura ultimata**

Le operazioni di collaudo avranno inizio dopo il completamento della struttura e la redazione da parte del Direttore dei lavori della relazione a strutture ultimate (art. 6, legge n. 1086/1971). Quest'ultima deve essere emessa in duplice copia, entro il termine di 60 giorni e inviata all'Ufficio del Genio Civile competente per territorio, e dovrà riguardare gli adempimenti degli obblighi di cui all'art. 4 della legge n. 1086/1971, esponendo e/o allegando:

- a) i certificati delle prove sui materiali impiegati emessi da laboratori ufficiali;
- b) per le opere in conglomerato armato precompresso, ogni indicazione inerente alla tesatura dei cavi ed ai sistemi di messa in coazione;
- c) l'esito delle eventuali prove di carico, allegando le copie dei relativi verbali firmate per copia conforme.

Delle due copie della relazione, una sarà conservata agli atti del Genio Civile e l'altra, con l'attestazione dell'avvenuto deposito, sarà restituita al Direttore dei lavori che provvederà a consegnarla al Collaudatore statico unitamente agli elaborati progettuali architettonici e strutturali e a tutta la documentazione inerente alla Direzione dei lavori.

*Articolo 60: SOLAI MISTI DI C.A. E C.A.P. E BLOCCHI FORATI IN LATERIZIO*

### **60.1. Classificazione**

I solai misti in cemento armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio si distinguono nelle seguenti categorie:

- a) solai con blocchi aventi funzione principale di alleggerimento;
- b) solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato.

### **60.2. Prescrizioni generali**

I blocchi dovranno rispettare le indicazioni del paragrafo 4.1.9 del dm 14/02/2008 con le ulteriori specificazioni di cui alla Circolare 02/02/2009 C.S.LL.PP.

Devono essere conformati in modo che nel solaio in opera sia assicurata con continuità la trasmissione degli sforzi dall'uno all'altro elemento.

Nel caso si richieda al laterizio il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono usare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. In ogni caso, ove sia prevista una soletta di conglomerato staticamente integrativa di altra in laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la solidarietà ai fini della trasmissione degli sforzi tangenziali.

Per entrambe le categorie il profilo dei blocchi delimitanti la nervatura di conglomerato da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso di calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse sotto i limiti stabiliti.

### **60.3. Requisiti di accettazione prove e controlli**

#### ***60.3.1. Spessore delle pareti e dei setti.***

Lo spessore delle pareti orizzontali compresse non deve essere minore di 8 mm, quello delle pareti perimetrali non minore di 8 mm, quello dei setti non minore di 7 mm.

Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiore di 3 mm.

Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei ed allineati, particolarmente in direzione orizzontale, con setti con rapporto spessore/lunghezza il più possibile uniforme.

Il rapporto fra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione del blocco non deve risultare superiore a  $0,6 + 0,625 h$ , ove  $h$  è l'altezza del blocco in metri,  $h \leq 0,32$  m.

### **60.3.2. Caratteristiche fisico-meccaniche**

La resistenza caratteristica a compressione, determinata secondo punto C4.1.9.1.3 della , Circolare 02/02/2009 C.S.LL.PP. riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature deve risultare non minore di:

- 30 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori;
- 15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio,  
per i blocchi collaboranti;

e di:

- 15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori;
- 5 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio,  
per i blocchi non collaboranti.

La resistenza caratteristica a trazione per flessione determinata secondo punto C4.1.9.1.3 della , Circolare 02/02/2009 C.S.LL.PP. deve essere non minore di:

- 10 N/mm<sup>2</sup> per i blocchi di tipo *b*),

e di:

- 7 N/mm<sup>2</sup> per i blocchi tipo *a*).

In assenza di cassero continuo inferiore durante la fase di armatura e getto tutti i blocchi devono resistere ad un carico concentrato, applicato nel centro della faccia superiore (su un'area di 5 x 5 cm<sup>2</sup>) non inferiore a 1,5 kN. La prova va effettuata secondo le modalità indicate nell'Allegato 7 del D.M. 9 gennaio 1996.

Il modulo elastico del laterizio non deve essere superiore a: 25 kN/mm<sup>2</sup>.

Il coefficiente di dilatazione termica lineare del laterizio deve essere:

$$a = 6 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Il valore di dilatazione per umidità misurato secondo quanto stabilito nel capitolo 11 delle NTC deve essere minore di  $4 \cdot 10^{-4}$

### **60.3.3. Integrità dei blocchi**

Speciale cura deve essere rivolta al controllo dell'integrità dei blocchi con particolare riferimento alla eventuale presenza di fessurazioni.

### **60.3.4. Controlli di qualità dei blocchi in laterizio**

La produzione degli elementi laterizi deve essere controllata mediante prove su blocchi di produzione corrente certificate da Laboratori Ufficiali, con frequenza almeno annuale.

## **60.4. Controlli di accettazione dei solai di C.A. e C.A.P. e laterocemento in cantiere**

In fase di accettazione in cantiere si dovrà provvedere a controllare la rispondenza dei requisiti del prodotto alle prescrizioni del progetto attraverso rilievi geometrici e controllo dei documenti di accompagnamento (Dichiarazione di prestazione).

La documentazione di accompagnamento prescritta è la seguente:

- DOP (Dichiarazione di prestazione) e marcatura CE riferita alle seguenti norme.
  - o EN 13224 per solai nervati Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi nervati per solai
  - o EN 1168 per solai alveolari Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Lastre alveolari
  - o EN 13747 per solai a lastra tralicciata Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Lastre per solai
  - o Serie EN 15037 per solai a travetti e blocchi

## **60.5. Esecuzione (prescrizioni regolamentari)**

### **60.5.1. Protezione delle armature**

Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare contornata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia.

Per armatura collocata entro nervatura, le dimensioni di questa devono essere tali da consentire il rispetto dei seguenti limiti:

- distanza netta tra armatura e blocco = 8 mm;
- distanza netta tra armatura ed armatura = 10 mm.

### **60.5.2. Bagnatura degli elementi**

Prima di procedere ai getti i laterizi devono essere convenientemente bagnati.

**60.5.3. Caratteristiche degli impasti per elementi prefabbricati**

Devono impiegarsi malte cementizie con dosature di legante non minori a 450 kg/ m<sup>2</sup> di cemento e conglomerati con  $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ .

**60.5.4. Blocchi**

Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

**60.5.5. Allineamenti e forzature**

Si dovrà curare il corretto allineamento dei blocchi evitando la forzatura dei blocchi interposti tra i travetti prefabbricati.

**60.5.6. Conglomerati per i getti in opera**

Si dovrà studiare la composizione del getto in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite.

Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature nè la distanza netta minima tra le armature.

Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con eventuali altri elementi prefabbricati.

**60.5.7. Modalità di getto**

Per rendere efficace quanto indicato ai punti precedenti occorre con opportuni provvedimenti eliminare il rischio di arresto del getto al livello delle armature.

**60.5.8. Solidarizzazione tra intonaci e superfici di intradosso**

Qualora si impieghino materiali d'intonaco cementizi aventi resistenza caratteristica a trazione superiore ad 1 N/mm<sup>2</sup> dovranno adottarsi spessori inferiori ad 1 cm o predisporre armature di sostegno e diffusione opportunamente ancorate nelle nervature.

**Articolo 61: SCAVI IN GENERE**

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. 11 marzo 1988, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere, l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere, a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate in area di cantiere a sud del lotto fino al completamento dell'edificio e alla realizzazione delle opere esterne in progetto.

Previo assenso della Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, si applica il disposto del Capitolato generale emanato con D.M. 19 aprile 2000, n. 145 e pubblicato su G.U.R.I. 7 giugno 2000, n. 131, art. 36, comma 3.

#### *Articolo 62: SCAVI DI SBANCAMENTO*

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

#### *Articolo 63: SCAVI DI FONDAZIONE OD IN TRINCEA*

Per scavi di fondazione in genere si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o ai pilastri di fondazione propriamente detti. In ogni caso saranno considerati come gli scavi di fondazione quelli per dar luogo a fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e l'Amministrazione si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali



compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni o sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei lavori.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

#### *Articolo 64: DEMOLIZIONE O RIMOZIONE DI MATERIALI CONTENENTI AMIANTO*

I lavori di demolizione o di rimozione dell'amianto possono essere effettuati solo da imprese rispondenti ai requisiti di cui all'articolo 212 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152".

Per le imprese di bonifica da amianto è stata già resa obbligatoria l'iscrizione all'Albo gestori ambientali (ex rifiuti), nella categoria 10 - Bonifica dei beni contenenti amianto.

Prima dell'inizio dei lavori di demolizione o di rimozione dell'amianto ovvero di materiali contenenti amianto da edifici, da strutture, da apparecchi e da impianti, nonchè dai mezzi di trasporto, l'Appaltatore dovrà predisporre un **PIANO DI LAVORO**.

Questo piano deve prevedere le misure necessarie per garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori sul luogo di lavoro e la protezione dell'ambiente esterno. Il piano, in particolare, deve prevedere:

- a) la rimozione dell'amianto o dei materiali contenenti amianto prima dell'applicazione delle tecniche di demolizione, a meno che tale rimozione non possa costituire per i lavoratori un

rischio maggiore di quello rappresentato dal fatto che l'amianto o i materiali contenenti amianto siano lasciati sul posto;

- b) la fornitura ai lavoratori dei dispositivi di protezione individuale;
  - c) la verifica dell'assenza di rischi dovuti all'esposizione all'amianto sul luogo di lavoro, al termine dei lavori di demolizione o di rimozione dell'amianto;
  - d) adeguate misure per la protezione e la decontaminazione del personale incaricato dei lavori;
  - e) adeguate misure per la protezione dei terzi e per la raccolta e lo smaltimento dei materiali;
  - f) l'adozione, nel caso in cui sia previsto il superamento del valore limite di 0,1 fibre/cm<sup>3</sup> delle seguenti misure:
    - 1. fornire ai lavoratori un adeguato dispositivo di protezione delle vie respiratorie e altri dispositivi di protezione individuali, esigendone l'uso durante questi lavori;
    - 2. provvedere all'affissione di cartelli per segnalare che si prevede il superamento del valore limite di esposizione;
    - 3. adottare le misure necessarie per impedire la dispersione della polvere al di fuori dei locali o dei luoghi di lavoro;
    - 4. consultare i lavoratori o i loro rappresentanti sulle misure da adottare prima di procedere a queste attività;
- a) la natura dei lavori, data di inizio e la loro durata presumibile;
  - b) il luogo dove i lavori saranno effettuati;
  - c) le tecniche lavorative adottate per la rimozione dell'amianto;
  - d) le caratteristiche delle attrezzature o dei dispositivi che si intendono utilizzare.

**Copia del piano di lavoro deve essere inviata all'organo di vigilanza (ASL di competenza) per informarla delle modalità di rimozione e smaltimento dei materiali contenenti amianto, almeno trenta giorni prima dell'inizio dei lavori.**

Se entro questo periodo di trenta giorni l'organo di vigilanza non formula motivata richiesta di integrazione o modifica del piano di lavoro e non rilascia prescrizione operativa, il datore di lavoro può eseguire i lavori.

Il datore di lavoro deve provvedere affinché i lavoratori o i loro rappresentanti abbiano accesso alla documentazione.

Il datore di lavoro provvede alla informazione e alla formazione dei lavoratori addetti a queste lavorazioni ed a tutti gli adempimenti previsti dal D. Lgs. N.81/2008 agli artt. 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260.

#### *Rimozione e smaltimento di lastre di cemento - amianto*

Questa operazione comporta lo smontaggio delle lastre di copertura, il loro trasferimento a terra ed il successivo imballaggio e trasporto in discarica.

Tutte le fasi di questo intervento devono essere impostate e realizzate adottando idonee misure per limitare al minimo la dispersione di fibre nell'ambiente. Le lastre da rimuovere dovranno essere preventivamente bagnate e trattate superficialmente con resine sintetiche la cui azione pellicolante impedisca l'emissione di fibre sia durante lo smontaggio che durante le fasi successive. La resina sintetica, fluidificata e nebulizzata, dovrà essere spruzzata a pioggia sulle lastre mediante pompe airless, dotate, cioè, di bassa pressione di mandata per attenuare l'impatto tra il getto fluido e la superficie della copertura e limitare così l'emissione di fibre nell'atmosfera durante questa fase operativa. I prodotti collanti o vernicianti o incapsulanti utilizzati dovranno essere opportunamente colorati al fine di rendere visibili le zone trattate.

Tali prodotti non devono comportare pericolo di scivolamento nel caso di pedonamento delle coperture.

Non sarà necessario pulire la superficie delle lastre prima di spruzzare su di esse la resina pellicolante; infatti tale operazione, pur migliorando l'adesione tra copertura e resina e prolungando così nel tempo l'azione ricoprente di quest'ultima, potrebbe causare il distacco e la dispersione di fibre nell'ambiente. D'altra parte il ricoprimento delle lastre con la resina non deve necessariamente essere duraturo poiché ha la funzione di fissare le fibre sulla superficie delle lastre per il tempo che intercorre tra lo smontaggio ed il deposito in discarica.

Gli elementi di fissaggio delle coperture, ganci, viti e chiodi dovranno essere rimossi adottando ogni cautela per evitare danneggiamenti o rotture. Occorrerà evitare possibilmente tutte quelle operazioni, come il taglio, la foratura, la raschiatura che, alterando l'integrità strutturale delle lastre, causerebbero l'emissione di fibre nell'atmosfera.

Si ricorrerà, solo se necessario, ad attrezzature manuali o a macchine utensili caratterizzate da velocità di rotazione ridotta, dell'ordine di 300 giri/min. L'uso di utensili ad alta velocità, normalmente utilizzati per la foratura, il taglio e la raschiatura sarà consentito se dotati di sistemi di aspirazione molto efficaci.

Le lastre rimosse dovranno essere manipolate con cura per evitare rischi di frantumazione o di caduta dall'alto e dovranno essere trasferite a terra mediante un adeguato dispositivo di sollevamento. Saranno quindi impilate e pallettizzate per facilitare la loro movimentazione nell'area del cantiere destinata al loro stoccaggio.

Poiché l'impilamento potrebbe causare una consistente emissione di fibre nell'atmosfera, si ritiene necessario, per limitare questa evenienza, bagnare le lastre su entrambi i lati, come raccomanda lo stesso D.M. 6/9/94.

Le lastre, ordinatamente impilate, saranno quindi avvolte in imballaggi sigillati, costituiti in genere da teli di plastica evitando, con cura la presenza di pezzi acuminati sporgenti nelle pile che

possano causare la lacerazione e lo sfondamento del materiale di imballaggio. Tale fase potrà, a scelta dell'impresa, essere effettuata in copertura, prima del calo a terra del materiale.

Durante le fasi della rimozione sarà necessario raccogliere in sacchi impermeabili e quindi sigillare tutti i frammenti di lastre nel momento stesso in cui si formano.

I materiali asportati non devono essere frantumati, non devono essere lasciati cadere a terra ma devono essere calati a terra tramite idoneo mezzo di sollevamento. Pertanto le lastre smontate, bagnate su entrambe le superfici, devono essere accatastate e palettizzate, in modo da acconsentire un agevole movimentazione con i mezzi di sollevamento disponibili in cantiere.

I materiali di risulta, ottenuti durante tutta l'operazione, dovranno essere adeguatamente imballati con materiale non deteriorabile o rivestiti con teli di plastica sigillati.

Eventuali pezzi acuminati o taglienti devono essere sistemati in modo da evitare lo sfondamento dell'imballaggio.

Tutti i materiali di risulta devono essere etichettati a norma di legge come rifiuti contenenti amianto (R.C.A.) ed allontanati dal cantiere al più presto possibile contenuti in idonei cassoni.

L'accatastamento temporaneo dovrà essere separato dagli altri detriti, preferibilmente nel container destinato al trasporto, oppure in una zona appositamente destinata, in luogo non transitato da mezzi e persone che possano causarne la frantumazione.

Giornalmente dovrà essere effettuata una pulizia a umido e/o con aspiratori a filtri assoluti della zona di lavoro e delle aree del cantiere che possano essere state contaminate da fibre di amianto.

Gli addetti alla rimozione dovranno essere dotati di mezzi protettivi (elementi di protezione delle vie respiratorie, indumenti adatti ad evitare la contaminazione degli abiti, calzature adatte al pedonamento della copertura per evitare rischi di scivolamento ed infine guanti di protezione durante la manipolazione delle lastre rimosse) sia durante lo smontaggio delle lastre che durante la loro successiva manipolazione.

Qualora si riscontrasse un accumulo di fibre di amianto nei canali di gronda, questi dovranno essere bonificati inumidendo con acqua la crosta presente sino ad ottenere una fanghiglia densa che, mediante palette e contenitori a perdere, verrà posta all'interno di sacchi di plastica. Questi sacchi, sigillati con nastro adesivo, dovranno poi essere smaltiti come rifiuti di amianto.

Lo smaltimento del materiale deve essere svolto da ditta specificatamente autorizzata relativamente al trasporto, tramite operatore con relativa iscrizione all'Albo smaltitori presso la sezione Regionale dell'Albo presente nelle CCIAA di ogni capoluogo di Regione e relativamente all'attività di smaltimento tramite smaltitore con relativa autorizzazione regionale.

Sarà inoltre cura dell'Appaltatore predisporre la documentazione a corredo richiesta dallo smaltimento in discarica autorizzata.

*Articolo 65: RILEVATI E RINTERRI*

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei lavori, si impiegheranno in genere, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare, in tutto o in parte, i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in genere, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo, contemporaneamente, le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per poi essere riprese al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei lavori.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore. È obbligo dell'Appaltatore (escluso qualsiasi compenso) dare ai rilevati, durante la loro costruzione quelle maggiori dimensioni richieste dall'asestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata, ove occorra e, se inclinata, sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso il monte.

*Articolo 66: ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE (PIANE)*

**66.1** - Le coperture continue sono quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.

Le coperture piane previste in progetto sono del tipo

- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

**66.2** - Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali definiti secondo la norma UNI 8178.

A) la copertura praticabile del calpestio di parte del piano primo realizzata con:

- piastrelle
- membrana cementizia bicomponente cm 0,3
- cls cm 5
- polistirene espanso estruso cm 10

Bitume cm 0,4

Isocal cm 8

B) la copertura non praticabile ;

bitume cm 0,4

polistirene espanso estruso cm 10

isocal cm 8

-

C) la copertura della Centrale Termica

- bitume cm 0,5
- Isocal cm 3
- polistirene spanso estruso cm 4

La presenza di altri strati funzionali (complementari), eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della norma UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati, sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

**66.3** - Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto ed in particolare saranno realizzate le stratigrafie previste nella tavola A07-Particolari costruttivi-stratigrafie; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

1) per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente Capitolato sui calcestruzzi;

2) per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico, alle specifiche già indicate e, inoltre, si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo;

3) per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo;

4) lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino, a realizzare uno strato continuo.

Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate nell'articolo su prodotti per le coperture e le descrizioni indicate negli elaborati grafici di progetto citati. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente materiali ausiliari (adesivi, ecc.), e le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione di bordi, punti particolari, risvolti, ecc., ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato.

Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo sui prodotti per le coperture. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante, allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto, che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

Sarà curato, inoltre, che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) od altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate, per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto;

5) lo strato filtrante, sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con fogli di nontessuto sintetico od altro prodotto adatto accettato dalla Direzione dei lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili;

7) lo strato di protezione sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto.

I materiali (piastrelloni in cls., ghiaietto, terra ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile.

Nel caso di protezione costituita da pavimentazione, quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc. tra la copertura e la pavimentazione sovrastante;

8) lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto si rinvia per i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione, si curerà che il piano (od i

piani) inclinato che lo concretizza abbia il corretto orientamento verso gli eventuali punti di confluenza e che, nel piano, non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolino il deflusso dell'acqua. Si cureranno inoltre le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.

9) lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (vedere l'articolo sui prodotti per le coperture continue). Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.); inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.

10) per gli altri strati complementari riportati nella norma UNI 8178, si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo Capitolato ad esso applicabile.

Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o alle precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

**66.4** - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione delle coperture piane, opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte che, almeno per gli strati più significativi, il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare saranno verificati: i collegamenti tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati); l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove siano richieste lavorazioni in sito verranno verificati con semplici metodi da cantiere: le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione); le adesioni o connessioni fra strati (o, quando richiesta, l'esistenza di completa separazione); la tenuta all'acqua, all'umidità, ecc.;

b) a conclusione dell'opera il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Egli avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

*Articolo 67: ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE CON VERDE (PIANE)*

Le coperture continue con verde sono composte da:

un supporto di base costituito da soletta in cemento armato, elementi prefabbricati o altro materiale, priva di pendenze, liscio, pulito, asciutto, con angoli e spigoli regolari, impermeabilizzata,

uno strato di separazione protezione e compensazione:

Fornitura e posa in opera di tessuto non tessuto protettivo, con sovrapposizione cm 5.





vulsina minerale magmatico effusivo calcinato ad alta temperatura – umidità 6/10% - porosità 40/60% - resistenza temp. 1.150 c° - assorbimento H<sub>2</sub>O = 2 lt./cm./mq - Ph. 7 – peso medio 900 kg/mc compreso fattore di compattazione del 10%

Capacità di accumulo idrico c.a. 250 lt/mc

Spessore Strato Assestato: 5 cm

Tessuto di separazione:

Fornitura e posa di tessuto filtrante in polipropilene 100% resistente batteri microrganismi, acidi, basi, solventi

Grammatura 200 gr./mq.

Permeabilità all'acqua > 230 l/mq x sec.

Spessore strato mm 2,00

Substrato di vegetazione:

Fornitura e posa di terriccio tipo Optigrun o similare per giardini pensili estensivi tipo E per tetti piani o inclinati val Ph 5,5/7

peso 850/950 kg/mc compreso fattore di compattazione del 20%

Spessore Strato Assestato: 10 cm

Il ciclo di posa, posa dei pozzetti di ispezione degli scarichi, del materiale drenante/accumulo in lapillo di lava, del tessuto filtrante, del terriccio permanente tipo "E", deve essere effettuato tramite tubi di invaso (scarico) da inserire nei bocchettoni con saldatura della flangia alla membrana antiradice e la Messa a dimora talee di sedum/stuoia precoltivata sedum.

Il rapporto scarichi/ superfici sarà:

Verticale 1/200 mq

orizzontale/laterale 1/100 mq

La dimensione degli scarichi sarà di 100 mm se a fondo 60 mm se laterali.

La soletta deve essere costruita in piano, il fondo deve essere liscio privo di asperità, non è soggetto a compattamento od a movimenti di assestamento, rimane impermeabilizzata.

I contenimenti laterali devono avere un'altezza di ca 20 cm devono essere lisci privi di asperità lineari con andamento regolare.

Non sono necessarie prese d'acqua.

*Articolo 68: OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE*

**68.1** - Le opere di impermeabilizzazione servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti, controterra, ecc.) o comunque, lo scambio igrometrico tra ambienti.

Le soluzioni previste dal progetto sono relative a::

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;

**68.2** - Le impermeabilizzazioni, si suddividono nelle seguenti categorie:

a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;

b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;

c) impermeabilizzazioni di opere interrato;

d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua).

**68.3** - Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali; ove non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le seguenti prescrizioni:

1) per le impermeabilizzazioni di coperture;

2) per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni;

3) per le impermeabilizzazioni di opere interrato valgono le prescrizioni seguenti:

per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo, si sceglieranno i prodotti che, per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti nel terreno.

Inoltre, durante la realizzazione, si curerà che risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti, onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione;

per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria), si opererà come indicato nel punto a) per la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc., si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica;

per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o

di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate, per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc., nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno.

Durante l'esecuzione si curerà la corretta realizzazione di risvolti e di bordi, nonché di punti particolari (per esempio: i passaggi di tubazioni), in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione nella sigillatura e finitura del raccordo tra guaina ed intonaco prevedendo la posa di una banda di alluminio a fissaggio meccanico, come indicato nei particolari dei parapetti terrazze di cui alla Tav. A07.

La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza, saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;

4) per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua), si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc., curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento.

L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti simili, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

**68.4** - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione, opererà come segue:

nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte, almeno per gli strati più significativi, il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare saranno verificati: i collegamenti tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti, costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove saranno richieste lavorazioni in sito.

Saranno verificati con semplici metodi da cantiere: le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione; ecc.; la impermeabilità dello strato di tenuta d'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc...;

a conclusione dell'opera il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) per verificare la resistenza ad azioni meccaniche, l'interconnessione e la compatibilità con altre parti dell'edificio e con le eventuali opere di completamento.

Egli avrà cura, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi, unitamente alle schede tecniche di prodotti ed alle eventuali prescrizioni per la manutenzione.

**68.5** - Le impermeabilizzazioni sia di superfici orizzontali che verticali dovranno essere realizzate seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di specifiche particolari esse dovranno essere realizzate nel loro insieme, in

modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e agli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento dell'integrità di manufatti realizzati ed a garantire negli ambienti delle condizioni salubrità richiesta; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenute nel tempo.

#### *Articolo 69: SISTEMI DI RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI*

**69.1** - Si definisce sistema di rivestimento il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei, che realizzano la finitura dell'edificio. I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzione, in:

- rivestimenti per esterno e per interno;
- rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

**69.2** - Sistemi realizzati con prodotti rigidi.

Questi sistemi devono essere realizzati secondo le prescrizioni del progetto e a completamento del progetto, con le indicazioni seguenti:

per le piastrelle di ceramica o gres porcellanato si procederà alla posa su letto di malta, svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione, e curando la sufficiente continuità dello strato stesso, dello spessore, delle condizioni ambientali di posa (temperatura ed umidità) e di maturazione. Si valuterà inoltre la composizione della malta, onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto.

Durante la posa del rivestimento si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta, si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc., in modo da applicare, successivamente, uno strato di collegamento (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguata compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto;

per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti simili si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili), a loro volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralicci o simili. I sistemi di fissaggio devono garantire, comunque, un'adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alle corrosioni, permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio ed il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche.

Il sistema nel suo insieme deve avere comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto a vento, pioggia, ecc. ed assolvere le altre funzioni ad esso affidate quali tenuta all'acqua, ecc. Durante la posa del rivestimento si

cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque la corretta esecuzione dei giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.;

### **69.3 - Sistemi realizzati con prodotti fluidi.**

Questi sistemi devono essere realizzati, secondo le prescrizioni date nel progetto, con prodotti costituiti da pitture, vernici impregnanti, ecc. aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile e, a completamento del progetto, devono rispondere alle indicazioni seguenti:

#### a) Su pietre naturali ed artificiali:

- impregnazione della superficie con siliconi o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti alle radiazioni U.V., al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera.

#### b) Su intonaci esterni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche.

#### c) Su intonaci interni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
- rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
- tinteggiatura della superficie con tinte a tempera.

#### d) Su prodotti di legno e di acciaio.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto e, in loro mancanza (od a loro integrazione), si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme UNI 8758 o UNI 8760 e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione e le condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio, ivi comprese le condizioni citate all'alinea precedente per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture, ivi comprese le condizioni citate al secondo alinea.

e) Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si cureranno, per ogni operazione, la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali

(temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

**69.4** - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione dei sistemi di rivestimento opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e che almeno per gli strati più significativi, il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque, con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato.

In particolare saranno verificati:

- per i rivestimenti rigidi, le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, ecc.;
  - per i rivestimenti fluidi od in pasta, il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto nel punto a), verificando la loro completezza, specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori;
- b) a conclusione dei lavori, il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) e con facili mezzi da cantiere creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o, comunque, simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi egli verificherà, in particolare, il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti; per i rivestimenti in fogli: l'effetto finale e l'adesione al supporto; per quelli fluidi: la completezza, l'assenza di difetti locali e l'aderenza al supporto.

#### *Articolo 70: OPERE DI VETRAZIONE E SERRAMENTISTICA*

- Le opere di vetrazione sono quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo) sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, porta-finestre o porte.
- Le opere di serramentistica sono quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

I serramenti previsti in progetto sono in pvc:

I serramenti in pvc saranno del tipo e realizzati come qui di seguito descritto:

##### 1.1 PVC rigido

Il materiale deve essere rigido, altamente resistente agli urti e risultare, nelle sue proprietà distintive, privo di sostanze plastificanti. Per la resistenza agli agenti atmosferici e la resistenza alle intemperie si applicano i requisiti sanciti dalla normativa RAL RG 716/1

##### 1.2 Acciaio

Per i rinforzi vanno impiegati profili di acciaio ST 37 con superficie zincata galvanicamente.

### 1.3 Alluminio

I particolari in alluminio devono essere conformi alla norma ISO 17615 (profili di precisione in AlMgSi 0.5).

### 1.4 Guarnizioni di tenuta

Per le guarnizioni di tenuta impiegate nella realizzazione di finestre e facciate è richiesto l'impiego di caucciù sintetico, ad es. APTK - secondo DIN 7863 - profili in elastomero non cellulare, oppure di un materiale termoplastico con un'adeguata durezza Shore. La tenuta tra telaio e battente viene garantita mediante una guarnizione mediana ed una guarnizione interna di battuta. La guarnizione mediana e la guarnizione di battuta devono essere conformate come guarnizioni tubolari e coestruse con il profilo (guarnizione mediana coestrusa con il telaio, guarnizione di battuta coestrusa con l'anta).

### 1.5 Conformazione dei profili

I profili per telai devono essere conformati quali profili a 5 camere con uno spessore minimo dei profili di 72 mm.

I profili per ante semicomplanari devono essere conformati quali profili a 7 camere con uno spessore minimo dei profili di 78,5 mm.

### Superfici e colori

#### 1.6 Strutture (goffrate)

Colorazione in massa: bianco antico, bianco perla oppure bianco papiro.

Compressione supplementare delle superfici a vista mediante goffatura uniforme con effetto tipo legno.

Requisito essenziale: assenza di pellicola.

### Tipologie di apertura e ferramenta

#### 1.7 Ferramenta anta e ribalta

La ferramenta impiegata deve essere di tipo anta e ribalta, certificate RAL in conformità con la normativa RAL RG 607/3. Le componenti devono essere trattate con un procedimento anticorrosivo ferro-zinco con deposito minimo di 12 µm. La ferramenta standard deve sopportare un peso massimo dell'anta di 100 kg. Il fissaggio di tutti gli elementi portanti deve avvenire attraverso due pareti di profilo oppure direttamente nel rinforzo di acciaio. In presenza di ante di peso maggiore la ferramenta deve sopportare un peso massimo di 130 kg.

### Vetratura

#### 1.8 Struttura del vetro - spessore del vetro



La qualità e le dimensioni del vetro devono essere conformi a UNI EN 1279, salvo diversa disposizione indicata nelle voci di capitolato. Vanno rispettate le relative norme e disposizioni dei produttori di vetro, soprattutto per l'impiego di vetri isolanti e vetri speciali. Devono essere impiegati vetri certificati RAL.

Se non sussistono particolari esigenze (ad es. carico del vento, isolamento acustico, isolamento termico), di serie viene impiegato un vetro basso-emissivo, valore  $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ , con riempimento in argon. Per soddisfare requisiti più rigorosi, si devono poter impiegare vetri con uno spessore: per finestre e porte-finestre, vetro antinfortuno 3.3+12+4.4  $U_g$  1.1 valore dB 41 sul vetro.

### 1.9 Guarnizioni del vetro

La vetratura deve essere eseguita a secco e senza sigillanti. La tenuta tra telaio e vetro viene garantita mediante una guarnizione combinata tra tubolare e a becco in EPDM. Le guarnizioni del vetro devono essere di tipo perimetrale ed incollate in un punto centrale della zona superiore

Profilo tecnico-prestazionale di finestre e porte-finestre in PVC:

Requisiti di sistema

#### 1.1 Tipologia anta

Anta semicomplanare	Anta a gradino	Anta a scomparsa	Anta accoppiata
<b>X</b>			

### Valori prestazionali

#### 1.1 Permeabilità all'aria secondo UNI EN 12207

Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
-	-		<b>X</b>

#### 1.2 Tenuta all'acqua secondo UNI EN 12208

1A	2°	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A
-	-	-	-					<b>X</b>

#### 1.3 Resistenza al carico del vento secondo UNI EN 12210 - freccia relativa frontale

Classe A	Classe B	Classe C

< 1/150	< 1/200	< 1/300
-		<b>X</b>

**1.4 Resistenza al carico del vento secondo UNI EN 12210 - (prova di deformazione)**

Classe 1 400 Pa	Classe 2 800 Pa	Classe 3 1200 Pa	Classe 4 1600 Pa	Classe 5 2000 Pa
-	-		<b>X</b>	

Fissaggio alle opere murarie

Con falso telaio

**1.1 Applicazione**

Ai fini di evitare ponti termici, il collegamento del serramento con la muratura deve avvenire impiegando un controtelaio opportunamente isolato, realizzato da una struttura portante in tubolare di acciaio da 30 x 15 rivestita con profilo tubolare in PVC, dotato di spigolo di supporto intonaco, di guarnizioni coestruse di battuta che evitano l'utilizzo di coprifilatura interna. Nel controtelaio deve essere presente un nasello d'attacco per eventuale bancale esterno e di una adeguata scanalatura per eventuale inserimento del bancale interno.

Sistema di oscuramento

Cassonetto per alloggio tapparella da murare a scomparsa, isolato termicamente e acusticamente.

Spalle laterali già termoisolate in tutte le finestre.

Avvolgibili per esterni con profilo in PVC dim mm 14x50 peso circa 4,6 kg/mq, estruso a doppia parete curva multifaccettata e suddivisa in 5 camere interne per garantire robustezza e rigidità, rinforzi ad H in ferro applicati in base alla larghezza ed al colore dell'avvolgibile. Portoncini blindati:

Frangisole esterni ad incasso con lamelle in alluminio da 63 mm di colore grigio RAL 7035, apertura comando a motore,

Portoncino in metallo coibentato colore avorio telaio in acciaio di colore in tinta; serratura tipo Yale.

Porte interne:

Anta tamburata in mdf laccata bianca, ossatura in legno massiccio, intelaiatura con massello di abete giuntato di sezione 34x38 mm., riempimento con struttura a nido d'ape, telaio realizzato con profili pluricellulare estruso in pvc, rinforzato sul lato, mostrine ad incastro stessa colorazione del telaio e anta, guarnizione di battuta colore bianco, serratura tipo patent, tre cerniere colore alluminio, compreso di maniglia finitura alluminio. Cornici arrotondate telescopiche in pvc estruso.

incluso controtelai per porte a battente e scorrevoli interno muro. Guarnizione di battuta antirumore.

**70.1** - Le opere di vetrage devono essere realizzate con i materiali e le modalità previsti dal progetto e, ove questo non sia sufficientemente dettagliato, valgono le prescrizioni seguenti:

a) le lastre di vetro, in relazione al loro comportamento meccanico, devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico di vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbalzi ed alle deformazioni prevedibili del serramento.

Per la loro scelta devono essere considerate le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucida, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici, sia di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc.

Per la valutazione dell'adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico ed acustico, la sicurezza, ecc. (UNI 7143, UNI 7144, UNI 7170 e UNI 7697).

Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

b) I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, sono scelti in relazione alla conformazione e alle dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore, le dimensioni in genere e la capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi e delle ante apribili e alla resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc., e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento, gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto un materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

c) La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e di materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.

Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione e le condizioni ambientali di posa e di manutenzione.

Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma UNI 6534 potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente Capitolato, nei limiti di validità della norma stessa.

**70.2** - La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto e quando non precisato deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.

a) Le finestre devono essere collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e, comunque, in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Il giunto tra controtelaio e telaio fisso, se non progettato in dettaglio onde mantenere le prestazioni richieste al serramento, dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- deve essere assicurata la tenuta all'aria e l'isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo; se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm), si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento o di carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

b) La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta, previa eventuale interposizione di elementi separatori quale non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta.

c) Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antiefrazione), acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei lavori.

**70.3** - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione il Direttore dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte.

In particolare saranno verificati: la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi e i controtelai, l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate e il rispetto delle prescrizioni di progetto, del Capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni;

b) a conclusione dei lavori il Direttore dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza di giunti, sigillature, ecc. Saranno eseguiti controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria), l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

Nelle grandi opere i controlli predetti potranno avere carattere casuale e statistico.

Egli avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

### *Articolo 71: ESECUZIONE DELLE PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE*

Il progetto prevede la realizzazione di pareti esterne di tamponamento in blocchi termici in laterizio alveolare tipo Poroton o similari

In fase di posa in opera possono essere indifferentemente usati sia giunti di malta continui che interrotti (vedi "Regole di posa in opera").

#### REGOLE DI POSA IN OPERA

In generale la muratura in blocchi termici in laterizio tipo Poroton o similari si esegue come una qualsiasi altra muratura in laterizio;

Lo stoccaggio in cantiere

All'interno del cantiere deve essere predisposta un'area per il deposito dei pacchi provenienti dalla fornace. E' bene che il materiale non venga posato a diretto contatto con il terreno in quanto in tal modo potrebbe assorbire umidità, humus, ecc. e dare luogo, in fase di posa in opera, a problemi di efflorescenze localizzate od a fenomeni di non perfetta aderenza tra malta-intonaco e blocco. Specialmente durante la stagione invernale è bene proteggere il materiale dalle intemperie al fine di evitare che l'azione dell'acqua piovana e del gelo possano in qualche modo danneggiarlo.

La scelta degli elementi

Prima della fase di posa in opera deve essere fatta una cernita degli elementi eventualmente difettosi presenti all'interno dei pacchi.

La posa in opera

I blocchi termici in laterizio tipo poroton non richiedono particolari tecniche di posa in opera e sono quindi assimilabili ai normali mattoni o blocchi in laterizio. Nella fase di posa in opera dei blocchi sarà comunque buona cosa operare in modo tale che sia soddisfatto quanto segue:

a) i giunti di malta orizzontali siano i più regolari possibili e di spessore compreso tra 5 e 15 mm;

- b) i giunti di malta orizzontali e verticali siano accuratamente riempiti fino alla superficie esterna (le eventuali sbavature verso l'esterno vanno subito tolte con la cazzuola);
- c) le facce del muro siano tra loro parallele e gli spigoli risultino perfettamente verticali e controllati con il filo a piombo;
- d) i vari corsi di blocchi devono essere tra loro adeguatamente sfalsati al fine di ottenere un buon collegamento degli elementi che compongono il muro;
- e) i blocchi eventualmente tolti perché murati in modo non corretto devono essere riutilizzati con malta nuova;
- f) i giunti orizzontali e verticali possono essere eventualmente interrotti in modo da formare due strisce parallele al piano medio del muro ad una distanza massima pari a  $t/3$  (dove  $t$  è lo spessore del muro). L'interruzione del giunto di malta, anche di un solo centimetro, consente di ottenere un miglioramento delle caratteristiche termiche della parete e può essere operata sia in presenza di murature portanti che di tamponamento. Per murature portanti particolarmente sollecitate si consiglia comunque di porre particolare attenzione alla qualità della malta.
- g) nel caso di impiego di blocchi ad incastro si consiglia di eseguire sempre il giunto di malta verticale se il blocco è conformato in modo tale da consentire di ricavare un'apposita tasca per l'alloggiamento della malta stessa;
- h) nel caso in cui non si riesca ad "arrivare in quota" con un numero intero di corsi si consiglia, per raggiungere la quota voluta, di tagliare i blocchi; è del tutto sconsigliato l'uso di soluzioni alternative (quali l'impiego di elementi di altra natura - blocchi o mattoni in laterizio normale, a fori orizzontali od altro);
- i) blocchi termici in laterizio tipo Poroton devono essere messi in opera con foratura disposta in senso verticale;
- l) la profondità della zona di appoggio di eventuali architravi sopra porta o sopra finestra deve essere almeno pari a  $2/3$  dello spessore del muro.

## PROTEZIONE DELLE MURATURE

### Protezione delle murature in CORSO d'opera

La muratura in blocchi deve essere protetta sia in fase di posa in opera che dopo la realizzazione dei muri fino a che non sia stato eseguito il relativo solaio di piano. In caso di pioggia è necessario

quindi interrompere i lavori e coprire le teste delle murature con teli di plastica od altro mezzo al fine di evitare che i fori verticali si riempiano d'acqua. Questa prescrizione, se non rispettata, può dare origine ad una serie di problemi, anche gravi, che di solito si manifestano a costruzione ultimata (macchie di umidità, muffe, ecc.).

Si consiglia infine di interrompere i lavori in presenza di temperature prossime od inferiori a  $0^{\circ}\text{C}$ .

## COME FARE L'INTONACO

Su murature monostrato in blocchi termici in laterizio si consiglia di utilizzare un intonaco di finitura esterno a tre strati come di seguito illustrato

- 1) applicazione di un rinzafo a base cemento-calce avente particolari caratteristiche di elasticità. La superficie muraria così trattata si presenta quindi omogenea e con caratteristiche di adesione ottimali per lo strato di fondo a seguire;
- 2) applicazione di un intonaco di fondo normale od alleggerito;
- 3) applicazione di uno strato di finitura traspirante.

In generale l'intonaco dovrebbe essere posto in opera dopo che la struttura abbia esaurito i suoi assestamenti iniziali ed abbia avuto il tempo per rilasciare l'eventuale umidità di costruzione presente al suo interno. L'intonaco non deve essere posto in opera con temperature troppo basse o troppo elevate (che possono comprometterne la presa).

## INTERVALLI DI POSA E SPESSORE DEGLI STRATI

Tipo di strato	Spessori consigliati	Stagionatura
Rinzafo	in modo coprente	circa 2 settimane
Corpo dell'intonaco	minimo 20 mm fino a 60 mm	circa 1 settimana per cm
Finitura	spessore della sabbia	circa 20 giorni per eventuali tinteggiature

In condizioni atmosferiche avverse è necessario tenere conto di tempi di stagionatura più lunghi rispetto a quelli indicati in tabella. Intervalli più brevi di quelli indicati nella suddetta tabella comportano un maggiore rischio di fessurazioni ed una responsabilità da imputare a chi li determina (es. produttore di premiscelati, proprietario, direzione lavori, applicatore, ecc.). In ogni caso la responsabilità della valutazione dell'idoneità dello stato della superficie sottostante compete all'ultimo esecutore. Il rischio di formazione di fessure è particolarmente presente soprattutto sulle facciate maggiormente esposte e quindi soggette a notevoli variazioni termiche (sole > pioggia > sole > ombra > sole > vento).

## LA GIUNZIONE TRA MURATURA DI TAMPONAMENTO E STRUTTURA IN C.A.

E' prescritto l'inserimento nell'intonaco una sottile rete metallica o in fibra di vetro, estesa per circa 20-30 cm ai lati della zona di giunzione tra tamponamento e c.a. soggetta alla possibile fessurazione.

### Protezione dei ponti termici

E' bene ricordare che, in presenza di elementi in c.a. quali cordoli di piano, pilastri, travi è necessario prevedere una adeguata protezione del ponte termico innescato da tali elementi. Questa può essere realizzata in modo molto semplice, con l'inserimento di un elemento in laterizio di ricoprimento. Questa operazione consente inoltre di uniformare la superficie da intonacare

Il totale cambiamento dei modi e dei tempi di costruzione ha portato al manifestarsi nelle strutture in muratura di alcuni fenomeni (lievi fessurazioni o cavillature) che sono direttamente collegati

### Temperatura e ritiro

Nei calcoli relativi agli edifici correnti in cemento armato, come lo sono spesso gli edifici di abitazione o ad uso uffici, non si tiene generalmente conto degli effetti del ritiro e delle variazioni di temperatura esterna per gli elementi di costruzione compresi tra giunti posti ad una distanza massima pari a:

- 25 metri per le regioni secche o a forte variazione di temperatura;
- 50 metri per le regioni umide e temperate.

Quando queste distanze limite sono oltrepassate, si tiene conto, nei calcoli, degli effetti del ritiro e delle variazioni di temperatura esterna, a meno di non assumere speciali accorgimenti per risolvere tale problema.

La tolleranza derivante dal fatto di trascurare gli effetti del ritiro e delle variazioni di temperatura per gli elementi di costruzione compresi tra giunti distanti al massimo delle lunghezze stabilite più sopra, si applica solo agli elementi di una ossatura completa in cemento armato che poggia su dei supporti normalmente flessibili. Essa non riguarda il caso delle travi di grande lunghezza che poggiano su sostegni in muratura, per i quali occorre prendere delle disposizioni necessarie affinché gli effetti del ritiro e delle variazioni termiche non producano dei disordini nelle murature né eventualmente degli sforzi anormali nelle travi. Tra i valori limite di 25 e 50 metri, si può prendere in considerazione, per un edificio di situazione geografica determinata, un valore intermedio giustificato.

Le tamponature esterne ed interne sono puntualmente rappresentate nelle citate tavole di progetto.

**71.1** - La parete esterna è il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno.



Si intende per partizione interna un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nell'esecuzione delle pareti esterne, si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, ad intercapedine, termo-isolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina od inserita).

Nell'esecuzione delle partizioni interne, si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

**71.2** - Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie di parete sopracitata è composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni), che devono essere realizzati come segue.

a) Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti similari saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo sulle opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.), richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc., si rinvia alle prescrizioni date nell'articolo relativo alle coperture.

Per gli intonaci ed i rivestimenti in genere si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque, in relazione alle funzioni attribuite alle pareti ed al livello di prestazione richiesto, si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione si curerà la completa realizzazione dell'opera, con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni, curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

## **Articolo 72: ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI**

**72.1** - La pavimentazione è un sistema edilizio avente lo scopo di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso.

Le pavimentazioni sono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni interne su solaio;
- pavimentazioni esterne su terreno (cioè dove la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

**72.2** - Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere una o più funzioni).

Le pavimentazioni in progetto sono le seguenti:

a) La pavimentazione su strato portante avrà quali elementi o strati fondamentali:

- 1) lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- 2) lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- 3) lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni, qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- 4) lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- 5) lo strato di rivestimento, con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- 6) lo strato di impermeabilizzante, con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi ed ai vapori;
- 7) lo strato di isolamento termico, con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- 8) lo strato di isolamento acustico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- 9) lo strato di compensazione, con funzione di compensare quote, pendenze, errori di planarità ed, eventualmente, incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).

b) La pavimentazione su terreno avrà quali elementi o strati funzionali:

- 1) il terreno (suolo), con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- 2) lo strato impermeabilizzante (o drenante);
- 3) lo strato ripartitore;
- 4) lo strato di compensazione e/o pendenza;

5) il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste, possono essere previsti altri strati complementari.

**72.3** - Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

1) Per lo strato portante, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente Capitolato sulle strutture di calcestruzzo, sulle strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.

2) Per lo strato di scorrimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia.

Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, dei risvolti, ecc.

3) Per lo strato ripartitore, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno.

Durante la realizzazione si curerà, oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici, in modo da evitare azioni meccaniche localizzate od incompatibilità chimico-fisiche.

Sarà infine curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.

4) Per lo strato di collegamento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e, nei casi particolari, alle prescrizioni del produttore riguardanti gli elementi di fissaggio, meccanici od altro tipo.

Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o alle quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso o rifiuto o insufficienza, che possono provocare scarsa resistenza o adesione. Si verificherà, inoltre, che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.

5) Per lo strato di rivestimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nell'articolo sui prodotti per pavimentazioni.

Durante la fase di posa si cureranno la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.), nonché le caratteristiche di planarità o, comunque,

delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di maturazione.

6) Per lo strato di impermeabilizzazione, a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore, valgono le indicazioni fornite per questi strati nell'articolo sulle coperture continue.

7) Per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'articolo sulle coperture piane.

8) Per lo strato di isolamento acustico, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento, per i prodotti, alle prescrizioni già date nell'apposito articolo.

Durante la fase di posa in opera, si cureranno il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante, i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato, nei casi di utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc., il corretto posizionamento di questi elementi ed i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc., con lo strato sottostante e sovrastante.

9) Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori di 20 mm).

**72.4** - Per le pavimentazioni su terreno, la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

1) Per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore, per conferirgli adeguate caratteristiche meccaniche, di comportamento all'acqua, ecc. In caso di dubbio o contestazione, si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

2) Per lo strato impermeabilizzante o drenante, si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc. indicate nella norma UNI 8381, per le massicciate (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) ed alle norme UNI e/o CNR, per i non tessuti geotessili. Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco, in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo e limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili, si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc.

In caso di dubbio o contestazione, si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

Questo strato assolve quasi sempre anche funzione di strato di separazione e/o scorrimento.

3) Per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti, dei bordi e dei punti particolari.

4) Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore, purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o comunque scarsa aderenza, dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

5) Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc.).

Durante l'esecuzione si cureranno, a seconda della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni fornite dal progetto stesso e comunque si curerà, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.), l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si cureranno, inoltre, l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale e il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

**72.5** - Il Direttore dei lavori, per la realizzazione delle coperture piane, opererà nel seguente modo:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte che, almeno per gli strati più significativi, il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare saranno verificati: i collegamenti tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati; l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove siano richieste lavorazioni in sito, verranno verificati con semplici metodi da cantiere: le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione); le adesioni fra strati (o, quando richiesto, l'esistenza di completa separazione); la tenuta all'acqua, all'umidità, ecc.;

b) a conclusione dell'opera il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Egli avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

### *Articolo 73: LAVORI EVENTUALMENTE NON PREVISTI*

Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi. Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Saranno a carico dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.

*Articolo 74: ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI*

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione dei lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

L'Amministrazione si riserva in ogni modo il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dall'esecuzione di opere e alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Parte V  
**NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

*Articolo 75: LAVORI A MISURA*

**75.1. Scavi**

**75.1.1. Scavi in genere**

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore deve ritenere compensato per tutti gli altri eventuali oneri:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

**75.1.2. Misurazione degli scavi in genere**

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; quindi essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi.

Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

## **75.2. Rilevati, rinterri, vespai**

### **75.2.1. Misurazioni**

Il volume dei rilevati e dei rinterri sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterri di scavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

### **75.2.2. Preparazione dei piani di posa dei rilevati**

La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi: il taglio e l'asportazione di piante, arbusti, basso bosco, ceppai e vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, ecc., sarà compensato per ogni metro quadrato di superficie preparata.

### **75.2.3. Riempimento con misto granulare**

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

## **75.3 Murature**

### **75.3.1. Generalità**

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m<sup>2</sup> e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m<sup>2</sup>, rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di



pilastrini, piattabande, ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzaffo delle facce visibili dei muri. Tale rinzaffo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati a terrapieni. Per questi ultimi muri è pure sempre compresa la eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle ammorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale. Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle murature rotte senza alcun compenso in più.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastrini, ecc., di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature.

Per le ossature di aggetto inferiore a 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo.

Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sarà considerata come della stessa specie del muro stesso.

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a 1 m<sup>2</sup>, intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande, ecc., nonché eventuali intelaiature in legno che la Direzione dei lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete.

### **75.3.2. Murature in pietra da taglio**

La pietra da taglio da pagarsi a volume sarà sempre valutata a metro cubo in base al volume del primo parallelepipedo retto rettangolare, circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e gli altri pezzi da pagarsi a superficie, saranno valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile.

Per le pietre di cui una parte viene lasciata grezza, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto delle dimensioni assegnate dai tipi prescritti.

Nei prezzi relativi di elenco si intenderanno sempre compresi tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

#### **75.4. Calcestruzzi**

I calcestruzzi per fondazioni e le strutture costituite da getto in opera saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni previste dal progetto esecutivo, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

L'armatura ad aderenza migliorata verrà compensata a parte.

#### **75.5. Casseformi**

I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computati separatamente con i relativi prezzi di elenco. Pertanto, per il compenso di tali opere, bisognerà attenersi a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari.

#### **75.6. Acciaio per armature e reti elettrosaldate**

##### **75.6.1. Diametri**

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata, per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo, nonché la rete elettrosaldata, opportunamente sagomate e collocate in opera secondo le quantità del progetto esecutivo delle strutture in c.a., sarà valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

Si ricorda che la massa teorica ( $\square$ ) dell'acciaio ad aderenza migliorata è di 7,865 kg/dm<sup>3</sup>. Il diametro della barra tonda equipesante può essere calcolato con la seguente relazione:

$$\phi_{eq} = 2 \cdot \sqrt{\frac{m}{\pi \cdot l \cdot \gamma}}$$

dove:

- l = lunghezza di uno spezzone di barra
- m = massa dello spezzone di ferro
- $\square$  = massa teorica dell'acciaio 7,865 kg/dm<sup>3</sup>.

### 75.6.2. Tolleranze

Nei calcoli statici si adottano di norma le sezioni nominali. Le sezioni effettive non devono risultare inferiori al 98% di quelle nominali.

Nei calcoli statici si adotteranno le sezioni effettive, qualora queste risultassero inferiori a tale limite. Per barre ad aderenza migliorata non è comunque ammesso superare le tolleranze indicate nella seguente tabella:

**Tabella 75.1 – Tolleranze ammesse per le barre di acciaio**

Diametro nominale (mm)	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Tolleranza sulla sezione ammessa per l'impiego (□)	□ 10	□ 10	□ 9	□ 8	□ 8	□ 8	□ 8	□ 6	□ 6	□ 6	□ 6
Diametro nominale mm	22	24	26	28	30						
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	□ 5	□ 5	□ 5	□ 5	□ 5						

Nell'elaborazione dei risultati sperimentali ottenuti in laboratorio si opera comunque sulle sezioni effettive delle barre lisce e sulle sezioni delle barre equipesanti per barre e fili trafilati ad aderenza migliorata.

Per i fili di acciaio trafilati e per i fili delle reti e dei tralicci la tolleranza sulle sezioni ammesse per l'impiego è di  $\pm 4\%$  per tutti i diametri.

### 75.7. Solai, controsoffitti, impermeabilizzazioni e coibentazioni

#### 75.7.1. Solai

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo come ogni altra opera di cemento armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà invece pagato al metro quadrato di superficie netta misurato all'interno dei cordoli e delle travi di calcestruzzo armato, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo armato o su eventuali murature portanti.

Nei prezzi dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore della caldana, nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. Nel prezzo dei solai, di tipo prefabbricato, misti

di cemento armato, anche predalles o di cemento armato precompresso e laterizi sono escluse la fornitura, lavorazione e posa in opera del ferro occorrente.

È invece compreso il noleggio delle casseformi e delle impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseformi dei cementi armati.

Il prezzo a metro quadrato dei solai suddetti si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio sia sostituito da calcestruzzo; saranno però pagati a parte tutti i cordoli perimetrali relativi ai solai stessi.

#### **75.7.2. Controsoffitti**

I controsoffitti piani saranno pagati in base alla superficie della loro proiezione orizzontale. È compreso e compensato nel prezzo anche il raccordo con eventuali muri perimetrali retti o curvi, tutte le forniture, magisteri e mezzi d'opera per dare i controsoffitti finiti.

È esclusa e compensata a parte l'orditura portante principale di sostegno.

#### **75.7.3. Impermeabilizzazioni**

Le impermeabilizzazioni con malta di asfalto, bitume, guaina prefabbricata a base di bitume, membrana composita, ecc., dello spessore minimo e caratteristiche rispondenti a quelle indicate nell'elenco prezzi o nei disegni progettuali esecutivi, sarà compensata:

- a metro quadrato, per le superfici piane;
- a metro quadrato di proiezione orizzontale per le superfici inclinate.

#### **75.7.4. Massetto isolante**

Il massetto isolante posto in opera a qualunque altezza nel rispetto di eventuali pendenze, con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e le dimensioni minime illustrate nel progetto esecutivo, sarà compensato a metro cubo.

#### **75.7.5. Isolamento termo-acustico di pareti verticali o intercapedini di murature, solai, terrazze, ecc.**

L'isolamento termo-acustico di pareti verticali, intercapedini di murature, solai, terrazze realizzate con pannelli rigidi, posti in opera con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e le dimensioni minime illustrate nel progetto esecutivo, sarà compensato a metro quadrato.

#### **75.7.6. Norme sulla misurazione delle coibentazioni**

Per altre indicazioni circa la misurazione delle coibentazioni, non previste espressamente, si rimanda alla norma:

**UNI 6665** - *Superficie coibentate. Metodi di misurazione.*

La norma stabilisce le modalità per la misurazione delle superficie ai fini della loro contabilizzazione. Si applica per la misurazione in base ai disegni esecutivi, sia in situ delle superficie coibentate di tubazioni, apparecchi e serbatoi.

### 75.8. Pavimenti

I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati per la superficie in vista, pertanto le parti coperte da altre strutture non verranno considerate. Nella misura non sarà perciò compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e finiti, compreso il sottofondo.

In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi gli oneri, le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere stesse.

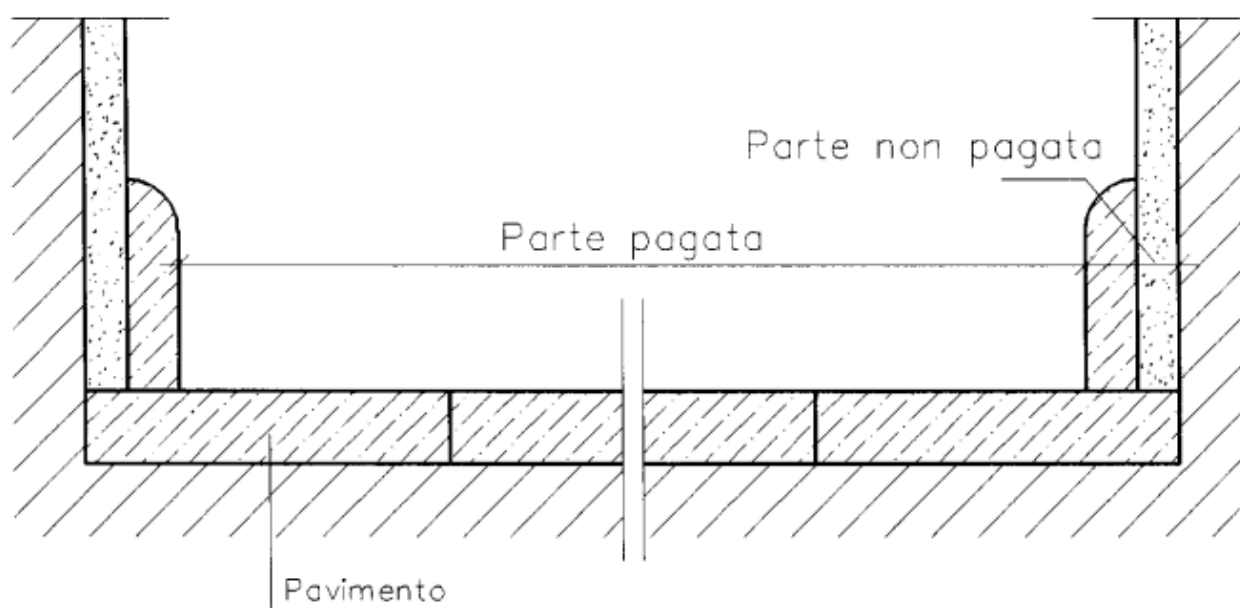


Fig. 75.1. – Misurazione dei pavimenti

### 75.9. Rivestimenti di pareti

I rivestimenti di piastrelle verranno misurati per la superficie effettiva qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato sono comprese la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, angoli, ecc., che saranno computati nella misurazione, nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei giunti e la fornitura di collante per rivestimenti.

## **75.10. Fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali**

I prezzi della fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici effettive dei materiali in opera.

Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme, prescritte nel presente Capitolato, si intende compreso nei prezzi di elenco.

Specificatamente detti prezzi comprendono gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la provvisoria protezione in deposito, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiacca di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chivette, perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per il perfetto rifinimento dopo la posa in opera.

I prezzi di elenco sono pure comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento, e, dove richiesto, un incastro perfetto.

## **75.11. Intonaci**

### **75.11.1. Generalità**

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi 5 cm. Varranno sia per superfici piane, che curve. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo di elenco degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contropavimenti, zoccolature e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

### **75.11.2. Intonaci interni**

Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate.

Tuttavia saranno detratti i vani di superficie maggiore di 4 m<sup>2</sup>, valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva; dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano, ed aggiunte le loro riquadrature.

Nessun ulteriore compenso sarà dovuto all'Appaltatore per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

## **75.12. Tinteggiature, coloriture e verniciature**

### **75.12.1. Generalità**

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere sono compresi tutti gli oneri prescritti nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione del presente Capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura d'infissi, ecc..

Tutte le coloriture o verniciature s'intendono eseguite su ambo le facce e con i rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

### **75.12.2. Pareti interne ed esterne**

Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme applicate per gli intonaci.

### **75.12.3. Infissi e simili**

Per le porte, bussole e simili, si computerà due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra o allo sguincio, se ci sono, non detraendo la eventuale superficie del vetro.

È compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettone tipo romano per tramezzi e dell'imbotto tipo lombardo, pure per tramezzi.

La misurazione della mostra e dello sguincio sarà eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti.

### **75.12.4. Opere in ferro semplici e senza ornati**

Per le opere in ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi a vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione.

### **75.12.5. Opere in ferro di tipo normale a disegno**

Per le opere in ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata due volte l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui al punto precedente.

### **75.12.6. Serrande in lamiera ondulata**

Per le serrande in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sarà computata due volte e mezza la luce netta del vano, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche la coloritura della superficie non in vista.

### **75.13. Infissi**

#### **75.13.1. Modalità di misurazione delle superfici**

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, sarà misurata considerando le luci nette (fig. 75.2, a).

I prezzi elencati comprendono la fornitura a pie' d'opera dell'infisso e dei relativi accessori di cui sopra, l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera.

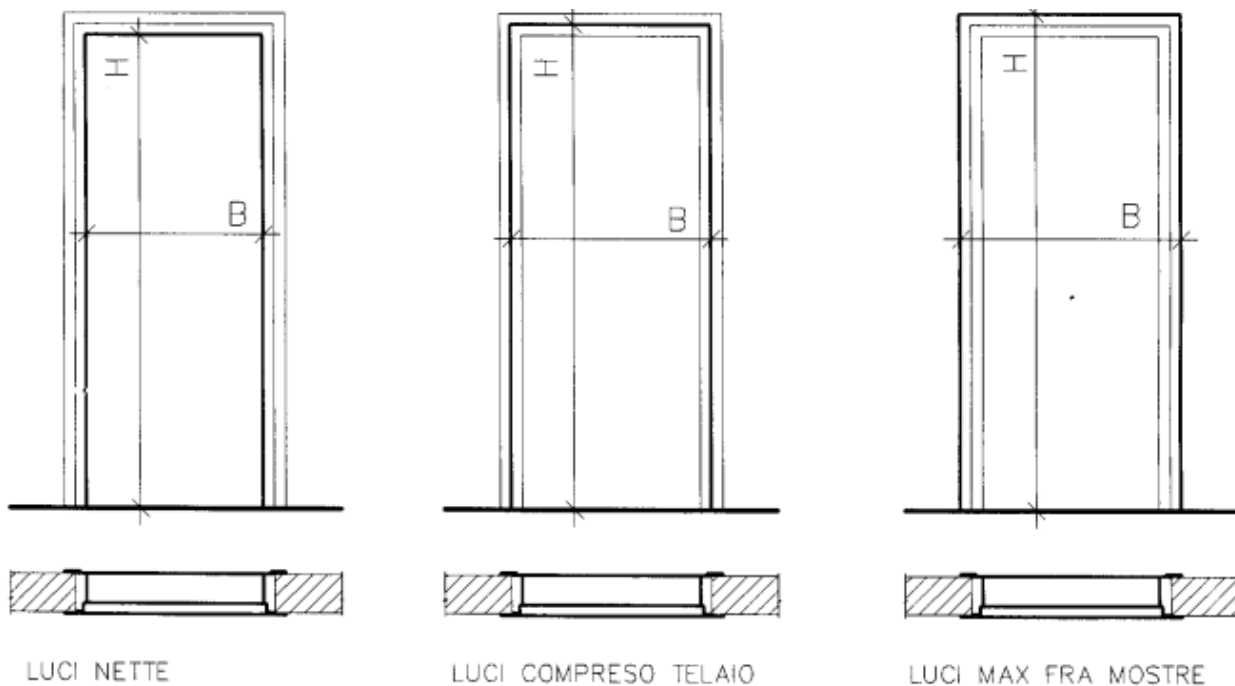


Fig. 75.2. – Misurazione delle superfici degli infissi

#### **75.13.2. Infissi in pvc rigido**

Gli infissi, come porte, finestre, vetrate, coprirulli e simili, si misureranno da una sola faccia sul perimetro esterno dei telai, siano essi semplici o a cassettoni, senza tener conto degli zampini da incassare nei pavimenti o soglie. Le parti centinate saranno valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscritto, ad infisso chiuso, compreso come sopra il telaio maestro, se esistente. Nel prezzo degli infissi sono comprese mostre e contromoste.



Gli spessori indicati nelle varie voci del prezzo di elenco sono quelli che debbono risultare a lavoro compiuto.

Tutti gli infissi dovranno essere sempre provvisti delle ferramenta di sostegno e di chiusura, delle codette a muro, maniglie e di ogni altro accessorio occorrente per il loro buon funzionamento. Essi dovranno inoltre corrispondere in ogni particolare ai campioni approvati dalla Direzione dei lavori per l'esecuzione di prove e controlli in riferimento alle norme UNI in materia.

#### **75.13.3. Infissi di alluminio e acciaio**

Gli infissi di alluminio, come finestre, vetrate di ingresso, porte, pareti a facciate continue, saranno valutati od a cadauno elemento od al metro quadrato di superficie misurata all'esterno delle mostre e coprifili e compensati con le rispettive voci d'elenco. Nei prezzi sono compresi i controtelai da murare, tutte le ferramenta e le eventuali pompe a pavimento per la chiusura automatica delle vetrate, nonché tutti gli oneri derivanti per l'esecuzione di tali opere.

### **75.14. Lavori in metallo**

#### **75.14.1. Lavori in metallo**

Tutti i lavori in metallo saranno in generale valutati a peso e i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse bene inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

#### **75.14.2. Ringhiere e cancellate**

Le ringhiere e cancellate costituite da elementi uguali e ripetuti in lunghezza saranno valutate a peso per metro lineare, sulla base dei tabellari dei ferri e dei profilati che ne riportano il peso per metro lineare.

#### **75.14.3. Tubi pluviali**

I tubi pluviali potranno essere di plastica, metallo, ecc.. I tubi pluviali di plastica saranno misurati al metro lineare in opera, senza cioè tener conto delle parti sovrapposte, intendendosi compresa nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura a posa in opera di staffe e cravatte di ferro.

I tubi pluviali di acciaio, rame o lamiera zincata, ecc., saranno valutati a peso.

### **Articolo 76: LAVORI A CORPO**

La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale: il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata nelle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal

capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorchè non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili negli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo la regola dell'arte.. la contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate nella tabella "B", allegata al presente capitolato, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito. L'elenco dei prezzi unitari e il computo metrico hanno validità ai soli fini della determinazione del prezzo a base d'asta in base al quale effettuare l'aggiudicazione, in quanto l'appaltatore e' tenuto, in sede di partecipazione alla gara, a verificare le voci e le quantità richieste per l'esecuzione completa dei lavori progettati, ai fini della formulazione della propria offerta e del conseguente corrispettivo. Gli oneri per la sicurezza sono valutati in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e sul bando di gara, secondo la percentuale stabilita nella predetta tabella B, intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito.

#### *Articolo 77: IMPIANTI*

### **77.1. Impianti termico, idrico-sanitario, antincendio, gas, innaffiamento**

#### **77.1.1. Tubazioni e canalizzazioni**

Le tubazioni di ferro e di acciaio saranno valutate a peso, la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, al quale verrà applicato il peso unitario del tubo accertato attraverso la pesatura di campioni effettuata in cantiere in contraddittorio.

Nella misurazione a chilogrammi di tubo sono compresi: i materiali di consumo e tenuta, la verniciatura con una mano di antiruggine per le tubazioni di ferro nero, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli di espansione.

##### *77.1.1.1. Tubazioni di ferro nero o zincato con rivestimento esterno bituminoso*

Le tubazioni di ferro nero o zincato con rivestimento esterno bituminoso saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà valutata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendente linearmente anche i pezzi speciali.

Nelle misurazioni sono comprese le incidenze dei pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di consumo e di tenuta e l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza delle giunzioni e dei pezzi speciali.

##### *77.1.1.2. Tubazioni di rame nude o rivestite di PVC*

Le tubazioni di rame nude o rivestite di PVC saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, i materiali di consumo e di tenuta, l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza

delle giunzioni e dei pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

#### *77.1.1.3. Tubazioni di polietilene*

Le tubazioni in pressione di polietilene poste in vista o interrate saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i vari pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

#### *77.1.1.4. Tubazioni di plastica*

Le tubazioni di plastica, le condutture di esalazione, ventilazione e scarico saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera (senza tener conto delle parti sovrapposte) comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di tenuta, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

#### *77.1.1.5. Norme UNI per tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione*

**UNI 7441-75** *Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*

**UNI 7442** *Raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*

**UNI 7445** *Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte interrate di convogliamento di gas combustibili. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*

**UNI 7446** *Raccordi di PVC rigido (non plastificato) per condotte interrate di convogliamento di gas combustibili. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*

**UNI 7448** *Tubi di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova.*

**UNI 7449** *Raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova.*

**UNI ISO/TR 7473** *Tubi e raccordi di policloruro di vinile (PVC) rigido (non plastificato). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.*

#### *77.1.1.6. Norme UNI per tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione*

**UNI EN 1401-1** *Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.*

77.1.1.7. Norme UNI per tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati

**UNI EN 1329** Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema.

77.1.2. Pezzi speciali

77.1.2.1. Pezzi speciali in lamiera

I canali, i pezzi speciali e gli elementi di giunzione, eseguiti in lamiera zincata (mandata e ripresa dell'aria) o in lamiera di ferro nera (condotto dei fumi) saranno valutati a peso sulla base di pesature convenzionali. La quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, misurato in mezzera del canale, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, giunzioni, flange, risvolti della lamiera, staffe di sostegno e fissaggi, al quale verrà applicato il peso unitario della lamiera secondo lo spessore e moltiplicando per i metri quadrati della lamiera, ricavati questi dallo sviluppo perimetrale delle sezioni di progetto moltiplicate per le varie lunghezze parziali.

Il peso della lamiera verrà stabilito sulla base di listini ufficiali senza tener conto delle variazioni percentuali del peso.

È compresa la verniciatura con una mano di antiruggine per gli elementi in lamiera nera.

77.1.2.2. Pezzi speciali in plastica, gres, ecc.

I pezzi speciali (curve, braghe, riduzioni, ecc.), in mancanza del prezzo specifico, possono essere valutati a corpo, per ogni tipo, oppure come normale tubazione considerandoli come tubazioni virtuali avente lunghezza equivalente, come indicato nella seguente tabella.

**Tabella 77.1 – 1 Pezzi speciali e lunghezza equivalente**

<b>Pezzo speciale</b>	<b>Caratteristiche geometriche</b>	<b>Tubazione virtuale (ml)</b>
Braga semplice	-	1,25
Braga doppia	-	1,75
Curva semplice a 45°	∅ ≤ 20 cm	1,50
Curva semplice a 45°	∅ > 20 cm	2,50
Curva a squadra a 90°	∅ ≤ 20 cm	1,50
Curva a squadra a 90°	∅ > 20 cm	2,50

Riduzione	-	1,00
Ispezioni con tappo, ecc.	-	2,00
Tappo piano	-	0,25
Giunto semplice	-	2,50
Giunto a squadra	-	2,25
Sifone verticale	-	5,00
Sifone orizzontale	-	8,00

### **77.1.3. Sigillature**

Le sigillature delle tubazioni eseguite con materiali idonei previa accettazione da parte del Direttore dei lavori, non previste nell'esecuzione di opere idrauliche, saranno valutate in base al loro sviluppo lineare.

### **77.1.4. Apparecchiature**

#### *77.1.4.1. Organi di intercettazione*

Gli organi di intercettazione, misura e sicurezza, saranno valutati a numero nei rispettivi diametri e dimensioni. Sono comprese le incidenze per i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.2. Radiatori*

I radiatori saranno valutati, nelle rispettive tipologie, sulla base dell'emissione termica ricavata dalle rispettive tabelle della ditta costruttrice (*Watt*).

Sono comprese la protezione antiruggine, i tappi e le riduzioni agli estremi, i materiali di tenuta e le mensole di sostegno.

#### *77.1.4.3. Ventilconvettori*

I ventilconvettori saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla portata d'aria e alla emissione termica, ricavata dalle tabelle della Ditta costruttrice.

Nei prezzi sono compresi anche i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.4. Caldaie*

Le caldaie saranno valutate a numero secondo le caratteristiche costruttive ed in relazione alla potenzialità resa.

Sono compresi anche i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.5. Bruciatori*

I bruciatori saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche di funzionamento ed in relazione alla portata del combustibile.

Nel prezzo sono compresi l'apparecchiatura elettrica ed i tubi flessibili di collegamento.

#### *77.1.4.6. Scambiatori di calore*

Gli scambiatori di calore saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla potenzialità resa.

Sono compresi anche i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.7. Elettropompe*

Le elettropompe saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata e prevalenza.

Sono compresi anche i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.8. Serbatoi di accumulo*

I serbatoi di accumulo saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla capacità.

Sono compresi anche gli accessori d'uso, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.9. Serbatoi autoclave*

I serbatoi autoclave saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla capacità.

Sono compresi anche gli accessori d'uso, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.10. Gruppi completi autoclave monoblocco*

I gruppi completi autoclave monoblocco saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive, alla portata e prevalenza delle elettropompe ed alla capacità del serbatoio.

Sono compresi anche gli accessori d'uso, tutte le apparecchiature di funzionamento, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.

*77.1.4.11. Bocchette, anemostati, griglie, serrande di regolazione, ecc.*

Le bocchette, gli anemostati, le griglie, le serrande di regolazione, sovrappressione e tagliafuoco ed i silenziatori saranno valutati a decimetro quadrato ricavando le dimensioni dai rispettivi cataloghi delle ditte costruttrici.

Sono compresi anche i controtelai ed i materiali di collegamento.

*77.1.4.12. Cassette terminali riduttrici della pressione dell'aria*

Le cassette terminali riduttrici della pressione dell'aria saranno valutate a numero in relazione della portata dell'aria.

È compresa la fornitura e posa in opera di tubi flessibili di raccordo, i supporti elastici e le staffe di sostegno.

*77.1.4.13. Elettroventilatori*

Gli elettroventilatori saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata e prevalenza.

Sono compresi anche i materiali di collegamento.

*77.1.4.14. Batterie di scambio termico*

Le batterie di scambio termico saranno valutate a superficie frontale per il numero di ranghi.

Sono compresi anche i materiali di fissaggio e collegamento.

*77.1.4.15. Condizionatori monoblocco*

I condizionatori monoblocco, le unità di trattamento dell'aria, i generatori di aria calda ed i recuperatori di calore, saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata d'aria e alla emissione termica.

Sono compresi anche i materiali di collegamento.

*77.1.4.16. Gruppi refrigeratori d'acqua e torri di raffreddamento*

I gruppi refrigeratori d'acqua e le torri di raffreddamento saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla potenzialità resa.

Sono comprese le apparecchiature elettriche relative ed i pezzi speciali di collegamento.

*77.1.4.17. Apparecchi per il trattamento dell'acqua*

Gli apparecchi per il trattamento dell'acqua saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata.

Sono comprese anche le apparecchiature elettriche relative ed i pezzi speciali di collegamento.

#### *77.1.4.18. Gruppi completi antincendio*

I gruppi completi antincendio per attacco motopompa e gli estintori portatili saranno valutati a numero secondo i rispettivi componenti ed in relazione alla capacità. Norme UNI di riferimento:

**UNI 9489** *Apparecchiature per estinzione incendi. Impianti fissi di estinzione automatici a pioggia (sprinkler).*

**UNI 9490** *Apparecchiature per estinzione incendi. Alimentazioni idriche per impianti automatici antincendio.*

**UNI EN 671-1** *Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni. Naspi antincendio con tubazioni semirigide.*

**UNI EN 671-2** *Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni. Idranti a muro con tubazioni flessibili.*

**UNI EN 671-2** *Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni. Idranti a muro con tubazioni flessibili.*

**UNI 10779** *Impianti di estinzione incendi. Reti di idranti. Progettazione, installazione ed esercizio.*

**UNI EN 54-2** *Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Centrale di controllo e segnalazione.*

**UNI EN 54-4** *Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Apparecchiatura di alimentazione.*

**UNI 9795** *Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme d'incendio. Sistemi dotati di rivelatori puntiformi di fumo e calore e punti di segnalazione manuali.*

#### *77.1.4.19. Rivestimenti termoisolanti*

I rivestimenti termoisolanti saranno valutati al metro quadrato di sviluppo effettivo misurando la superficie esterna dello strato coibente.

Le valvole, le saracinesche saranno valutate con uno sviluppo convenzionale di 2 m<sup>2</sup> cadauna.

#### *77.1.4.20. Rubinetterie per gli apparecchi sanitari*

Le rubinetterie per gli apparecchi sanitari saranno valutate a numero per gruppi completi secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e dimensioni.



Sono compresi i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.21. Valvole, saracinesche*

Le valvole, le saracinesche e le rubinetterie varie saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni.

Sono compresi i materiali di tenuta.

#### *77.1.4.22. Quadri elettrici relativi alle centrali, tubi protettivi, ecc.*

I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di comando delle apparecchiature, le linee di terra ed i collegamenti equipotenziali sono valutati nel prezzo di ogni apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.

## **77.2. Impianti elettrico e telefonico**

### **77.2.1. Canalizzazioni e cavi**

- I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.

I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati.

Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda ed i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.

- I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.
- I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm, morsetti fissi oltre tale sezione.

- Le scatole, le cassette di derivazione ed i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.

Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

### **76.2.2. Apparecchiature in generale e quadri elettrici.**

Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti.

Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:

- superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
- numero e caratteristiche degli interruttori, contatori, fusibili, ecc..

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc..

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori ed i contatori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:

- a) il numero dei poli;
  - b) la tensione nominale;
  - c) la corrente nominale;
  - d) il potere di interruzione simmetrico;
  - e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello); comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.
- I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità.

Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

- I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato.

Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

### **77.3. Impianti ascensori e montacarichi**

Gli impianti saranno valutati a corpo per ciascun impianto.

Nel prezzo a corpo sono compresi tutti i materiali e prestazioni di manodopera specializzata necessari per dare l'impianto completo e funzionante.

#### **77.4. Opere di assistenza agli impianti**

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie, guide e porte ascensori;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
- materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
- trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterri relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni.

Le opere e gli oneri di assistenza agli impianti dovranno essere calcolati in ore lavoro sulla base della categoria della manodopera impiegata e della quantità di materiali necessari e riferiti a ciascun gruppo di lavoro.

### *Articolo 78: LAVORI IN ECONOMIA, LAVORI COMPENSATI A CORPO E LAVORI DIVERSI*

#### **78.1. Lavori in economia**

##### **78.1.1. Manodopera**

Gli operai per i lavori da eseguirsi in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai ritenuti non idonei dalla Direzione dei lavori.

Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'impresa si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'impresa si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'impresa anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel presente articolo, si rimanda all'articolo 26.44..

### **78.1.2. Subappalto**

L'impresa è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto.

Il fatto che il subappalto sia o non sia stato autorizzato, non esime l'impresa dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante.

Non sono, in ogni caso, considerati subappalti le commesse date dall'impresa ad altre imprese:

- a) per la fornitura di materiali;
- b) per la fornitura anche in opera di manufatti ed impianti speciali che si eseguono a mezzo di ditte specializzate.

### **78.1.3. Noleggi**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a pié d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro e il prezzo relativo a meccanismi in riposo, in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per scaldare per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a pié d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

#### **78.1.4 Trasporti**

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

### **Articolo 79: OPERE A VERDE**

#### **79.1. Prati**

I prati saranno valutati secondo la superficie effettiva ovvero secondo eventuali diverse specificazioni dell'elenco prezzi.

#### **79.2. Seminagioni e piantagioni**

Le seminagioni sulle scarpate dei rilevati saranno valutate a superficie per la proiezione orizzontale delle scarpate stesse, mentre le piantagioni saranno valutate a numero di piantine attecchite.

Nei relativi prezzi, oltre la fornitura dei semi e delle piantine, è compresa la preparazione del terreno ed ogni onere necessario per la piantagione.

Nelle viminate è pure compreso ogni onere e garanzia per l'attecchimento. La valutazione viene fatta per metro quadrato.

### **79.1.2. Misurazione degli scavi in genere**

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; quindi essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi.

Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

## Parte VI OPERE STRUTTURALI

### *Articolo 80: NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI, I SISTEMI E L'ESECUZIONE*

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sub-sistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, dovranno essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel Capitolato Speciale di Appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.

Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, dovranno essere applicati rispettivamente gli articoli 15, 16 e 17 del Cap. Gen. n. 145/00. Prima di compiere l'approvvigionamento in cantiere, di ogni tipo di materiale che l'Appaltatore intenderà impiegare, dovrà essere presentata alla D.L. una campionatura: l'accettazione del materiale sarà subordinata al giudizio positivo della stessa D.L. Anche se non espressamente menzionate, nel presente capitolato speciale di appalto dovranno essere osservate, tutte le norme tecniche nazionali (UNI, UNI EN, UNICHIM, CNR, CEI, raccomandazioni NorMaL) e regionali vigenti al momento dell'appalto. Resta bene inteso che, in caso di difficoltà interpretative o difformità tra norme che regolano il medesimo argomento, sarà riservato compito della D.L. indicare i criteri da seguire.

## Parte VII OPERE STRADALI E OPERE A VERDE

### *Articolo 81: STUDI PRELIMINARI E MODALITÀ DELLE PROVE DI LABORATORIO E IN SITO*

L'Impresa indicherà alla Direzione dei lavori i materiali terrosi che essa ritiene più idonei al particolare impiego, sia per componenti che per granulometria, scegliendoli tra quelli del tipo sabbioso-ghiaioso con moderato tenore di limo ed argilla.

La Direzione dei lavori in seguito all'esito delle prove di laboratorio su detti materiali o su altri di propria scelta, designerà la provenienza e la composizione del terreno da approvvigionare.

Per l'accettazione del terreno saranno richiesti i risultati delle prove di bagno asciuga e, ove le condizioni climatiche lo richiedano, di congelamento ripetute.

Le prove preliminari che si richiedono sono le seguenti:

- 1) prove per la determinazione delle caratteristiche fisiche dell'aggregato (analisi granulometrica);
- 2) prove per la determinazione della densità massima e dell'umidità ottima del terreno;

- 3) prove per la determinazione dell'umidità e della densità massima della miscela terra-legante;
- 4) prove per la determinazione delle caratteristiche di accettazione del cemento secondo le norme vigenti;
- 5) prove ripetute di bagno-asciuga e del congelamento per la determinazione del comportamento della miscela all'azione degli agenti atmosferici.

L'Impresa durante l'esecuzione dei lavori provvederà ad eseguire a proprie cure e spese, presso il laboratorio di cantiere e presso laboratori ufficiali, periodiche prove di controllo e tutte quelle che la Direzione dei lavori riterrà opportuno effettuare.

Le caratteristiche granulometriche cui dovrà rispondere la miscela di stabilizzazione, saranno determinate periodicamente mediante prove di laboratorio del terreno da impiegare, ed approvate dalla Direzione dei lavori.

#### *Articolo 82: FONDAZIONI STRADALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO*

Per quanto concerne la manipolazione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo valgono le norme già indicate nei precedenti articoli riguardanti i conglomerati.

L'aggregato grosso (i pietrischi e le ghiaie) avranno le caratteristiche almeno pari a quelle della categoria III, della tabella II, art. 3 delle norme edite dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (fascicolo n 4 delle *Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali*, ultima edizione) e saranno di pezzatura compresa fra i 25 mm e i 40 mm. I pietrischetti o ghiaietti avranno caratteristiche almeno pari a quelle della categoria IV della tabella III dell'art. 4 delle norme su indicate della pezzatura compresa fra i 10 mm e i 25 mm.

I materiali dovranno essere di qualità e composizione uniforme, puliti e praticamente esenti da polvere, argilla o detriti organici. A giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, questa potrà richiedere la preventiva lavatura.

L'aggregato fine sarà costituito da sabbie naturali, eminentemente silicee e di cava o di fiume, o provenienti dalla frantumazione artificiale di rocce idonee. L'aggregato dovrà passare almeno per il 95% dal crivello con fori da 7 mm, per almeno il 70% dal setaccio 10 ASTM e per non oltre il 10% dal setaccio 100 ASTM.

La sabbia dovrà essere di qualità viva, ruvida al tatto, pulita ed esente da polvere, argilla od altro materiale estraneo, di granulometria bene assortita.

Il cemento normale o ad alta resistenza dovrà provenire da cementifici di provata capacità e serietà e dovrà rispondere alle caratteristiche richieste dalle norme vigenti.

L'acqua da impiegarsi dovrà essere pulita e priva di qualsiasi sostanza che possa ridurre la consistenza del calcestruzzo od ostacolarne la presa e l'indurimento.



Il calcestruzzo sarà costituito con inerti di almeno tre pezzature, dosato con kg 200 di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.

La proporzione delle varie pezzature di inerti ed il rapporto acqua e cemento verranno determinati preventivamente con prove di laboratorio ed accettati dalla Direzione dei lavori.

La dosatura dei diversi materiali, nei rapporti sopradescritti per la miscela, dovrà essere fatta esclusivamente a peso, con bilance possibilmente a quadrante e di agevole lettura.

Si useranno almeno due bilance, una per gli aggregati ed una per il cemento.

L'acqua sarà misurata in apposito recipiente tarato provvisto di dispositivo di dosatura automatica, che consenta di mantenere le erogazioni effettive nel limite del 2% in più o in meno rispetto alla quantità di volta in volta stabilita.

Le formule di composizione suindicate si riferiscono ad aggregati asciutti; pertanto si dovranno apportare nelle dosature le correzioni richieste dal grado di umidità degli aggregati stessi.

Anche i quantitativi di acqua da adottarsi sono comprensivi dell'acqua già eventualmente presente negli aggregati stessi.

La miscelazione dovrà effettuarsi a mezzo di un mescolatore di tipo idoneo.

La durata della mescolazione non dovrà essere inferiore ad un minuto nelle impastatrici a mescolazione forzata, ed a 1,5 minuti nelle impastatrici a tamburo, contando il tempo a partire dal termine della immissione di tutti i componenti nel mescolatore.

In ogni caso, ad impasto finito, tutti gli elementi dovranno risultare ben avvolti dalla pasta di cemento; e non dovranno aversi differenziazioni o separazioni sensibili nelle diverse parti dell'impasto.

La composizione effettiva del calcestruzzo sarà accertata, oltre che mediante controllo diretto della formazione degli impasti, arrestando, mediante aggiunta di alcool, i fenomeni di presa nei campioni prelevati subito dopo la formazione del conglomerato, e sottoponendo i campioni stessi a prove di laboratorio.

Prima di ogni ripresa del lavoro, o mutandosi il tipo di impasto, il mescolatore dovrà essere accuratamente pulito e liberato dagli eventuali residui di materiale e di calcestruzzo indurito.

In nessun caso e per nessuna ragione sarà permesso di utilizzare calcestruzzo che abbia già iniziato il processo di presa, neppure procedendo ad eventuali aggiunte di cemento. Il calcestruzzo potrà essere confezionato sia nello stesso cantiere di stesa che in altro cantiere dell'Impresa purché il trasporto sia eseguito in modo da non alterare la uniformità e la regolarità della miscela.

Nel caso in cui l'Impresa desiderasse aumentare la plasticità e lavorabilità del conglomerato, l'eventuale aggiunta di opportuni correttivi, come prodotti aereatori o plastificanti, dovrà essere autorizzata dalla Direzione dei lavori; le spese relative saranno a carico dell'Impresa.

Prima di addivenire alla posa del calcestruzzo, l'Impresa avrà cura di fornire e stendere a sue spese sul sottofondo uno strato continuo ed uniforme di sabbia, dello spessore di almeno 1 cm.

Per il contenimento e per la regolazione degli spessori del calcestruzzo durante il getto, l'Impresa dovrà impiegare guide metalliche dei tipi normalmente usati allo scopo, composte di elementi di lunghezza minima di 3 m, di altezza non inferiore allo spessore del calcestruzzo, muniti di larga base e degli opportuni dispositivi per il sicuro appoggio ed ammassamento al terreno e collegate fra di loro in maniera solida e indeformabile. Le guide dovranno essere installate con la massima cura e precisione.

L'esattezza della posa delle guide sarà controllata con regolo piano della lunghezza di 2 m, e tutte le differenze superiori ai 3 mm in più od in meno dovranno essere corrette. Le guide dovranno essere di tipo e resistenza tali da non subire inflessioni od oscillazioni sensibili durante il passaggio e l'azione della macchina finitrice.

Il getto della pavimentazione potrà essere effettuato in due strati ed essere eseguito in una sola volta per tutta la larghezza della strada, oppure in due strisce longitudinali di uguale larghezza gettate distintamente una dopo l'altra, se la carreggiata è a due corsie; i giunti fra le due strisce dovranno in ogni caso corrispondere alle linee di centro della carreggiata di traffico.

Qualora la carreggiata abbia un numero di corsie superiori a due le strisce longitudinali di eguale larghezza da gettarsi distintamente dovranno essere tante quante sono le corsie.

Il costipamento e la finitura del calcestruzzo dovranno essere eseguiti con finitrici a vibrazione del tipo adatto ed approvato dalla Direzione dei lavori, automoventesi sulle guide laterali, munite di un efficiente dispositivo per la regolarizzazione dello strato di calcestruzzo secondo la sagoma prescritta (sagomatrice) e agente simultaneamente ed uniformemente sull'intera larghezza del getto.

La vibrazione dovrà essere iniziata subito dopo la stesa del calcestruzzo e proseguita fino al suo completo costipamento.

L'azione finitrice dovrà essere tale da non spezzare durante l'operazione, gli elementi degli aggregati da non alterare in alcun punto l'uniformità dell'impasto; si dovrà evitare in particolare che, alla superficie della pavimentazione si formino strati differenziati di materiale fine.

I getti non potranno essere sospesi durante l'esecuzione dei lavori se non in corrispondenza dei giunti di dilatazione o di contrazione. In quest'ultimo caso il taglio del giunto dovrà essere formato per tutto lo spessore del calcestruzzo.

In nessun caso si ammetteranno riprese e correzioni eseguite con malta o con impasti speciali. La lavorazione dovrà essere ultimata prima dell'inizio della presa del cemento.

A vibrazione ultimata lo strato del calcestruzzo dovrà risultare perfettamente ed uniformemente costipato su tutto lo spessore e dovrà presentare la superficie scabra per facilitare l'ancoraggio del sovrastante strato di conglomerato bituminoso (*binder*). Si prescrive pertanto, che, prima dell'inizio della presa, la superficie verrà accuratamente pulita dalla malta affiorante per effetto della

vibrazione, e a tale scopo si farà uso di spazzoloni moderatamente bagnati, fino ad ottenere lo scoprimiento completo del mosaico.

La pavimentazione finita dovrà corrispondere esattamente alle pendenze trasversali e alle livellette di progetto o indicate dalla Direzione dei lavori e risultare uniforme in ogni punto e senza irregolarità di sorta.

In senso longitudinale non si dovranno avere ondulazione od irregolarità di livelletta superiori a 5 mm in più o in meno rispetto ad una asta rettilinea della lunghezza di 3 m appoggiata al manto. Gli spessori medi del manto non dovranno risultare inferiori a quelli stabiliti, con tolleranze massime locali di un centimetro in meno. In caso di irregolarità e deficienze superiori ai limiti sopraddetti, l'Amministrazione potrà richiedere il rifacimento anche totale dei tratti difettosi, quando anche si trattasse di lastre intere. L'Impresa è obbligata a fornire tutte le prestazioni che si ritenessero necessarie per l'esecuzione delle prove o dei controlli, nonché il trasporto in sito e ritorno degli strumenti ed attrezzature occorrenti.

I giunti longitudinali saranno formati a mezzo di robuste guide metalliche di contenimento, già precedentemente descritte.

Essi, per le strade a due corsie verranno costruiti in corrispondenza dell'asse della carreggiata, mentre per le strade aventi un numero maggiore di corsie i giunti verranno costruiti in corrispondenza alla linea di separazione ideale fra corsia e corsia; tali giunti dovranno avere parete verticale ed interessare tutto lo spessore del calcestruzzo.

La parete del giunto dovrà presentarsi liscia e priva di scabrosità ed a tale scopo si avrà cura di prendere, durante il getto, tutti gli accorgimenti del caso.

Prima della costruzione della striscia adiacente alla parete del giunto, tale parete dovrà essere spalmata, a cura e spese dell'Impresa, di bitume puro.

I giunti trasversali di dilatazione saranno disposti normalmente all'asse stradale, a intervalli eguali, conformi al progetto o alle prescrizioni della Direzione dei lavori e saranno ottenuti inserendo nel getto apposite tavolette di materiale idoneo deformabili, da lasciare in posto a costituire ad un tempo il giunto ed il suo riempimento.

Dette tavolette dovranno avere una altezza di almeno 3 cm inferiori a quella del manto finito. Per completare il giunto sino a superficie, le tavolette, durante il getto, dovranno essere completate con robuste sagome provvisorie rigidamente fissate al preciso piano della pavimentazione in modo da consentire la continuità del passaggio e di lavoro della finitrice e da rimuovere a lavorazione ultimata.

La posa in opera delle tavolette deve essere fatta con un certo anticipo rispetto al getto e con tutti gli accorgimenti e la cura necessaria perché il giunto risulti rettilineo regolare, della larghezza massima di 10 mm e con spigoli perfettamente profilati.

Non saranno tollerate deviazioni maggiori di 10 mm rispetto all'allineamento teorico. Qualora si usino tavolette di legno, si dovranno impiegare essenze dolci; inoltre gli elementi, prima della loro posa in opera dovranno essere ben inzuppati d'acqua.

I giunti potranno anche essere ottenuti provvedendo, a vibrazione ultimata, ad incidere con tagli netti in corrispondenza della tavoletta sommersa a mezzo di opportune sagome metalliche vibranti o a mezzo di macchine tagliatrici.

I bordi dei giunti verranno successivamente regolarizzati con frattazzi speciali in modo da sagomare gli spigoli secondo profili circolari del raggio di 1 cm.

I giunti di contrazione saranno ottenuti incidendo la pavimentazione dall'alto mediante sagome metalliche inserite provvisoriamente nel getto o mediante una lamina vibrante. L'incisione deve avere in ogni caso una profondità pari almeno la metà dello spessore totale della fondazione, in modo da indurre successiva rottura spontanea della lastra in corrispondenza della sezione di minor resistenza così creata.

Le distanze fra i giunti di contrazione saranno conformi al progetto od alle prescrizioni della Direzione dei lavori.

Trascorso il periodo di stagionatura del calcestruzzo si provvederà alla colmatura dei giunti, previa accurata ed energica pulizia dei vani da riempire, con mastice bituminoso la cui composizione dovrà corrispondere alle seguenti caratteristiche:

bitume penetrazione da 80 a 100 20% in peso;

mastice di asfalto in pani 35% in peso;

sabbia da mm 0 a 2 45% in peso.

### *Articolo 83: BITUMI*

#### **83.1. Trattamento superficiale con bitume a caldo**

Quando si voglia eseguire questo trattamento, che potrà effettuarsi con due mani di bitume a caldo, si adopererà per la prima mano kg 1,500/mq di bitume a caldo, e per la seconda mano kg 0,800/mq con le adatte proporzioni di pietrischetto e graniglia.

#### **83.2. Trattamenti superficiali a semipenetrazione con catrame**

Le norme generali di applicazione stabilite per i trattamenti di emulsione bituminosa, possono di massima estendersi ad analoghi trattamenti eseguiti con catrame o con miscela di catrame e filler.

Quando si procede alla prima applicazione, allo spandimento del catrame dovrà precedere l'accuratissima pulitura a secco della superficie stradale, la quale sarà fatta a mano o con spazzatrici meccaniche, o con macchine soffiatrici, in modo da liberare completamente la

massicciata cilindrata da ogni sovrapposizione di detriti, polvere ed impurità di qualsiasi specie, mettendo a nudo il mosaico di pietrisco e ghiaia.

Lo spandimento del catrame dovrà eseguirsi su strada perfettamente asciutta e con tempo secco e caldo.

Ciò implica che i mesi più propizi sono quelli da maggio a settembre e che in caso di maltempo il lavoro deve sospendersi.

Il catrame sarà riscaldato prima dell'impiego in adatte caldaie a temperatura tale che all'atto dello spandimento essa non sia inferiore a 120°C, e sarà poi sparso in modo uniforme mediante polverizzazioni sotto pressione e successivamente disteso con adatti spazzoloni in modo che non rimanga scoperto alcun tratto della massicciata.

La quantità di catrame da impiegarsi per la prima mano sarà di kg 1,500 per mq, la seconda mano dovrà essere di bitume puro in ragione di 1 kg/mq o di emulsione bituminosa in ragione di kg 1,200/mq.

Necessitando una variazione in più o in meno di detto quantitativo a richiesta della Direzione dei lavori, la variazione di prezzo sarà fatta con aumento o detrazione in base al prezzo unitario stabilito in elenco.

Per le strade già aperte al traffico lo spandimento si effettuerà su metà strada per volta e per lunghezza da 50 a 100 m, delimitando i margini della zona catramata con apposita recinzione, in modo da evitare che i veicoli transitino sul catrame di fresco spandimento.

Trascorse dalle 3 alle 5 ore dallo spandimento, a seconda delle condizioni di temperatura ambientale, si spargerà in modo uniforme sulla superficie catramata uno strato di graniglia in elementi di dimensioni di circa 8 mm ed in misura di un mc per ogni quintale circa di catrame facendo seguire alcuni passaggi da prima con rullo leggero e completando poi il lavoro di costipamento con rulli di medio tonnellaggio non superiore alle 14 t.

Per il controllo sia della quantità che della qualità di catrame sparso si seguiranno le norme precedentemente descritte.

### **83.3. Trattamento a semipenetrazione con due mani di bitume a caldo**

Preparato il piano stradale con cilindatura a secco nella quale il mosaico superficiale sia sufficientemente aperto, si procederà allo spandimento del bitume riscaldato a 180°C con inaffiatrici o distributrici a pressione in quantità di kg 2,500/mq in modo da avere la regolare e compiuta penetrazione nei vuoti della massicciata e l'esatta ed uniforme distribuzione della detta quantità: allo spandimento si provvederà gradualmente ed a successive riprese in modo che il legante sia per intero assorbito.

Mentre il bitume è ancora caldo si procederà allo spargimento uniforme di pietrischetto di elevata durezza, pezzatura da 15 a 20 mm, sino a coprire totalmente il bitume in quantità non inferiore a 20 litri per mq provvedendo poi alla cilindatura in modo da ottenere il totale costipamento della massiciata, i cui interstizi dovranno, in definitiva, risultare totalmente riempiti di bitume e chiusi dal pietrischetto.

Ove si manifestassero irregolarità superficiali l'Impresa dovrà provvedere ad eliminare a sue cure e spese con ricarico di pietrischetto e bitume sino alla normale sagoma stradale. Se affiorasse in seguito il bitume, l'Impresa è tenuta, senz'altro compenso, allo spandimento di graniglia sino a saturazione.

Si procederà in tempo successivo alla spalmatura del manto di usura con kg 1,200 per mq di bitume dato a caldo usando per il ricoprimento litri 15/mq di pietrischetto e graniglia della pezzatura da 5 a 15 mm di elevata durezza provenienti da rocce di resistenza alla compressione di almeno 1.500 kg/cm<sup>q</sup> e coefficiente di qualità Deval non inferiore a 14, e provvedendo alla cilindatura sino ad ottenere un manto uniforme.

#### **83.4. Trattamento a penetrazione con bitume a caldo**

L'esecuzione del pavimento a penetrazione, o a bitume colato, sarà eseguita solo nei mesi estivi. Essa presuppone l'esistenza di un sottofondo, costituito da pietrisco cilindrato dello spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei lavori all'atto esecutivo. Ove il sottofondo sia da costituirsi con ricarico cilindrato, all'atto dell'impianto dovrà essere compensato a parte in base ai rispettivi prezzi unitari. Esso sarà eseguito con le norme precedentemente indicate per le cilindature, avendo cura di proseguire la compressione meccanica a fondo fino a che la superficie non abbia raggiunto l'esatta sagoma prescritta e si presenti unita ed esente da vuoti, impiegando la necessaria qualità di materiale di saturazione.

Prima di dare inizio alla vera e propria pavimentazione a penetrazione, il detto sottofondo cilindrato, perfettamente prosciugato, dovrà essere ripulito accuratamente in superficie. Si spargerà poi su di esso uno strato di pietrisco molto pulito di qualità dura e resistente, dello spessore uniforme di 10 cm costituito da elementi di dimensione fra 4 e 7 cm, bene assortiti fra loro, ed esenti da polvere o da materie estranee che possono inquinarli, ed aventi gli stessi requisiti dei precedenti articoli, fra i quali coefficiente di Deval non inferiore a 14.

Si eseguirà quindi una prima cilindatura leggera, senza alcuna aggiunta di materiale di aggregazione, procedendo sempre dai fianchi verso il centro della strada, in modo da serrare sufficientemente fra di loro gli elementi del pietrisco e raggiungere la sagoma superficiale prescritta con monta tra  $1/150^{\text{mo}}$  e  $1/200^{\text{mo}}$  della corda, lasciando però i necessari vuoti nell'interno dello strato per la successiva penetrazione del bitume.

Quest'ultimo sarà prima riscaldato a temperatura fra i 150° e i 180° centigradi in adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa, e sarà poi sparso in modo che sia garantita la regolare e completa penetrazione nei vuoti della massiciata e l'esatta ed uniforme distribuzione

della complessiva quantità di kg 3,500 per mq. Lo spandimento avverrà uniformemente e gradualmente ed a successive riprese in guisa che il bitume sia completamente assorbito.

Quando l'ultimo bitume affiorante in superficie sia ancor caldo, si procederà allo spandimento il più uniforme possibile di uno strato di minuto pietrisco di pezzatura fra 20 e 25 mm, della qualità più dura e resistente, fino a ricoprire completamente il bitume, riprendendo poi la cilindatura del sottostante strato di pietrisco sino ad ottenere il completo costipamento così che gli interstizi dovranno in definitiva essere completamente riempiti dal bitume e chiusi dal detto minuto pietrisco.

Sarà cura dell'Impresa di stabilire il grado di penetrazione del bitume che assicuri la migliore riuscita della pavimentazione normalmente non maggiore di  $60 \div 80$  mm nei climi caldi; da  $80 \div 100$  mm nei climi freddi.

Qualora durante e dopo la cilindatura si manifestassero irregolarità superficiali nello strato di pietrisco compresso e penetrato dal bitume, l'Impresa dovrà accuratamente eliminarle sovrapponendo altro pietrisco nelle zone depresse e proseguendo la compressione e lo spandimento di bitume e minuto pietrisco fino a raggiungere il necessario grado di regolarità della sagoma stradale.

Ultimata la compressione e la regolarizzazione di sagoma, si procederà allo spandimento di uno strato di bitume a caldo in ragione di kg 1,200/mq con le modalità precedentemente indicate per i trattamenti superficiali col detto materiale.

Detto spandimento sarà fatto secondo linee normali alla direzione del primo spandimento di bitume, e sarà coperto con uno strato di buona graniglia della pezzatura da 5 a 10 mm, in misura di 10 litri per mq circa che verrà incorporato nel bitume mediante rullatura con rullo leggero, così da regolarizzare in modo perfetto la sagoma del piano viabile.

Qualora si verificassero in seguito affioramenti di bitume ancor molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedono, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in guisa da raggiungere una piena saturazione.

L'Impresa sarà obbligata a rifare a tutte sue cure e spese quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita, e cioè dessero luogo ad accentuata deformazione della sagoma stradale ovvero a ripetute abrasioni superficiali, prima del collaudo, ancor che la strada sia stata aperta al traffico.

### **83.5. Manti eseguiti mediante conglomerati bituminosi semiaperti**

Per le strade a traffico non molto intenso nelle quali si vuol mantenere una sufficiente scabrezza si potrà ricorrere a manti formati con pietrischetti o graniglia e sabbia, e, in alcuni casi, anche con additivo, leganti con bitumi solidi o liquidi, secondo le formule di composizione in seguito indicate.

Per ottenere i conglomerati bituminosi in oggetto si dovranno impiegare come aggregato grosso per manti d'usura materiali ottenuti da frantumazioni di rocce aventi elevata durezza con resistenza minima alla compressione di *kg 1250/cmq*.

Per strati non d'usura si potranno usare anche materiali meno pregiati. Saranno ammessi aggregati provenienti dalla frantumazione dei ciottoli e delle ghiaie.

Gli aggregati dovranno corrispondere alle granulometrie di cui in appresso.

Per assicurare la regolarità della granulometria la Direzione dei lavori potrà richiedere che l'aggregato grosso venga fornito in due distinti assortimenti atti a dare, per miscela, granulometrie comprese nei limiti stabiliti.

Gli aggregati da impiegarsi per manti di usura non dovranno essere idrofilici.

Come aggregato fine si dovranno impiegare sabbie aventi i requisiti previsti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2228 e dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2229 e dalle norme vigenti per il confezionamento del calcestruzzo.

Si potranno usare tanto sabbie naturali che sabbie provenienti dalla frantumazione delle rocce. In quest'ultimo caso si potranno ammettere anche materiali aventi più del 5% di passante al setaccio 200.

L'additivo dovrà corrispondere ai requisiti di cui alle Norme del CNR per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, sabbie, additivi per le costruzioni stradali (fasc. n 4 ultime edizioni).

I bitumi solidi e liquidi dovranno corrispondere ai requisiti sulla qualità e provenienza dei materiali previsti dal presente Capitolato. In seguito sono indicate le penetrazioni e le viscosità dei bitumi che dovranno essere adottate nei diversi casi.

I conglomerati dovranno risultare a seconda dello spessore finale del manto (a costipamento ultimato) costituiti come è indicato nelle tabelle che seguono.

Tabella 83.1. - Conglomerati del tipo i (per risagomature, strati di fondazione, collegamento per manti di usura in strade a traffico limitato)

<b>Conglomerato</b>	<b>A per spessori inferiori a 35 mm</b>	<b>B per spessori superiori a 35 mm</b>
	<b>% in peso</b>	<b>% in peso</b>
<b>Aggregato grosso:</b>		
Passante al crivello 25 e trattenuto al setaccio 10	—	66 – 81
Passante al crivello 20 e trattenuto al setaccio 10	66 - 81	—



<b>Aggregato fine:</b>		
Passante al setaccio 10	15 - 25	15 - 25
<b>Bitume:</b>		
Quando si impieghino bitumi liquidi è consigliabile aggiungere anche additivo, in percentuali comprese tra il 2 ed il 3% del peso totale	4,2 - 5,5	4,2 - 5,5
Per tutti i predetti conglomerati le pezzature effettive dell'aggregato grosso entro i limiti sopra indicati saranno stabilite di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione alle necessità	—	—

**Tabella 83.2. - Conglomerato del tipo II (per manti di usura su strade comuni)**

<b>Conglomerato</b>	<b>A per spessori inferiori a 20 mm</b>	<b>B per spessori superiori a 20 mm</b>
	<b>% in peso</b>	<b>% in peso</b>
<b>Aggregato grosso:</b>		
Passante al crivello 15 e trattenuto al setaccio 10	—	59 – 80
Passante al crivello 10 e trattenuto al setaccio 10	60 - 80	—
<b>Aggregato fine:</b>		
Passante al setaccio 10 e trattenuto dal 200	15 - 30	15 - 30
<b>Additivo:</b>		
Passante dal setaccio 200	3 - 5	3 - 5
Bitume	4,5 - 6,0	4,5 – 6,0

Si useranno bitumi di penetrazione compresa tra 80 e 200, a seconda dello spessore del manto, ricorrendo alle maggiori penetrazioni per gli spessori minori e alle penetrazioni minori per gli strati di fondazione di maggior spessore destinati a sopportare calcestruzzi o malte bituminose tenendo

anche conto delle escursioni locali delle temperature ambientali. Impiegando i bitumi liquidi si dovranno usare i tipi di più alta viscosità; il tipo BL 150 - 200 si impiegherà tuttavia solo nelle applicazioni fatte nelle stagioni fredde.

Nella preparazione dei conglomerati, la formula effettiva di composizione degli impasti dovrà corrispondere, a seconda dei tipi di conglomerati richiesti di volta in volta, alle prescrizioni di cui sopra e dovrà essere preventivamente comunicata alla Direzione dei lavori.

Per la esecuzione di conglomerati con bitumi solidi si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati con un essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore, per la aspirazione della polvere. Gli aggregati dovranno essere riscaldati a temperature comprese tra i 120°C e 160°C.

Il bitume dovrà essere riscaldato a temperatura compresa tra i 150°C e i 180°C. Il riscaldamento deve essere eseguito in caldaie idonee, atte a scaldare uniformemente tutto il materiale evitando il surriscaldamento locale, utilizzando possibilmente, per lo scambio di calore, liquidi caldi o vapori circolanti in serpentine immerse o a contatto col materiale.

Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario. Il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato debbono essere condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione all'atto della posa in opera non deve risultare comunque diminuita di oltre il 30% rispetto a quella originaria.

Allo scopo di consentire il sicuro controllo delle temperature suindicate, le caldaie di riscaldamento del bitume e i sili degli aggregati caldi dovranno essere muniti di termometri fissi.

Per agevolare la uniformità della miscela e del regime termico dell'essiccatore, il carico degli aggregati freddi nell'essiccatore dovrà avvenire mediante un idoneo alimentatore meccanico, che dovrà avere almeno tre distinti scomparti riducibili a due per conglomerati del 1° tipo.

Dopo il riscaldamento l'aggregato dovrà essere riclassificato in almeno due diversi assortimenti, selezionati mediante opportuni vagli.

La dosatura di tutti i componenti dovrà essere eseguita a peso, preferibilmente con bilance di tipo automatico, con quadranti di agevole lettura. Si useranno in ogni caso almeno due distinte bilance: una per gli aggregati e l'altra per il bitume, quest'ultima dovrà eventualmente utilizzarsi anche per gli additivi.

Si potranno usare anche impianti a dosatura automatica volumetrica purché la dosatura degli aggregati sia eseguita dopo il loro essiccamento, purché i dispositivi per la dosatura degli aggregati, dell'additivo e del bitume siano meccanicamente e solidamente collegati da un unico sistema di comando atto ad evitare ogni possibile variazione parziale nelle dosature, e purché le miscele rimangano in caso comprese nei limiti di composizione suindicati.

Gli impianti dovranno essere muniti di mescolatori efficienti capaci di assicurare la regolarità e la uniformità delle miscele.

La capacità dei mescolatori, quando non siano di tipo continuo, dovrà essere tale da consentire impasti singoli del peso complessivo di almeno 200 kg.

Nella composizione delle miscele per ciascun lavoro dovranno essere ammesse variazioni massime dell'1% per quanto riguarda la percentuale di bitume, del 2% per la percentuale di additivo, e del 10% per ciascun assortimento granulometrico stabilito, purché sempre si rimanga nei limiti estremi di composizione e di granulometria fissati per i vari conglomerati.

Per l'esecuzione di conglomerati con bitumi liquidi, valgono le norme sopra stabilite, ma gli impianti dovranno essere muniti di raffreddatori capaci di abbassare la temperatura dell'aggregato, prima essiccato ad almeno 110°C, riducendola, all'atto dell'impasto, a non oltre i 70°C.

Potrà evitarsi l'uso del raffreddatore rinunciando all'essiccazione dell'aggregato mediante l'impiego di bitumi attivati con sostanze atte a migliorare l'adesione tra gli aggregati ed il bitume in presenza d'acqua. L'uso di questi materiali dovrà essere tuttavia autorizzato dalla Direzione dei lavori e avverrà a cura e spese dell'Appaltatore.

I bitumi liquidi non dovranno essere riscaldati, in ogni caso, a più di 90°C, la loro viscosità non dovrà aumentare per effetto del riscaldamento di oltre 40% rispetto a quella originale.

Qualora si voglia ricorrere all'impiego di bitumi attivati per scopi diversi da quelli sopraindicati, ad esempio per estendere la stagione utile di lavoro o per impiegare aggregati idrofili, si dovrà ottenere la preventiva autorizzazione dalla Direzione dei lavori.

Per la posa in opera e per il trasporto allo scarico del materiale dovranno essere eseguiti in modo da evitare, di modificare o sporcare la miscela e ogni separazione dei vari componenti.

I conglomerati dovranno essere portati sul cantiere di stesa a temperature non inferiori a 110°C se eseguiti con bitumi solidi.

I conglomerati formati con bitumi liquidi potranno essere posti in opera anche a temperatura ambiente.

La stesa in opera del conglomerato sarà condotta, se eseguita a mano, secondo i metodi normali con appositi rastrelli metallici.

I rastrelli dovranno avere denti distanziati l'uno dall'altro di un intervallo pari ad almeno 2 volte la dimensione massima dell'aggregato impiegato e di lunghezza pari ad almeno 1,5 volte lo spessore dello strato del conglomerato.

Potranno usarsi spatole piane in luogo dei rastrelli solo per manti soffici di spessore inferiore ai 20 mm.

Per lavori di notevole estensione la posa in opera del conglomerato dovrà essere invece eseguita mediante finitrici meccaniche di tipo idoneo.

Le finitrici dovranno essere semoventi; munite di sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale capace di assicurare il mantenimento della uniformità degli impasti ed un grado uniforme di assestamento in ogni punto dello strato deposto.

Dovranno consentire la stesa di strati dello spessore di volta in volta stabilito, di livellette e profili perfettamente regolari, compensando eventualmente le irregolarità della fondazione. A tale scopo i punti estremi di appoggio al terreno della finitrice dovranno distare l'uno dall'altro, nel senso longitudinale della strada, di almeno tre metri; e dovrà approfittarsi di questa distanza per assicurare la compensazione delle ricordate eventuali irregolarità della fondazione.

Per la cilindatura del conglomerato si dovranno usare compressori a rapida inversione di marcia, del peso di almeno 5 tonnellate.

Per evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote del rullo si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua.

La cilindatura dovrà essere iniziata dai bordi della strada e si procederà poi di mano in mano verso la mezzeria.

I primi passaggi saranno particolarmente cauti per evitare il pericolo di ondulazioni o fessurazioni del manto.

La cilindatura dopo il primo consolidamento del manto, dovrà essere condotta anche in senso obliquo all'asse della strada, e, se possibile, anche in senso trasversale.

La cilindatura dovrà essere continuata sino ad ottenere un sicuro costipamento.

Tutti gli orli e i margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti (come i giunti in corrispondenza alle riprese di lavoro, ai cordoni laterali, alle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) dovranno essere spalmati con uno strato di bitume, prima di addossarvi il manto, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità ed adesione delle parti.

Inoltre tutte le giunzioni e i margini dovranno essere battuti e finiti a mano con gli appositi pestelli da giunta, a base rettangolare opportunamente scaldati o freddi nel caso di conglomerati preparati con bitumi liquidi.

A lavoro finito i manti dovranno presentare superficie in ogni punto regolarissima, e perfettamente corrispondente alle sagome ed alle livellette di progetto o prescritte dalla Direzione dei lavori.

A lavoro finito non vi dovranno essere in alcun punto ondulazioni od irregolarità superiori ai 5 mm misurati utilizzando un'asta rettilinea della lunghezza di tre metri appoggiata longitudinalmente sulla pavimentazione.

### **83.6. Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi**

Per strade a traffico molto intenso, nelle quali si vuole costituire un manto resistente e di scarsa usura e ove si disponga di aggregati di particolare qualità potrà ricorrersi a calcestruzzi bituminosi formati con elevate percentuali di aggregato grosso, sabbia, additivo, bitume.

Gli aggregati grossi dovranno essere duri, tenaci, non fragili, provenienti da rocce preferibilmente endogene, ed a fine tessitura: debbono essere non gelivi o facilmente alterabili, né frantumabili facilmente sotto il rullo o per effetto del traffico: debbono sopportare bene il riscaldamento occorrente per l'impasto; la loro dimensione massima non deve superare i  $\frac{2}{3}$  dello spessore del manto finito.

Di norma l'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetto o graniglia ottenuti per frantumazione da rocce aventi resistenza minima alla compressione di kg 1250/cm<sup>2</sup> nella direzione del piano di cava ed in quella normale, coefficiente di Deval non inferiore a 12, assai puliti e tali da non perdere per decantazione in acqua più dell'uno per cento in peso. I singoli pezzi saranno per quanto possibile poliedrici.

La pezzatura dell'aggregato grosso sarà da 3 a 15 mm con granulometria da 10 a 15 mm dal 15 al 20% - da 5 a 10 mm dal 20 al 35% - da 3 a 5 mm dal 10 al 25%.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbia granulare preferibilmente proveniente dalla frantumazione del materiale precedente, sarà esente da polvere d'argilla e da qualsiasi sostanza estranea e sarà interamente passante per lo staccio di mm 2 (n 10 della serie ASTM): la sua perdita di peso per decantazione non dovrà superare il 2%.

La granulometria dell'aggregato fine sarà in peso:

dal 10 al 40% fra mm 2 e mm 0,42 (setacci n 10 e n 40 sabbia grossa);

dal 30 al 55% fra mm 0,42 e mm 0,297 (setacci n 40 e n 80 sabbia media);

dal 16 al 45% fra mm 0,297 e mm 0,074 (setacci n 80 e n 200 sabbia fine).

L'additivo minerale (*filler*) da usare potrà essere costituito da polvere di asfalto passante per intero al setaccio n 80 (mm 0,297) e per il 90% dal setaccio n 200 (mm 0,074) ed in ogni caso da polveri di materiali non idrofili.

I vuoti risultanti nell'aggregato totale adottato per l'impasto dopo l'aggiunta dell'additivo non dovranno eccedere il 20-22% del volume totale.

Il bitume da usarsi dovrà presentare, all'atto dell'impasto (prelevato cioè dall'immissione nel mescolatore), penetrazione da 80 a 100 ed anche fino a 120, onde evitare una eccessiva rigidità non compatibile con lo scarso spessore del manto.

L'impasto dovrà corrispondere ad una composizione ottenuta entro i seguenti limiti:

- a) aggregato grosso delle granulometrie assortite indicate, dal 40 al 60%;
- b) aggregato fine delle granulometrie assortite indicate, dal 25 al 40%;
- c) additivo, dal 4 al 10%;
- d) bitume, dal 5 all'8%.

Nei limiti sopraindicati la formula della composizione degli impasti da adottarsi sarà proposta dall'Impresa e dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei lavori.

Su essa saranno consentite variazioni non superiori allo 0,5% in più o in meno per il bitume - all'1,5% in più o in meno per gli additivi - al 5% delle singole frazioni degli aggregati in più o in meno, purché si rimanga nei limiti della formula dell'impasto sopra indicato.

Particolari calcestruzzi bituminosi a masse chiuse ed a granulometria continua potranno eseguirsi con sabbie e polveri di frantumazione per rivestimenti di massicciate di nuova costruzione o riprofilatura di vecchie massicciate per ottenere manti sottili di usura d'impermeabilizzazione antiscivolo.

Le sabbie da usarsi potranno essere sabbie naturali di mare o di fiume o di cava o provenire da frantumazione purché assolutamente scevre di argilla e di materie organiche ed essere talmente resistenti da non frantumarsi durante la cilindratura: dette sabbie includeranno una parte di aggregato grosso, ed avranno dimensioni massime da 9,52 mm a 0,074 mm con una percentuale di aggregati del 100% di passante al vaglio di 9,52 mm; dell'84% di passante al vaglio di 4,76 mm; dal 50 al 100% di passante dal setaccio da 2 mm; dal 36 all'82% di passante dal setaccio di 1,19 mm; dal 16 al 58% di passante al setaccio di 0,42 mm; dal 6 al 32% di passante dal setaccio di mm 0,177; dal 4 al 14% di passante dal setaccio da 0,074 mm.

Come legante potrà usarsi o un bitume puro con penetrazione da 40 a 200 od un cut-back medium curring di viscosità 400/500 l'uno o l'altro sempre attirato in ragione del  $6 \div 7,5\%$  del peso degli aggregati secchi: dovrà aversi una compattezza del miscuglio di almeno l'85%.

Gli aggregati non dovranno essere scaldati ad una temperatura superiore a 120°C ed il legante del secondo tipo da 130° a 110°C.

Dovrà essere possibile realizzare manti sottili che, nel caso di rivestimenti, aderiscano fortemente a preesistenti trattamenti senza necessità di strati interposti: e alla prova *Hobbarb Field* si dovrà avere una resistenza dopo 24 ore di 45 kg/cmq.

Per l'esecuzione di comuni calcestruzzi bituminosi a massa chiusa da impiegare a caldo, gli aggregati minerali saranno essiccati e riscaldati in adatto essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore e collegato ad alimentatore meccanico.

Mentre l'aggregato caldo dovrà essere riscaldato a temperatura fra i 130° ed i 17°C, il bitume sarà riscaldato tra 160° e 180°C in adatte caldaie suscettibili di controllo mediante idonei termometri registratori.

L'aggregato caldo dovrà essere riclassificato in almeno tre assortimenti e raccolto, prima di essere immesso nella tramoggia di pesatura in tre sili separati, uno per l'aggregato fine e due per quello grosso.

Per la formazione delle miscele dovrà usarsi una impastatrice meccanica di tipo adatto, tale da formare impasti del peso singolo non inferiore a kg 200 ed idonea a consentire la dosatura a peso di tutti i componenti ed assicurare la perfetta regolarità ed uniformità degli impasti.

Per i conglomerati da stendere a freddo saranno adottati gli stessi apparecchi avvertendo che il legante sarà riscaldato ad una temperatura compresa fra i 90° ed i 110°C e l'aggregato sarà riscaldato in modo che all'atto della immissione nella mescolatrice abbia una temperatura compresa tra i 50° e 80°C.

Per tali conglomerati è inoltre consentito all'Impresa di proporre apposita formula nella quale l'aggregato fine venga sostituito in tutto od in parte da polvere di asfalto da aggiungersi fredda: in tal caso la percentuale di bitume da miscelare nell'impasto dovrà essere di conseguenza ridotta.

Pur rimanendo la responsabilità della riuscita a totale carico dell'Impresa, la composizione variata dovrà sempre essere approvata dalla Direzione dei lavori.

Per la posa in opera, previa energica spazzatura e pulitura della superficie stradale, e dopo avere eventualmente conguagliato la massicciata con pietrischetto bitumato, se trattasi di massicciata nuda, e quando non si debba ricorrere a particolare strato di collegamento (binder), si procederà alla spalmatura della superficie stradale con un kg di emulsione bituminosa per mq ed al successivo stendimento dell'impasto in quantità idonea a determinare lo spessore prescritto: comunque mai inferiore a kg 66/mq in peso per manti di tre centimetri ed a kg 44/mq per manti di due centimetri.

Per lo stendimento si adopereranno rastrelli metallici e si useranno guide di legno e sagome per l'esatta configurazione e rettifica del piano viabile e si procederà poi alla cilindatura, iniziandola dai bordi della strada e procedendo verso la mezzera, usando rullo a rapida inversione di marcia, del peso da 4 a 6 tonnellate, con ruote tenute umide con spruzzi d'acqua, qualora il materiale aderisca ad esse.

La cilindatura, dopo il primo assestamento, onde assicurare la regolarità, sarà condotta anche in senso obliquo alla strada (e, quando si possa, altresì, trasversalmente): essa sarà continuata sino ad ottenere il massimo costipamento.

Al termine delle opere di cilindatura, per assicurare la chiusura del manto bituminoso, in attesa del costipamento definitivo prodotto dal traffico, potrà prescriversi una spalmatura di 0,700 kg per mq di bitume a caldo eseguita a spruzzo, ricoprendola poi con graniglia analoga a quella usata per il calcestruzzo ed effettuando una ultima passata di compressore.

È tassativamente prescritto che non dovranno aversi ondulazioni nel manto; questo sarà rifiutato se, a cilindatura ultimata, la strada presenterà depressioni maggiori di 3 mm al controllo effettuato con aste lunghe 3 metri nel senso parallelo all'asse stradale e con la sagoma nel senso normale.

Lo spessore del manto sarà fissato nell'elenco prezzi: comunque esso non sarà mai inferiore, per il solo calcestruzzo bituminoso compresso, a 20 mm ad opera finita.

La percentuale dei vuoti del manto non dovrà risultare superiore al 15%: dopo sei mesi dall'apertura al traffico tale percentuale dovrà ridursi ad essere non superiore al 5%. Inoltre il tenore di bitume non dovrà differire, in ogni tassello che possa prelevarsi, da quello prescritto di più dell'1% e la granulometria dovrà risultare corrispondente a quella indicata con le opportune tolleranze.

A garanzia dell'esecuzione l'Impresa assumerà la gratuita manutenzione dell'opera per un triennio. Al termine del primo anno lo spessore del manto non dovrà essere diminuito di oltre mm 1: al termine del triennio di oltre 4 mm.

#### *Articolo 84: PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO*

##### **84.1. Generalità**

Valgono per la pavimentazione tutte le norme indicate nel precedente articolo per le fondazioni in calcestruzzo di cemento.

In questo caso però il calcestruzzo sarà costipato con inerti di almeno tre pezzature e sarà dosato con trecento Kg di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.

La superficie della pavimentazione a vibrazione ultimata dovrà presentare un leggero affioramento di malta, sufficiente per la perfetta chiusura e lisciatura del piano del pavimento.

Non saranno assolutamente permesse aggiunte in superficie di malta cementizia anche se questa fosse confezionata con una più ricca dosatura di cemento.

Prima che il calcestruzzo inizi la presa e quando il piano sia sufficientemente asciutto si dovrà striare trasversalmente la pavimentazione con una scopa di saggina, così da renderla sicuramente scabra.

Si avrà particolare cura affinché i bordi dei giunti longitudinali e trasversali siano leggermente arrotondati con una curva di raggio di 1 cm e siano rifiniti in piano perfetto con la rimanente pavimentazione.

##### **84.2. Cordoli in calcestruzzo**

I cordoli in calcestruzzo devono presentare una struttura compatta e spigoli pieni. In caso di elemento composto da due strati di calcestruzzo, i due strati devono risultare ben collegati. Lo spessore minimo del calcestruzzo a vista deve essere maggiore o uguale a 10 mm.

I cordoni in calcestruzzo devono avere forma prismatica con sezione trasversale rettangolare. Il bordo esterno o di invito deve essere arrotondato.



Si ammettono le seguenti tolleranze sulle misure nominali:

- larghezza  $\pm 3$  mm;
- lunghezza  $\pm 5$  mm per la lunghezza nominale pari ad 1 metro;
- altezza  $\pm 5$  mm.

È ammessa una conicità massima di 5 mm nella lunghezza normale e 2 mm nella larghezza. Si ammette inoltre una risega massima di 5 mm nel passaggio dalla superficie anteriore verticale alla superficie di calpestio.

Le verifiche a flessione su almeno 3 provini di cordolo, per ogni forma e dimensione, devono avere resistenza media a flessione non inferiore a  $6 \text{ N/mm}^2$ , in riferimento alla norma DIN 483.

I cordoli dovranno essere collocati su massetto in conglomerato cementizio avente spessore non inferiore a 10 cm. Gli spazi tra gli elementi dovranno essere sigillati con malta cementizia dosata a 500 kg.

### **84.3. Cordoni in pietra**

I cordoni in pietra per delimitazione marciapiedi qualora non specificatamente indicato dovranno essere forniti in uno seguenti tipi di pietra: graniti, sieniti, porfidi, basalti, travertini o altra pietra naturale avente non meno idonee caratteristiche meccaniche e di resistenza agli agenti atmosferici, in generale devono essere molto compatti.

Le facce esterne dovranno essere lavorate a punta fine; lo spigolo esterno dovrà essere arrotondato. Per le tolleranze sulle misure nominali è ammesso  $\pm 3$  mm per la larghezza e  $\pm 10$  mm per l'altezza. La lunghezza dei cordoni dovrà essere misurata sullo spigolo anteriore arrotondato.

I cordoli dovranno essere collocati su massetto in conglomerato cementizio avente spessore non inferiore a 10 cm. Gli spazi tra gli elementi dovranno essere sigillati con malta cementizia dosata a 500 kg.

Norme di riferimento:

**R.D. 16 novembre 1939** - Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione.

**UNI 2712** - Manufatti lapidei stradali. Cordoni di pietra.

*Articolo 85: POZZETTI PER LA RACCOLTA DELLE ACQUE STRADALI. CADITOIE*

### **85.1. Pozzetti per la raccolta delle acque stradali**

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali saranno costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato ad elevato dosaggio di cemento e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma **UNI EN 124**.

Potranno essere realizzati mediante associazione dei pezzi idonei: pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45x45 cm e di 45x60 cm per i pozzetti sifonati; il tubo di scarico deve avere diametro interno minimo 150 mm.

I pozzetti dovranno essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti; l'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla Direzione dei Lavori.

Gli eventuali cesti di raccolta del fango saranno realizzati in ferro zincato, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali.

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m<sup>3</sup> d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati in c.a. dovranno essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni. Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole portasecchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

Norme di riferimento:

**UNI EN 124** *Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità.*

## **85.2. Caditoie stradali**

Le caditoie stradali per la raccolta delle acque defluenti dalle cunette laterali della strada devono essere opportunamente sagomate. Le prese possono essere a griglia, a bocca di lupo, a griglia e bocca di lupo, a fessura.

Le caditoie devono essere disposte ad un interasse di 25÷50 m.

I dispositivi di chiusura e di coronamento, secondo la norma **UNI EN 124**, possono essere fabbricati con i seguenti materiali:

- a) ghisa a grafite lamellare;
- b) ghisa a grafite sferoidale;
- c) getti in acciaio;
- d) acciaio laminato;
- e) i materiali di cui alle lettere a), b), c) e d) abbinati a calcestruzzo;
- f) calcestruzzo armato.

I chiusini, e griglie e i telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante: EN 124, la classe corrispondente; il nome e/o la sigla del fabbricante, eventuale marchio di conformità.

La classe di impiego (classe A15, classe B125, ecc.) di chiusini e caditoie deve essere rispondente all'uso della strada (pedonale, ciclabile, parcheggio, ecc.)

Norme di riferimento:

**UNI EN 124** *Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità.*

**Articolo 86: PREPARAZIONE DELLE BUCHE E DEI FOSSI**

Le buche per la messa a dimora di piante dovranno essere di dimensioni ampie ovvero in rapporto alle caratteristiche delle piante da mettere a dimora.

Nell'esecuzione delle buche l'impresa dovrà evitare ristagni d'acqua e il regolare scolo delle acque superficiali., in caso contrario dovranno essere predisposte le necessarie opere di drenaggio previa autorizzazione da parte della Direzione dei lavori.

**Articolo 87: TERRA DA COLTIVO RIPORTATA**

La terra da coltivo prima della messa in opera dovrà essere accettata dalla Direzione dei lavori, in merito ai seguenti valori:

- PH minore o uguale al 6;
- calcare totale maggiore o uguale al 5%;
- sostanze organiche minori di 1,5%;
- azoto totale minore di 0,1%;
- fosforo ammissibile minore di 30 ppm;
- potassio assimilabile minore del 2%;
- conducibilità idraulica minore di 0,5 cm x ora;
- conducibilità Ece.

La terra da coltivo dovrà essere priva di pietre, elementi di tronchi, rami, radici ed altri elementi che ne possano ostacolare la lavorazione agronomica durante la posa in opera.

Norme di riferimento:

**CNR**      *Guida alla descrizione del suolo, 1987.*

**S.I.S.S.**    *Metodi normalizzati di analisi del suolo.*

**Articolo 88: SUBSTRATI DI COLTIVAZIONE**

I substrati di coltivazione (terricciato di letame, terriccio di castagno, terra d'erica, terriccio di foglie di faggio, terriccio di bosco, sfagno, torba, miscugli tra vari substrati) dovranno essere forniti in confezioni sigillate, nelle quali è riportata la quantità, il tipo e le caratteristiche del contenuto. In assenza di tali informazioni l'Appaltatore dovrà produrre alla Direzione dei lavori prima della messa in opera i risultati delle analisi.

La fornitura delle analisi è obbligatoria in caso di substrati non confezionati e privi delle indicazioni riportate sulla confezione; l'Appaltatore (ad esclusione della torba e dello sfagno) dovrà fornire indicazioni sui seguenti parametri:

- sostanza organica;
- azoto nitrico;
- azoto ammoniacale;
- densità apparenti riferita ad uno specificato tenore di umidità;
- capacità idrica di campo;
- conducibilità Ece.

L'eventuale sostituzione dei substrati non confezionati con altri componenti (sabbia lavata, perlite, polistirolo espanso, pomice, pozzolana, argilla espansa, ecc.) deve essere autorizzata dalla Direzione dei lavori.

Norme di riferimento:

Legge 19 ottobre 1984, n. 748 - Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti.

**CNR** *Guida alla descrizione del suolo, 1987.*

**S.I.S.S.** *Metodi normalizzati di analisi del suolo.*

*Articolo 89: CONCIMI ORGANICI E MINERALI*

### **89.1. Concimi organici**

I concimi minerali ed organici dovranno essere rispondenti alle prescrizioni normative vigenti e nel rispetto delle prescrizioni contrattuali. Eventuali sostituzioni dovranno essere autorizzate dalla Direzione dei lavori, in base a specifiche analisi di laboratorio e specie della pianta da mettere a dimora.

*Concimi organici*

a) Concimi organici azotati.

Debbono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarato, azoto organico, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili né di fosforo né di potassio, a meno che questo non costituisca parte integrante di matrici organiche.

b) Concimi organici NP.

Debbono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarati, azoto organico e fosforo, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio. È consentita, nei casi previsti nell'allegato 1 B, la dichiarazione dell'anidride fosforica totale quando il fosforo, anche se non in forma organica, costituisce parte integrante di matrici organiche.

## **89.2. Concimi minerali**

### *1 - Concimi minerali semplici*

#### *a) Concimi minerali azotati semplici.*

Debbono contenere, espressamente dichiarato, azoto in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo o di potassio.

#### *b) Concimi minerali fosfatici semplici.*

Debbono contenere, espressamente dichiarato, fosforo in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di potassio.

#### *c) Concimi minerali potassici semplici.*

Debbono contenere, espressamente dichiarato, potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di fosforo.

### *2 - Concimi minerali composti*

#### *a) Concimi minerali composti NP.*

Debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto e fosforo in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio.

#### *b) Concimi minerali composti NK.*

Debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo.

#### *c) Concimi minerali composti PK.*

Debbono contenere, espressamente dichiarati, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto.

d) Concimi minerali composti NPK.

Devono contenere, espressamente dichiarati, azoto, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi.

*3 - Concimi minerali a base di elementi secondari*

Sono concimi a base di elementi secondari i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno degli elementi secondari: calcio, magnesio, sodio e zolfo. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

*4 - Concimi minerali a base di microelementi (oligo-elementi)*

Sono concimi a base di microelementi i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno o più microelementi: boro, cobalto, rame, ferro, manganese, molibdeno e zinco. Possono anche contenere elementi secondari, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

*5 - Norme di riferimento:*

Legge 19 ottobre 1984, n. 748 - Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti.

*Articolo 90. ACQUA PER INNAFFIAMENTO*

L'acqua per innaffiamento delle piante non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa. L'Appaltatore a richiesta della Direzione dei lavori dovrà fornire le necessarie analisi sulla qualità dell'acqua, il periodo di utilizzarne in base alla temperatura.

*Articolo 91. MESSA A DIMORA DI PIANTE*

**91.1. Generalità**

Prima della messa a dimora delle piante, l'impresa appaltatrice, qualora ordinato dalla Direzione dei lavori, dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, per collocare le piante su uno strato di fondo di spessore adeguato al tipo di pianta.

Le piante messe a dimora non dovranno presentare radici allo scoperto né risultare interrate oltre il livello di colletto.

Durante la messa a dimora l'eventuale imballo o contenitore della zolla dovrà essere tagliato al colletto e aperto lungo i lati o fianchi, ma non dovrà essere rimosso sotto la zolla.

Le buche dovranno essere riempite con terra da coltivo semplice oppure miscelata con torba ed opportunamente costipata. La Direzione dei lavori potrà richiedere l'effettuazione di una concimazione localizzata, in modo non provocare danni per disidratazione.

Dopo il riempimento attorno alla pianta dovrà essere realizzata una conca o bacino per consentire la ritenzione dell'acqua che deve essere somministrata in quantità abbondante per agevolare la ripresa della pianta e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

### **91.2. Pali di sostegno, ancoraggi e legature**

La Direzione dei lavori dovrà verificare che gli alberi e gli arbusti messi a dimora risultino dotati di pali di sostegno, di diametro ed altezza in funzione delle piante.

I pali di sostegno o tutori dovranno essere dritti, scortecciati ed appuntiti nella parte di maggiore diametro. La parte appuntita da collocarsi nel terreno dovrà essere trattata e resa imputrescibile per un'altezza di almeno 10 cm. La Direzione dei lavori potrà autorizzare l'impiego di pali in legno di produzione industriale, appositamente trattati allo scopo.

A discrezione della Direzione dei lavori i pali potranno essere sostituiti con ancoraggi in funi d'acciaio dotati di tendifilo.

Le legature dovranno essere costituite da materiale elastico o corde di canapa, è vietato l'impiego di filo di ferro.

La Direzione dei lavori potrà ordinare di inserire tra tronco e tutore un apposito cuscinetto antifrizione in modo da evitare eventuali danni alla corteccia.

### **91.3. Protezione delle piante**

L'impresa appaltatrice per prevenire eventuali danneggiamenti (transito di persone, animali, precipitazioni atmosferiche, ecc.) delle piante messe a dimora previa autorizzazione della Direzione dei lavori dovrà approntare le necessarie opere di protezione.

#### *Articolo 92: TAPPETI ERBOSI IN STRISCE E ZOLLE*

Le zolle erbose dovranno essere fornite in forme regolari (rettangolari, quadrati o a strisce).

Le strisce dovranno essere fornite arrotolate, mentre le zolle dovranno essere fornite su pallet.

Le zolle dovranno avere uno spessore da 3 a 6 cm, secondo la specifica destinazione e le caratteristiche del supporto.

La Direzione dei lavori, prima della posa in opera, dovrà verificare la corretta preparazione del terreno (rullatura, battitura, sabbiatura, trattamenti fertilizzanti, e quant'altro necessario).

Il prato, una volta ultimato, potrà essere utilizzato non prima di 30 giorni.





**Azienda Casa Emilia-Romagna  
della Provincia di Ravenna**

## **CAPO 2 – IMPIANTI ELETTRICI**

## 1. GENERALITA'

Il presente documento definisce le prescrizioni tecniche ed i requisiti generali per la fornitura, installazione e verifica degli impianti elettrici relativi al *progetto di riqualificazione edilizia residenziale pubblica consistente nella demolizione e ricostruzione di edificio sito in via Ponte romano 28 a Faenza per complessivi n.6 alloggi*.

Questo documento si riferisce pertanto alle caratteristiche tecniche e funzionali, nonché alle prestazioni dei singoli componenti degli impianti in oggetto, cui dovrà attenersi l'Impresa in fase esecutiva.

Parte integrante di questo documento sono gli elaborati di progetto costituiti dalle planimetrie d'impianto, schemi elettrici, relazioni tecniche, particolari d'installazione. Completano la documentazione tecnica gli elaborati tecnico - amministrativi, che individuano quantitativamente ed economicamente l'intervento.

I materiali, le apparecchiature ed i lavori indicati sui disegni ma non riportati sulle specifiche o viceversa, o la cui fornitura o esecuzione siano implicite per una soddisfacente esecuzione e completamento di un impianto, si dovranno ritenere inclusi nella fornitura come se fossero indicati sui disegni o sulle specifiche.

### **A. Oggetto dell'appalto**

Il presente progetto comprende la fornitura, installazione, verifica degli impianti elettrici e speciali a servizio del fabbricato, opere elettriche che si possono riassumere in:

- Impianti elettrici ordinari in esecuzione ad incasso, con distribuzione a livello del massetto del pavimento mediante uso di tubi corrugati di materiale e dimensioni idonee;
- Impianti elettrici ordinari in esecuzione a vista mediante l'uso di tubi in PVC di dimensioni idonee per i locali al piano interrato;
- Fornitura e posa in opera dei corpi illuminanti esterni alla struttura per l'illuminazione dell'area esterna completi di linee di alimentazione e organi di protezione e comando per le linee elettriche;
- Realizzazione degli impianti speciali (telefonico, televisivo DDT e SAT);
- Esecuzione delle canalizzazioni interrate per l'impianto elettrico.
- Realizzazione dell'impianto di terra;
- Realizzazione di impianto fotovoltaico;

Gli impianti elettrici saranno realizzati in conformità alla legge n°186 del 1°marzo 1968.

## **B. Impianto elettrico al servizio del cantiere edile**

Il presente progetto non comprende in alcun modo le opere elettriche necessarie all'allestimento del cantiere edile, opere che competono all'impresa, e che comunque dovranno essere eseguite nel rispetto della normativa vigente.

## **C. Termini tecnici**

La terminologia adottata nei vari documenti contrattuali, dovrà essere intesa come qui di seguito riportato:

*Conduttore di protezione (PE)* - Conduttore prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra.

*Conduttore PEN* - Conduttore che svolge insieme le funzioni sia di conduttore di protezione sia di conduttore di neutro.

*Conduttore di terra (CT)* - Conduttore di protezione che collega il collettore principale di terra (o nodo) al dispersore o i dispersori tra loro.

*Conduttore equipotenziale principale (EQSP) e supplementare (EQS)* - Conduttore di protezione destinato ad assicurare il collegamento equipotenziale.

*Contatto diretto* - Contatto di persona con parti attive.

*Contatto indiretto* - Contatto di persona con una massa in tensione per guasto.

*Corrente di guasto* - Corrente che si stabilisce a seguito di un cedimento dell'isolante o quando l'isolamento è corto circuitato.

*Corrente di guasto a terra* - Corrente di guasto che si chiude attraverso l'impianto di terra.

*Corrente differenziale* - Somma algebrica dei valori istantanei delle correnti che percorrono tutti i conduttori attivi di un circuito in un punto dell'impianto.

*Massa* - Parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensioni in condizioni ordinarie, ma che può anche andare in tensione in condizioni di guasto.

*Massa estranea* - Parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado d'introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra.

*Parte attiva* - Conduttore o parte conduttrice in tensione nel servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro, escluso per convenzione il conduttore PEN.

*Resistenza di terra* - Resistenza tra il collettore (o nodo) principale di terra e la terra.

*Tensione di contatto* - Tensione che si stabilisce fra parti simultaneamente accessibili in caso di guasto dell'isolamento.

*Circuito di distribuzione* - Circuito che alimenta un quadro di distribuzione.

*Circuito terminale* - Circuito direttamente collegato agli apparecchi utilizzatori o alle prese a spina.

*Doppio isolamento* - Isolamento comprendente sia l'isolamento principale sia l'isolamento supplementare.

*Interruttore differenziale di tipo A* - Interruttore differenziale il cui sgancio è assicurato per correnti alternate sinusoidali differenziali e per correnti differenziali unidirezionali e pulsanti, applicate improvvisamente o lentamente crescenti.

*Interruttore differenziale di tipo AC* - Interruttore differenziale il cui sgancio è assicurato per correnti alternate sinusoidali differenziali applicate improvvisamente o lentamente crescenti.

*Isolamento principale* - Isolamento delle parti attive utilizzato per la protezione base contro i contatti diretti.

*Isolamento rinforzato* - Sistema unico d'isolamento applicato alle parti attive, in grado di assicurare un grado di protezione contro i contatti elettrici equivalente al doppio isolamento, nelle condizioni specificate dalle norme relative.

*Supporto* - Staffe, zanche, tubo, profilato di ferro, tasselli e simili, di dimensioni piccole, adatte a realizzare un appoggio cui possono essere ancorati solidamente strumenti di misura, regolatori, tubi, cavi, cassette di giunzione, ecc.

*Supporto esistente* - S'intende un appoggio disponibile (strutture metalliche, terreno livellato, strutture prefabbricate, superfici metalliche ecc.) su cui possono essere ancorate parti di un impianto senza interposizione di opere accessorie.

*Supporto artificiale* - S'intende l'opera necessaria (colonnine, telai in profilato di ferro, portali, mensole

d'acciaio, ecc.) per fissare l'apparecchiatura quando non è disponibile un "supporto esistente" o se disponibile, questo non è ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

*Fissaggio* - Qualunque opera accessoria che consente di fissare accuratamente lo strumento, cassetta, tubo, ecc., solidamente ad un supporto.

*Passerelle* - Strutture realizzate con profilati di ferro imbullonati e/o saldati tra loro oppure miste con profilati e lamiera forate o lisce, aventi lo scopo di sostenere i tubetti secondari singoli ed i cavi multipli, le linee per i collegamenti primari, cavi elettrici, ecc.; si rammenta che con le dizioni "passerella verticale" oppure "orizzontale" si deve intendere il piano d'appoggio dei tubi.

*Canaletta* - Elemento prefabbricato di plastica o lamiera entro cui sono posati i tubi ed i cavi.

*Cunicolo* - Scavo con pareti e fondo in muratura o calcestruzzo (questi ultimi possono essere del tipo prefabbricato) adatto a contenere tubi e/o cavi posati sul fondo, oppure staffati sulle pareti o disposti su passerelle.

*Scavo* - Fossa con le pareti e fondo non rivestiti; sul fondo della fossa, previa interposizione di una fila di mattoni, sono interrati cavi multipli.

*Livello del piano d'installazione* - S'intende la quota rispetto al terreno, alla quale possono essere installate parti dell'impianto e/o apparecchiature.

*Livello del piano di lavoro* - S'intende la quota rispetto al terreno, e piano sul quale il personale e le relative attrezzature possono poggiare; dove richiesto, il piano di lavoro provvisorio (come impalcature, ponteggi vari, ecc.) necessari per eseguire i lavori d'installazione di parti dell'impianto o di apparecchiature, sarà a carico dell'Installatore, il quale sarà tenuto a provvedere anche ad eventuali prestazioni di scale a mano o di altro tipo, che consentano l'accesso al piano di lavoro.

## **2. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI**

### **2.1 Note generali**

Gli impianti devono essere realizzati in ogni loro parte e nel loro insieme in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione.

In particolare deve essere rispettato quanto elencato alle voci seguenti, compreso successivi aggiornamenti anche se non specificati.

### **2.2 Leggi e decreti**

I principali provvedimenti legislativi che riguardano la sicurezza per la prevenzione infortuni, inerenti il settore elettrico, sono:

- Legge n. 1341 del 13/12/1964 "Linee elettriche aeree Esterne"

- Legge n. 186 del 01/03/1968 “Disposizioni concernenti materiali e impianti elettrici”
- Legge n. 791 del 18/10/1977 “Attuazione della direttiva del Consiglio della Comunità Europea (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”
- DM del 15/12/1978 “Designazione del Comitato Elettrotecnico Italiano di normalizzazione Elettrotecnica ed Elettronica”
- DM del 5/10/1984 “Attuazione della direttiva (CEE) n. 47 del 16/1/1984 che adegua al progresso tecnico la precedente direttiva (CEE) n. 196 del 6/2/1979 concernente il materiale elettrico destinato ad essere impiegato in atmosfera esplosiva già recepito con il Decreto del Presidente della Repubblica 21/7/1982 n. 675”
- Legge n. 818 del 7/12/1984 “Nulla osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, modifica agli Articoli 2 e 3 della Legge 4/3/1982 n. 66 e norme integrative all’ordinamento del corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco”
- DM dell’8/3/1985 “Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendio ai fini del rilascio del Nulla osta provvisorio di cui alla Legge 7/12/1984 n. 818”
- DM del 27/3/1985 “Modificazioni al decreto Ministeriale 16/2/1982, contenente l’elenco dei depositi e industrie pericolosi, soggetti alle visite e controlli di prevenzione incendi”
- Legge n. 46 del 5/3/1990 “Norme per la sicurezza degli impianti”
- Direttiva 06/95/CEE del 12-12-2006 “Riguardante la marcatura CE del materiale elettrico”
- DPR 392 del 18-4-94 “Emendamenti alla legge 46/90 e al DPR 447”
- DPR n. 459 24/07/1996 “Regolamento per l’attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti di riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relativi alle macchine”
- D.Lgs. n. 615 12/11/1996 “Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalle direttive 92/ 31/ CEE, 93/ 68/ CEE, 93/97/ CEE”
- D.Lgs. n. 626 25/11/1996 “Attuazione della direttiva 93/68/CEE (che notifica la direttiva 73/23/CEE) in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato all’essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”
- D.Lgs. n. 277 del 31/07/1997 “Modificazioni del decreto legislativo 25 novembre 1996, n. 626 recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”

- DPR n. 126 del 23/03/1998 “Regolamento recante norme per l’attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera esplosiva”
- DM del 5/05/1998 “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne”
- D.Lgs. n. 79 del 16/03/1999 “Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica”
- Legge n. 36 del 22/02/2001 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”
- DPR n. 462 del 22/10/2001 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”
- DM n. 37 del 22/01/2008 “Regolamento concernente l’attuazione dell’art. 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”
- D.Lgs. n. 81 del 9/04/2008 e smi “Testo unico sulla sicurezza”.
- Le disposizioni del Locale Comando dei Vigili del Fuoco, del distributore di energia elettrica ENEL, TELECOM, A.U.S.L., ARPA, ecc..

### **2.3 Normativa tecnica**

L’Ente normatore nazionale per il settore elettrico ed elettronico è il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano). Esso ha lo scopo di stabilire:

- i requisiti che devono avere i materiali, le macchine, le apparecchiature e gli impianti elettrici affinché corrispondano alla regola di buona elettrotecnica;
- il livello minimo di sicurezza per impianti e apparecchi per la loro conformità giuridica alla regola d’arte;
- i criteri con i quali detti requisiti debbono essere provati e controllati.

Si riportano a titolo esemplificativo alcune norme CEI:

- Norma CEI 0-2 “Guida alla documentazione di progetto degli impianti elettrici”
- Norma CEI 0-16 “Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”

- Norma CEI 11-1 “Impianti elettrici con tensione superiore ad 1 kV in corrente alternata”
- Norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica Linee in cavo”
- Norma CEI 11-46 “Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa”
- Norma CEI 11-47 “Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa” Dicembre 2008
- Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”
- Norma CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell’induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”
- Norma CEI EN 50086 2-4 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati”
- Norma CEI 17-13 fasc. 1433: “Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione”;
- Norma CEI 23-51“fasc. 2731: “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”;
- Norma CEI 20-20 fasc. 663: “Cavi isolati in polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V”;
- Norma CEI 20-13: “Cavi isolati in gomma butilica con grado di isolamento superiore a 3”;
- Norma CEI 20-22: Prova dei cavi non propaganti l’incendio”;
- Norma CEI 23-8: “Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori”;
- Norma CEI 23-14: “Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori”;
- Norma CEI 23-18 (fasc. 532): “Interruttori differenziali per usi domestici e similari”;
- Norma CEI 23-5: “Prese a spina per usi domestici e similari”;
- Norma CEI 23-3: “Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari”;
- Norma CEI 64-9 (fasc. 1020): “Impianti elettrici negli edifici civili”;
- Norma CEI 64-50: “Guida CEI edilizia residenziale”;
- Norma CEI 64-51: “Criteri particolari per Centri Commerciali”;



- Norma CEI 64-52: “Criteri particolari per Edifici Scolastici”;
- Norma CEI 64-53: “Criteri particolari per edifici a prevalente uso residenziale”;
- Norma CEI 64-54: “Criteri particolari per locali di pubblico spettacolo”;
- Norma CEI 64-55: “Criteri particolari per Strutture Alberghiere”;
- Norma CEI 64-57: “Impianti di piccola produzione distribuita”;
- Norma CEI 64-12: “Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”;
- Norma CEI EN 62305-1/4:” Norme per la protezione contro i fulmini”;
- Norma CEI 34-21: “Apparecchi di illuminazione”;
- Norma CEI 14-18 fasc. 4125: “Trasformatori trifase di distribuzione di tipo a secco 50 Hz, da 100 a 2500 kVA, con una tensione massima per il componente non superiore a 36 KV. – Parte 2: Prescrizioni supplementari per i trasformatori con una tensione massima per il componente uguale a 36 kV”;
- Norma CEI 17-1 fasc. 4659C: “Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000 V”;
- Norma CEI 17-5 fasc. 1913E: “Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici”;
- Norma CEI 17-6 fasc. 4973: “Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV”;
- Norma CEI 17-11 fasc. 2097E: “Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili”;
- Norma CEI 17-21 fasc. 4032: “Prescrizioni comuni per l’apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione”;
- Norma CEI 70-1 fasc. 1915E: “Gradi di protezione degli involucri. (Codice IP)”;
- Norma CEI 100-2: “ Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni”;
- Norma CEI 100-7: “ Guida per l’applicazione delle norme sugli impianti di ricezione televisiva”;
- Norma CEI 103-1: “Impianto telefonici interni”;
- Norma EN 60849: “Sistemi elettroacustici applicati ai servizi di emergenza”;

- Norma CEI UNI EN 12464-1: “Illuminazione di interni con luce artificiale”;
- Norma UNI EN 1838: “Illuminazione di emergenza”;
- Norma UNI 9795: “Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme incendio”;
- Norma CEI 306-2: “ Guida per il cablaggio per telecomunicazioni e distribuzione multimediale negli edifici residenziali”;
- Norma CEI 306-10: “ Sistemi di cablaggio strutturato: Guida alla realizzazione ed alle norme tecniche”;
- Norma CEI 64-14: “ Guida alle verifiche degli impianti elettrici”;
- Norma CEI 11-27: “ Lavori su impianti elettrici”;
- Norma CEI 11-48: “ Esercizio degli impianti elettrici”;
- Norma CEI 79-3: “ Norme particolari per Impianti antieffrazione e antintrusione”;

**Le Norme si intendono quelle vigenti alla data di sottoscrizione del contratto da parte dell'Appaltatore.**

## **2.4 Direttive comunitarie**

Tutti i componenti e gli impianti utilizzati nella costruzione dell'impianto dovranno essere conformi alle direttive comunitarie vigenti. In particolare per quanto riguarda le macchine ed i componenti di sicurezza, queste dovranno possedere i requisiti stabiliti dal DPR 459/96 (Direttiva Macchine), quest'ultimo come modificato/abrogato dalla Direttiva 2006/42/CE (Nuova Direttiva Macchine) - Dlgs 17/2010.

## **2.5 Marcatura CE**

In base alla direttiva 93/68 in materia di marcatura CE del materiale elettrico di bassa tensione, recepita dal Decreto Legislativo 25 novembre 1996 n. 626 (pubblicato sul supplemento ordinario della G.U. del 14/12/96), tutto il materiale elettrico utilizzato per la costruzione dell'impianto elettrico deve essere marcato CE. Il presente capitolato speciale d'appalto si intende integrato in ogni articolo dalle disposizioni intervenute a seguito della Legge 415/98, quest'ultima come

modificata/abrogata dal Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE" (G.U. n. 100 del 2 maggio 2006).

### *3. Materiali e accessori di montaggio*

La fornitura comprende tutti i materiali accessori di montaggio che si renderanno necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature.

Qui di seguito sono riportati alcuni tra i più comuni "materiali accessori di montaggio" usati; l'elenco deve essere inteso come indicativo e non limitativo: - supporti, tasselli, staffette, zanche in profilato di ferro, collari d'acciaio piatto e graffette di fusione o in profilato, chiodi a sparo, viti, dadi e bulloni, nastro metallico rivestito di PVC, targhette metalliche e/o di plastica d'identificazione, pick, nastro di teflon, nastri di gomma e di neoprene, nastri tipo scotch, nastri e tubetti sterlingati, morsetti concentrici, capicorda a compressione, treccia flessibile per la messa a terra, staffe, zanche per il fissaggio dei terminali dei cavi, elettrodi, fluidi lubrificanti, ecc.

I materiali accessori di montaggio non saranno contabilizzati separatamente poiché la loro incidenza dovrà intendersi compresa nella voce principale cui si riferisce.

Per attrezzi la cui dotazione d'uso è compresa nel prezzo della manodopera, s'intendono gli attrezzi portatili e da banco d'uso singolo (per es. martelli; tenaglie, pinze, cacciavite, trapani, martelli demolitori, filiere, banchi da lavoro, pennelli, spruzzatori, saldatrici, secchi, recipienti, attrezzatura personale antinfortunistica, ecc.).

Sono comprese inoltre le prestazioni di trabattelli, scale e quant'altro necessario, per eseguire le opere nel rispetto delle norme antinfortunistiche.

Al termine dei lavori dovranno inoltre essere lasciate come scorta alcuni materiali di consumo come fusibili, lampade di segnalazione, vetri per pulsanti, ecc. nella misura minima del 10 % di quanto installato.

### **5.1 Trattamenti superficiali**

I cicli di verniciatura da adottare, in funzione sia del tipo d'aggressione ambientale che delle varie funzioni e operazioni assegnate alle opere, sono i seguenti:

- verniciature a base di resine epossidiche
- verniciature a base di resine poliesteri
- verniciature a base di resine poliuretaniche
- verniciature a base epossidiche e viniliche
- verniciature a base di cloro caucciù

Qualora si voglia procedere a proteggere le opere metalliche con rivestimenti anti corrosivi di diversa natura, si dovrà darne espressa motivata ragione in sede di presentazione dei cicli di verniciatura.

## **5.2 Verniciatura**

I lavori di verniciatura dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con idonei materiali e con esperte maestranze.

In particolare, le superfici da proteggere dovranno essere preventivamente sottoposte ad un trattamento idoneo a rimuovere completamente da tutte le zone, ivi comprese quelle di difficile accessibilità, ossido, scorie residue dai cordoni di saldatura, incrostazioni e depositi di varia natura.

I lavori che la D.L. giudicherà non eseguiti a perfetta regola d'arte dovranno essere rifatti o ripristinati a cura e spese dell'Appaltatore.

## **5.3 Materiali**

Tutti i prodotti di consumo, quali diluenti, vernici, solventi, ecc. potranno essere utilizzati soltanto se contenuti in confezioni sigillate, direttamente provenienti dalla fabbrica della Società produttrice delle vernici. Le vernici, sia fornite già mescolate, sia fornite con gli ingredienti in recipienti separati, prima dell'uso, dovranno essere preventivamente mescolate o miscelate al fine di renderle omogenee e di consistenza uniforme.

Durante l'applicazione dovranno essere frequentemente agitate. La diluizione, qualora necessaria, dovrà essere fatta esclusivamente con il tipo di diluente consigliato dal fornitore di vernici e nella quantità raccomandata. L'aggiunta di diluente dovrà avvenire durante il processo di miscelatura ad omogeneizzazione delle vernici.

## **5.4 Colori**

I colori saranno a scelta della D.L.

## **5.5 Collaudi delle verniciature**

Le verniciature saranno sottoposte ad appropriati collaudi, secondo UNI 4715 e DIN 53151, al fine di:

- verificare lo spessore complessivo degli strati applicati, con media di dieci misure campione entro una superficie di due metri quadri circa.
- continuità, con assenza di lesioni e porosità dello strato applicato.

- verificare composizione, diluizione, catalisi, ecc.

### **5.6 Garanzie sulle verniciature**

L'Appaltatore garantirà che i rivestimenti saranno in tutto conformi alle presenti prescrizioni e garantirà che la durata del rivestimento protettivo, sarà almeno di dodici mesi dal certificato di fine lavori.

Entro tale periodo l'Appaltatore si deve impegnare a rifare la verniciatura, compresa la pulizia della superficie d'acciaio, in tutti quei punti, e per l'entità richiesta, in cui esistono anomalie che non sono compatibili con la durata di detto rivestimento.

Tale rifacimento dovrà essere effettuato interamente a carico dell'Appaltatore, nei termini di volta in volta notificati dalla Committente o dalla D.L.

### **5.7 Zincatura a caldo**

La zincatura a caldo, ove prevista, dovrà essere realizzata in accordo alla norma UNI 5744-66.

Il ciclo di processo della zincatura sarà:

- sgrassaggio delle superfici
- lavaggio delle superfici
- decapaggio acido delle superfici
- zincatura, con ricoprimento minimo di 450 g/m<sup>2</sup>.

### **5.8 Materiale inox**

Solitamente i materiali saranno in acciaio inox, d'opportuna composizione, tale in ogni modo da essere compatibile con la corrosività che può derivare dall'ambiente circostante e dal tipo d'utilizzo della struttura stessa.

La finitura esterna degli acciai inox dovrà essere liscia, vale a dire priva di lavorazioni precedenti. Solo nell'ipotesi che, le parti in vista degli acciai inox presentino evidenti segni delle lavorazioni, allora le superfici dovranno essere "spazzolate". Si ricorda che, in ogni modo, la bulloneria all'esterno dovrà essere inox, rondelle e dadi compresi.

### **5.9 Altre opere**

Sono pure comprese e compensate nelle rispettive voci tutte le seguenti opere:

- Pulizia ed ingrassaggio di parti a contatto ed in scorrimento e filettature ossidatesi dal momento della presa in consegna e durante il montaggio, ed eventuali piccole riparazioni derivate da incidenti di trasporto od altro; esecuzione di tutti i collaudi elencati dagli articoli riguardanti il collaudo degli impianti, compresi il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie.
- Risarcimento alla Committente per spese che la stessa incontrerà per riparazioni di danni a strumenti, apparecchiature e lo stesso ad opere già eseguite; (tali danni saranno addebitati all'Impresa stessa alle condizioni richieste per il ripristino delle opere danneggiate). Protezione con mezzi idonei ed approvati dalla Direzione Lavori, delle apparecchiature e strumenti che potrebbero essere danneggiati sia in fase di montaggio sia in fase di normale manutenzione delle tubazioni ed apparecchiature di processo. Allineamento e taratura degli strumenti anche se installati da altri. Esecuzione di tutti i collaudi d'isolamento e funzionamento con l'impiego, il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie che devono essere di fornitura dell'Installatore. Esecuzione di tutte quelle modifiche e rifacimenti, conseguenti al mancato rispetto da parte dell'Impresa delle specifiche, norme disegni e ad errate operazioni di montaggio ed a necessità derivanti dalla mancata osservanza delle istruzioni impartite dall'incaricato della Committente.

### **5.10 Coordinamento con le opere di specializzazione edile e di altre imprese appaltatrici**

Per le opere, lavori, o predisposizioni di specializzazione edile e di altre opere non facenti parte del ramo d'arte della ditta appaltatrice ed escluse dall'appalto, le cui caratteristiche esecutive, funzionali, installative, siano subordinate ad esigenze dimensionali o funzionali degli impianti oggetto dell'appalto, è fatto obbligo alla ditta appaltatrice di rendere note tempestivamente all'Amm.ne appaltante le anzidette esigenze, onde la stessa Amm.ne possa disporre di conseguenza. Si raccomanda inoltre la necessità della più stretta collaborazione con le altre imprese eventualmente operanti nel cantiere, al fine di non determinare ritardi od arrecare intralcio di qualsiasi genere nello svolgimento dei lavori di ciascuno, e di consentire l'esecuzione di ogni opera a perfetta regola d'arte. Competono all'impresa aggiudicataria delle presenti opere, gli eventuali collegamenti delle apparecchiature elettriche installate o fornite dall'impresa termoidraulica. Questa potrà inoltre fornire parti elettriche relative a sue apparecchiature, da installarsi entro quadri, ecc.

## **4. LIVELLI DI TENSIONE E CARATTERISTICHE DEL SISTEMA D'ALIMENTAZIONE**

I livelli di tensione, con le tolleranze previste dalle norme adottate e le caratteristiche del sistema

d'alimentazione saranno le seguenti:

- Energia elettrica, consegnata interrata
- -Tensione nominale concatenata della distribuzione in BT 400 V  $\pm 10\%$
- Tensione nominale stellata (a vuoto) della distribuzione in BT 230 V  $\pm 10\%$
- Frequenza nominale 50 Hz  $\pm 2\%$
- Sistema di conduttori attivi trifase a quattro fili
- Corrente di c.to c.to trifase ai morsetti dei contatori ENEL 10 kA
- Corrente di c.to c.to fase - neutro ai morsetti dei contatori ENEL 6 kA
- Modo di collegamento a terra, sistema TT
- Potenza installata futura per la singola UI, circa 3,0 kW
- Potenza assorbita futura per la singola UI, circa 3,0 kW .

I vari circuiti sono così alimentati:

- Tensione dei circuiti ausiliari di comando delle bobine 220 Vca  $\pm 10\%$
- Tensione dei circuiti ausiliari di comando delle segnalazioni 24 Vca  $\pm 10\%$
- Tensione dei circuiti ausiliari d'emergenza 220 Vcc  $\pm 15\%$

Fattore di potenza: l'impianto deve essere predisposto per garantire un fattore di potenza medio mensile nel punto di consegna del distributore (ENEL o equivalente) pari o superiore a 0,9.

Valgono comunque le disposizioni impartite dal gestore di rete all'atto di connessione alla rete di distribuzione e quanto indicato nelle Norme CEI 0-16 e CEI 0-21

## 5. DEFINIZIONE DI IMPIANTO ELETTRICO

### 5.1 Definizione

Insieme dei componenti elettrici elettricamente associati al fine di soddisfare a scopi specifici e aventi caratteristiche coordinate.

Fanno parte dell'impianto elettrico tutti i componenti elettrici non alimentati tramite prese a spina; fanno parte dell'impianto elettrico anche i componenti utilizzatori fissi alimentati tramite prese a spina destinate unicamente alla loro alimentazione (CEI 64-8/2).

### 5.2 Origine dell'impianto

L'impianto elettrico di cui al punto precedente ha origine nel punto di consegna dell'energia elettrica da parte dell'ente distributore (ENEL).

## *6. PRESENTAZIONE DEL CAMPIONARIO, PROVE, DISPONIBILITÀ E REPERIBILITÀ DEI MATERIALI*

### **6.1 Campionario**

L'Amministrazione ove lo ritenga necessario, richiederà all'Impresa il campionario di determinati materiali di normale commercio che essa intende impiegare nell'esecuzione degli impianti. Ogni campione deve essere numerato, deve portare un cartello col nome dell'Impresa ed essere elencato in apposita distinta. La presentazione di campioni non esime l'Impresa dall'obbligo di sostituire quei materiali che, pur essendo conformi ai campioni, non fossero corrispondenti alle prescrizioni del Capitolato Speciale d'Appalto.

### **6.2 Prove e verifiche**

Sono a carico dell'Appaltatore le spese per prove, esami, verifiche, esperienze saggi e prelevamento, preparazione ed invio di campioni di materiali forniti, agli Istituti autorizzati di prova indicati dall'Amministrazione appaltante, nonché il pagamento delle relative spese e tasse con il carico della osservanza sia delle vigenti disposizioni regolamentari per le prove dei materiali da costruzione in genere, sia di quelle che potranno essere emanate durante il corso dei lavori e così anche durante le operazioni di collaudo.

L'impresa non potrà mai accampare pretese di compensi per eventuali ritardi o sospensioni dei lavori che si rendessero necessari per gli esami di cui al punto precedente. Qualora per l'urgenza di porre a termine i lavori nel tempo stabilito o nei casi di forza maggiore, l'Impresa abbia, a suo rischio e pericolo, continuato i lavori in pendenza di conoscere l'esito dell'esame di cui sopra e questo sia negativo o non conforme alle prescrizioni del presente capitolato, la Ditta stessa dovrà provvedere a sue totali spese alla rimozione dei materiali stessi entro 10 giorni dalla data dell'ordine di servizio, emesso dalla D.L., con cui la medesima viene edotta dei risultati delle prove.

### **6.3 Certificazione materiali**

Per tutti i materiali dei quali è prevista certificazione o altro, copia di detti documenti deve essere consegnata alla D.L. almeno una settimana prima della messa in opera.

### **6.4 Disponibilità**

Nell'esecuzione dell'impianto elettrico l'Impresa è tenuta ad utilizzare apparecchiature normalmente presenti e reperibili sul mercato o facilmente sostituibili con altre di pari caratteristiche.



## 7. DOCUMENTAZIONE E COLLAUDO IMPIANTO

### 8.1 Documentazione preliminare

L'impresa, prima dell'esecuzione dei lavori, dovrà eseguire il controllo rigoroso degli elaborati di progetto delle opere e dei relativi calcoli, approntando se necessario, in accordo con la stazione appaltante e con l'autorizzazione del progettista, eventuali integrazioni o modifiche per l'esecuzione in cantiere a perfetta regola d'arte, non comportanti comunque aumenti economici del quadro di spesa. Tutti i disegni di progetto e le specifiche eventualmente fornite dal committente dovranno essere controllati ed accettati dall'Appaltatore che ne assumerà relativa responsabilità, controfirmandoli per accettazione.

L'impresa dovrà inoltre trasmettere, prima della messa in opera, tutta l'ulteriore documentazione e piani necessari per una consegna ed un montaggio a regola d'arte.

Si indicano ad esempio:

- dati costruttivi ancora necessari
- disegni di posizionamento di tutti i gruppi di potenza dimensionamento e qualità dei quadri a secondo
- delle installazioni e la loro posizione, con una visibile disposizione delle installazioni all'interno dei quadri stessi;
- descrizione e documentazione tecnica delle apparecchiature utilizzate;
- disegni di montaggio per le costruzioni ecc.;
- schemi complessivi funzionamento per tutti i capitoli con cablaggi ivi riportati;
- schemi logici commentati oppure liste di sequenza per tutti i comandi elettrici;
- schemi di regolazione commentati;
- schemi elettrici per unità tipiche;
- fogli caratteristici per le apparecchiature più importanti secondo il desiderio della DD.LL.
- liste delle apparecchiature per l'intero volume di consegna, suddivisi per gruppi di potenza e stazioni
- (utilizzabili quale documentazione dello stato finale), con specificazione del tipo, modello, numero, ecc.;
- documentazione dei cablaggi, composta da elenchi cablaggio verificati e completati secondo il modello

- tratto dai piani dettagliati dei tracciati dei cablaggi;
- altre documentazioni a richiesta della DD.LL.

Tutti gli ulteriori piani e documenti, , dovranno essere consegnati a cura dell'Impresa e sottoposti alla DD.LL. e al suo rappresentante autorizzato per l'approvazione. L'approvazione della documentazione dell'Impresa da parte della D.L. non solleva quest'ultima dal proprio obbligo di garanzia.

Nessun onere o compenso aggiuntivo sarà riconosciuto all'impresa per quanto previsto nel presente paragrafo, restando espressamente convenuto che di questi oneri è stato tenuto conto nello stabilire i prezzi dei lavori a misura, a corpo e in economia.

## 8.2 Documentazione finale

A fine lavori, l'Appaltatore consegnerà alla D.L. la documentazione esecutiva di quanto eseguito, composta dai seguenti fascicoli:

Fascicolo	Descrizione Documento
A	Impianto elettrico: certificati previsti dal D.M.n°37 del 22 gennaio 2008. Dichiarazione di conformità completa degli allegati
B	Impianto elettrico: operazioni di verifica Relazione sulle operazioni di verifica previste dal Capitolato Speciale Appalto e/o norme CEI vigenti
C	Impianto elettrico: certificati prove di tipo <ul style="list-style-type: none"><li>• Certificati delle prove di tipo, previsti dalle prescrizioni</li><li>• Verifiche e prove sui quadri AS, ANS, ASD (CEI 1713/1 tab. 7)</li><li>• Omologazioni apparecchiature e materiali oggetto di specifiche norme</li></ul>

D	<p>Impianto elettrico: disegni e schemi esecutivi</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Schemi unifilari e funzionali di tutti i quadri</li><li>• Schema dell'impianto di terra</li><li>• Schema topografico impianti speciali</li><li>• Schema delle vie cavo interrato, aeree, sotto traccia</li><li>• Schema topografico delle utenze installate</li><li>• Planimetria generale dell'impianto</li></ul>
E	<p>Impianto elettrico: tabelle riepilogative</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dati dei cavi (sezione, lunghezza, nome..)</li><li>• Elenco componenti standard</li></ul>
F	<p>Impianto elettrico: depliant illustrativi</p> <p>Raccolta di tutti i depliant illustrativi dei componenti utilizzati (interruttori, cavi, tubi, scatole, contattori .... ). La raccolta deve essere accompagnata da una tabella riassuntiva composta dai seguenti campi:</p> <p>Tipo, Modello, Marca, Fornitore</p>
G	<p>Monografia apparecchiature elettromeccaniche, e speciali</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Marca, modelli, depliant, dati tecnici e norme di manutenzione</li><li>• installazione delle apparecchiature, manuali di programmazione ed uso.</li><li>• Tabella di cui al punto precedente</li></ul>

### **8.3 Modalità di presentazione**

Tutti i disegni e gli schemi dovranno essere prodotti su supporto magnetico, in formato AutoCAD®; relazioni, tabelle, ecc. saranno in formato Word® ed Excel®.

Tutta la documentazione dovrà essere presentata in almeno 3 copie su carta bianca e 1 copia su carta lucida riproducibile per i disegni.

La documentazione tecnica di cui ai punti "A" dovrà essere controfirmata dal Legale rappresentante dell'Impresa.

Quella invece prevista ai punti "B", "C", "D", "E", "F", "G", dovrà essere controfirmata dal Responsabile tecnico dell'impresa.

La raccolta di depliant di cui alla precedente voce F deve essere limitata solo alle pagine riportanti apparecchiature effettivamente installate nell'impianto.

Si evidenzia che la mancata presentazione di tutta la documentazione nelle forme sopraindicate, sarà pregiudizievole per la stesura del Certificato di Regolare esecuzione o di quello di Collaudo.

Di tutti gli oneri derivanti dalla predisposizione di quanto sopra indicato è stato tenuto conto nello stabilire i prezzi di tariffa, per cui nessun altro compenso spetta all'Appaltatore.

### **8.4 Collaudo tecnico funzionale degli impianti.**

L'impresa dovrà nominare a propria cura e spese, un tecnico collaudatore abilitato ai sensi di legge, il quale dovrà effettuare il collaudo tecnico funzionale degli impianti realizzati. Ogni onere derivante, compreso ogni assistenza, sarà a carico dell'impresa.

## **8. NORME TECNICHE RELATIVE A MATERIALI, COMPONENTI E POSA IN OPERA**

### **8.1 Premessa**

Le seguenti prescrizioni vanno intese come prescrizioni principali e fondamentali da utilizzarsi nella realizzazione dell'impianto elettrico.

Per i dettagli operativi, l'Impresa dovrà osservare scrupolosamente quanto riportato negli elaborati di progetto ed in particolare nei Dettagli Tipici d'Installazione e nelle Prescrizioni Tecniche.

### **8.2 Qualità dei materiali**

Tutti i materiali, gli apparecchi e / o apparecchiature impiegate negli impianti elettrici devono essere adatti

all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere sottoposte durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono avere caratteristiche e dimensioni tali da rispondere alle relative norme CEI e tabelle d'unificazione CEI - UNEL, ove queste esistono; inoltre, gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia CEI e la lingua Italiana.

### **8.3 Verniciatura dei componenti**

La verniciatura dei componenti dovrà essere a regola d'arte prevedendo ai necessari trattamenti (pulizia,

carteggio, aggrappante) per garantire la perfetta aderenza della vernice.

In particolare, lo strato di vernice deve essere in grado di resistere ad operazioni di graffiatura, eseguita con accessori non metallici.

Nel caso di danneggiamenti allo strato di verniciatura, dovrà essere sostituito l'intero componente prevedendo il suo riutilizzo solo dopo aver rifatto il processo di verniciatura.

Le operazioni di verniciatura non devono essere eseguite in cantiere e tanto meno sui componenti montati. E' vietato procedere alla verniciatura delle guaine flessibili.

### **8.4 Protezioni meccaniche dei conduttori**

I conduttori elettrici devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni possono essere, tubazioni di vario tipo, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile.

Non sono ammessi conduttori posati direttamente sotto intonaco, se non del tipo Pyrotenax® ed espressamente concordato con la D.L.

Nei locali chiusi assimilabili agli edifici civili ed espressamente previsto dal progetto, gli impianti elettrici si eseguiranno prevalentemente sotto traccia con tubi protettivi in materiale termoplastico auto rinvenente.

### **8.5 Protezione dei componenti elettrici dai raggi solari**

Per il posizionamento esterno di quadri elettrici, scatole di derivazione, pulsantiere e strumenti di misura

l'Impresa dovrà prendere particolari accorgimenti in modo da evitare che nel corso della giornata tali componenti siano colpiti direttamente dai raggi solari.

### **8.6 Chiusura delle canaline porta cavo**

Le canaline sono previste con coperchio di chiusura.

La chiusura dei coperchi deve avvenire in modo affidabile e sicuro utilizzando le sole modalità previste dal Costruttore.

Non è consentito utilizzare viteria addizionale per bloccare i coperchi.

Il coperchio deve essere smontabile secondo le indicazioni del Costruttore.

A questo scopo la canalina deve avere lo spazio libero laterale necessario ad eseguire l'operazione.

### **8.7 Allacciamento a scatole di derivazione, prese, pulsantiere e strumenti**

Gli allacciamenti elettrici effettuati con tubo, guaina o anche solamente con l'utilizzo del cavo, a componenti

elettrici montati in posizione verticale, deve avvenire preferibilmente dal basso.

Il foro d'entrata del cavo nel componente deve essere sulla superficie orizzontale inferiore del componente elettrico.

### **8.8 Montaggio di tubi rigidi e flessibili**

Nel montaggio dei tubi rigidi e flessibile è necessario procedere al piegamento dei tubi rigidi ricorrendo a

pezzi speciali, come curve e manicotti, solo quando il piegamento del tubo è impossibile.

Nella posa dei tubi rigidi o flessibili è necessario che gli stessi percorrano percorsi paralleli

equidistanti, sia in prossimità di tratti rettilinei, sia in prossimità di curve.

### **8.9 Allacciamento d'utenze elettriche in generale.**

Per l'allacciamento di motori, strumenti e utenze elettriche in generale deve essere utilizzato, nella parte

terminale, un tratto di tubo flessibile in modo da ridurre le vibrazioni trasmesse dal motore ai giunti della via cavi ed in modo da favorire le operazioni di sostituzione del componente elettrico ed utilizzando appositi raccordi muniti di gommino intermedio di tenuta (RTGamma).

### *9. GRADI DI PROTEZIONE MECCANICA DELLE APPARECCHIATURE E DEI MATERIALI*

Il grado di protezione meccanica minimo degli equipaggiamenti elettrici e strumentali è come di seguito indicato:

	Interno	Esterno
Quadri elettrici (con porte chiuse):	IP41	IP 55
Quadri elettrici (con porte aperte):	IP 20	IP 20
Apparecchiature elettriche:	IP 40	IP 55
Torrette a pavimento	IP 52	
Motori elettrici:	IP 54	IP 55
Apparecchi illuminanti per uffici:	IP 20	
Apparecchi illuminanti per sale e zona pubblico:	IP 40	
Apparecchi illuminanti per zone tecniche		

## 10. TUBAZIONI

### 10.1 Generalità

Ad integrazione e completamento di quanto la rappresentazione grafica consente di indicare si precisa quanto segue:

La posa sarà eseguita in modo ordinato secondo percorsi orizzontali o verticali, paralleli o perpendicolari a pareti e/o soffitti, senza tratti obliqui ed evitando incroci o accavallamenti non necessari.

Saranno evitate le giunzioni su tubi di tipo corrugato o di tipo flessibile o di diametro diverso.

Per le giunzioni fra tubazioni rigide e tubazioni flessibili, saranno impiegati gli adatti raccordi previsti allo scopo dal costruttore del tubo flessibile.

Negli impianti in vista (generalmente stagni) l'ingresso di tubi in cassette, contenitori e canalette avverrà tramite adatto pressa tubo senza abbassare il grado di protezione previsto.

Per consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori il rapporto fra il diametro interno del tubo

protettivo ed il diametro del fascio di cavi contenuti sarà almeno pari a:

- 1,4 per le linee luce, FM e simili;
- 1,6 per le linee telefoniche;
- 2,5 per i cavi coassiali d'impianto TV.

Il diametro delle tubazioni non sarà comunque inferiore a 16 mm. o a quello riportato sui disegni di progetto.

Analogamente le dimensioni delle canalette porta cavi non saranno inferiori a quelle riportate sui disegni e, salvo diversa indicazione o in assenza di dimensione, le canalette saranno dimensionate per portare i cavi su un unico strato.

Sempre allo scopo di facilitare l'infilaggio non saranno eseguite più di due curve, o comunque curve per più di 180° sulle tubazioni protettive senza l'interposizione di una cassetta di transito.

Analogamente nei tratti rettilinei non sarà superata la lunghezza di 10 m senza l'interposizione di una cassetta rompi tratta.

I tubi protettivi e le canalette portacavi devono essere disposte in modo da non essere soggette ad influenze dannose in relazione a sovra riscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc.

Nel vano corsa e nel locale macchine di ascensore e montacarichi, è vietata l'installazione di



condutture estranee all'impianto di ascensore e montacarichi.

Dovranno essere lasciate tubazioni di scorta in numero e dimensione sufficiente per i prevedibili ampliamenti dell'impianto.

### **10.2 Tubo isolante rigido pieghevole a freddo, di PVC**

Il tubo sarà autoestinguente, della serie pesante, con grado di compressione minimo di 750 N, conforme alle

tabelle CEI-UNEL, alle norme CEI vigenti e provvisto di marchio italiano di qualità (IMQ). Esso sarà impiegato per la posa in vista (a parete, a soffitto o nel contro soffitto).

Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a bicchiere conformi alle citate norme e tabelle. Non sarà possibile eseguire i manicotti e le curve a caldo, sul posto di posa. Tubazioni e accessori avranno marchio IMQ.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non sarà superiore a 1 m, in ogni caso i tubi devono essere fissati in prossimità d'ogni giunzione e sia prima sia dopo ogni cambiamento di direzione. In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato a caldo con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili; oppure saranno impiegati collari in materiale isolante, con fascetta di bloccaggio del tubo.

Collari e morsetti saranno ancorati a parete o a soffitto mediante viti inox e tasselli di plastica.

Nei locali umidi o bagnati e all'esterno, degli accessori di fissaggio descritti potranno essere impiegati solo quelli in materiale isolante.

Per la posa interrata saranno impiegati tubi in PVC conformi alle norme CEI 23-46 con rinfiacco in calcestruzzo.

### **10.3 Tubo rigido d'acciaio**

Il tubo sarà d'acciaio zincato a caldo con metodo "sendzimir", con riporto di zinco sulla saldatura e con

superficie interna priva di asperità dannose, conforme alle norme CEI vigenti e provvisto di marchio italiano di qualità (IMQ).

Esso sarà impiegato per la posa in vista a parete o a soffitto negli ambienti indicati negli elaborati grafici.

Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a bicchiere conformi alle citate norme e tabelle.

I giunti dovranno essere del tipo rapido, con garanzia della continuità elettrica e guarnizione in elastomero. Tubazioni e accessori avranno marchio IMQ.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non sarà superiore a 1 m, in ogni caso i

tubi devono essere fissati in prossimità d'ogni giunzione e sia prima sia dopo ogni cambiamento di direzione. In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato a caldo con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili.

Collari e morsetti saranno ancorati a parete o a soffitto mediante viti inox e tasselli di plastica.

#### **10.4 Tubo isolante pieghevole ed auto rinvenente di PVC (corrugato)**

Sarà conforme alle norme CEI vigenti, in materiale auto estinguente, di tipo pesante, provvisto di marchio

italiano di qualità.

Sarà impiegato esclusivamente per la posa sotto traccia a parete, a soffitto, o a pavimento, curando che in tutti i punti sia ricoperto da almeno 15 mm d'intonaco, oppure entro pareti prefabbricate del tipo a sandwich od in vista nel contro soffitto.

Non potranno essere eseguite giunzioni se non in corrispondenza di scatole o di cassette di derivazione, se non attraverso appositi giunti in materiale morbido trasparente.

I cambiamenti di direzione saranno eseguiti con curve ampie (raggio di curvatura compreso fra tre e sei volte il diametro nominale del tubo).

Avrà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N.

Al fine di facilitare il riconoscimento immediato delle linee, i tubi isolanti pieghevoli ed auto rinvenenti

dovranno essere diversamente colorati secondo la diverso utilizzo, come di seguito indicato:

- nero: circuiti luce e prese

- verde: linee telefoniche e trasmissione dati
- azzurro: citofonia e video citofonia
- marrone: antintrusione e rivelazione incendi
- viola: amplificazione
- blu: illuminazione di sicurezza, su proprio circuito
- bianco: impianto TV

### **10.5 Tubo flessibile con spirale rigida in PVC (guaina)**

Sarà in materiale auto estinguente e costituito da un tubo di plastica morbida, internamente liscio rinforzato

da una spirale di sostegno in PVC. La spirale avrà caratteristiche (passo dell'elica, rigidità ecc.) tali da garantire l'inalterabilità della sezione anche per il raggio minimo di curvatura (raggio minimo = 2 x diametro interno) ed il ritorno alla sezione originale in caso di schiacciamento. Il campo di temperatura d'impianto si estenderà da -15 °C a +70 °C.

Per il collegamento a tubi d'altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori ecc. saranno impiegati esclusivamente raccordi previsti allo scopo dal costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), anello di tenuta, ghiera filettata di serraggio, controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati. Le estremità dei tubi flessibili non saranno bloccate con raccordi del tipo a clips serrate con viti. Avrà resistenza allo schiacciamento non inferiore a 320 N.

Per posa in vista, il tubo protettivo flessibile, sarà limitato al tratto più breve possibile per consentire il raccordo alla cassetta di derivazione od apparecchiatura. In ogni modo il tubo flessibile non potrà essere impiegato laddove sia possibile impiegare il tubo protettivo rigido.

### **10.6 Tubo flessibile con spirale d'acciaio zincato (GUAINA)**

Sarà costituito da un tubo flessibile a spirale d'acciaio zincato a semplice aggraffatura, con rivestimento

esterno in guaina morbida di PVC auto estinguente, con campo di temperatura d'impiego da -15 °C a +80 °C.

La guaina esterna presenterà internamente delle nervature elicoidali in corrispondenza all'interconnessione fra le spire del tubo flessibile e ciò allo scopo di assicurare una perfetta

aderenza ed evitare che si abbiano a verificare scorrimenti reciproci.

Per i collegamenti a tubi d'altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori ecc., saranno impiegati esclusivamente i raccordi metallici previsti allo scopo del costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), manicotto con filettatura stampata per protezione delle estremità taglienti e per la messa a terra, guarnizione conica, ghiera di serraggio e controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati.

In ogni caso non è ammesso bloccare le estremità del tubo flessibile con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

Per posa in vista, il tubo protettivo flessibile, sarà limitato al tratto più breve possibile per consentire il raccordo alla cassetta di derivazione od apparecchiatura. In ogni modo il tubo flessibile non potrà essere impiegato laddove sia possibile impiegare il tubo protettivo rigido.

### **10.7 Cassette di derivazione stagne in PVC**

Saranno in materiale isolante a base di PVC auto estinguente, con grado di protezione minimo IP 55.

Nei locali umidi o bagnati è ammesso solo l'impiego del tipo di materiale isolante.

Saranno dotate di coperchio con chiusura a vite. Non sono ammessi i coperchi con chiusura a pressione che non richiedono attrezzo per la rimozione.

Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che siano allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali. Saranno fissate a parete o soffitto con non meno di due viti.

Per quanto possibile, si cercherà di unificare i tipi e le dimensioni.

Tutte le tubazioni, protettive entreranno dai fianchi delle cassette. L'ingresso avverrà esclusivamente

attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti.

Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non sarà pertanto superiore a quello dei fori stessi.

Le tubazioni non sporgeranno all'interno della cassetta, poiché ogni tubo dovrà essere innestato per mezzo di un apposito raccordo tubo - scatola ad innesto rapido, senza l'utilizzo d'alcun tipo d'utensile per le forature.

Setti di separazione fissi saranno previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni

nominali diverse.

In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo d'impianto.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori saranno eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese, interruttori ecc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato.

Il serraggio dei conduttori sarà a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio avvitante.

Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati, non deve essere superiore al 70% del massimo disponibile.

Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con sigle poste sulla superficie interna o su quell'esterna del coperchio di ciascuna cassetta in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

### **10.8 Cassetta di derivazione stagne in pressofusione**

Saranno realizzate in pressofusione in alluminio lega UNI 5070, con pareti lisce di spessore superiore a 3

mm.

Avranno grado di protezione minimo IP 55.

Saranno dotate di coperchio con chiusura a vite e guarnizione in neoprene.

Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che siano allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali. Saranno fissate a parete o soffitto con non meno di due viti.

Per quanto possibile, si cercherà di unificare i tipi e le dimensioni. Tutte le tubazioni, protettive entreranno dai fianchi delle cassette.

Le tubazioni non sporgeranno all'interno della cassetta, poiché ogni tubo dovrà essere innestato per mezzo di un apposito raccordo tubo - scatola ad innesto rapido, senza l'utilizzo d'alcun tipo d'utensile per le forature.

Le tubazioni saranno collegate alla cassetta per mezzo di un apposito raccordo tubo - scatola o

mediante filettatura da realizzarsi direttamente sulla parete della stessa. I bordi delle tubazioni saranno lisciati, onde evitare il danneggiamento delle guaine dei conduttori nelle operazioni di infilaggio e sfilaggio.

In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo d'impianto.

All'interno delle cassette saranno predisposte una o più viti per la messa a terra e pratiche guide per l'applicazione di profilati tipo DIN o morsettiere. Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori saranno eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese, interruttori ecc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato.

Il serraggio dei conduttori sarà a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio avvitante.

Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati, non deve essere superiore al 70% del massimo disponibile.

Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con sigle poste sulla superficie interna o su quell'esterna del coperchio di ciascuna cassetta in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

### **10.9 Casette di derivazione da incasso in PVC**

Saranno in materiale termoplastico autoestinguente, (GWT 650 °C); con grado di protezione IP 40, o per

l'impiego in locali umidi o bagnati, con grado di protezione IP 55 per realizzare impianti incassati stagni.

Saranno di grande capacità, previste per la realizzazione di colonne montanti o derivazioni principali; predisposte per l'inserimento di separatori per la suddivisione di circuiti diversi; coperchi lisci a filo del rivestimento esterno, od eventualmente alti per il raccordo tra impianto incassato ed impianto esterno. In ogni caso il coperchio sarà con chiusura vite.

Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che siano allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali, saldamente fissate con malta cementizia. Particolare cura ed attenzione si dovrà avere affinché le cassette ed in particolare i tubi non siano ostruiti da malta od altro.

Per quanto possibile, si cercherà di unificare i tipi e le dimensioni. Saranno inoltre disponibili

inserti, e raccordi per realizzare insiemi composti.

Tutte le tubazioni, protettive entreranno prevalentemente dai fianchi delle cassette, attraverso le predisposizioni previste dal costruttore e senza praticare ulteriori allargamenti o produrre rotture che indeboliscano la struttura della cassetta.

Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non sarà pertanto superiore a quello già previsto dal costruttore. Le tubazioni che spogeranno all'interno saranno opportunamente tagliate a filo cassetta.

In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo d'impianto.

All'interno delle cassette potranno trovare posto, relè, partitori TV, collettori di terra , ecc.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori saranno eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese, interruttori ecc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato.

Il serraggio dei conduttori sarà a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio avvitante.

Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati, non deve essere superiore al 50% del massimo disponibile.

Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con sigle poste sulla superficie interna o su quell'esterna del coperchio di ciascuna cassetta in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

### **10.10 Canaletta d'acciaio zincato di tipo chiuso**

Essa sarà ottenuta da lamiera d'acciaio protetta con zincatura a fuoco sendzimir oppure, se indicato nel

computo metrico o nella specifica, con zincatura a fuoco per immersione dopo le lavorazioni foratura e piegatura.

I fianchi avranno un'altezza di almeno 75 mm e lo spessore non sarà inferiore a 1,5 mm.

Per la sospensione saranno impiegate, per quanto possibile, mensole ancorate sia a profilati fissati a soffitto, sia con tasselli direttamente a parete in modo da avere sempre un lato libero.

La distanza fra due sostegni non sarà superiore a 2 m e in ogni modo tale che la freccia d'inflessione non sia superiore a 5 mm.

La distanza della canaletta dal soffitto o da un'altra sovrapposta sarà di almeno 20 cm.

Il collegamento fra due tratti avverrà mediante giunti di tipo telescopico o da incastro in modo da ottenere la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi ed evitarne l'abrasione durante la posa oppure impiegando giunti ad angolo di tipo esterni e piastre coprigiunto interne.

Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc., saranno impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, ecc. In ogni caso gli spigoli che possono danneggiare i cavi saranno protetti con piastre terminali copri filo.

Per il collegamento delle varie parti saranno impiegati non meno di quattro bulloni d'acciaio zincato o cadmiato di tipo con testa tonda e larga posta all'interno della canaletta e muniti di rondella.

La canaletta sarà dotata di coperchio fissato o a scatto o mediante moschettoni e asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza agli attraversamenti di pareti.

Nei punti di giunzione, d'ingresso di tubazioni e analoghi sarà mantenuto il grado di protezione.

Gli accessori per la sospensione (mensole, staffe, supporti, ecc.) saranno in acciaio zincato o inossidabile, secondo il grado d'aggressività dell'ambiente o di quanto indicato nel Computo metrico o nella Specifica.

Tutte le minuterie, bulloni, clips, per il bloccaggio del coperchio saranno in acciaio zincato o inossidabile o in nylon.

Per la canaletta zincata per immersione sarà ripristinata la protezione nei punti in cui dovesse essere

indispensabile intervenire con tagli, brusche piegature, fori, ecc., oltre ovviamente alla zincatura per

immersione potranno essere impiegate vernici catodiche rispetto allo zinco, quale minio o cromato di Pb.

Dovranno essere previsti i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI.

### **10.11 Canaletta in materiale plastico**

Essa sarà realizzata in materiale plastico isolante autoestinguento, con grado di protezione del sistema IP 40.



Potrà essere montata a sospensione con mensole ancorate sia a profilati fissati a soffitto, sia con tasselli direttamente a parete od a battiscopa, in modo da avere sempre un lato libero.

Il collegamento fra due tratti avverrà mediante idonei giunti ad incastro, in modo da ottenere la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi e del coperchio di chiusura.

Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc., saranno impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, ecc.

La canaletta sarà dotata di coperchio fissato a scatto ed apribile solo con attrezzo.

Nei punti di giunzione, d'ingresso di tubazioni e analoghi sarà mantenuto il grado di protezione.

Saranno previsti all'interno traversine di trattenuta cavi ed eventuali setti di separazione per realizzare scomparti divisi, come pure cassette coordinate portafrutto o di derivazione.

## *11. CAVI E CONDUTTORI*

### **11.1 Norme vigenti**

- Legge del 1 marzo 1968, n.186.
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI 16-4 - Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori.

### **11.2 Colore d'individuazione dei conduttori**

Nella realizzazione degli impianti per l'individuazione dei conduttori, in particolare per quelli che, negli impianti civili, collegano invertitori e deviatori o l'interruttore al punto luce, dovranno essere seguiti i seguenti criteri:

1. Imposizione del colore giallo - verde esclusivamente per i conduttori di terra o di protezione o equipotenziali.
2. Imposizione del colore blu chiaro per i conduttori di neutro o per il conduttore mediano in corrente continua.
3. Ammissione, per i cavi unipolari senza rivestimento protettivo, dei colori nero, grigio e marrone, arancione, rosa, rosso, turchese, violetto e bianco.

Inoltre per sezioni nominali non superiori a 1 mm<sup>2</sup>, quando destinati ad impieghi particolari quali il

cablaggio all'interno di quadri o apparecchiature, in aggiunta ai nove colori sopra precisati è permessa qualsiasi combinazione bicolore dei colori stessi.

Il colore blu chiaro è di norma riservato all'isolante del conduttore di neutro; nei cavi multipolari, qualora questo conduttore non serva o nei casi in cui esso è identificabile per la sua forma (per esempio il conduttore concentrico), l'anima di colore blu chiaro può essere utilizzata per altre funzioni, esclusa quella del conduttore di protezione.

Quando s'utilizzano cavi unipolari con guaina non è necessaria l'individuazione mediante colorazione continua dell'isolante; tuttavia in questo caso le estremità dei cavi devono essere identificate in modo

permanente durante l'installazione da:

- Fascette o altri elementi di bicolore giallo - verde per il conduttore di protezione;
- Fascette di colore blu chiaro per il conduttore di neutro (questa distinzione può essere omessa per il conduttore di neutro di sezione inferiore a quella dei conduttori di fase corrispondenti).

La tabella che segue riassume quanto più sopra indicato.

Numero delle anime del cavo	Colori distintivi delle anime	
	Cavi con conduttore di protezione	Cavi senza conduttore di protezione
1	giallo / verde	blu chiaro; marrone; nero; grigio; bianco; arancione; rosa; rosso; turchese; violetto
2		blu chiaro marrone o nero
3	giallo / verde; blu chiaro marrone o nero	blu chiaro; marrone nero
4	giallo / verde; blu chiaro marrone; nero	blu chiaro; marrone nero; nero
5	giallo / verde; blu chiaro marrone; nero; nero	blu chiaro; marrone nero; nero; nero

### 11.3 Identificazione

I circuiti e le condutture dovranno essere disposte o munite di targhe o d'altri mezzi appropriati in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche d'impianto.

#### **11.4 Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione.**

I conduttori di neutro e di protezione dovranno essere in accordo con la norma CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori".

#### **11.5 Contrassegno dei cavi**

Ciascun cavo, con la sola esclusione di quelli d'alimentazione dei singoli apparecchi d'illuminazione e prese, sarà opportunamente contrassegnato con codice alfanumerico d'identificazione, in accordo ai documenti di progetto (es. tabelle cavi).

Le targhette d'identificazione riportanti i contrassegni di cui sopra, saranno realizzate con materiale resistente alla corrosione ed installate come segue:

- in corrispondenza di ogni terminale;
- in ogni pozzetto di infilaggio nei percorsi in tubi interrati.

#### **11.6 Isolamento dei cavi**

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale ( $U_0/U$ ) non inferiori a 450/750 V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore.

#### **11.7 Criteri di dimensionamento dei circuiti e delle condutture**

##### ***11.7.1 Sezioni minime e cadute di tensione massime ammesse***

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque apparecchio utilizzatore non sia superiore in pratica al 4% della tensione nominale) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori in funzione delle modalità di posa, ricavate dalle tabelle di unificazione CEI - UNEL.

Si raccomanda che la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque

apparecchio utilizzatore non sia superiore in pratica al 4% della tensione nominale dell'impianto.

Cadute di tensione più elevate possono essere ammesse per i motori durante i periodi di avviamento, o per altri componenti elettrici che richiedano assorbimenti di corrente più elevati, con la condizione che ci si assicuri che le variazioni di tensione rimangano entro i limiti indicati nelle relative Norme CEI.

Possono non essere prese in considerazione condizioni transitorie dovute ad un funzionamento di tipo non ordinario.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per le

condutture fisse, sono:

- 0,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti ausiliari di comando e segnalazione
- 1,5 mm<sup>2</sup> per l'illuminazione di base
- 2,5 mm<sup>2</sup> per derivazioni con o senza prese a spina

La sezione dei conduttori di neutro non deve essere inferiore a quella dei conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori di neutro può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni previste dall'art. 524.3 della norma CEI 64 - 8.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti di impianto da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nelle tabelle seguenti ricavate dalla norma CEI 64 - 8

Tab. 54A <b>Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra</b>		
	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	Vedi Tab. 54 F	16 mm <sup>2</sup> rame 16 mm <sup>2</sup> ferro zincato (*)
Protetti contro la corrosione	25 mm <sup>2</sup> rame 50 mm <sup>2</sup> ferro zincato (*)	
(*) Zincatura secondo la Norma CEI 7 - 6 oppure con rivestimento equivalente		

Tab. 54F <b>Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase</b>	
Sezione dei conduttori di fase dell'impianto <i>S (mm)</i>	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione <i>S<sub>p</sub> (mm<sup>2</sup>)</i>
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S_p = S/2$

I valori della Tabella 54F sono validi soltanto se i conduttori di protezione sono costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase. La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della condotta di

alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm<sup>2</sup> se è prevista una protezione meccanica;

- 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista una protezione meccanica.

## **11.8 Prescrizioni tecniche per la realizzazione delle installazioni elettriche - Esecuzione degli impianti**

### ***Condutture e loro accessori***

L'installazione della conduttura deve essere realizzata in modo che sia possibile il controllo dell'isolamento dei conduttori e la localizzazione di eventuali guasti.

Non possono essere annegati direttamente i cavi sotto intonaco e nelle murature; questo vale anche per i conduttori di protezione e di terra.

### ***Coesistenza delle condutture***

Le condutture elettriche, quelle di telecomunicazione, trasmissione dati, ecc., devono essere installate in modo da non generare disturbi reciproci.

Le condutture relative a impianti a bassissima tensione di sicurezza, impianti telefonici, impianti di telecomunicazione e trasmissione dati devono utilizzare tubi, condotti, canalette, cassette e pozzetti indipendenti tra loro e dalle condutture di altro tipo (es. luce e forza motrice).

E' ammessa l'utilizzazione di un unico cunicolo, passerella, condotto, canaletta o percorso interrato solo nei casi in cui questi abbiano dimensioni tali da garantire le distanze di sicurezza richieste e di non influenza reciproca ed i singoli circuiti siano chiaramente identificati.

In particolare, per gli impianti telefonici allacciati alla rete pubblica bisogna verificare se la società telefonica locale richiede la separazione delle condutture relative anche nei confronti degli altri impianti di telecomunicazione.

In ogni caso, nei cunicoli, sulle passerelle, nei condotti e nelle canalette i cavi degli impianti telefonici allacciati alla rete pubblica devono essere intubati.

E' ammessa l'utilizzazione di un unico cunicolo in comune con canalizzazione in natura diversa purché le condutture siano disposte in modo da non essere soggette ad influenze dannose in relazione a sovra riscaldamenti, gocciolamenti, corrosioni, ecc.

### ***Percorso delle condutture***

Le condutture devono essere generalmente realizzate a tratti rettilinei verticali ed orizzontali. I cavi e i conduttori appartenenti ad uno stesso circuito devono seguire il medesimo percorso e, se in tubo, devono essere infilati nello stesso tubo.

Negli attraversamenti di solai, pavimenti, pareti, stipiti di finestre o porte, i cavi devono essere protetti mediante tubi, canalette o similari.

### ***Giunzioni e terminazioni dei conduttori***

Le giunzioni dei conduttori relativi a circuiti elettrici devono essere fatte entro le cassette, mediante morsettiere fisse oppure con morsetti volanti muniti di rivestimento isolante.

I conduttori non devono trasmettere sollecitazioni meccaniche ai morsetti delle prese, delle spine, degli interruttori e degli apparecchi utilizzatori.

Terminazioni realizzate mediante saldatura sono ammesse unicamente nei circuiti con correnti deboli (citofoni, telefono, trasmissione dati, ecc.).

Per gli impianti telefonici, citofonici e di trasmissione dati, non sono ammesse giunzioni intermedie tra due terminali.

### ***Condutture in tubi o condotti***

I cavi e i conduttori in tubo o condotti devono essere sfilabili senza che ne risultino danneggiati.

Le curve dei tubi devono avere un ampio raggio di curvatura e, se necessario, saranno utilizzati appositi raccordi di infilaggio.

Le tubazioni saranno opportunamente distanziate fra loro e provviste di giunti a tre pezzi in modo da rendere agevole lo smontaggio e rimontaggio delle tubazioni stesse ed i loro accessori (cassette, raccordi d'infilaggio, ecc.).

Tutte le tubazioni saranno sicuramente fissate a supporti ed ancorate in modo da evitare spostamenti e fluttuazioni al momento dell'infilaggio cavi.

Gli ancoraggi saranno inoltre opportunamente distanziati in modo da ridurre al minimo le frecce delle tubazioni negli intervalli tra i supporti orizzontali.

La piegatura delle tubazioni sarà effettuata esclusivamente a freddo.

Entro ogni tubazione vuota sarà lasciato un filo di ferro di sufficiente resistenza per essere utilizzato come pilota nella fase successiva d'infilaggio cavi.

### ***Condutture a vista***

L'installazione di condutture in vista può essere prevista solo quando non vi sia pericolo di lesioni o

danneggiamenti meccanici.

Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- a) il fissaggio dei cavi deve essere realizzato solo per mezzo di appositi accessori, es. graffette, disposti in modo da non danneggiare i cavi ed in quantità tale che il cavo aderisca alle pareti e non presenti insellamenti apprezzabili;



- b) gli accessori di fissaggio devono essere privi di spigoli e se metallici devono essere protetti contro l'ossidazione;
- c) non può essere fissato più di un cavo per ogni accessorio salvo che si tratti di accessori multipli
- d) appositamente realizzati;
- e) i cavi posati in vista ad altezza inferiore a 2,50 m in ambienti abitualmente praticabili devono essere meccanicamente protetti.

### ***Condutture all'esterno***

Le derivazioni all'esterno devono essere adatte per ambienti bagnati.

Le condutture in tubo in aria devono essere adatte agli agenti atmosferici e realizzate in modo da impedire l'infiltrazione d'acqua.

I tubi interrati devono essere stagni ed annegati in massello di calcestruzzo di dimensioni tali che lo spessore tra tubo e tubo sia almeno di 60 mm e tra tubo e terreno di 90 mm in tutte le direzioni.

Per l'infilaggio dei cavi si dovranno avere adeguati pozzetti. Il distanziamento fra tali pozzetti sarà da stabilire in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare.

### ***Condutture in ambienti umidi o bagnati***

Le condutture in tubi e condotti in ambienti umidi e bagnati devono essere realizzate in modo da impedire infiltrazioni d'acqua.

### ***Condutture in luoghi a maggior rischio in caso d'incendio***

I conduttori dei circuiti in c.a. posti in "ambienti a maggior rischio in caso d'incendio", devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano cavi unipolari. Le condutture (comprese quelle che transitano soltanto) devono essere realizzate in uno dei modi indicati ai punti i1), i2), i3) dell'art. 751.04.1 della norma CEI 64 - 8.

### ***Conduttori di protezione (PE)***

I conduttori di protezione, se posti nelle stesse condutture dei conduttori di fase, devono essere isolati.

I conduttori di protezione, se non posti nelle stesse condutture dei conduttori di fase, devono essere installati in modo da non essere esposti né a danneggiamenti meccanici né a corrosioni; inoltre, se nudi, non devono essere posati a contatto con materiali combustibili.

***Conduttori unipolari tipo N07V-K***

Cavi per interni non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi.

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20 -22 II e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Saranno essenzialmente costituiti da:

- Conduttore a corda flessibile di rame rosso ricotto, non stagnato, isolato in PVC qualità R2.
- Tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V
- Tensione di prova: 2.5 kV

Condizioni di impiego:

- Per tensioni fino a 1000 V in c.a. per installazioni fisse o protette.
- Da installare entro tubazioni in vista, incassate o altri sistemi chiusi.
- Non installare a contatto con superfici calde.

Condizioni di posa:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: +5°C.
- Raggio minimo di curvatura : 4 volte il diametro esterno.
- Sforzo massimo di tiro : 50 N/ mm di sezione totale del rame.

***Cavo multipolare tipo N1VV-K***

Cavi per energia e segnalazioni non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi, per posa fissa.

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20 -22 II/ 20 -37 PT1 e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Saranno essenzialmente costituiti da:

- Conduttore a corda flessibile di rame rosso ricotto, non stagnato, isolato in PVC qualità R2, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina esterna in mescola di PVC di qualità RZ..

- Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV
- Tensione di prova: 4 kV

Condizioni di impiego:

- Adatto per posa all'interno, in ambienti anche bagnati ed all'esterno.
- Ideali per posa fissa su muratura e strutture metalliche, ammessa anche la posa interrata.

Condizioni di posa:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: +5°C. - Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno.
- Sforzo massimo di tiro : 50 N per mm<sup>2</sup> di sezione totale del rame

### ***Cavo uni/multipolare tipo FG7(O)R***

Cavi per energia e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica di qualità G7, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi, per posa fissa.

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20 -22 II/ 20 -37 PT1 e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Saranno essenzialmente costituiti da:

- Conduttore a corda flessibile di rame rosso ricotto stagnato, isolato in gomma vulcanizzata etilenpropilenica (HEPR) di qualità G7, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina esterna in miscela di PVC di qualità RZ..
- Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV
- Tensione di prova: 4 kV

Condizioni di impiego:

- Adatto per posa all'interno, in ambienti anche bagnati ed all'esterno. Ideali per posa fissa su muratura e strutture metalliche, ammessa anche la posa interrata.
- Particolarmente adatto in ambienti industriali e civili per impianti BT e trasporto di comandi o segnali.

Condizioni di posa:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: +0°C.
- Raggio minimo di curvatura : 4 volte il diametro esterno.

- Sforzo massimo di tiro : 50 N per mm<sup>2</sup> di sezione totale del rame, sia per i cavi flessibili che per quelli rigidi.

***Cavo uni/multipolare tipo FG10(O)M1***

Cavi per energia e segnalazioni isolati in mescola elastomerica di qualità G10, non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi, per posa fissa.

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20 -22 III/ 20 - 35/ 20 -37/ 20 - 38 e successive varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Saranno essenzialmente costituiti da:

- Conduttore a corda flessibile di rame stagnato, isolato con mescola elastomerica di qualità G10, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina esterna termoplastica speciale tipo M1.
- Tensione nominale U<sub>o</sub>/U: 0,6/1 kV
- Tensione di prova: 4 kV

Condizioni di impiego:

- Sono particolarmente indicati in luoghi con rischio d'incendio e con elevato numero di persone, come uffici, scuole, alberghi, supermercati, metropolitane, cinema, teatri, discoteche etc.
- Sono utilizzabili in interni per posa fissa su muratura e su strutture metalliche anche in ambienti bagnati, utilizzabili anche in esterni, ammessa anche la posa fissa.

Condizioni di posa:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: 0°C.
- Raggio minimo di curvatura : 4 volte il diametro esterno.
- Sforzo massimo di tiro : 50 N/ mm<sup>2</sup> di sezione totale del rame.

***Cavo uni/multipolare tipo FG10(O)M1 20-45***

Cavi per energia e segnalazioni isolati in mescola elastomerica di qualità G10, non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi, con barriera antifluoco, per posa fissa.

Saranno costruttivamente conformi alle norme CEI 20 -22 III/ 20 - 35/ 20 -37/ 20 - 45 e successive

varianti e provviste di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Saranno essenzialmente costituiti da:

- Conduttore a corda flessibile di rame stagnato, barriera antifluoco in mica, isolato con mescola elastomerica di qualità G10, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina esterna termoplastica speciale tipo M1.
- Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV
- Tensione di prova: 4 kV

Condizioni di impiego:

- E' indicata l'installazione dove si rende necessario garantire l'efficienza di tutti i sistemi di sicurezza anche durante l'evolversi di un incendio. Quando sottoposto a fiamma (750°C) il cavo mantiene le proprie caratteristiche elettriche per almeno 3 ore.
- Sono utilizzabili in interni per posa fissa su muratura e su strutture metalliche anche in ambienti bagnati, utilizzabili anche in esterni, ammessa anche la posa fissa.

Condizioni di posa:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: +0°C.
- Raggio minimo di curvatura : 12 volte il diametro esterno massimo.
- Sforzo massimo di tiro : 50 N per mm<sup>2</sup> di sezione totale del rame, sia per i cavi flessibili che per quelli rigidi.

### ***Cavo telefonico***

Cavo telefonico mono o multi coppie non propagante l'incendio, in corda di rame flessibile isolato in PVC con guaina esterna in PVC del tipo non propagante l'incendio, a norme CEI 20 - 22 II. Diametro nominale del conduttore 0,6 mm, spessore minimo dell'isolante 0,15 mm. Rispondenti alle norme CEI 46-5, dotato di marchio IMQ.

### ***Cavo per segnalazioni o dati***

Cavo per segnalazioni o dati, di tipo multipolare con anime colorate, non propagante l'incendio, in corda di rame flessibile isolato in PVC con guaina esterna in PVC del tipo non propagante l'incendio, a norme CEI 20 - 22 II.

Diametro nominale del conduttore 0,6 mm, spessore minimo dell'isolante 0,15 mm. Rispondenti

alle norme CEI 46-5, dotato di marchio IMQ.

### **Cavo coassiale**

Cavo coassiale per segnale televisivo, tipo a basse perdite, impedenza nominale 75Ohm, costituiti da

conduttore in rame isolato in polietilene con schermatura in calza di rame e guaina esterna in PVC, del tipo non propagante l'incendio, a norme CEI 20 - 22 II.

## **11.9 CORPI ILLUMINANTI**

### **Generalità**

Gli apparecchi illuminanti saranno completamente rispondenti alle Norme CEI ovvero ad altre Norme CEI 34- 21..23..27..28..29..31..32..34..36..37..38..45 e disposizioni di legge che dovessero successivamente essere emanate, ad integrazione o sostituzione di quelle citate. Saranno provvisti di marchio IMQ, e nel caso di montaggio su superfici normalmente infiammabili dovranno inoltre essere marcati con la sigla F.

Ciascun apparecchio sarà completo e funzionante in ogni sua parte, caratterizzato da robustezza, precisione di lavorazione e accuratezza di finitura, esente da vibrazioni e rumori dovuti agli alimentatori (se presenti).

Gli involucri metallici e le parti metalliche internamente accessibili per manutenzione saranno collegati in modo permanente e sicuro ad un morsetto di terra.

Il conduttore di protezione non avrà sezione inferiore a 1,5 mm<sup>2</sup> e sarà contraddistinto da rivestimento isolante giallo verde.

Nell'apparecchio illuminante, le apparecchiature accessorie contenute risulteranno facilmente smontabili e sostituibili.

I cablaggi interni saranno realizzati con conduttori in rame, aventi sezione non inferiore a 1 mm<sup>2</sup>, aventi isolamento e rivestimento resistenti al calore, o conduttori in rame isolati con gomma siliconica resistente al calore e rivestiti con treccia di fibra di vetro trattata, in conformità alle Norme 20-19.

Il cassetto metallico o in resina, costituente il corpo dell'apparecchio illuminante, deve essere corredato di guarnizione elastica, di materiale anti invecchiante, posta in adeguata sede, coerentemente al grado di protezione IP prescritto per ciascun tipo d'apparecchio. Anche l'entrata del cavo d'alimentazione corrisponderà al grado di protezione IP prescritto.

I cassonetti metallici devono essere realizzati con lamiera d'acciaio, trattata e preparata, verniciata a fuoco o con altro procedimento di pari efficacia, con tinta da definirsi in sede contrattuale.

I cassonetti in resina devono essere realizzati con l'impiego di resina poliestere rinforzata da fibre di vetro auto estinguente.

Gli apparecchi devono soddisfare alle norme o leggi riguardanti il livello di disturbo elettromagnetico ammissibile.

Fusibili di protezione agevolmente sostituibili, montati su porta fusibili fissi.

Morsettiera in materiale termoindurente e viti o levette inossidabili per il fissaggio dei componenti e degli eventuali schermi.

Accessori, tasselli, staffe, supporti e quant'altro necessario per l'ancoraggio del corpo illuminante a soffitto, contro soffitto, pareti e strutture di qualsiasi natura.

I corpi illuminanti saranno corredati delle lampade relative, in numero, potenza e caratteristiche idonee all'inserimento nel corpo illuminante stesso.

Le lampade usate per l'illuminazione di interni avranno generalmente temperatura di colore compresa fra 3300 K (bianco - calda) e 5300 K (bianco - neutra), con indice di resa del colore (Ra) compreso fra 80 e 90, e appartenenza al gruppo 1B per resa del colore (Ra'). Le lampade avranno la medesima tonalità di luce in tutto l'edificio, salvo specifiche indicazioni fornite dalla D.L.

L'esatto orientamento degli apparecchi d'illuminazione, nei locali, dovrà essere valutato in fase d'installazione, in funzione della precisa predisposizione dei posti di lavoro, in modo da fornire agli utenti il miglior comfort visivo.

Per il dettaglio delle caratteristiche degli apparecchi illuminanti, si veda l'elenco prezzi.

## **11.10 APPARECCHI COMPONENTI**

### ***Apparecchi di comando per usi domestici e similari***

Saranno costruttivamente conformi e rispondenti a quanto prescritto dalle norme CEI 23-11 23-9 e successive varianti.

Caratteristiche generali:

- tensione nominale 250 V c.a.
- frequenza nominale 50 Hz
- corrente nominale 10 / 16 A

- tensione di prova per 1' 2 kV
- involucro isolante in poli carbonato di tipo chiuso per la totale segregazione delle parti attive;
- tasto di superficie "elevata" onde facilitarne la manovra da parte dell'operatore.
- viti di serraggio dei conduttori; - contatti in lega di argento..

Saranno distinti per tipologia ed esigenze impiantistiche secondo quanto riportato sulle tavole di progetto e

così suddivisi:

- a) **INTERRUTTORE:** per il comando di utenze da un solo punto ed una posizione del contatto (aperto o chiuso).
- b) **DEVIATORE:** c.s.d. ma per il comando da due punti.
- c) **INVERTITORE:** c.s.d. ma per il comando da tre punti.
- d) **PULSANTE:** può essere a tasto o a tirante, comunque con ritorno a molla nella posizione originale dopo il suo azionamento. Sarà con contatto NC o NA secondo le esigenze. Saranno provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

### ***Accessori per apparecchi componibili***

- a) **TELAIO:** realizzato in materiale plastico auto estinguente con possibilità di installare da 1 a "n" elementi componibili. Sarà realizzato in modo da isolare completamente le parti attive ed i cavi di collegamento degli elementi. Avrà struttura meccanica robusta a facilitare il bloccaggio rapido degli apparecchi. Sarà infine fissata alla cassetta incassata tramite due viti entro fori asolati onde eliminare eventuali difetti di posa della scatola incassata.
- b) **PLACCA:** sarà fissata al telaio mediante sistema a scatto. Per l'estrazione successiva della stessa sarà impiegato un cacciavite inserito negli appositi incastri come prescritto dalle raccomandazioni CEI. Sarà in materiale termoplastico (bianco o colorato) o metallico secondo le specifiche e recherà il numero di fori pari a quelli del telaio.
- c) **SCATOLA DI CONTENIMENTO:** sarà in materiale termoplastico rigido, per il contenimento dei frutti componibili. Avrà dimensioni adeguate al tipo di telaio necessario (es. da 1 a 3 o da 4 a "n") secondo i casi. Sarà incassata nelle pareti al grezzo prima dell'intonaco in modo che questa risulti perfettamente a filo della finitura onde facilitare il montaggio successivo degli altri componenti.
- d) **ESECUZIONE STAGNA:** dove espresso specificatamente, per questo tipo di esecuzione, si adotteranno accessori opportuni in modo da ottenere, per le apparecchiature, il grado di isolamento richiesto. Saranno impiegate placche fornite di membrana e guarnizioni di



tenuta per gli organi di comando e placche con coperchio a molla e guarnizione per tutti gli altri elementi componibili. (es. prese). Il grado di protezione non sarà inferiore a IP 44 e comunque dovrà rispondere a quanto previsto dalle normative vigenti.

### **13.1. CRITERI D'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI DI TERRA ED, EVENTUALMENTE, DI PROTEZIONE DELLE STRUTTURE DAI FULMINI**

#### ***Norme vigenti***

Gli impianti di terra e di protezione delle strutture dai fulmini dovranno essere eseguiti in osservanza delle seguenti norme:

- CEI 64-8, fascicolo 1920 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 v in corrente continua - Parte 5 - Scelta ed installazione dei componenti elettrici.
- CEI 81-1, fascicolo 1439 - Protezione di strutture contro i fulmini. La legge del 1 marzo 1968 n.186.
- Le disposizioni ISPELS ed in particolare il DPR n.547 del 27 aprile 1955 e successivi aggiornamenti.
- Le disposizioni del locale Comando dei Vigili del Fuoco.
- Le norme UNI e UNEL per quanto riguarda i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le norme di costruzione e di esecuzione, le modalità di collaudo, ecc.

#### **12.1.1 Impianto di terra**

##### ***Criteri di dimensionamento dell'impianto di terra***

L'impianto dovrà essere dimensionato e realizzato in modo da proteggere contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli utilizzatori normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione.

Dovranno pure essere collegati a terra i sistemi di tubazioni metalliche accessibili, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore. Il dispersore di terra sarà costituita da una maglia orizzontale e dispersori verticali.

Tutti i conduttori equi potenziali delle masse e delle masse estranee dovranno essere accessibili e collegati in apposita barretta equipotenziale.

I conduttori di protezione potranno essere separati dai conduttori delle fasi attive, per la scelta e la relativa verifica si dovrà fare riferimento a CEI 64-8; gli elementi metallici dell'impianto non



**Azienda Casa Emilia-Romagna  
della Provincia di Ravenna**

potranno essere utilizzati come parti conduttrici.

### ***Realizzazione dell'impianto di terra***

L'impianto di terra dovrà comprendere il collegamento delle carcasse dei motori, dei tubi, canaline e guaine poste a protezione dei cavi elettrici, e delle strutture metalliche quali ponti, ringhiere, scale, grigliati.

Il collegamento delle masse metalliche deve essere realizzato mediante vite in acciaio inox, diametro non inferiore a 8 mm, filettato sulle stesse masse metalliche, e rondelle, oppure con foro passante (in questo caso munito anche di dado di serraggio).

Il collegamento dei tubi conduit, se metallici, dovrà essere realizzato tramite appositi collari a doppio corpo apribile, di cui uno munito di morsetto/i di serraggio del conduttore equipotenziale, muniti di linguetta di contatto.

La continuità metallica tra i vari tubi sarà considerata valida solo alla presenza di raccordi filettati od espressamente realizzati: il collegamento dei tubi conduit alle canaline d'acciaio zincato non sarà ritenuto un collegamento equipotenziale.

Tutti i collegamenti delle strutture metalliche dovranno essere realizzati "a vista".

La connessione tra i vari conduttori di terra dovrà essere effettuata mediante morsetti a compressione la cui deformazione dovrà essere ottenuta da apposite prese idrauliche; nel punto di unione dovrà essere ripristinato l'isolante per mezzo di nastri auto agglomeranti.

La rete di dispersione sarà costituita da una corda di rame nuda, possibilmente ad anello perimetrale intorno all'edificio, direttamente interrato nel terreno ad una profondità di almeno 50 cm. Tale anello sarà collegato al collettore principale di terra, ed ai ferri dell'armatura di fondazione dell'edificio laddove possibile, ed interconetterà i dispersori indicati nei disegni.

I dispersori, realizzati in profilato di acciaio zincato a caldo, dim. 50x50x5 mm e lunghezza 2.000 mm, completi di accessori di collegamento in acciaio inox, saranno di norma installati entro pozzetti ispezionabili. Ogni dispersore sarà segnalato da idonea targa in alluminio, al fine di facilitarne l'individuazione, targa riportante anche il valore della resistenza.

Il sistema di connessione dovrà essere effettuato in modo tale che, agendo sui singoli dispersori, possa essere interrotto il collegamento principale con la rete di terra.

### ***Impianto integrativo per protezioni da sovra tensioni***

L'impianto di protezione integrativo contro le fulminazioni indirette è costituito da tutti i dispositivi, quali: connessioni equipotenziali, limitatori di tensione, ecc., atti a contrastare gli effetti associati al passaggio della corrente del fulmine (tensioni di passo, tensioni indotte, sovra tensioni, ecc.) nell'impianto base o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

Dovranno essere previste connessioni equipotenziali, dirette o tramite limitatori di tensione, fra i

corpi metallici esistenti all'interno del volume da proteggere e fra questi e l'impianto di protezione base; inoltre dovranno essere previsti idonei sistemi coordinati di protezione da sovratensioni sul lato BT sia del quadro generale, sia dei quadri periferici nonché idonee protezioni su tutte le linee elettriche o segnaletiche o seriali entranti o uscenti dai vari manufatti.

### *13.1. QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE*

#### ***Norme vigenti***

I quadri elettrici dovranno essere eseguiti in osservanza delle seguenti norme:

- CEI 17-13/1, o CEI 17-13/3 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione
- (quadri BT).
- La legge del 1 marzo 1968 n.186.
- Le disposizioni ISPELS ed in particolare il DPR n.547 del 27 aprile 1955 e successivi aggiornamenti.
- Le norme UNI e UNEL per quanto riguarda i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di costruzione e di esecuzione, le modalità di collaudo, ecc.

#### ***Costruzione dei quadri***

I quadri elettrici saranno del tipo autoportante ad armadio, oppure per appoggio a parete, e saranno adatti per il montaggio a parete e/o incassato.

Dovranno essere atti a contenere tutte le apparecchiature di sezionamento ed interruzione con i relativi sistemi di comando, controllo, misura, protezione, regolazione, segnalazione, previste.

Le apparecchiature di protezione, comando, potenza saranno installate esclusivamente sui pannelli interni allocati sul fondo del quadro, le apparecchiature di comando e la strumentazione saranno installate sulle porte. Non è ammesso installare apparecchiature su pannelli asportabili; si possono nei casi necessari utilizzare a questo scopo pannelli a cerniera.

Si dovrà raggiungere un buon effetto estetico esterno, unito ad una facile ed immediata individuazione delle manovre da compiere. Componenti omogenei dovranno essere della medesima marca ed appartenere alla stessa linea di prodotto.

All'interno del quadro dovrà essere possibile un'agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione, in modo particolare per le parti di più frequente controllo quali fusibili e relè. I componenti devono essere conformi alle relative norme.

I terminali delle apparecchiature non devono avere altezza inferiore a:

- 20 cm sopra il piano del pavimento e gli strumenti non devono essere montati ad altezza superiore a 2m dal pavimento;
- gli attuatori dei dispositivi di manovra, devono essere in genere collocati ad una altezza compresa tra 0.8 ed 1.6 m dal pavimento.

### ***Carpenteria***

La struttura dei quadri sarà sempre realizzata con intelaiatura e pannelli in lamiera ribordata a doppia piega, di idoneo spessore o resina autoestinguente.

I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato e posteriormente. Saranno ancorati alle strutture murarie; se ad armadio, saranno appoggiati su basamento e zoccolo, e fissati tramite bulloni tirafondi a terra e tasselli ad espansione alla parete di appoggio; se appesi a parete saranno fissati tramite zanche e tasselli ad espansione; se da incasso mediante inserimento in eventuale contro cassetta a murare o direttamente, compreso cornice di finitura.

I quadri risulteranno composti da uno o più scomparti a seconda delle loro dimensioni complessive e del peso.

Il collegamento tra le porte e l'interno del quadro sarà tale da porre i singoli conduttori in sforzo di flessione e non di torsione. Tutte le apparecchiature saranno facilmente accessibili solo dal fronte.

Le sbarre collettrici saranno in rame, ampiamente dimensionate ed ammarate per sopportare le sollecitazioni

dovute alle possibili correnti di corto circuito in gioco, senza subire deformazioni o danni agli elementi.

L'isolamento, tra le fasi e tra le fasi e la terra, delle parti attive dei circuiti di potenza ed ausiliari dovrà essere realizzato con materiali isolanti aventi elevate proprietà meccaniche ed elettriche, non igroscopici, auto estinguenti, resistenti alla fiamma ed all'arco superficiale, idonei a mantenere nel tempo le proprietà caratteristiche. Inoltre negli attraversamenti delle lamiere metalliche di divisione tra le varie celle i conduttori e/o le sbarrette metalliche dovranno essere non direttamente a contatto con la lamiera, ma dovranno essere muniti di guarnizione in materiale auto estinguente.

In ogni caso le caratteristiche dei materiali devono essere come minimo quelle indicate nei seguenti sotto capitoli.

### ***Messa a terra***

Tutte le strutture metalliche del quadro, e le eventuali armature dei cavi provenienti dal campo,

dovranno essere collegati alla rete di terra.

Anche i contenitori metallici delle apparecchiature elettriche dovranno essere collegati a tale rete se le tensioni relative saranno a 25 V se in c.a. ed a 50 V se in c.c.

### ***Cablaggio elettrico***

Il cablaggio elettrico del quadro dovrà essere conforme alle prescrizioni delle Norme CEI applicabili.

Le sbarre conduttrici dovranno essere dimensionate per i valori della corrente nominale e per il valore della corrente di corto circuito. Saranno fissate con ammaraggi isolati atti a sopportare le sollecitazioni elettrodinamiche dovute alle correnti di corto circuito. Le sbarre saranno in rame elettrolitico a spigoli arrotondati, con giunzioni ad imbullonatura contro l'allentamento.

Le derivazioni saranno realizzate in corda di rame flessibile e provviste di capicorda a pressione, dimensionate per la corrente nominale o massima del tipo di interruttore a prescindere dalla sua taratura, ed alimenteranno singolarmente ogni interruttore a partire dal sistema di sbarre sopraindicato od in caso di piccoli quadri, da un piccolo sistema di sbarre ubicato a valle dell'interruttore generale. Ogni derivazione sarà numerata e munita singolarmente di capicorda, mentre non sono ammessi cavallotti sulle apparecchiature se non espressamente previsti dal costruttore degli interruttori.

Per correnti superiori a 100 A, tali collegamenti saranno generalmente costruiti in sbarre, salvo diversa indicazione progettuale. Dovrà essere studiato altresì lo spazio, la possibilità di ammaraggio e collegamento elettrico di tutti i cavi entranti od uscenti dal quadro. Non transiteranno in morsettiera i cavi uscenti, avente sezione maggiore di 50 mm<sup>2</sup>.

Tutti i conduttori, sia ausiliari che di potenza (salvo quanto s.d.) si attesteranno a delle morsettiere componibili su guida DIN, con diaframmi dove necessario.

Ogni conduttore sarà provvisto alle estremità di capocorda a puntale od occhiello, con numerazione di identificazione identica a quanto riportato sugli schemi di cablaggio. I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline con coperchio a scatto. Non è ammesso l'impiego di canaline fissate con adesivo. Ove non sia possibile l'impiego di canaline, i conduttori potranno essere raggruppati con collari autobloccanti.

- Sezione minima dei conduttori ausiliari e strumenti per collegamenti interni 1 mm<sup>2</sup>.
- Sezione minima dei conduttori ausiliari per collegamenti amperometrici 2,5 mm<sup>2</sup>.
- Dimensionamento della canalina in PVC auto estinguente: con grado di riempimento non superiore al 70%

Lo spazio da riservare sul fronte e all'interno del quadro, per l'eventuale installazione futura di



**Azienda Casa Emilia-Romagna  
della Provincia di Ravenna**

nuovi strumenti, dovrà essere almeno il 20% dello spazio complessivo.

## **Contrassegni - Colorazioni - Individuazioni**

### ***Targa del quadro***

Ogni quadro deve essere corredato di targhetta esterna con le indicazioni del costruttore o marchio di fabbrica; il tipo o numero di identificazione attribuito dal costruttore; la corrente nominale del quadro (per i tipi ASD).

### ***Apparecchiature interne***

Le apparecchiature interne dovranno essere chiaramente identificate mediante:

- Contrassegni fasi L1; L2; L3
- contrassegno neutro: N
- contrassegno terra: nastratura giallo verde.
- Contrassegni apparecchiature interne con etichette adesive con protezione in plastificante.
- Contrassegni dei conduttori isolati con collari o tubetti con numerazione indelebile.
- Colorazione dei conduttori isolati di fase: nero; colorazione del conduttore di neutro: azzurro.
- Colorazione dei conduttori ausiliari in corrente alternata: nero
- Targhe in plexiglas di colore nero inciso bianco a pantografo in lingua italiana.

### ***Apparecchiature esterne***

Le norme CEI 16-3 stabiliscono chiaramente il significato di determinati colori delle lampade e dei pulsanti, al fine di aumentare la sicurezza del personale di servizio e facilitare il mantenimento delle apparecchiature e degli impianti.

Nella tabella che segue sono riportati i colori prescritti per le lampade di segnalazione e per i pulsanti, come pure il significato dei colori ed i casi tipici d'impiego.

### ***Morsettiere***

Dovranno essere in materiale non igroscopico, assicurante nel tempo ottime qualità d'isolamento;



dovranno essere facilmente componibili su profilato DIN, e facilmente estraibili, senza dover spostare i morsetti adiacenti; ogni morsetto dovrà essere numerato con segnalini da applicare a pressione, con diciture indelebili.

La sezione minima dei singoli morsetti dovrà essere 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti ausiliari e 4 mm<sup>2</sup> per gli altri; i morsetti dovranno essere muniti di dispositivo contro l'allentamento accidentale del filo.

Le morsettiere dovranno essere previste in posizione facilmente accessibile e a conveniente distanza dalle strutture periferiche e dalle apparecchiature interne del quadro, per facilitare il collegamento dei cavi afferenti. Il numero di riserve non dovrà essere inferiore al 20% del totale richiesto.

### ***Fusibili***

Dovranno essere del tipo ritardato per la protezione dei motori e rapidi per la protezione degli ausiliari.

Le cartucce fusibili, se non diversamente indicato, fino ad un massimo di 63 A (In) dovranno essere del tipo "Diazed" nelle varie grandezze. Saranno installati in modo che a fusibile estratto, la ghiera metallica non

risulti in tensione; con fusibile inserito le parti in tensione risulteranno protette contro i contatti accidentali.

Per intensità di corrente superiore di 63 A (In) si dovrà passare al tipo A.C.R. ovvero NH. Le basi per i fusibili NH, se non unipolari, dovranno essere munite di separatore anti fiamma.

### ***Apparecchiature di manovra e protezione***

Le apparecchiature installate nei quadri saranno di tipo modulare e componibile, con fissaggio a scatto su

binario DIN, o per correnti superiori a 100 A di tipo scatolato. I dati nominali, sono indicati negli schemi elettrici allegati.

Particolare cura dovrà essere posta nella scelta delle apparecchiature per assicurare la massima selettività d'intervento fra gli interruttori installati sul quadro consegna e gli interruttori posti a valle dello stesso sia per quanto riguarda gli interventi per sovracorrenti, sia per gli interventi differenziali.

### ***Contattori***

Dovranno essere di primaria casa costruttrice, nazionale o estera, purché con ricambi di facile

reperibilità. La

categoria d'impiego dovrà essere l'AC3 con declassamento minimo del 20 % rispetto a quanto indicato sui cataloghi. Ogni contattore dovrà essere facilmente reperibile per mezzo di targhette in materiale plastico con diciture indelebili poste su di esso e fissate in modo tale che col tempo sia impedita la perdita dovuta a caduta.

### ***Relè termico***

Dovranno essere del tipo bimetallico muniti di sistema di compensazione termica automatica e di protezione

differenziale per squilibrio di fase, entrambi con tempi brevi d'intervento; i valori di taratura potranno essere sia in percentuale del valore di fondo scala, sia in valore assoluto.

Dovranno essere della stessa casa costruttrice dei contattori, coordinati con essi e con i fusibili, secondo i consigli della casa costruttrice.

L'allacciamento al proprio contattore dovrà essere rigida e non sopportante il peso del relè termico.

### ***Amperometro e voltmetro digitale***

Devono essere del tipo elettronico con visualizzazione tramite display da 20 mm d'altezza (minima);

dovranno essere con alimentazione 110 / 220 V c.a. oppure con pressione del 0,1 %.

Sia la compensazione della deriva termica, sia l'indicazione del fuori scala dovranno essere incorporate.

Qualora ammessi potranno essere previsti strumenti per la misura contemporanea sequenziale della

corrente e delle tensioni trifasi in c.a.; in questo caso il tempo di scansione dovrà essere di 3 secondi.

### ***Trasformatori di corrente***

I trasformatori di corrente potranno essere sia del tipo a primario avvolto, sia del tipo a barra passante,

secondo l'inserimento e del tipo d'utilizzo; essi dovranno in ogni caso essere con classe di precisione coordinata con gli strumenti indicatori e/o gli amplificatori elettronici inseriti lungo il circuito derivato a valle dei morsetti secondari.

Tutti i trasformatori dovranno essere fissati o sul pannello interno del quadro, oppure sulla sbarra ove sono inseriti.

### ***Pulsanti - selettori - portalampada***

Essi dovranno soddisfare, oltre che ad esigenze tecniche proprie quali per esempio: portata, tipo di contatto,

robustezza, qualità del materiale e grado di protezione, anche ad esigenze estetiche, quindi il modello dovrà essere scelto in funzione di queste esigenze in modo da dare all'insieme del quadro particolari caratteristiche estetiche.

### ***Collegamenti alle linee esterne***

Le linee dovranno attestarsi alla morsettiera con una buona ricchezza ed ordinatamente. Le morsettiere non

devono sostenere il peso dei conduttori, ma gli stessi devono essere ancorati ove necessario, a dei profilati di fissaggio.

Le corde relative ad ogni singola fase non possono essere ancorate con morsetti induttivi (spira chiusa).

Tutti i conduttori con isolante e guaina esterna, devono essere protetti con terminale o con nastratura sulla parte rimasta con il solo isolante.

### ***13.2. Certificazioni di conformità riguardanti i quadri elettrici***

Il presente articolo si applica alle apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione, usualmente dette *Quadri elettrici per bassa tensione*.

Nella costruzione ed installazione di dette apparecchiature l'Impresa dovrà seguire scrupolosamente le norme CEI 17-13.

In particolare ogni quadro dovrà essere accompagnato dalla seguente documentazione:

- Dichiarazione, rilasciata dal costruttore, di conformità dell'apparecchiatura alla normativa relativa. Tale dichiarazione può essere sostituita da altri riferimenti nei casi previsti dalla legge (marchi di conformità IMQ, riferimenti a cataloghi ... ).

Tale dichiarazione va allegata alla dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico

Negli allegati del quadro il costruttore deve specificare:

Elenco delle Grandezze Caratteristiche Nominali.

- Tensione nominale d'impiego.
- Tensione nominale d'isolamento
- Tensione nominale di tenuta all'impulso.
- Corrente nominale
- Corrente nominale ammissibile di breve durata.
- Corrente nominale ammissibile di picco
- Corrente di corto circuito nominale condizionata
- Fattore di contemporaneità nominale (usato nella prova di sovra temperatura)
- Altri dati informativi
- Norma di riferimento (1713, 445, ...)
- Natura della corrente e frequenza
- Limiti di funzionamento
- Grado di protezione
- Tipo del sistema di messa a terra, per il quale il quadro è destinato.



**Azienda Casa Emilia-Romagna  
della Provincia di Ravenna**

## **CAPO 3 – IMPIANTI TERMIDRAULICI**

## 1. DESCRIZIONE DELLE OPERE

**1.1** Le opere consistono nell'esecuzione degli impianti meccanici relativi al *progetto di riqualificazione edilizia residenziale pubblica consistente nella demolizione e ricostruzione di edificio sito in via Ponte romano 28 a Faenza per complessivi n.6 alloggi.*

Gli impianti da eseguire sono:

- impianto di riscaldamento a pannelli radianti annegati nel pavimento, distribuzione "a zone" con cassette di contabilizzazione per il riscaldamento, l'acqua calda per usi sanitari e l'acqua fredda;
- realizzazione di nuova centrale termica con generatore alimentato a gas metano, sistemi di accumulo, rete di distribuzione ai vari alloggi;
- impianto solare termico a collettori piani vetrati per l'integrazione del fabbisogno di energia per il riscaldamento e la produzione di acqua calda per usi sanitari;
- impianto di adduzione del gas di rete con tubazioni parte interrata e parte in vista per alimentazione del generatore dell'impianto centralizzato e degli apparecchi di cottura;
- impianto di distribuzione dell'acqua calda sanitaria, calda e fredda per ogni singola unità e per l'alimentazione dal contatore alle singole unità;
- impianto di scarico e ventilazione per acque nere, saponate e meteoriche sia interno che esterno ai fabbricati con posa dei pozzetti.

Gli impianti devono essere realizzati secondo le prescrizioni degli elaborati di progetto e le indicazioni riportate sui disegni allegati.

Le specifiche tecniche sono suddivise in due parti:

- la prima, Prescrizioni Integrative Generali di Appalto, integra e completa il fascicolo "Capitolato Speciale di Appalto" (dove sono elencate le prescrizioni amministrative che regolano l'Appalto nei suoi aspetti generali);
- la seconda, Specifiche Tecniche, fa riferimento alle caratteristiche generali e particolari di apparecchiature e di materiali da installare, senza alcun riferimento alla destinazione ed alle specifiche dimensionali tipiche del progetto. Si deve far riferimento dunque a questa seconda parte per le caratteristiche dei materiali e per le modalità di posa, per le loro proprietà fisico dimensionali, ecc.;

Nel caso di contrasto tra le presenti prescrizioni ed altre contenute nella Documentazione di Contratto D.C. (costituita dalla Documentazione di Appalto D.A. e da altri documenti come il

Contratto di Appalto, la lettera di invito, ecc.), valgono sempre le condizioni più favorevoli per l'E.A..

## *2. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI*

### **2.1 Note generali**

Gli impianti devono essere realizzati in ogni loro parte e nel loro insieme in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione.

In particolare deve essere rispettato quanto elencato alle voci seguenti, compreso successivi aggiornamenti

anche se non specificati.

### **2.2 Leggi e decreti**

- Normative INAIL, ASL e ARPA e ove pertinenti disposizioni del Comando provinciale dei VVF;
- Legge 9.1.91, n. 10 Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
- D.P.R. 26.8.93, n. 412 Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione all'articolo 4 comma 4 della Legge 10/91.
- Direttiva 2002/91/CE Direttiva 2002/91/CE del parlamento europeo e del consiglio del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia.
- D.Lgs. 19.8.2005, n. 192 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D.Lgs. 29.12.2006, n. 311 Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D.Lgs. 30.5.2008, n. 115 Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

- DGR Emilia Romagna n. 967 del 20/07/2015 “Approvazione dell’atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici (artt. 25 e 25-bis L.R. 26/2004 e s.m.i.)
- DGR Emilia Romagna n.1715 del 24 ottobre 2016 “Modifiche all’”Atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici” di cui alla deliberazione di Giunta regionale n. 967 del 20 luglio 2015”
- DECRETO 22 gennaio 2008, n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attivita' di installazione degli impianti all'interno degli edifici. (GU n.61 del 12-3-2008 )

### *Acustica*

- DPCM 01 marzo 1991. Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- Legge 26 ottobre 1995 n.447. Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- DPCM 14 novembre 1997. Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore. DPCM 05 dicembre 1997. Determinazione dei requisiti acustici degli edifici.
- DM 16 marzo 1998. Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- L.R. 9 maggio 2001, n. 15 “DISPOSIZIONI IN MATERIA DI INQUINAMENTO ACUSTICO” (aggiornato con le modifiche apportate da: L.R. 13 novembre 2001 n. 38 e L.R. 25 novembre 2002 n. 31)

### **2.3 Norme UNI**

***Per tutto l’elenco sotto riportato anche se non espressamente indicato si intendono valide le Norme UNI alla data di sottoscrizione del contratto tra la Stazione Appaltante e l’Appaltatore.***

- UNI 9182 2014 Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo
- UNI EN 12056-1 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni.



- UNI EN 12056-2 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo.
- UNI EN 12056-3 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo.
- UNI EN 12056-4 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo
- UNI EN 12056-5 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso.
- UNI EN 12237 2004 Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica
- UNI 8364-1/2/3 2007 Impianti di riscaldamento. Esercizio – Conduzione - Controllo e manutenzione.
- UNI 10412-2 2009 Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Prescrizioni di sicurezza - Parte 2: Requisiti specifici per impianti con apparecchi per il riscaldamento di tipo domestico alimentati a combustibile solido con caldaia incorporata, con potenza del focolare complessiva non maggiore di 35 kW
- UNI EN 12831:2006 Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto.
- UNI EN 442-1: 2015 Radiatori e convettori - Parte 1: Specifiche tecniche e requisiti
- UNI EN 442-2: 2015 Radiatori e convettori - Parte 2: Metodi di prova e valutazione
- UNI 10349-1:2016 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata
- UNI/TR 10349-2:2016 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 2: Dati di progetto
- UNI 10349-3:2016 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici
- UNI 10351:2015 Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto
- UNI 10355:1994 Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
- UNI EN 12831 Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto.

- UNI EN ISO 6946:2008 Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo
- UNI EN ISO 10077-1:2007 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità
- UNI EN ISO 10077-2: 2012 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai
- UNI EN ISO 10211:2008 Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati
- UNI EN ISO 10456: Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto
- - UNI EN ISO 13370:2008 Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
- 
- UNI EN ISO 13788 Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia – Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo
- - UNI EN ISO 13789 Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo.
- - UNI EN ISO 13790 Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
- - UNI EN ISO 14683 Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento.
- - UNI 7129 “Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione - Progettazione, installazione e messa in servizio” e “Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione - Termini e definizioni”

## **2.4 Disegni di cantiere e di montaggio**

La documentazione tecnica del progetto esecutivo illustra le caratteristiche dell'opera, le modalità esecutive, i dati dimensionali dei vari componenti e contiene i disegni esecutivi per la realizzazione delle opere. L'Appaltatore deve redigere, in concomitanza dell'acquisto di apparecchiature e materiali e prima della realizzazione dei lavori, i disegni costruttivi di cantiere e di montaggio e sottoporli alla D.L. per approvazione (cantierizzazione del progetto).

L'Appaltatore è perfettamente in grado di elaborare i disegni costruttivi di cantiere, in tutte le sue parti, senza ulteriori indicazioni ed in conformità con quanto previsto nel progetto.

Dimensioni, ubicazioni e quote nei disegni costruttivi di cantiere devono essere verificati sul posto dall'Appaltatore.

I disegni costruttivi di cantiere devono essere conformi ai disegni e specifiche di progetto, nonché a tutta la documentazione contrattuale ed alle indicazioni della D.L..

I disegni costruttivi di cantiere devono rispettare fedelmente quanto si va a realizzare ed essere accompagnati da dettagli tecnici, da tabelle, da cataloghi tecnici e da ogni altro genere di documentazione utile per dare alla D.L. gli elementi per l'approvazione; essi devono tenere conto di tutti i dati acquisiti in cantiere.

L'approvazione da parte della D.L. di tali disegni, schemi e dettagli non esonera l'Appaltatore dalla sua responsabilità per qualsiasi errore dei propri elaborati e per deviazioni dalle Norme vigenti e/o dalla Documentazione di Appalto (D.A.), a meno che l'Appaltatore abbia informato per iscritto la D.L. di tali deviazioni e ne abbia ricevuto per iscritto la necessaria approvazione.

L'Appaltatore deve ripresentare i disegni a cui siano state apportate correzioni, senza per questo acquisire alcun diritto a compensi supplementari, sino al conseguimento dell'approvazione definitiva; questa in ogni caso non solleva l'Appaltatore dalla responsabilità per la perfetta esecuzione delle opere, essendo tale approvazione data sostanzialmente alla loro impostazione concettuale ma non al dimensionamento delle apparecchiature ed a tutti i dettagli costruttivi.

Oltre ai normali disegni costruttivi di cantiere e di montaggio l'Appaltatore deve fornire i disegni quotati per la realizzazione di opere murarie necessarie quali ad esempio basamenti, cunicoli, ecc.; inoltre deve dare l'indicazione sui disegni dei carichi statici e dinamici delle macchine, le potenze e le caratteristiche dei vari motori e/o macchine, le modalità di montaggio e di ancoraggio alle strutture.

Su tutti i disegni devono essere indicati i riferimenti a piante e sezioni.

Le soluzioni con cui sono state risolte interferenze fra i vari impianti devono essere esplicate con sezioni e particolari. L'elaborazione dei disegni di cantiere va inoltre completata con la verifica degli ingombri di altri impianti presenti negli stessi cavedi, piani o centrali (anche se non facenti parte del presente appalto, ma successivamente ordinati dall'E.A., anche ad appaltatori terzi), per controllarne le interferenze e per individuare percorsi ottimali per ciascuna rete, alla luce anche delle effettive dimensioni delle apparecchiature e macchine acquistate. Devono pertanto essere confrontati i disegni dell'impiantista elettrico con quelli dell'impiantista termofluidico o con altri impiantisti coinvolti per definire le zone interessate da ciascuna rete, i relativi spazi accessori e di montaggio.

Tale verifica deve portare all'eventuale elaborazione di ulteriori disegni di dettaglio con evidenziate queste mutue interferenze.

Ogni qualvolta risulti necessario, o su richiesta della D.L., devono essere forniti dall'Appaltatore i calcoli di verifica delle strutture adottate.

Tutti i disegni di dettaglio e di montaggio, una volta approvati dalla D.L., fanno parte del progetto di cantierizzazione.

Per una completa verifica di quantità e tipologia di materiali ed apparecchiature installate (sia appalto di tipo a forfait, o a misura, o altro), a semplice richiesta della D.L., tutte le piante, schemi ed eventuali sezioni interessate devono contenere tabelle con l'indicazione per ogni apparecchiatura e materiale di:

- simbolo e/o sigla del componente
- quantità degli elementi contenuti nel disegno
- codice di identificazione del prezzo unitario di riferimento o eventuale precisazione di nuovo
- prezzo
- marca
- modello.

Modifiche e lavori non previsti possono succedersi varie volte nel corso dei lavori e l'Appaltatore deve procedere ai successivi aggiornamenti del progetto senza pretendere alcun indennizzo aggiuntivo.

L'Appaltatore può redigere il proprio progetto in fasi successive e concordate con la D.L.. Tali fasi devono risultare in seguito all'esame del Programma Lavori dettagliato sottoposto dall'Appaltatore ed accettato dalla D.L..

Gli elaborati per l'approvazione vanno consegnati alla D.L. in triplice copia; una viene restituita firmata ed approvata, oppure approvata con commenti (necessaria ritrasmissione), oppure non approvata. In questi ultimi due casi l'Appaltatore non può procedere con i relativi lavori, ma deve sottoporre nuovi elaborati ed è responsabile per i ritardi che ci potranno essere rispetto al Programma Lavori concordato.

Nel caso dell'approvazione con commenti, necessaria ritrasmissione, l'Appaltatore deve apportare le modifiche richieste e quindi procedere nel lavoro.

È comunque stabilito che l'Appaltatore non può procedere ad alcun lavoro se non è in possesso dei relativi disegni di progetto e di cantiere approvati e firmati dalla D.L.. La D.L. si riserva 30 giorni per la verifica dei disegni dell'Appaltatore.

Si precisa che tutte le approvazioni non corresponsabilizzano minimamente la D.L. sul buon funzionamento degli impianti e sulla rispondenza degli stessi in termini di collaudo in corso d'opera e finale, la cui responsabilità resta completamente a carico dell'Appaltatore.

## **2.5 Verifica del progetto esecutivo**

L'Appaltatore è tenuto a verificare il progetto nei suoi calcoli, dimensionamenti e ingombri.

La D.L. discuterà con l'Appaltatore le eventuali osservazioni e deciderà in piena autonomia quali di esse possano essere prese in considerazione.

In ogni caso l'Appaltatore si assume la responsabilità della perfetta esecuzione e funzionamento finale delle opere e quindi anche del progetto e dei calcoli relativi.

Qualora si verificassero discordanze tra i calcoli ed i dimensionamenti effettuati dall'Appaltatore e le caratteristiche tecnico-dimensionali di macchine e apparecchiature di progetto, i nuovi dati dimensionali necessari per i fini richiesti dal progetto devono essere stabiliti in contraddittorio con la D.L.. Resta espressamente inteso che l'approvazione del progetto di dettaglio da parte della D.L.,

comprese le eventuali modifiche in corso d'opera richieste dalla D.L. e concordate con l'Appaltatore, non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle responsabilità di qualsiasi genere, fino al termine del periodo di garanzia, per qualunque inconveniente che si verificasse nelle opere stesse e/o per loro causa nelle strutture e negli arredamenti dell'edificio.

## **2.6 Modifiche al progetto**

### **2.6.1 Da parte dell'E.A.**

L'E.A. si riserva la più ampia facoltà di apportare prima e durante i lavori modifiche di qualsiasi genere al progetto originale, che possano implicare la fornitura ed installazione di impianti non previsti. L'Appaltatore non può trarne ragione per chiedere compensi ed indennizzi di qualsiasi natura e specie o nuovi prezzi.

Ogni qualvolta l'Appaltatore ritenga gli siano ordinati lavori non previsti e che comunque comportino un onere aggiuntivo per l'E.A. sia diretto che indiretto (lavori di varianti per altre Ditte), deve farlo tempestivamente notare con comunicazione scritta alla D.L. e potrà procedere alla esecuzione di dette opere soltanto quando in possesso di autorizzazione sempre scritta dalla stessa D.L., pena il non riconoscimento o l'onere di demolizione delle opere stesse.

Eventuali modifiche al progetto che richiedano elaborazione di nuovi calcoli e nuove tavole grafiche sono a completo carico dell'Appaltatore, ed i relativi oneri si intendono compresi in tutti i prezzi unitari dell'offerta.

La D.L. in questi casi fornisce i nuovi dati di input, sulla base dei quali l'Appaltatore deve elaborare

i calcoli, e le tavole grafiche architettoniche aggiornate nelle scale più opportune.

### **2.6. 2 Da parte dell'Appaltatore**

Eventuali modifiche che l'Appaltatore intendesse apportare al progetto in fase esecutiva di cantiere, devono tassativamente essere richieste per iscritto ed autorizzate sempre per iscritto dalla D.L. con il fine che siano sempre rispettati i criteri dimensionali del progetto originale a lavori ultimati.

Non si considerano modifiche e quindi non danno luogo ad alcun compenso aggiuntivo, purché ordinati prima della loro realizzazione, eventuali spostamenti, nell'ambito di singole fasi o lotti di apparecchiature, tubazioni, canali, cavi, ecc..

## **2.7 Documentazione finale**

### **2.7.1 Note generali**

A lavori ultimati l'Appaltatore deve fornire la documentazione finale qui sotto elencata, dopo aver eseguito tutte le prove, misure, tarature e verifiche di funzionamento degli impianti. La mancata consegna di tale documentazione rende l'Appaltatore responsabile per i conseguenti ritardi

che vi possano essere rispetto ai termini contrattuali.

Tutta la documentazione deve essere fornita alla D.L. prima della consegna provvisoria delle opere e quindi prima del rilascio del Certificato di Regolare Esecuzione.

Su tutti i disegni ed elaborati forniti dall'Appaltatore deve figurare la targhetta fornita o concordata con la D.L..

Una prima copia della documentazione sopradescritta deve essere consegnata alla D.L. per l'esecuzione delle prove e verifiche preliminari.

Successivamente, a verifiche ultimate, l'Appaltatore deve rielaborare la documentazione apportando le eventuali annotazioni o correzioni introdotte dalla D.L..

La documentazione finale deve quindi essere raccolta in robusti contenitori ad anelli.

Ogni contenitore deve riportare in etichetta l'oggetto del contenuto e al suo interno deve essere riportato l'indice dei documenti contenuti.

Se non diversamente indicato, l'Appaltatore deve fornire le seguenti copie:

- n.4 copie su carta della documentazione finale
- n.1 copia su supporto informatico (CD-Rom) dei disegni costruttivi in formato .DWG.

### **2.7.2 Disegni finali**

I disegni finali di cantiere devono essere aggiornati e **perfettamente corrispondenti alle opere realizzate** con l'indicazione del tipo e delle marche di tutte le apparecchiature, componenti e materiali installati. Particolare cura va riservata al posizionamento esatto, in pianta e nelle sezioni, degli impianti.

Il numero dei disegni finali emessi per la realizzazione dei lavori deve essere pari a quello consegnato per la gara di appalto, integrato da tavole P&I per ogni schema funzionale di centrale o di UTA (redatto in funzione del sistema di regolazione e di supervisione scelto), da piante con indicata la distribuzione FM all'interno delle centrali in genere nonché da sezioni e dettagli utili per la migliore comprensione degli impianti.

In particolare gli schemi dei quadri elettrici devono essere completi delle tabelle relative a tutte le indicazioni tecniche per l'identificazione dei componenti installati ed alle caratteristiche degli stessi, nonché al tipo di sezione e di formazione delle linee in arrivo e in partenza e di tutti gli schemi relativi agli ausiliari necessari.

### **2.7.3 Documentazione varia relativa agli impianti**

#### **2.7.3.1 Manuali vari, dichiarazioni, certificazioni**

Nel "Piano di manutenzione dell'opera (fascicolo allegato alla documentazione di appalto)", sono dettagliatamente descritti i documenti che devono essere elaborati e raccolti dall'Appaltatore e quindi consegnati alla D.L.

In particolare devono inoltre essere fornite:

- specifiche d'avviamento impianti
- specifiche di prova
- specifiche di funzionamento relazione di calcolo.

La relazione di calcolo che l'Appaltatore deve consegnare alla D.L. prima di iniziare i lavori deve essere redatta sulla base di quella fornita in fase di gara, aggiornata con eventuali varianti concordate.

Se le varianti sono decise durante il corso dei lavori, è sufficiente che l'Appaltatore emetta di volta in volta dei fogli di aggiornamento, che vanno allegati al fascicolo originale a cura della D.L..

### *2.7.3.2 Dichiarazione di conformità*

Deve essere fornita la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati in accordo alle prescrizioni del D.M. n. 37/08 e successivi aggiornamenti.

## *3. DATI TECNICI DI RIFERIMENTO*

### **3.1 Condizioni termo-igrometriche esterne**

N.B.: Sono derivate dalla UNI 10349-94 e UNI 10339-95

**Inverno** -5°C; 50% U.R.

**Estate** 31°C; 50% U.R.

### **3.2 Condizioni interne invernali**

20°C; U.R. 50%

### **3.3 Tolleranze**

Sulle temperature  $\pm 1^\circ\text{C}$

## *4. TIPOLOGIA DI IMPIANTI E APPARECCHIATURE*

### **4.1 Reti di scarico**

Le reti di scarico sono distinte per acque nere, saponate, bianche.

Per acque nere si intendono quelle provenienti esclusivamente dai WC.



Per acque saponate si intendono quelle provenienti dalle cucine e dai servizi igienici (escluso WC).

Per acque bianche si intendono quelle piovane.

#### **4.2 Reti di adduzione idrica**

Impianto idrico esterna: polietilene A.D. PE 100 a norma UNI EN 12201,

Impianto idrico interno: tubazioni in multistrato, coibentate con guaina in materiale elastomerico anticondensa negli spessori indicati nella apposita tabella in funzione dei diametri e del tipo di posa in opera.

#### **4.3 Apparecchi sanitari e rubinetteria**

Gli apparecchi sanitari sono in vetrochina di colore bianco e la rubinetteria di tipo pesante fortemente cromata di primaria marca e di tipo monocomando con miscelatore.

I vasi sono del tipo a pavimento e dotati di cassetta di scarico.

I bidet sono del tipo a terra.

#### **4.4 Acque nere**

Le tubazioni di scarico acque nere (colonne verticali e collettori suborizzontali attacchi ai sanitari posti

all'interno dei fabbricati) di provenienza dai servizi igienici (solo WC), sono previste in PVC secondo

UNI EN 1329-1 2000 e confluiranno fino al sifone terminale tipo Firenze quindi al pozzetto con predisposizione della guardia idraulica delle acque bianche.

#### **4.5 Acque saponate**

Per le cucine è prevista una tubazione in PVC secondo UNI EN 1329-1 2000 confluyente in una serie di degrassatori in cls, monoblocco per installazione a pavimento dotato di chiusini carrabili in cls e successivamente nella rete delle acque nere,

#### **4.6 Ventilazione degli scarichi**

Tutte le tubazioni di scarico dei servizi igienici al piano terra, così come quelle degli scarichi dei servizi

igienici al primo piano sono dotati di colonna di ventilazione primaria parallela sfociante in copertura. Le colonne di ventilazione saranno realizzate nel rispetto in PVC nel rispetto UNI EN 1329-1 2000

#### **4.7 Acque bianche o meteoriche:**

E' prevista una rete di raccolta in PVC secondo UNI EN 1401 collegata a pozzetti pluviali e a caditoie

prefabbricati in cls monoblocco per installazione a pavimento dotati di chiusini carrabili in cls collegata

agli allacci comunali tramite pozzetto con guardia idraulica a cui arriveranno anche i terminali delle acque nere.

#### **4.8 Impianto adduzione gas**

Tubazioni interrate in polietilene specifico per gas nel rispetto della norma UNI CIG 7129.

Tubazioni interne in rame in rotoli o in verghe con raccorderia a saldare nel rispetto della norma UNI CIG 7129. L'impianto dovrà essere realizzato con gli accessori richiesti dalla norma sopraccitata anche per le prove periodiche di pressione.

#### **4.9 Impianto di riscaldamento**

Tubazioni in rame precoibentato in rotoli per i collegamenti tra collettori e corpi scaldanti e in verghe coibentate con guaina in materiale elastomerico per il collegamento tra caldaia e collettori.

### **5. QUALITÀ E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

Salvo non sia disposto diversamente, tutti i materiali necessari per l'esecuzione delle opere, dovranno essere forniti dall'Impresa.

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'Appalto devono corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e nei regolamenti ufficiali vigenti in materia.

In mancanza di particolari prescrizioni, devono essere delle migliori qualità esistenti in commercio, ed idonei all'uso cui sono stati destinati. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, devono essere riconosciuti idonei, e accettati dalla Direzione Lavori, anche a seguito di specifiche prove di laboratorio o di certificazioni fornite dal produttore che ne attestino la qualità e rispondenza alle normative vigenti e alle prescrizioni impartite.

Qualora la Direzione Lavori rifiuti una qualsiasi provvista di materiali, ritenuta non idonea all'impiego, l'Impresa deve sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati devono essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e a spese della stessa Impresa.

In materia di accettazione dei materiali, qualora eventuali carenze di prescrizioni delle Comunità Europea nazionali e regionali, ovvero la mancanza di precise disposizioni nella descrizione contrattuale dei lavori, possano dare luogo a incertezze circa i requisiti dei materiali stessi, la Direzione Lavori ha facoltà di ricorrere all'applicazione di norme speciali, ove esistano, siano esse nazionali o estere.

L'accettazione dei materiali da parte della direzione dei lavori non esenta l'Impresa dalla totale responsabilità della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Salvo particolari prescrizioni o ordini impartiti, i materiali perverranno da quelle località e/o da quei produttori che l'Impresa, a suo giudizio di convenienza, deciderà di scegliere, non potendo per ciò avanzare o reclamare alcun diritto di sorta, qualora durante i lavori i materiali venissero riscontrati non più rispondenti ai requisiti, oppure venissero addirittura a mancare. Nell'eventualità di cui sopra, l'Impresa sarà obbligata a ricorrere ad altri produttori, diversi dai precedenti, di qualsiasi località, specificando che in tali casi, i prezzi stabiliti in elenco, come tutte le varie prescrizioni riferite alla dimensione e qualità dei materiali, resteranno invariati.

Qualora, senza la preventiva ed esplicita approvazione della Direzione Lavori, l'Impresa nel proprio interesse o di sua iniziativa impiegasse materiali di dimensioni consistenza e qualità superiori a quelle prescritte, non avrà diritto ad alcun aumento dei prezzi, compensi addizionali o riconoscimento di prezzi non prescritti.

La D.L. può richiedere campionatura di tutti i materiali previsti nell'esecuzione delle opere.

In particolare l'Appaltatore, oltre che l'approvazione tecnica, deve richiedere anche quella estetica di

tutti i materiali ed apparecchiature in vista (elenco avente carattere esemplificativo e non esaustivo):

- generatori di calore
- radiatori
- cassette collettori (modello e colore)
- diffusori, bocchette, griglie, ecc. (modelli, geometria e dimensioni, colore)
- apparecchi sanitari
- rubinetteria

Quanto richiesto deve essere etichettato con le seguenti indicazioni: tipo ed altri mezzi di

identificazione, nome e località del cantiere, numero d'ordine e/o richiesta di offerta, data ed altre indicazioni utili.

Dopo l'approvazione da parte della D.L. tali campioni servono quale base di riferimento per materiali e/o manufatti da fornire.

Relativamente ai materiali ed alle apparecchiature per i quali non è possibile una campionatura e per quelli di cui non è richiesta la campionatura, devono comunque essere forniti nome, marca di fabbrica, tipo e tutte le altre informazioni utili.

### **5.1 Tarature, prove e collaudi**

Devono essere effettuate le operazioni di taratura, regolazione e messa a punto di ogni parte dell'impianto.

È compito dell'Appaltatore:

- eseguire i collaudi ordinati dalla D.L.
- eseguire tutte le prove e collaudi previsti nella D.A..
- L'Appaltatore deve informare per iscritto la D.L., con almeno una settimana di anticipo, quando
- l'impianto è predisposto per le prove in corso d'opera e per le prove di funzionamento
- sostenere le spese per i collaudi provvisori e definitivi, restando escluso solo l'onorario per il
- Collaudatore ufficiale
- sostenere le spese per il Collaudatore qualora i collaudi si dovessero ripetere per esito negativo
- mettere a disposizione della D.L. gli apparecchi e gli strumenti di misura e controllo e la necessaria mano d'opera per le misure e le verifiche in corso d'opera ed in fase di collaudo dei lavori eseguiti.

Elenco strumenti indispensabili che si intendono utilizzare per le prove e verifiche dei vari componenti, con i relativi certificati di calibrazione in data non superiore ad 1 anno (elenco avente carattere indicativo e non esaustivo):

- sonde campione di temperatura
- pressostato differenziale con generatori di pressione

- fonometro integratore (almeno di classe I secondo standard IEC nx651 del 1979 e nx804 del 1985) adatto alla misurazione della Leq (A) e completo di stampante
- manometri campione

L'esito favorevole di prove e verifiche non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano i prescritti requisiti nelle opere finite. Gli oneri per quanto sopraddetto sono inclusi in tutti i prezzi unitari di appalto.

## **5.2 Verifiche e prove da prevedere**

L'esecuzione dei lavori richiede una consegna provvisoria e una consegna definitiva degli impianti.

Per la consegna provvisoria, da farsi appena ultimati i lavori, sono previste:

- verifiche e prove in corso d'opera
- messa a punto, tarature ed avviamenti
- verifiche e prove preliminari.

Per la consegna definitiva, da farsi dopo la consegna provvisoria, sono previste:

- verifiche e prove finali.

Tutte le verifiche e prove devono essere fatte a cura dell'Appaltatore in contraddittorio con la D.L., alla eventuale presenza del Collaudatore in corso d'opera.

Gli oneri per tali verifiche e prove sono inclusi in tutti i prezzi unitari di appalto.

## **5.3 Consistenza delle verifiche e prove preliminari per la consegna provvisoria**

### *Note generali*

A montaggi ultimati ha inizio un periodo di funzionamento degli impianti, di durata non inferiore al 10% del tempo di ultimazione dei lavori, durante il quale l'Appaltatore deve provvedere ad effettuare tutte le operazioni di messa a punto, prove e tarature degli impianti.

Durante tale periodo e fino alla data del Certificato di Ultimazione Lavori, gli impianti sono condotti dal personale dell'Appaltatore che deve assicurare la necessaria manutenzione, la pulizia e la sostituzione dei materiali di consumo acquistati dall'E.A. (se non diversamente precisato in altri documenti di contratto). Sono inoltre esclusi i costi dell'energia elettrica, gas, acqua, ecc..

Terminato il periodo sopradescritto, l'Appaltatore comunica alla D.L., a mezzo raccomandata, di aver terminato i lavori, richiedendo l'emissione del Certificato di Ultimazione Lavori.

Entro 10 giorni dal ricevimento di tale lettera la D.L. redige il Certificato di Ultimazione Lavori;

entro trenta giorni dalla data di tale certificato la D.L. procede all'accertamento sommario della regolarità delle opere eseguite ed emette il Certificato di Regolare Esecuzione.

Detto accertamento sommario, ovvero le verifiche e prove preliminari in genere, consiste in verifiche qualitative, quantitative e prove preliminari degli impianti intese ad accertare che la qualità e la quantità dei materiali forniti, le modalità di esecuzione, l'installazione, la fornitura e le prestazioni provvisorie degli impianti rispondano alle condizioni contrattuali e alle normative vigenti.

Prima dell'inizio delle verifiche e prove preliminari, l'Appaltatore deve aver provveduto affinché:

copia della documentazione di messa a punto e tarature sia presentata in visione alla D.L. nelle centrali, sottocentrali, locali tecnici, ecc., ci siano tutte le apparecchiature e quei materiali di ricambio necessari per le prove preliminari (es. fusibili, cinghie di motori, ecc.).

Qualora ciò non avvenga, la D.L. non procederà ad alcuna prova e ritornerà soltanto quando tali obblighi siano stati soddisfatti. Ovviamente i ritardi nella consegna degli impianti sono addebitati all'Appaltatore, compresa l'eventuale penale per mancata ultimazione dei lavori.

L'esecuzione e il risultato delle verifiche e prove preliminari formano oggetto di verbali firmati dalla D.L. e dall'Appaltatore. Se durante le verifiche e prove preliminari dovessero risultare manchevolezze o deficienze, esse devono essere indicate sul verbale e viene fissato un termine entro il quale l'Appaltatore dovrà provvedere alla loro eliminazione.

Tali verifiche preliminari sono eseguite utilizzando personale ed attrezzature messe a disposizione dall'Appaltatore.

### **5.3.1 Verifiche e prove in corso d'opera**

Sono le verifiche e prove funzionali in corso d'opera da eseguirsi secondo le richieste ed indicazioni della D.L., registrandone i risultati su schede fornite dalla D.L. stessa.

Al termine di ciascuna verifica o prova viene steso un Verbale di Verifiche e Prove in Corso d'Opera che va poi allegato al Certificato di Ultimazione Lavori.

### **5.3.2 Messa a punto, taratura ed avviamenti**

Si intendono tutte quelle operazioni atte a rendere gli impianti perfettamente funzionanti, compreso il bilanciamento dei circuiti d'acqua, la taratura delle regolazioni, ecc., il funzionamento delle apparecchiature alle condizioni previste.

Tutti i risultati delle operazioni di messa a punto, prove, tarature ed avviamenti degli impianti devono essere riportate su piante, schemi e schede da concordare con la D.L.. Le piante e schemi, eventualmente in scala ridotta, devono formare una serie a sé stante con precisato sul cartiglio che sono state usate per le tarature e devono contenere tutte le indicazioni atte a comprendere dove e come sono state effettuate le tarature stesse e/o le misure.

Le verifiche vengono effettuate alla presenza di responsabili dell'Appaltatore e della D.L. sugli impianti completi o parti di essi.

### **5.3.3 Opere da ricoprire**

L'Appaltatore deve dare piena opportunità alla D.L. di verificare, misurare e provare qualsiasi lavoro prima che sia ricoperto o comunque posto fuori vista, notificandolo per iscritto almeno con 48 ore di anticipo.

La D.L. dà corso alla verifica, misura o prova, a meno che notifichi all'Appaltatore di non considerarlo necessario.

## **6. PROVE SU MATERIALI**

La Direzione Lavori in qualunque momento, sia prima che dopo l'impiego nei lavori, potrà prescrivere prove sui vari materiali inerenti all'Appalto. L'Impresa sarà obbligata perciò in ogni momento a presentarsi per effettuare tutte le prove o saggi ritenuti idonei ordinati dalla Direzione Lavori, e questa ultima avrà il diritto di dettare qualsiasi norma alternativa o complementare in riferimento alle normali prove di collaudo senza che l'Impresa possa trarne motivo di indennizzo alcuno.

In ogni caso il prelievo dei vari campioni sarà eseguito in contraddittorio ed i campioni oggetto di prova potranno essere conservati dalla Direzione Lavori o dall'Impresa, contrassegnati a firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa nel modo adatto a salvaguardare l'autenticità del provino.

Le varie prove ordinate potranno essere eseguite presso il cantiere, nello stabilimento di origine o produzione, presso un istituto privato autorizzato nelle forme di legge o presso un istituto Universitario per le analisi dei materiali; la scelta sarà a insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

Qualsiasi spesa, per saggi, prelievi, custodia, invio e trasporto dei campioni, nonché per l'esecuzione delle prove ed i ripristini di qualsiasi manufatto o fornitura che sia reso necessario manomettere, nonché tutte le spese connesse, saranno a totale carico dell'Impresa, indipendentemente dal numero dei saggi o prove ordinate dalla Direzione Lavori.

Nell'evenienza che i lavori vengano momentaneamente sospesi nell'attesa di regolare certificazione di prove in corso da parte dei vari organi competenti sopra specificati, l'Impresa non potrà accampare alcun diritto o pretendere indennizzi di sorta ma solamente richiedere, nel caso che il tempo di attesa risulti considerevole, una proroga sul tempo di ultimazione dei lavori, la cui accettazione per altro sarà demandata al giudizio della Direzione Lavori.

Per i materiali già approvvigionati a piè d'opera, e riconosciuti non idonei dalla Direzione Lavori, l'Impresa dovrà provvedere, a sue spese, all'allontanamento dei materiali dal cantiere ed alla loro sostituzione.

## **6.1 Prove in loco degli impianti termofluidici**

### **6.1.1 Note generali**

Vengono effettuate alla presenza della D.L. sugli impianti completi o parte di essi.

Le verifiche e le prove preliminari di cui in appresso si devono in ogni caso effettuare durante l'esecuzione delle opere ed in modo che esse risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Tali prove e verifiche devono accertare inoltre la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge, alla normativa di settore e a tutto quanto richiesto negli elaborati di appalto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in corso d'opera, sia per quanto riguarda l'efficienza delle singole parti che la loro installazione.

### **6.1.2 Verifica quantitativa e qualitativa**

È la verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di apparecchiature, materiali ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto.



### **6.1.3 Tubazioni**

**a)** Prova idraulica a freddo con tubazioni ancora in vista e prima che si proceda a verniciature e coibentazioni;

la prova deve essere fatta, se possibile, mano a mano che si esegue l'impianto, ed in ogni caso ad impianto ultimato, prima di effettuare le prove di cui alla seguente lettera b), ad una pressione di 1,5 volte superiore a quella corrispondente alla pressione massima di esercizio (ma comunque non inferiore a 6 bar), e mantenendo tale pressione per ore 24 (ventiquattro).

Tutte le tubazioni in prova, complete di valvole rubinetti o altri organi di intercettazione mantenuti in posizione "aperta", devono avere le estremità chiuse con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso; dopo aver riempito il circuito stesso, si sottopone a pressione la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro, inserita in un punto qualunque del circuito.

Si ritiene positivo l'esito della prova quando non si verificano fughe o deformazioni permanenti.

Per le tubazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura.

È inteso che le prove siano eseguite prima della posa dell'eventuale isolamento.

**b)** prova preliminare di circolazione, tenuta e dilatazione con fluidi scaldanti e raffreddanti, per controllare gli effetti della dilatazione nelle condutture dell'impianto, portando la temperatura nelle apparecchiature di trasformazione ai valori previsti e mantenendola per tutto il tempo necessario per l'accurata ispezione di tutto il complesso delle condutture e dei corpi scaldanti o refrigeranti.

L'ispezione si deve iniziare quando la rete e le apparecchiature di trasformazione abbiano raggiunto lo stato di regime.

Si ritiene positivo il risultato delle prove quando in tutte indistintamente le apparecchiature l'acqua arrivi alla temperatura stabilita, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti e quando i vasi di espansione contengano a sufficienza tutte le variazioni di volume dell'acqua dell'impianto.

### **6.1.4 Impianti di riscaldamento**

Per gli impianti di riscaldamento devono inoltre essere fatte le seguenti prove:

**a)** prova di funzionamento di tutti i sistemi di regolazione per verificare il corretto esercizio di tutti gli organi di regolazione e la efficacia dei collegamenti, a prescindere dalla disponibilità o meno dei fluidi

riscaldanti e/o raffreddanti.

**b)** prove di raggiungimento delle temperature progettuali

### **6.1.5 Impianti idricosanitari**

Per gli impianti idricosanitari devono inoltre essere fatte le seguenti prove:

**a)** prova idraulica a freddo, come detto precedentemente, con manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per pressione massima di esercizio si intende la pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare la erogazione al rubinetto più alto e più lontano con la

contemporaneità prevista e con il battente residuo non inferiore a 50 kPa

**b)** prova di portata rete acqua fredda e calda, per accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità.

**c)** verifica della circolazione della rete acqua calda, per misurare il volume di acqua erogato prima dell'arrivo dell'acqua calda; la prova deve essere eseguita tenendo in funzione la sola utenza più

sfavorita ed è considerata positiva se il volume di acqua erogata prima dell'arrivo dell'acqua calda è

inferiore a litri 1.5

**d)** prova di efficienza della ventilazione delle reti di scarico, controllando la tenuta dei sifoni degli apparecchi gravanti sulle colonne da provare, quando venga fatto scaricare contemporaneamente un

numero di apparecchi pari a quello stabilito dalla contemporaneità.

## *7. QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI*

### **7.1 Materiali in genere**

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche e prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

### **7.2 Tubazioni**

Le tubazioni per gli impianti dovranno tutte essere marchiate, avere le caratteristiche indicate nell'elenco dei prezzi, essere comunque idonee per il tipo di installazione come, qualità, diametro, pressione nominale ed essere in grado di resistere alla pressione di collaudo.

### **7.3 Tubazioni fuori terra**

Rame – per il gas avente le caratteristiche prescritte dalla norma UNI EN 1057

### **7.4 Tubazioni interrate**

Possono essere utilizzate tubazioni conformi a specifiche normative di riferimento, se in materiale plastico (polietilene), per il gas con caratteristiche qualitative e dimensionali non minori da quelle prescritte dalla norma UNI ISO 4437

Le tubazioni ed i raccordi in PVC rigido non plastificato per fognature non in pressione devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle norme IIP - UNI EN 1401.

Per le fognature a gravità saranno impiegati tubi del tipo IIP - UNI EN 1401 tipo SN4.

I tubi ed i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP che ne assicura la rispondenza alle norme UNI.

I tubi in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante, purché il manufatto ottenuto risponda

ai requisiti stabiliti dalle citate Norme UNI - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie.

Tubi in PE AD denominato PE 80 (Sigma 63), atossici ed idonei all'adduzione di acqua rispondenti alla Circolare Ministeriale del 02/12/78 e successivi aggiornamenti.

I tubi dovranno riportare una marcatura conforme alle norme UNI e quindi riportare:

Nome del fabbricante

Numero distintivo dell'azienda licenziataria

Logo UNI di competenza

Diametro esterno

Pressione massima di esercizio (PN)

Data di produzione

Codice Materia Prima utilizzata

N° della trafilatura

Identificativo del lotto

### **7.5 Valvole di intercettazione**

Dovranno essere del tipo indicante la posizione di apertura e chiusura. Sono pertanto ammesse valvole a sfera, a globo e a farfalla. Devono essere conformi alle norme specifiche, marcate CE.

Le valvole del gas ai contatori devono essere del tipo con chiusura rapida e riapertura con chiave.

### **7.6 Ancoraggio tubazioni**

I sostegni delle tubazioni devono avere queste caratteristiche:

- devono essere in grado di assorbire gli sforzi assiali e trasversali in fase di erogazione
- il materiale di sostegno deve essere non combustibile
- i collari devono essere chiusi attorno ai tubi
- non sono ammessi sostegni aperti (ganci a uncino e simili)

- non sono ammessi sostegni ancorati tramite graffe elastiche
- -i sostegni non devono essere saldati direttamente alle tubazioni o avvitati ai rispettivi raccordi
- La distanza massima tra i staffe è stabilita dalla norma UNI CIG 7129 in funzione del diametro.

### **7.7 Collaudi per tubazioni idriche**

Saranno compresi nella valutazione dell'impianto, oltre al rilascio della dichiarazione di conformità, anche tutte le prestazioni richieste dalla normativa per il collaudo.

In particolare, sono a carico dell'installatore:

- il lavaggio dell'impianto con velocità dell'acqua non minore di 2 m/s per tutti i tronchi di tubazione
- la prova idrostatica dell'impianto ad una pressione di almeno 6 bar per 2 ore
- l'assistenza alla direzione lavori, con personale dell'impresa, per le verifiche delle prove di portata e pressione per tutta la durata necessaria all'esecuzione

### **7.8 Collaudi per tubazioni gas**

Saranno compresi nella valutazione dell'impianto, oltre al rilascio della dichiarazione di conformità, anche tutte le prestazioni richieste dalla normativa per il collaudo.

In particolare, sono a carico dell'installatore:

- la prova con gas inerte dell'impianto, con le modalità indicate nella norma UNI Cig 7129 punto 5.1, ad una pressione di almeno 150 mbar per 15 minuti e non si deve verificare calo di pressione o comunque come indicato dalla UNI 7129 e s.m.i
- l'assistenza alla direzione lavori, con personale dell'impresa, per le verifiche delle prove di portata e pressione per tutta la durata necessaria all'esecuzione.

## 7.9 MATERIALI PER OPERE MURARIE

### **Acqua**

L'acqua impiegata nelle malte e nei calcestruzzi dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri e solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate; in particolare dovrà rispondere alle prescrizioni delle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 (D.M. 16 giugno 1976 e successivi aggiornamenti).

### **Leganti idraulici**

Sono considerati leganti idraulici:

- cementi normali e ad alta resistenza;
- cemento alluminoso;
- cementi per sbarramenti di ritenuta;
- agglomerati cementizi;
- calci idrauliche.

Per i requisiti di accettazione valgono le norme ministeriali in vigore al momento dell'impiego, unitamente a quanto riportato di seguito.

### **Malte cementizie**

I materiali da impiegarsi nelle malte e conglomerati e le norme per la loro esecuzione dovranno corrispondere alle prescrizioni di cui al R.D. 16.11.1939 n. 2228, 2229, 2230, 2231, alla L. 26.5.1965 n. 595, al D.M. 31 Agosto 1972, alla norma UNI 9858 ed alle successive integrazioni e modifiche.

I tipi di malta e le loro classi sono definiti in rapporto alla composizione in volume; malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori di cui al D.M. LL.PP. 20 novembre 1987, n. 103.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D. Min. Ind. Comm. Art. 13 settembre 1993.

Le caratteristiche dei materiali da utilizzare per la composizione delle malte ed i rapporti di miscela da impiegare per la formazione di murature, intonaci ecc. dovranno corrispondere per i vari tipi di impasto, a quanto previsto dalle relative voci dell'Elenco Prezzi Unitari e, ove non specificato, a quanto di volta in volta prescritto dalla Direzione Lavori.

L'impasto dei materiali dovrà essere ottenuto con idonei mescolatori meccanici oppure, per piccole quantità, a mano su piani perfettamente puliti. Gli impasti dovranno essere

preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato. I residui impasti che non avessero avuto per qualsiasi ragione immediato impiego dovranno essere portati a rifiuto.

### **Sabbia**

La sabbia per i conglomerati cementizi e per le malte dovrà essere delle migliori cave, ruvida al tatto, stridente allo sfregamento, assolutamente priva di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di natura silicea o, in subordine, quarzosa, granitica o calcarea, avere grana omogenea e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione.

Prima dell'impiego essa dovrà essere lavata e vagliata.

Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.

L'Impresa dovrà inoltre mettere a disposizione della Direzione Lavori i vagli di controllo (stacci) di cui alla norma UNI 2332-1.

La sabbia utilizzata per le murature dovrà avere grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2, UNI 2332-1.

La sabbia utilizzata per gli intonaci, le stuccature e le murature a faccia vista dovrà avere grani passanti attraverso lo staccio 0,5, UNI 2332-1.

La sabbia utilizzata per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto nell'All. 1 del D.M. 3 giugno 1968 e dall'All. 1, punto 1.2, D.M. 9 gennaio 1996.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto e alle condizioni di posa in opera.

è assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

## **7.10 MATERIALI PER RINTERRI E SCAVI**

### **Sabbiella**

La sabbiella dovrà provenire da cava ed essere costituita da materiale di tipo A3 secondo la classificazione dei terreni della tabella CNR UNI 10006 - 5/63.

Dovrà inoltre essere esente da sostanze argillose e terrose ed avere un'umidità compatibile con l'impiego a cui è destinata.

La Direzione Lavori si riserva, a giudizio insindacabile, l'accettazione o meno del materiale prima della sua posa in opera.

***Sabbia, ghiaietto e pietrischetto***

La sabbia, il ghiaietto e il pietrischetto impiegati nel rinterro di scavi in sede stradale dovranno essere, di norma, di frantoio e avere le stesse caratteristiche previste per quelli utilizzati nell'esecuzione di opere murarie.

***Ghiaia in natura***

La ghiaia in natura dovrà provenire da cave fluviali ed essere costituita da un miscuglio di sabbia e ghiaia derivanti da rocce non gelive, di natura compatta e resistente, con esclusione di qualsiasi materiale eterogeneo o comunque dannoso per l'impiego a cui è destinato.

Dovrà inoltre risultare ben assortita nei suoi componenti con esclusione degli elementi litici non passanti al vaglio di cm 15 e con percentuale di sabbia compresa tra il 40% e il 60% del miscuglio (Tab. UNI 2710 - Ed. Giugno 1945 e successivi aggiornamenti).

***Misto granulare stabilizzato***

Dovrà corrispondere ad una miscela di terre stabilizzate granulometricamente e costituite, per gli inerti di dimensioni maggiori, da ghiaie o prodotti di cava frantumati.

Le caratteristiche dei materiali da impiegare dovranno essere le seguenti:

- gli aggregati dovranno avere una conformazione cubica o con sfaccettature ben definite (sono escluse le forme lenticolari o schiacciate) con dimensioni inferiori od uguali a 71 mm;
- granulometria compresa nel fuso determinato dai dati riportati nella seguente tabella:

Crivelli e setacci UNI	Quantità passante - % totale in peso
crivello 71	100
crivello 40	75 - 100
crivello 25	60 - 87
crivello 10	35 - 67
crivello 5	25 - 55
setaccio 2	15 - 40
setaccio 0,4	7 - 12



Crivelli e setacci UNI	Quantità passante - % totale in peso
setaccio 0,075	2 - 10

- rapporto tra la quantità passante al setaccio 0,075 e la quantità passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- perdita in peso alla prova Los Angeles compiuta sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65, salvo diversa richiesta del Direttore dei lavori e salvo verifica dell'indice di portanza CBR che dovrà essere, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua del materiale passante al crivello 25, non minore di 50.

## 8. CONTABILITA' DELLE OPERE

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, od a numero, od a peso, in relazione a quanto previsto nell'elenco prezzi.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezza e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate e l'Appaltatore potrà essere chiamato al rifacimento a tutto suo rischio e spese.

Le misure saranno prese in contraddittorio man mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Appaltatore.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità al collaudatore di verificare e di rettificare le misure in occasione delle operazioni di collaudo.

I prezzi unitari in base ai quali - sotto deduzione del pattuito ribasso sull'intero loro importo - saranno pagate le somministrazioni di materiali, i noli ed i lavori appaltati a misura - oltre a quanto particolarmente indicato nelle singole voci dell'elenco prezzi, o dell'elenco descrittivo delle voci relative alle varie categorie di lavoro, sono valutati in base a fasi lavorative standard ed in base alle eventuali difficoltà operative che ogni singola lavorazione può presentare e comprendono quanto appresso:

per la somministrazione di materiali prevista a carico dell'Appaltatore: ogni spesa - nessuna eccettuata - sopportata dallo stesso per la fornitura, trasporti, cali, perdite, sprechi, ecc. per dare i

materiali stessi pronti all'impiego a piè d'opera in qualsiasi punto del lavoro, nella quantità richiesta dall'Azienda;

per i noli: ogni spesa di carico, scarico e trasporto a/da cantiere all'inizio ed al termine del nolo, oneri relativi all'installazione, spostamenti, assistenza e sorveglianza delle attrezzature e l'eventuale danneggiamento e/o mancato recupero del materiale impiegato; sono inclusi inoltre gli oneri relativi al consumo di carburante o forza motrice, lubrificante, ed il personale addetto e di quant'altro non menzionato ma necessario al buon funzionamento dell'attrezzatura;

per i lavori a misura: tutte le spese per mezzi d'opera e mano d'opera, assicurazioni di ogni specie; tutte le forniture occorrenti e la loro lavorazione e messa in opera per dare il lavoro finito secondo le prescrizioni del presente Capitolato, o dell'elenco descrittivo di ogni singola lavorazione, e comunque, anche se non espressamente menzionato, per dare il lavoro finito a regola d'arte; trasporti e scarichi in ascesa e discesa, indennità di cave, di passaggi, di depositi, di cantiere, di occupazioni temporanee, ecc..

Nei prezzi stessi si intende cioè compreso ogni compenso per gli oneri tutti (anche se non esplicitamente sopra detti o richiamati nei vari articoli e nell'elenco dei prezzi) che l'Appaltatore dovrà sostenere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

La valutazione dei lavori a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione dei singoli prezzi a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e d'ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per i lavori a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.

Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.

Le misure verranno eseguite in contraddittorio tra tecnico dell'Impresa e l'ufficio della direzione dei lavori

Le misure verranno eseguite nel rispetto degli articoli dell'elenco prezzi sia come modalità sia come unità di misura.

Per le modalità di misura e la contabilità dei lavori si rimanda al capitolato speciale d'appalto.

## *9. ULTIMAZIONE DEI LAVORI E COLLAUDI*

### **9.1 Certificato di Ultimazione Lavori e consegna provvisoria con facoltà d uso**

Il Certificato di Ultimazione Lavori viene rilasciato (se non diversamente indicato in altri documenti di contratto):

- quando i risultati delle verifiche o prove preliminari degli impianti siano risultate positive (ad esclusione delle verifiche stagionali degli impianti di climatizzazione) e dopo che eventuali manchevolezze o deficienze siano state eliminate
- dopo la fornitura da parte dell'Appaltatore di tutta la documentazione finale prevista nelle clausole "Documentazione per pratiche burocratiche" e "Documentazione finale".

In genere rimane esclusa una verifica stagionale degli impianti di climatizzazione (invernale), in quanto non possibile entro la data di ultimazione lavori. Questa verifica deve essere immediatamente eseguita nella prima stagione successiva alla data di ultimazione lavori (entro il periodo concesso per la consegna definitiva).

Il Certificato di Ultimazione Lavori, con allegati tutti i verbali di prove e verifiche emessi alla data, firmato dalla D.L., dall'E.A. e dall'Appaltatore, determina (se non diversamente indicato in altri documenti di contratto):

la data contrattuale di ultimazione dei lavori e di presa in consegna provvisoria degli impianti da parte dell'E.A.

- l'inizio del periodo contrattuale per l'esecuzione delle verifiche e prove definitive e del collaudo finale
- l'inizio del periodo di garanzia contrattuale.

La presa in consegna provvisoria costituisce soltanto la prova del generico funzionamento e non quella del raggiungimento delle garanzie prescritte in capitolato, né del regolare ed ineccepibile funzionamento.

All'atto della consegna provvisoria devono essere consegnati ai responsabili dell'esercizio tutti gli attrezzi ed utensili, nonché tutte le dotazioni di rispetto per i macchinari previsti.

Le verifiche possono comprendere oltre le parti in vista, anche quelle sepolte e nascoste ed è dunque obbligo dell'Appaltatore scoprire quelle parti di lavoro che fossero indicate, senza diritto ad alcun compenso per i lavori di scoprimento e di conseguente ripristino.

Il Direttore dei Lavori, qualora riscontri dalle prove preliminari imperfezioni di qualsiasi genere relative

ai materiali impiegati od all'esecuzione, deve prescrivere con appositi ordini di servizio i lavori che l'Appaltatore deve eseguire per mettere gli impianti nelle condizioni contrattuali e il tempo concesso per la loro attuazione; soltanto dopo aver accertato con successive verifiche prove che gli impianti corrispondono in ogni loro parte a tali condizioni, redige il verbale delle prove facendo esplicita dichiarazione che da parte dell'Appaltatore sono state eseguite tutte le modifiche richieste a seguito delle prove preliminari.

Resta inteso che nonostante l'esito favorevole di esse l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine (guasto, staratura, non regolare funzionamento, difetto di montaggio, vizio costruttivo, ecc.), che abbiano a riscontrarsi fino alla scadenza dei termini di garanzia. Qualora, per cause imputabili all'Appaltatore, la consegna finale dovesse subire ritardi, l'E.A. può imporre all'Appaltatore di mettere in funzione tutti o parte degli impianti rimanendone però quest'ultimo l'unico responsabile. In tale evenienza la conduzione e manutenzione totale (ordinaria e straordinaria), esclusi i soli consumi di energia, restano a completo carico dell'Appaltatore stesso che deve eseguirle tempestivamente e con ogni cautela fino a quando sarà possibile la consegna provvisoria.

Nulla, e a nessun titolo, può essere richiesto dall'Appaltatore per tali prestazioni, anche se fossero necessarie durante periodi notturni e/o festivi.

## **9.2 Consistenza delle verifiche e prove finali per la consegna definitiva (collaudo)**

### **9.2.1 Note generali**

Il Collaudatore oppure la Commissione di Collaudo (o il Direttore dei Lavori), a opere completamente ultimate e funzionanti e dopo che siano state eseguite positivamente le prove e verifiche preliminari di cui al precedente articolo, procede in contraddittorio con l'Appaltatore alle "verifiche e prove finali" di funzionamento, intese ad accertare la corrispondenza delle opere eseguite a tutte le condizioni contrattuali. Ciò deve avvenire nei tempi e secondo le modalità contrattuali.

Se i risultati sono positivi, viene rilasciato il Certificato di Collaudo (o il Certificato di Buona Esecuzione dei Lavori), che avrà carattere provvisorio mentre assumerà quello definitivo decorsi due anni dalla data della sua emissione.

Nel periodo di tempo tra la data del Certificato di Ultimazione dei Lavori e la consegna definitiva (collaudo con esito positivo, ancorché con carattere provvisorio) la conduzione e manutenzione degli impianti è a carico dell'E.A., se non diversamente prescritto nei documenti di contratto.

Le verifiche e prove finali sono intese ad accertare e certificare per conto dell'E.A. che le prestazioni finali degli impianti singolarmente e nel loro insieme corrispondano alle prescrizioni contrattuali.

Viene fissato il programma delle verifiche e prove finali informando l'Appaltatore con un avviso in

doppio originale, sopra uno dei quali l'Appaltatore deve apporre la sua firma in prova della ricevuta notificazione.

La verifica della buona esecuzione degli impianti è approfondita sino al punto giudicato necessario per formare la convinzione che tutte le parti siano in piena regola senza che l'Appaltatore abbia diritto a chiedere alcun indennizzo.

Fatto salvo quanto diversamente dovesse disporre il Collaudatore o la Commissione di Collaudo, le prove si suddividono in due parti:

- esami a vista che, avvalendosi della documentazione "as built", accertino che i componenti dei vari impianti siano conformi alle richieste di contratto, alle prescrizioni di sicurezza, siano stati scelti correttamente ed installati secondo normativa, siano integri in modo da non compromettere la sicurezza;
- prove e misure per accertare la rispondenza delle parti di impianto ai dati progettuali ed alla normativa in vigore.

Tali verifiche e prove finali vengono effettuate utilizzando personale ed apparecchiature messe a disposizione dall'Appaltatore.

In particolare, per le verifiche e prove finali degli impianti di climatizzazione occorre procedere a:

- Verifica invernale
- La verifica invernale ha luogo entro la prima stagione invernale corrente successiva all'emissione del Certificato di Ultimazione Lavori, in un periodo da fissarsi fra il 1° gennaio e il 28 febbraio.
- Verifica di mezza stagione

Dove il funzionamento con caratteristiche di mezza stagione sia prolungato oppure significativo per la

tipologia dell'impianto, la D.L. può richiedere una verifica anche in questi periodi. I periodi sono precisati dalla D.L. a seconda dell'ubicazione dell'impianto.

Le apparecchiature della regolazione automatica devono essere provate e verificate alla presenza di un tecnico specialista della ditta fornitrice dei materiali.

### **9.3 Esami a vista**

Sono da eseguirsi i seguenti esami (elenco avente carattere esemplificativo e non esaustivo):

- verifica corretta installazione macchine ed apparecchiature

- verifica corretta distribuzione reti idriche
- verifica staffe, mensole e sostegni in generale di macchine, tubazioni, canalizzazioni, ecc.
- verifica isolamenti
- presenza e corretta messa in opera di valvole di sezionamento e di taratura
- identificazione dei vari componenti e dei circuiti idrici
- corretta installazione elementi in campo
- agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.