

**PROGETTO PRELIMINARE STRUTTURE relative al Progetto di AMPLIAMENTO CONDOTTA
SCOLO CONSORZIALE “FIUME VETRO” IN VIA SAN CRISTOFORO A FAENZA
NELL’AMBITO DEL “PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA AREA
TAMPIERI 2”**

Committente : TAMPIERI FINANCIAL GROUP S.p.a.

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA E DI CALCOLO
ELABORATI ESECUTIVI**

Progettista delle Strutture

Ing. Enea Berardi

**PROGETTO PRELIMINARE STRUTTURE relative al Progetto di AMPLIAMENTO CONDOTTA
SCOLO CONSORZIALE “FIUME VETRO” IN VIA SAN CRISTOFORO A FAENZA**

Committente : TAMPIERI FINANCIAL GROUP S.p.a.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA E DI CALCOLO

1. Inquadramento generale dell’Intervento

Nell’ambito del "**Piano Urbanistico Attuativo di iniziativa privata AREA TAMPIERI 2**" si è evidenziata l’**esigenza di ampliare la larghezza stradale di via san Cristoforo**, per fare fronte al prevedibile aumento di traffico conseguente.

In particolare, sarà necessario procedere all’ampliamento della condotta di canalizzazione dello scolo consorziale “Fiume Vetro”, nei pressi dell’incrocio con via Granarolo dove è presente l’attraversamento del fosso grazie a una condotta in tubi in acciaio corrugati..

Nel recente passato, erano stati realizzati vari **lavori previsti per la riduzione del rischio idraulico** e per gli adeguamenti alla rete scolante superficiale, **in particolare era stata realizzata la ricollocazione dello scolo Fiume Vetro.**

In corrispondenza dell’attraversamento della via San Cristoforo di Mezzeno, *si era proceduto alla realizzazione di un manufatto sotto strada, mediante l’utilizzo di condotte corrugate in acciaio* rinfiancate da adeguati strati di inerti certificati..

Il progetto con pratica sismica n. 29056 ID SIS 2125 del 24/08/2016 era stato autorizzato con determinazione n° 18111 in data 15/11/2016 di Autorizzazione Sismica ai sensi dell’art. 12 L.R. 19/08, intestata a **Tampieri Giovanni**, amministratore delegato della ditta **TAMPIERI FINANCIAL GROUP S.p.a.**, via Granarolo 177/3, Faenza e debitamente collaudato.

Per la condotta esistente erano state utilizzate condotte corrugate metalliche **tipo TUBOSIDER T100-R/12** a formare una **condotta policentrica** di diametro **267,7 cm** e **freccia 185,4 cm**, mediante piastre in acciaio ondulato e zincato del tipo **S235JR**. Le giunzioni tra le piastre sono state realizzate mediante l'impiego di bulloni ad alta resistenza di **classe 8.8**, il diametro dei bulloni è pari a 12 mm per **n. 20 bulloni/metro** installati.

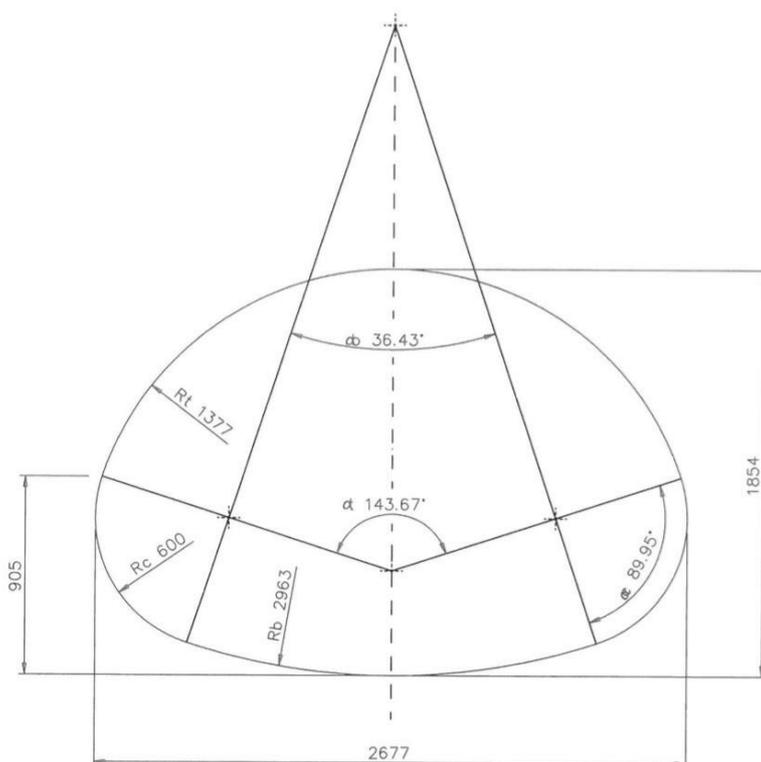
La condotta è stata posata e rinfiancata da uno strato di granulare certificato, il rilevato è stato completato con la posa a strati di materiale fratturato, certificato, a granulometria controllata, adeguatamente costipato.

Il presente progetto prevede pertanto il prolungamento della condotta esistente, che sarà realizzato con medesima tecnologia, per consentire un perfetto collegamento tra il nuovo e vecchio manufatto, e rendere possibile l'ampliamento della sede stradale.

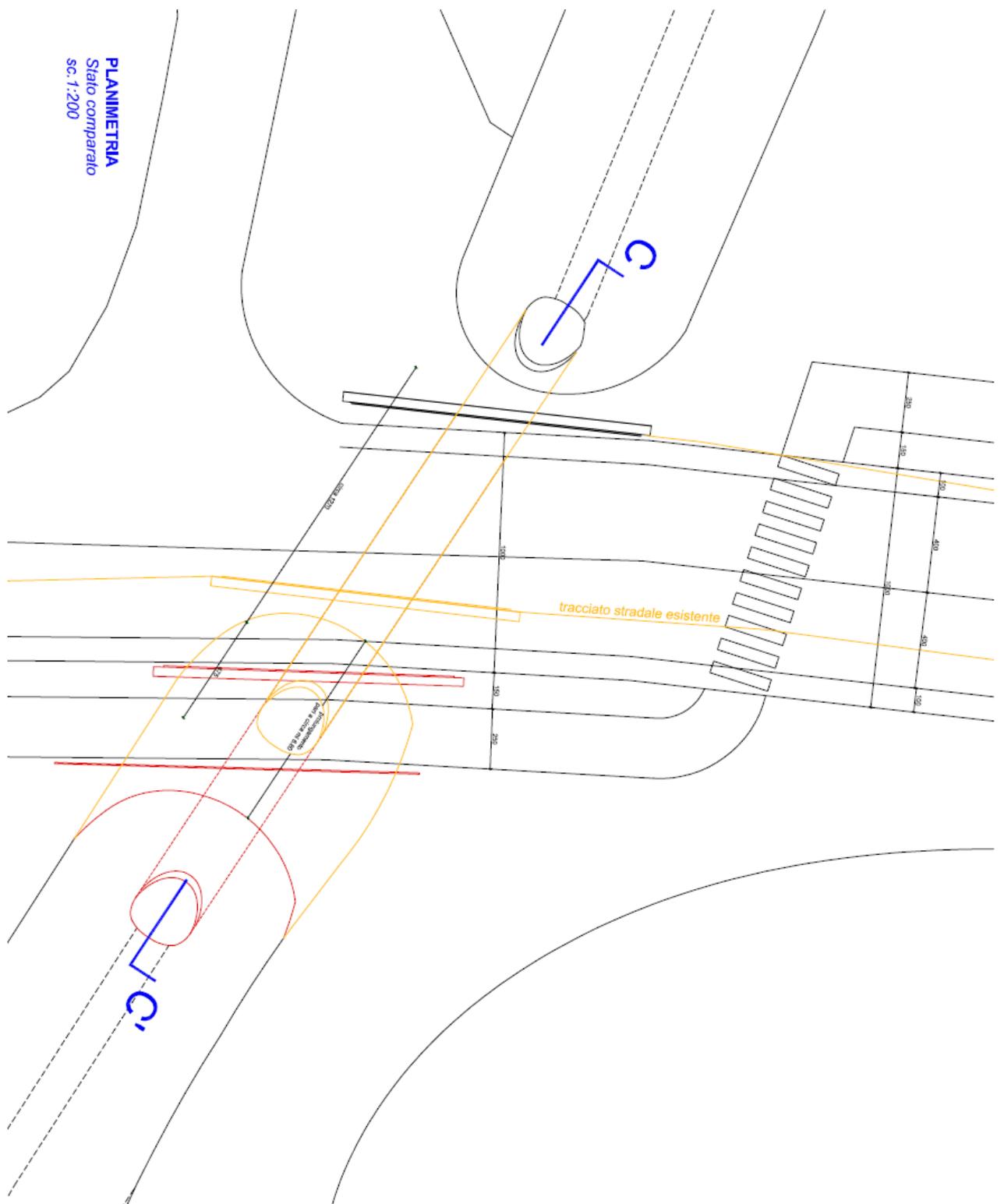
2. Descrizione Opere in Progetto e criteri generali di Progettazione e Verifica

Per il prolungamento della condotta sottopassante, si prevede l'utilizzo di **condotte corrugate in acciaio tipo TUBOSIDER T100-R/12** identiche a quelle utilizzate in precedenza, **per consentire un perfetto collegamento con l'opera esistente.**

Lo schema della condotta policentrica T 100-R12 è il seguente:

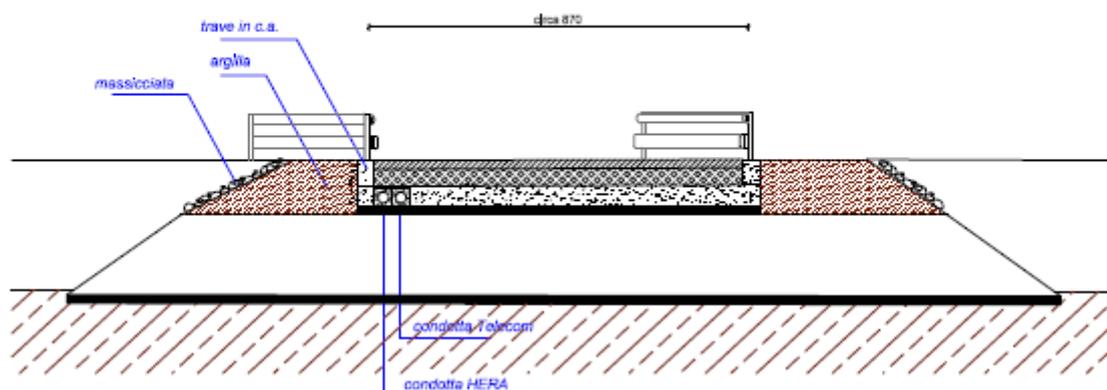


Per chiarezza, di seguito si riporta lo stralcio della planimetria di progetto:

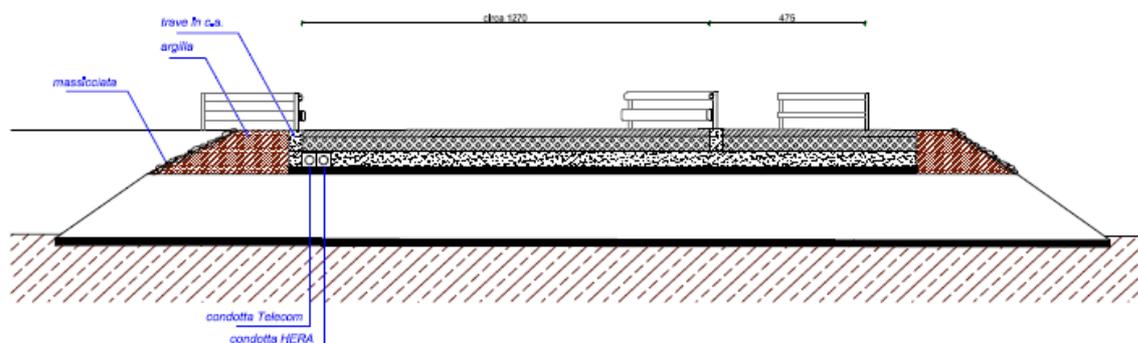


Si riportano inoltre la sezione dello stato attuale, quella di progetto e la sezione comparativa.

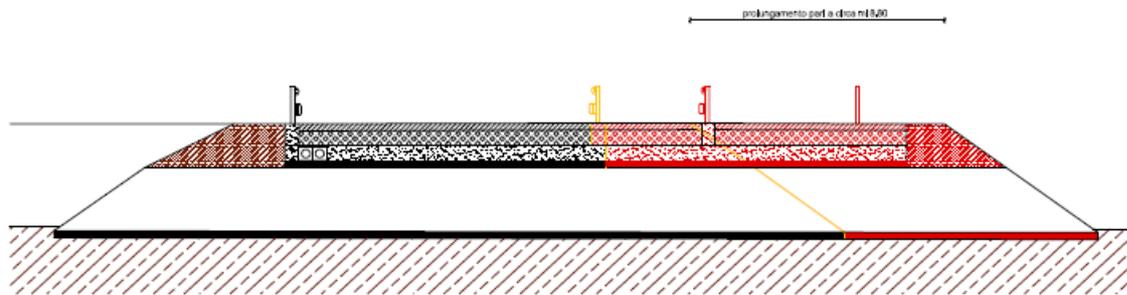
SEZIONE C-C'
Stato di fatto
scala 1:200



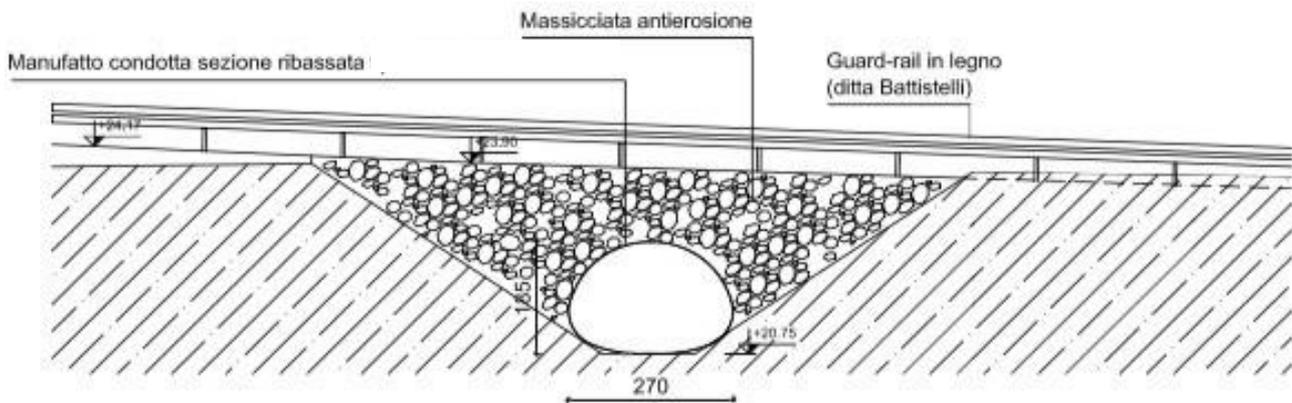
SEZIONE C-C'
Stato modificato
scala 1:200



SEZIONE C-C'
Stato comparato
scala 1:200



Si riporta la sezione schematica del manufatto:



SEZIONE Tipo

La condotta in oggetto sarà costituita da più piastre in acciaio ondulato e zincato del tipo **S235JR**, le giunzioni tra le piastre sono realizzate mediante l'impiego di bulloni ad alta resistenza di classe 8.8, il diametro dei bulloni è pari a **12 mm per n. 20 bulloni/metro installati**. Queste sono le dimensioni e caratteristiche del manufatto esistente.

Le piastre in acciaio costituenti la condotta sono ondulate con le seguenti caratteristiche:

- lunghezza d'onda mm 100
- profondità dell'onda mm 22

Le caratteristiche geometriche della sezione circolare considerata sono :

- luce :	2,677 (m)
- freccia :	1,854 (m)
- area :	3,900 (m ²)

Con le caratteristiche geometriche dell'ondulazione sopra riportate, in funzione dello spessore di 3,5 mm, si ottengono i seguenti valori per le caratteristiche fisico meccaniche:

Momento d'inerzia I: 0,2185 (cm⁴/cm) (per centimetro di proiezione sull'asse neutro)

Modulo di resistenza W: 0,1714 (cm³/cm) (per centimetro di proiezione orizzontale sull'asse neutro) Raggio giratorio d'inerzia r: 0,7510 (cm/cm) (per centimetro di proiezione sull'asse neutro)

Area sezione reagente A: 0,3880 (cm²/cm) (per centimetro di proiezione sull'asse neutro)

Il manufatto verrà installato sotto un rilevato tecnico di altezza pari a circa 130 cm rispetto all'estradosso della condotta.

Il rilevato esistente a protezione dello sbocco della condotta verrà opportunamente rimosso o ridimensionato, per consentire un perfetto collegamento con il nuovo prolungamento.

3. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO

Norme di riferimento cogenti

- Circolare 2 Febbraio 2009, n.617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008;
- CNR UNI 10011/88 "Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione;
- UNI EN ISO 1461:1999 "Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova";
- UNI EN ISO 898-1:2001 "Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Viti e viti prigioniere"
- UNI EN ISO 20898-2:1994 "Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso";
- UNI EN 10025-2:2005 "Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni

tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali”;

- CNR UNI 10006 “Costruzione e manutenzione delle strade - Tecniche di impiego delle terre”.

Altre norme e documenti tecnici integrativi

- Handbook of steel drainage and highway construction products – Canadian edition – CSPI: 2002;
- Handbook of steel drainage and highway construction products – AISI: 1994.

Riferimenti formule adottate

- (1), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12), (13), (15), (16), (17), (18) - Handbook of steel drainage and highway construction products – Canadian edition – CSPI: 2007;
- (2) – Normativa AS/NZS 2041:1998;
- (14) – LCPC – SETRA: 1985.

4. AZIONI DI PROGETTO SUL MANUFATTO

- Carico statico

dovuto al peso dell'unità di volume del terreno costituente il rilevato assunto con $\gamma_t = 2000$ kg/m³. Calcolo della pressione agente all'estradosso della condotta dovuta al carico statico:

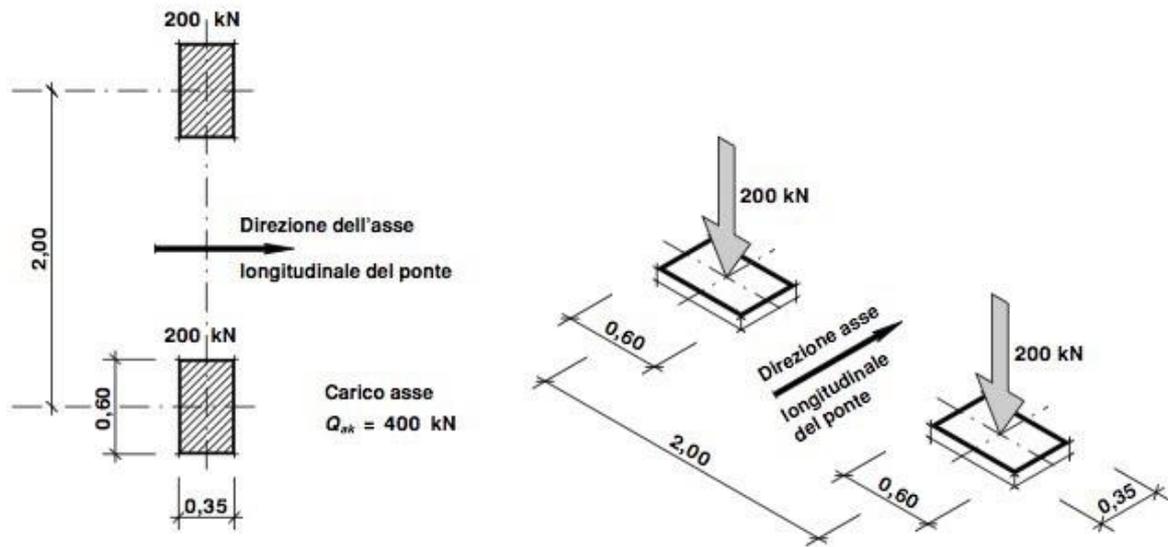
$$PS = \gamma_t \cdot h \quad (1)$$

dove : $\gamma_t = 2000$ kg/m³ peso specifico del rilevato

$h = [m]$ altezza rilevato tra estradosso condotta e piano stradale

- Carico dinamico:

Derivato dallo schema di carico contenuto nel Capitolo 5 delle NTC 2008 per ponti di I^a categoria:



Schema di Carico 2.

Calcolo della pressione agente all'estradosso della condotta dovuta al carico dinamico:

$$PD = 2 \cdot \frac{2N \cdot (1+i)}{(1,45 \cdot h + a)(1,45 \cdot h + 2b + d)} \quad (2)$$

dove

PD = [kg/m ²]	pressione
dinamica	= [kg] carico
sull'impronta	
i = [-]	fattore d'impatto del carico
d'impatto	= [m] distanza utile tra le
impronte	
h = [m]	altezza rilevato tra estradosso condotta e piano stradale
a = [m]	larghezza longitudinale dell'impronta riferita al senso di
marciab	= [m] larghezza trasversale dell'impronta riferita al senso
di marcia	

- Carico sismico:

dovuto alla classificazione ed accelerazione al suolo della zona sismica previste nel D.M. 14/01/2008“Norme tecniche per le costruzioni” (vedere punto 2.1 seguente).

Calcolo della pressione totale agente all’estradosso della condotta:

$$PT = PS + PD \quad (3)$$

Quando l’altezza del rilevato è uguale o maggiore della luce o diametro della struttura, il grafico del fattore di carico (vedi figura 1) è usato per determinare la percentuale del carico totale agente sulla condotta.

Per consuetudine, il valore dell’85% della Densità Proctor Standard risulterà avere un fattore pari a 0.86. Il fattore di carico K è applicato al carico totale per ottenere la pressione di progetto PT agente sulla condotta.

Se l’altezza del rilevato è inferiore alla luce o diametro della struttura, si assume che il carico agisca totalmente sulla condotta (K = 1.0).

Il carico sulla condotta diventa:

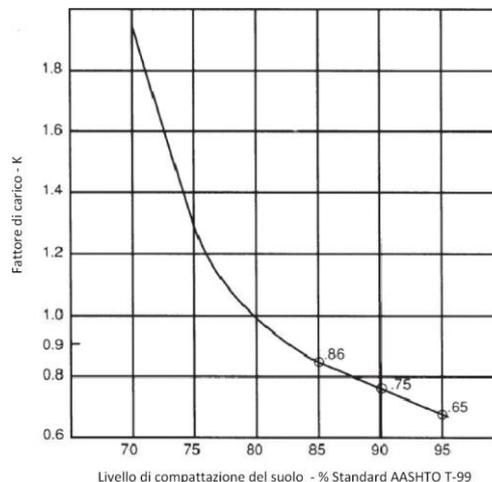
$$PT = K \cdot (PS + PD), \text{ quando } h \geq L$$

$$PT = (PS + PD), \text{ quando } h < L$$

dove:

PT	= [kg/m ²]	pressione totale
K	= [-]	fattore di carico
PS	= [kg/m ²]	carico statico
PD	= [kg/m ²]	carico dinamico
h	= [m]	altezza di rilevato
“D” o “L”	= [m]	Diametro o Luce della condotta

Figura 1 –



Al fine di evitare forti carichi concentrati, viene prescritta sull'estradosso dei manufatti un'altezza minima di rilevato in funzione del diametro o luce ("D" o "L") della struttura pari a:

$$h_{min} L/6 \text{ in ogni caso non } < 0.60 \text{ m (6)}$$

4.1 MODELLO NUMERICO

La funzione statica della condotta metallica è assicurata oltre che dall'acciaio della struttura, anche **dalle caratteristiche del rilevato compattato nel suo intorno.**

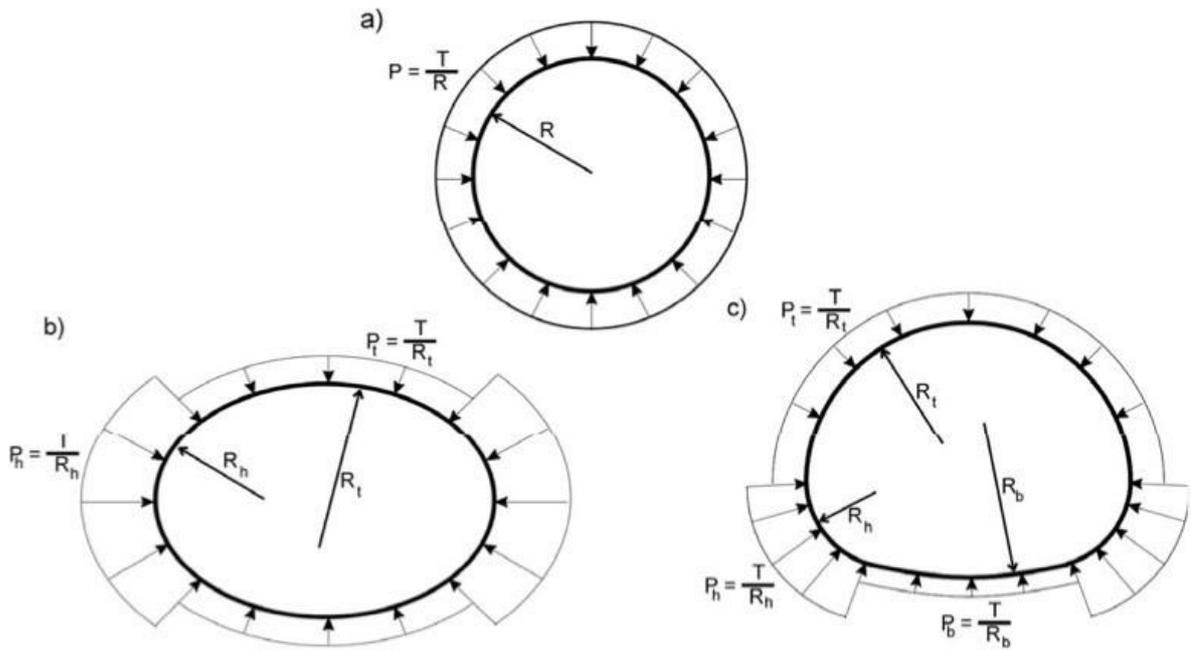
Il materiale di riempimento compattato intorno alla struttura deve avere una rigidità sufficiente, in modo che le deformazioni assunte dalla condotta per raggiungere la sua configurazione d'equilibrio restino accettabili.

Il rilevato inoltre deve presentare una rigidità omogenea su tutto il contorno del manufatto per evitare la comparsa di forti deformazioni locali.

4.2 MODELLAZIONE DELLA GEOMETRIA E DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE

La condotta posto che sia stata adeguatamente montata e gli strati di

terreno costipati , si può assimilare allo schema statico di **un anello sottile semplicemente compresso**, dove la parete è soggetta ad una **compressione uniforme C** lungo tutto il suo contorno e dove la **pressione esercitata sul blocco di rilevato tecnico in ogni punto è inversamente proporzionale al raggio di curvatura della parete.**



$$C = P_t \cdot R_t$$

dove:

$C = [\text{kg/m}]$ sforzo di
 compressione agente nella
 parete $P_t = [\text{kg/m}^2]$
 carico totale all'estradosso della condotta

 $R_t = [\text{m}]$ raggio di curvatura volta della
 struttura (nel caso di una struttura
 circolare R_t coincide con la metà
 del diametro)

La tensione ultima di compressione, f_t , per le strutture in acciaio ondulato con il blocco tecnico compattato all'85% della Densità Proctor Standard ed una tensione di snervamento di 2345 kg/cm², è mostrata nella figura seguente.

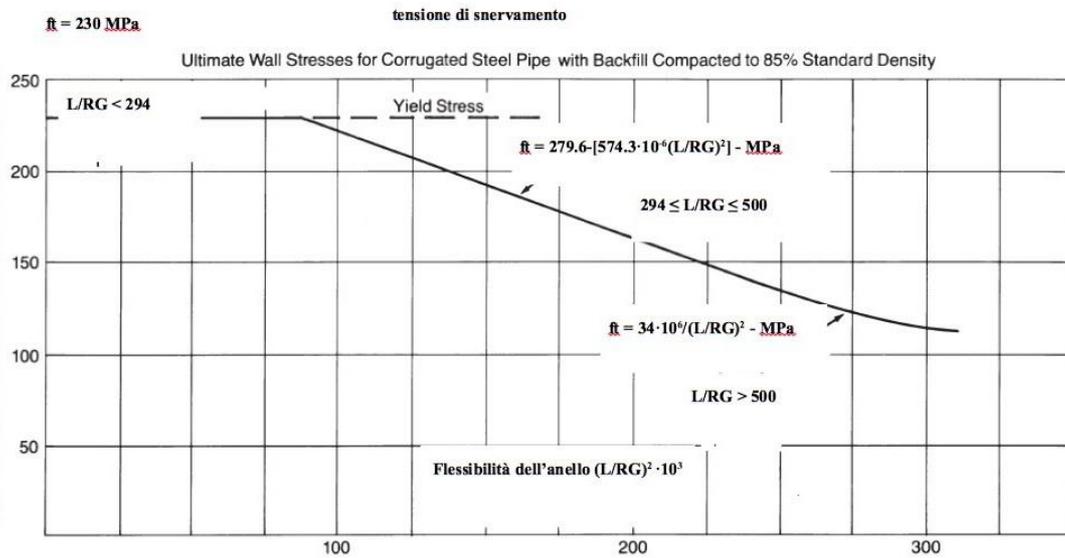


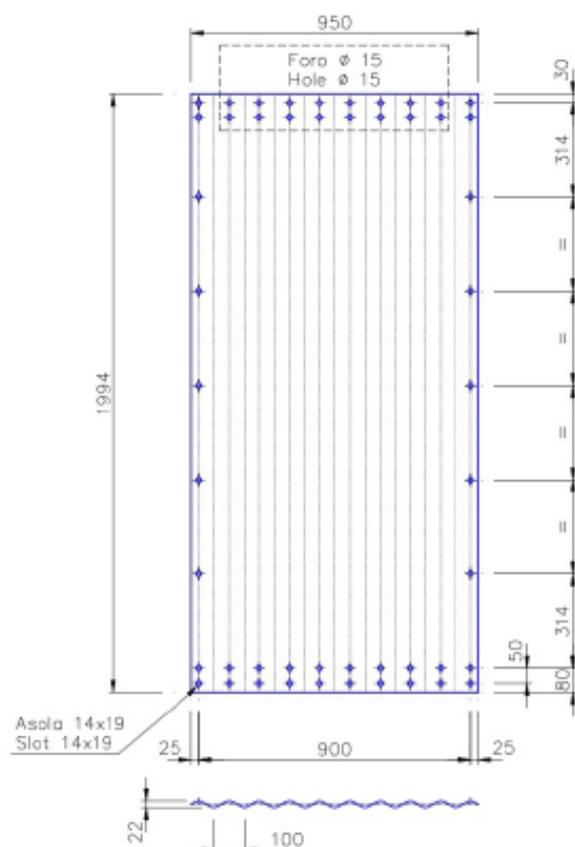
Figura 3 – Tensione ultima di compressione dell'anello - Mpa – CSPI: 2002)

Per la sezione reagente offerta dalla parete della piastra si avrà che:

$$A = Ct/f_{amm}$$

dove:

Tipologia di ondulazione T100 – 20 bulloni/metro.



Le lamiere in acciaio del tipo S235JR, secondo la norma UNI EN 10025-2 Aprile 2005, devono avere seguenti caratteristiche meccaniche:

- *carico unitario di rottura a trazione* $R_m \begin{matrix} \geq 360 \\ \leq 470 \end{matrix} \text{ N/mm}^2$
- *carico unitario di snervamento* $ReH \geq 235 \text{ N/mm}^2$
- *allungamento percentuale*

$Sp > 1.0 \div \leq 1.5 \text{ mm}$	$A \geq 18\%$
$Sp > 1.5 \div \leq 2.0 \text{ mm}$	$A \geq 19\%$
$Sp > 2.0 \div \leq 2.5 \text{ mm}$	$A \geq 20\%$
$Sp > 2.5 \div \leq 3.0 \text{ mm}$	$A \geq 21\%$
$Sp > 3.0 \div \leq 40.0 \text{ mm}$	$A \geq 26\%$

6 Valutazioni geotecniche

Si è fatto riferimento alle considerazioni ed ai risultati della relazione geologica dedicata a firma del **Dott. Massimiliano Botta**, eseguita per la posa in opera della prima condotta.

Se ne recepiscono i risultati e le considerazioni finali che di seguito si riportano e si condividono.

CONCLUSIONI

Dalle indagini eseguite si può stabilire quanto segue:

1. la verticale d'indagine è rappresentata da una litologia coesiva, Pleistocenica – Quaternaria, nel complesso con consistenze da medio – alte a alte.
2. sull'area è presente una falda principale molto profonda, cui si sovrappone una piccola falda che viaggia su livelletti granulari – coesivi. Il livello di prima falda superficiale rilevata risulta a -2,13 m da p.c. La permeabilità ha valori medi ($10^{-6} < K < 10^{-7}$ m/s); le falde superficiali si muovono verso NE.
3. la struttura principale avrà un ingombro areale di 60 mq ca. e 190 mc. Visto la natura dei terreni e la presenza di una piccola falda superficiale, si dovrà eseguire un sistema temporaneo di allontanamento delle acque di falda, per la fase di creazione del sottofondo e della posa del tubo.
4. la capacità portante del terreno sull'edificio porta a sovrastimare un cedimento primario di 0,97 cm, un secondario di 0,16 cm.
5. il calcolo delle Vs30 hanno dato un valore di 225 m/s, classificano il terreno di fondazione come C, $N_{SPT} 15 \div 150$, $C_u 70 \div 250$ kPa.
6. il picco principale nella curva media H/V ha un valore di 0,75 Hz, molto profondo. Per questa opera la frequenza tipica di risonanza nel primo modo vibrazionale è ipotizzabile tra 1,0 ÷ 2,0 Hz. Questo esclude effetti di accoppiamento, con conseguente aumento degli effetti vibrazionali in caso di evento sismico.
7. il potenziale di liquefazione è quasi nullo (0,6%), la gravità di liquefazione molto bassa (2,78%) con possibili eventuali cedimenti verticali stimati in 0,86 cm in caso di evento sismico importante.

Se si verificassero localmente, anche in fase di posa delle fondazioni, delle situazioni litologiche e/o di addensamento discordanti da quelle descritte nella presente relazione, occorrerà avvertire lo scrivente che, dopo le valutazioni del caso, deciderà gli opportuni interventi.

Faenza Giugno 2016



dott. geol. Massimiliano Botta



Il Progettista delle Strutture

Ing. Enea Berardi