

R04. RELAZIONE TECNICA GENERALE DI **IPOSTESI DI INTERVENTO STRUTTURALE**

Committente: **UNIONE DELLA ROMAGNA FAENTINA –
COMUNE DI CASTEL BOLOGNESE**

Ubicazione: Via Emilia Interna
Comune di Castel Bolognese (RA)

Tecnico: Ing. Marco Peroni

Oggetto: **VALUTAZIONE DI VULNERABILITÀ STATICA E
SISMICA DEL COMPLESSO DEI PORTICI DI
CASTEL BOLOGNESE – VIA EMILIA INTERNA**

Faenza, settembre 2021



**Marco Peroni
Ingegneria**

via Sant'Antonino, 1
48018 Faenza (RA)
p.i. 02043760392
tel. 0546/31433
peroni@marcoperoni.it

Ing. Marco Peroni

(documento firmato digitalmente)

INDICE

INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	4
DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DI RISCHIO CONSEGUITA A SEGUITO DELL'ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI IPOTIZZATI.....	6
ILLUSTRAZIONE DELLE STRATEGIE DI INTERVENTO E PREDIMENSIONAMENTO DEI RINFORZI DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	6
INTERVENTI PER PREVENIRE POSSIBILI DISTACCHI DI ELEMENTI ARCHITETTONICI.....	9
NOTA GENERALE.....	12
PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI.....	12
DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DI RISCHIO CONSEGUITA A SEGUITO DELL'ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI IPOTIZZATI	13
CONCLUSIONI.....	13

RELAZIONE TECNICA GENERALE DI IPOTESI DI INTERVENTO

STRUTTURALE

La valutazione di sicurezza globale statica e sismica del fabbricato, insieme all'identificazione delle vulnerabilità specifiche insite nella struttura, verificando i possibili meccanismi di collasso attivabili o di collasso dell'intera struttura, permettono di definire alcuni interventi locali o migliorativi, compatibili con le caratteristiche della costruzione per il miglioramento statico e sismico della struttura.

Nell'ambito della "Valutazione di vulnerabilità statica e sismica del complesso dei portici di Castel Bolognese – Via Emilia Interna", all'interno della presente relazione sono descritte le principali possibili strategie di intervento ipotizzate e suggerite al fine di ridurre le principali vulnerabilità rilevate e incrementare o ripristinare la sicurezza strutturale.

Il predimensionamento dei rinforzi degli elementi strutturali è riportato all'interno degli elaborati grafici TAVOLE S24 ÷ S26 allegati.

Inoltre, un'indicazione dettagliata degli interventi strutturali suggeriti è riportata negli elaborati grafici di rilievo delle singole unità strutturali che costituiscono il complesso del portico (elaborati grafici TAVOLE S03 ÷ S23).

L'individuazione delle ipotesi di intervento strutturale è schematizzata, sia negli elaborati grafici sia negli elaborati di calcolo, facendo riferimento alle seguente legenda:

INTERVENTI

ELEMENTI ARCHITETTONICI	EA_1	RESTAURO ELEMENTI ARCHITETTONICI	TRAVI E PILASTRI	PIL_M_1	CONSOLIDAMENTO PILASTRI IN MURATURA INTONACATI CON FASCIATURA/CALASTRELLATURA
INTONACI	INT_1	TRATTAMENTO DELLE LACUNE INTONACO	TRAVI E PILASTRI	PIL_M_2	CONSOLIDAMENTO PILASTRI IN MURATURA FACCIA A VISTA CON BARRE ELICOIDALI
	INT_2	SOSTITUZIONE INTONACO CON INTONACO MACROPOROSO		PIL_P_1	CONSOLIDAMENTO PILASTRI IN PIETRA CON CALASTRELLATURA
	INT_3	RIPRISTINO ZONA DEGRADATA IN C.A.		PIL_CA_1	CONSOLIDAMENTO PILASTRI IN C.A. A VISTA CON FASCIATURA/CALASTRELLATURA
ARCHIVOLTE	AR_1	CONSOLIDAMENTO ARCO - CUCITURA	TRAVI E PILASTRI	NO_CA_1	CONSOLIDAMENTO NODO TRAVE-PILASTRO IN C.A.
	AR_2	CONSOLIDAMENTO ARCO - PLACCAGGIO		TR_CA_1	CONSOLIDAMENTO TRAVE IN C.A.
	AR_3	CONSOLIDAMENTO VOLTA - PLACCAGGIO		MURATURE E TIRANTI	M_1
MURATURE E TIRANTI	TM_1	SOSTITUZIONE e/o INSERIMENTO TIRANTE METALLICO NON PASSANTE	TM_1.1		SOSTITUZIONE e/o INSERIMENTO TIRANTE METALLICO PASSANTE CON CAPOCHIAVE

INQUADRAMENTO NORMATIVO

Nella presente valutazione di sicurezza sono state utilizzate le Nuove norme tecniche per le costruzioni “DM Infrastrutture 17 Gennaio 2018” e relativa “Circolare n.7 Gennaio 2019”.

La O.P.C.M 20 marzo 2003, n. 3274, ha introdotto (art. 2, comma 3) “l’obbligo di procedere a verifica, da effettuarsi a cura dei proprietari” delle opere di particolare rilevanza (scuole, ospedali, ecc.), esentando da tale vincolo “le opere progettate secondo le norme vigenti successivamente al 1984”, sempreché la classificazione sismica del territorio sia rimasta quella definita all’epoca della costruzione (Art. 2, comma 5).

Ai sensi dell’art. 20, comma 5, del decreto legge 31 dicembre 2007, n. 248, convertito con modificazioni dall’art. 1, comma 1, della legge 28 febbraio 2008, n. 31, le verifiche tecniche, da effettuarsi a cura dei rispettivi proprietari, sia pubblici che privati, devono riguardare gli edifici e le opere delle categorie elencate negli allegati A e B, ad esclusione degli edifici e delle opere progettate in base alle norme sismiche vigenti dal 1984.

La Protezione Civile (circolare 4 novembre 2010, n. DPC/SISM/0083283) ha fornito chiarimenti sulla gestione degli esiti delle verifiche di vulnerabilità sismica specificando che, per legge, la verifica è obbligatoria ma non lo è l’intervento e che “*la necessità di adeguamento sismico degli edifici e delle opere... sarà tenuta in considerazione nella redazione dei piani triennali ed annuali... nonché ai fini della predisposizione del piano straordinario di messa in sicurezza antisismica...*”. È stato anche chiarito che “*il termine adeguamento è usato in senso generico e può comprendere anche le fattispecie del miglioramento e della riparazione locale*”.

In data 20 febbraio 2018 è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018 recante: “Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni”, di cui al DPR n. 380/2001 e al DL n. 136/2004 convertito in legge n. 186/2004, su cui è stata sancita l’Intesa nella seduta della Conferenza Unificata del 22 dicembre 2016. A seguito in data 11-2-2019 è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale la “Circolare 21 gennaio 2019, n. 7”, applicativa delle NTC 2018. La sicurezza strutturale degli edifici, e quindi la pubblica incolumità, è uno dei temi cardine su cui è posta altissima attenzione.

Nel caso della valutazione della vulnerabilità di un edificio esistente, il concetto di “**vita nominale**” viene modificato trasformandolo dapprima in “**vita nominale restante**” (vedi parere 6 CTS della Regione Emilia-Romagna 27/07/2010), e poi in “**tempo di intervento**” T_{INT} per un dato meccanismo vulnerabile (circolare DPC/SISM/83283 del 4/11/2010).

Dalle analisi si ottengono la capacità in termini di periodo di ritorno TR_{CLV} dell’azione sismica e accelerazione al suolo PGA_{CLV} , corrispondente all’attivazione del meccanismo di rottura allo SLV, ed il corrispondente indicatore di rischio SLV in termini di rapporto fra domanda e capacità.

Dalla relazione: $TR = -V_R / \ln(1-PV_R)$, ponendo $TR = TR_{CLV}$ e assumendo PV_R per SLV definita in input, si ricava la capacità della struttura in termini di Vita di Riferimento (V_{RC}) e quindi di Vita Nominale, ossia il Tempo di intervento $T_{INT} = (TR_{CLV}/C_U) * \ln(1-PV_R)$.

Il parametro denominato tempo di intervento T_{INT} , da intendere in termini probabilistici, è utile per la programmazione degli interventi da realizzare per il relativo periodo.

Si può adottare il tempo T_{INT} quale periodo entro il quale realizzare l’intervento che pone rimedio ad una data vulnerabilità sismica.

- In base alla DPC/SISM/83283 per T_{INT} **superiore a 30 anni** si ritiene non necessaria un’immediata programmazione degli interventi. Si considera un tempo di riferimento di 30 anni come il tempo limite di validità della verifica di vulnerabilità, oltre il quale sarà necessario

ripeterla, aggiornandola considerando nuove condizioni verso le quali la struttura potrebbe essere più vulnerabile (a causa del degrado, degli eventi sismici ecc.). In generale gli interventi potranno essere anche parziali e/o temporanei, al fine di risolvere le vulnerabilità più importanti ed eseguire in momenti successivi gli interventi più “corposi”, atti a migliorare complessivamente la costruzione e/o parti di essa.

- Se T_{INT} risulta minore o uguale a 2 anni si configura un “particolare elemento di rischio” che implica l’**urgenza** degli interventi.
- Nel caso in cui T_{INT} risulti **nullo**, la verifica non è risultata soddisfatta neanche per i soli carichi statici ed è obbligatorio intervenire immediatamente.

La vita nominale restante ha il significato di tempo di validità della verifica di vulnerabilità, ovvero allo scadere la verifica sismica dovrebbe essere ripetuta aggiornandola considerando nuove condizioni verso le quali la struttura potrebbe essere più vulnerabile (degrado, ecc..)

Le Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17 gennaio 2018 stabiliscono che, nelle verifiche rispetto alle azioni sismiche, il livello di sicurezza della costruzione è quantificato attraverso il rapporto ζ_E tra l’azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l’azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione.

In conclusione, la valutazione della sicurezza deve permettere di stabilire se:

- l’uso della costruzione possa continuare senza interventi;
- l’uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell’uso);
- sia necessario aumentare la sicurezza strutturale, mediante interventi.

Gli esiti della valutazione della sicurezza comportano conseguenze diversificate in termini di tempi e necessità di intervento, a seconda che le carenze della struttura si manifestino nei confronti delle azioni non sismiche o di quelle sismiche.

Si fa riferimento ai capitoli della normativa NTC2018 § 8.7 “Progettazione degli interventi in presenza di azioni sismiche”, § 8.7.2. “Costruzioni in calcestruzzo armato o in acciaio”, § 8.7.4. “Criteri e tipi d’intervento”.

Le NTC 2018 individuano le seguenti categorie di intervento (§8.4):

- **interventi di riparazione o locali** (§ 8.4.1): interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti e l’intervento progettuale riguarderà la modifica di una porzione limitata della struttura, senza cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione;
- **interventi di miglioramento** (§ 8.4.2): interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati per le nuove costruzioni, e, a seguito degli interventi di miglioramento, l’indicatore di rischio dovrà risultare incrementato di un valore non minore di 0,1;
- **interventi di adeguamento** (§ 8.4.3): interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati per le nuove costruzioni.

In generale il complesso delle norme vigenti consente l’utilizzo anche delle costruzioni esistenti che non raggiungano i livelli di sicurezza richiesti per le costruzioni nuove.

DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DI RISCHIO CONSEGUITA A SEGUITO DELL'ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI IPOTIZZATI

Nell'ambito della messa in sicurezza statica e sismica delle principali vulnerabilità locali individuate nel complesso dei portici di Castel Bolognese, è possibile inquadrare gli interventi nella categoria **"riparazione e intervento locale"** ai sensi del D.M. 17/01/2018 e Circolare n. 7/CSLLPP del 21 gennaio 2019 contenente le "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni", che interessano singoli elementi strutturali (pilastri/colonne, volte, primo solaio, archi e catene) e riguardano la modifica di una porzione limitata della struttura, senza cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione.

Nell'ambito della determinazione della classe di rischio della singola unità strutturale, la realizzazione di interventi locali consente il **miglioramento di una sola classe di rischio** rispetto allo stato di fatto.

ILLUSTRAZIONE DELLE STRATEGIE DI INTERVENTO E PREDIMENSIONAMENTO DEI RINFORZI DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

INTERVENTO EA_1 RESTAURO ELEMENTI ARCHITETTONICI:

si propone il consolidamento di tutti gli elementi architettonici danneggiati quali cornicioni, capitelli di colonne, cornici di bucaure tramite la riadesione di eventuali parti semi-distaccate o distaccate mediante adesivi o dove necessario perni in metallo.

INTERVENTO INT_1 TRATTAMENTO DELLE LACUNE INTONACO:

si propone, come trattamento per le lacune presenti nello strato di intonaco esistente, l'applicazione di un intonaco naturale di pura calce contenente materie prime di origine naturale e minerali riciclati.

INTERVENTO INT_2 SOSTITUZIONE INTONACO CON INTONACO MACROPOROSO:

si propone, come trattamento per quelle zone della muratura interessate dalla presenza di umidità di risalita, la rimozione dell'intonaco esistente e la successiva applicazione di un intonaco naturale di pura calce naturale contenente materie prime di origine naturale e minerali riciclati. L'origine degli ingredienti all'interno di questo intonaco garantisce il rispetto dei parametri fondamentali di porosità, igroscopicità e traspirabilità richiesti.

INTERVENTO INT_3 RIPRISTINO ZONA DEGRADATA IN C.A.:

si propone, come trattamento di quelle porzioni degradate in calcestruzzo in elementi quali travi, pilastri, solette, frontolini, rampe, facciavista, elementi decorativi, cornicioni, l'applicazione di una geomalta minerale certificata, tipo GeoLite della Kerakoll.

INTERVENTO AR_1 CONSOLIDAMENTO ARCO – CUCITURA:

si propone il consolidamento degli archi in muratura faccia a vista mediante cucitura a secco intradossale con barre elicoidali certificate in acciaio, evitando la creazione di cerniere in entrambi i lati e portando la struttura in una condizione di ipostaticità in cui può al massimo variare la sua condizione di equilibrio da una condizione iperstatica ad una isostatica.

INTERVENTO AR_2 CONSOLIDAMENTO ARCO – PLACCAGGIO:

si propone il consolidamento degli archi in muratura intonacati o rivestiti mediante placcaggio intradossale in tessuto in fibra di acciaio galvanizzato tipo Geosteel della Kerakoll; conviene

ancorare il rinforzo alla muratura tramite l'utilizzo di trefoli. Il posizionamento delle fasce di tessuto varia con la geometria della volta e quindi è diverso per una volta a botte o per una volta a crociera.

INTERVENTO AR_3 CONSOLIDAMENTO VOLTA – PLACCAGGIO:

si propone il consolidamento all'intradosso delle volte in muratura a crociera o a botte mediante installazione all'intradosso di fasce in fibra di acciaio previo trattamento delle superfici e risarcitura di eventuali lesioni con innesti di cunei e malta a base di calce naturale e sabbia. L'utilizzo delle fibre di acciaio permette di avere alte resistenze combinate con estrema leggerezza e reversibilità dell'intervento.

INTERVENTO PIL_M_1 CONSOLIDAMENTO PILASTRI IN MURATURA INTONACATI CON FASCIATURA/CALASTRELLATURA:

si propongono, come possibili interventi di rinforzo, il confinamento delle colonne in muratura esistenti intonacate o rivestite mediante calastrelli e angolari/semicollari in acciaio (messi in opera in modo da garantire la completa reversibilità dell'intervento) rinforzando il collegamento con la muratura portante mediante barre e resine epossidiche, oppure mediante placcaggio con fasce di tessuto in fibra d'acciaio e geomalta certificati per un rinforzo a compressione e/o pressoflessione. Anche il rinforzo di colonne in muratura tramite applicazione di materiali compositi è di notevole interesse, in quanto ha lo scopo di incrementare la loro resistenza a deformazione ultima, nonché di migliorare la risposta dell'edificio in condizioni di esercizio. I tessuti vengono applicati su tutto il contorno della colonna come una fasciatura esterna continua (nel caso di ricoprimento) o discontinua (nel caso di cerchiatura). Queste ultime contrastano le dilatazioni laterali della colonna nel caso in cui sia sottoposta ad eccessiva compressione assiale.

INTERVENTO PIL_M_2 CONSOLIDAMENTO PILASTRI IN MURATURA FACCIA A VISTA CON CON BARRE ELICOIDALI:

si propone il confinamento puntuale delle colonne in muratura faccia a vista esistenti nei portici mediante cucitura a secco con barre elicoidali e rinforzo del collegamento con la muratura portante attraverso barre e resine epossidiche. Anche le barre hanno la funzione di contrastare le dilatazioni laterali della colonna nel caso in cui sia sottoposta ad eccessiva compressione assiale.

INTERVENTO PIL_P_1 CONSOLIDAMENTO PILASTRI IN PIETRA CON CALASTRELLATURA:

si propone il confinamento delle colonne in pietra esistenti mediante calastrelli e angolari/semicollari in acciaio (messi in opera in modo da garantire la completa reversibilità dell'intervento), ed il rinforzo del collegamento con la muratura portante mediante barre e resine epossidiche.

Il confinamento di elementi strutturali di muratura, sottoposti a prevalente sollecitazione di sforzo assiale, si attua attraverso la predisposizione di un sistema di elementi resistenti a trazione che, contrastando la dilatazione trasversale dell'elemento strutturale, conferiscono alla muratura un benefico stato di compressione triassiale.

INTERVENTO PIL_CA_1 CONSOLIDAMENTO PILASTRI IN C.A. A VISTA CON FASCIATURA/CALASTRELLATURA:

si propongono i seguenti possibili interventi di rinforzo delle colonne in c.c.a. esistenti mediante calastrelli e angolari in acciaio (messi in opera in modo da garantire la completa reversibilità dell'intervento), oppure mediante placcaggio con fasce di tessuto in fibra d'acciaio e geomalta per un rinforzo a compressione e/o pressoflessione

INTERVENTO NO_CA_1 CONSOLIDAMENTO NODO TRAVE-PILASTRO IN C.A.:

si propone il rinforzo dei nodi trave-pilastro in c.a. mediante l'applicazione di un sistema brevettato e certificato SIS.MI.C.A.™ composto da piastra di rinforzo in acciaio e connettori metallici in abbinamento a geomalta, tipo Geolite, e resina epossidica, tipo Epofix, della Kerakoll.

INTERVENTO TR_CA_1 CONSOLIDAMENTO TRAVE IN C.A.:

si propone il rinforzo a flessione di quelle travi maggiormente inflesse mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato con adesivo epossidico certificato.

INTERVENTO M_1 RINFORZO PARETE IN MURATURA CON PLACCAGGIO DIFFUSO:

nel caso di pareti caratterizzate da eventuali lesioni murarie esistenti rilevate, si propone di intervenire rinforzando la parete in muratura mediante placcaggio diffuso, preferibilmente su ambo i lati, con rete in fibra naturale di basalto e acciaio Inox, tipo Geosteel Grid della Kerakoll, ed inserimento di barre elicoidali.

INTERVENTO TM_1 SOSTITUZIONE e/o INSERIMENTO TIRANTE METALLICO NON PASSANTE:

si propone l'inserimento di tiranti metallici non passanti in acciaio, per eliminare le spinte orizzontali non eliminate degli archi (eventualmente evidenziate dalla presenza di lesioni esistenti in corrispondenza delle pareti trasversali di bordo). Gli interventi sulle strutture ad arco o a volta sono principalmente finalizzati a ridurre le spinte di tali strutture, e si possono realizzare mediante la tradizionale tecnica delle catene. Si potranno collocare le catene a livelli diversi rispetto alle reni purché ne sia dimostrata l'efficacia. Tali elementi dovranno essere dotati di adeguata rigidità, e posti in opera con un'adeguata presollecitazione, previa riparazione delle porzioni di muratura.

INTERVENTO TM_1.1 SOSTITUZIONE e/o INSERIMENTO TIRANTE METALLICO PASSANTE CON CAPOCHIAVE:

a differenza dell'intervento precedente, si propone l'inserimento di tiranti metallici passanti in acciaio con capochiave costituito da una piastra di contrasto che ha il compito di bloccare l'azione del tirante contro il lato esterno della muratura, garantendo il tiro nonché il trattenimento delle pareti della struttura.

INTERVENTO AGGIUNTIVO DI MIGLIORAMENTO GLOBALE:

in occasione di eventuali interventi in copertura di rifacimento/ripristino del manto di copertura e impermeabilizzazione volti ad eliminare le infiltrazioni esistenti, si propone la realizzazione di cordolo-tirante in copertura con profili in acciaio (in piatti e angolari di spessore 8-10mm) ancorati con perforazioni armate verticali alla muratura e resine epossidiche. Tale intervento è appropriato nel caso di vincoli non efficaci tra le pareti e/o tra le pareti e gli orizzontamenti di piano/coperture, per assorbire spinte non contrastate, prevenire la formazione di meccanismi locali e favorire il comportamento scatolare realizzando un collegamento continuo tra gli elementi strutturali.

Si suggerisce di valutare in tale occasione l'eventuale stato di ammaloramento delle travi in legno in corrispondenza delle infiltrazioni presenti in copertura, essendo stato possibile rilevare lo stato solo di alcune limitate porzioni delle strutture di copertura. In tale caso sarà da prevedere il consolidamento o ricostruzione di limitate porzioni di orditura in legno dei solai di copertura mediante aumento di sezione resistente o aggiunta di protesi lignee.

INTERVENTI PER PREVENIRE POSSIBILI DISTACCHI DI ELEMENTI ARCHITETTONICI (cornici, mensole,intonaci ecc)

In seguito all'esecuzione del rilievo ed analisi fessurativa e del degrado si sono evidenziati, nell'intero sviluppo dei portici, i punti oggetto di degrado di elementi architettonici, che dovranno essere oggetto di consolidamento nel rispetto delle caratteristiche storico-costruttive.

Tali elementi possono essere ricompresi all' interno della seguente classificazione.

Descrizione degli elementi e delle caratteristiche:

Gli elementi a sviluppo prevalentemente lineare che contribuiscono a definire il carattere plastico-ornamentale delle facciate possono avere valenza:

- a) puramente estetica, come i marcapiano;
- b) estetica e funzionale, come le cornici delle bucaure (porte e finestre);



Per tali elementi è importante prevedere interventi che non compromettano il valore storico, architettonico, tipologico e documentario.

Partendo da tale presupposto si sono classificate le tipologie di degrado presenti e si sono proposti interventi non invasivi ma efficaci, atti a ripristinare la condizione di stabilità originaria.

Dal punto di vista operativo, come primo passo si provvederà alla pulitura delle superfici da elementi estranei (mediante rimozione meccanica, idropulitura, realizzazione di microsabbature e impacchi, spazzolatura, getti ad aria compressa ecc. a seconda del tipo di degrado superficiale riscontrato) al fine di riportare le superfici alla condizione originaria e garantire l'efficacia degli interventi successivi.

Una volta fatto ciò si potrà definire l'intervento più idoneo a seconda della condizione di degrado più o meno grave della porzione indagata:

- nel caso si attesti una condizione di distacco non grave, si potrà procedere alla messa in sicurezza degli elementi esistenti, mediante rafforzamento puntuale dei collegamenti tra le porzioni degradate e non, stuccature ecc.;
- se invece si attesterà una condizione di pericolo crollo si provvederà alla messa in sicurezza dell'area e alla sostituzione di eventuali elementi danneggiati (solo parziali sostituzioni con elementi analoghi per forma, materiale, lavorazioni);
- in caso di elementi comunque crollati il reintegro è effettuato con gli elementi provenienti dallo smontaggio mentre, per quelli irrecuperabili, è eseguito con elementi lavorati artigianalmente e comunque con materiali simili agli originali per dimensione, forma,

composizione, colore e tecnologie costruttive tradizionali, valutando preliminarmente elementi di recupero.

In generale, per tutti gli elementi aggettanti o comunque che possono arrecare danno alla vita a seguito dei danni riscontrati, saranno previsti opportuni interventi ad hoc per eliminarne la vulnerabilità.

Nello specifico abbiamo rilevato i seguenti tipi di degrado, con associata la proposta di intervento:

- **EFFLORESCENZA, ALTERAZIONE CROMATICA, DEPOSITO SUPERFICIALE:**



1. ELIMINAZIONE DELLA CAUSA innescante la presenza di umidità;
2. SPAZZOLATURA della zona da trattare al fine di rimuovere materiale fine disgregato o firabile;
3. ESTRAZIONE dei sali solubili mediante cicli di impacchi;
4. LAVAGGIO con acqua deionizzata o spray ad acqua a bassa pressione (in alternativa pulitura a secco e poi estrazione) o a seconda delle necessità realizzazione di IMPACCHI con argille assorbenti o polpa di carta;
5. Eventuale MESSA IN OPERA di intonaci macroporosi;
- 6.



IMPIEGO DI SPRAY D'ACQUA A BASSA PRESSIONE



MESSA IN OPERA DI INTONACI MACROPOROSI TEMPORANEI



IMPACCO CON POLPA DI CARTA ED ACQUA DEIONIZZATA

- **FRONTE DI RISALITA , RISALITA CAPILLARE:**



1. utilizzo di SISTEMI ATTIVI di sbarramento fisico, chimico, nei confronti della risalita capillare all'interno delle murature (es. barriera tramite iniezione di polimeri siliconici idrofobizzanti, inserimento di betoncini di resine poliesteri);

2. eventuale predisposizione di SISTEMA DI EVACUAZIONE dell'acqua contenuta nelle murature, e valutazione del danno strutturale arrecato;
3. STESURA del nuovo intonaco deumidificante ove possibile;



BARRIERA TRAMITE INIEZIONI DI POLIMERI SILICONICI IDROFOBIZZANTI (Alcossisilani, Resine siliconiche)



SBARRAMENTO ORIZZONTALE (inserimento di betoncini di resine poliesteri e/o lamine di piombo)

- **EROSIONE E DISTACCHI CON EVENTUALE MANCANZA:**



1. verifica dello STATO DI CONSERVAZIONE del supporto murario:

-Se l'intonaco conserva gli strati di rinzaffo e di arriccio mentre si riscontra la mancanza dello strato di finitura, questo potrebbe non essere ripristinato per non perdere l'aspetto "antico" del manufatto.

-Nel caso di perdita dell'intonaco a causa ad esempio del cattivo confezionamento, invece, si procederà ad un ripristino del rinzaffo e dell'arriccio con un nuovo intonaco, che si realizzi con le tecniche di posa dell'epoca ed una colorazione dello strato di finitura che rispetti l'organicità del manufatto con eventuali interventi di CONSOLIDAMENTO PUNTUALI;



STUCCATURA CON MALTA DI CALCE



RIADESIONE DI PARTI DISTACCATE CON MICROINIEZIONI DI RESINE ACRILICHE O BETONCINI DI MALTA IDRAULICA E RESINA ACRILICA

- **RIGONFIAMENTO ED ESFOLIAZIONE:**



1. Pulitura della superficie ed eliminazione della causa scatenante il rigonfiamento (sia essa strutturale o architettonica)
2. Riadesione delle parti distaccate con microiniezioni di resine acriliche o betoncini di malta idraulica e resina acrilica
3. Impregnazione con resine acril silconiche in caso di esfoliazione;



RIADESIONE DI PARTI DISTACCATE
CON MICROINIEZIONI DI RESINE
ACRILICHE O BETONCINI DI MALTA
IDRAULICA E RESINA ACRILICA



IMPREGNAZIONE CON RESINE
ACRIL-SILICONICHE

NOTA GENERALE

Nel merito della concezione strutturale e di progettazione dell'intervento, è necessario che questa attività venga affrontata dal progettista strutturale confrontandosi, oltre che con la proprietà, con i soggetti incaricati della progettazione architettonica e tecnologica (componenti impiantistiche in senso generale) al fine di acquisire i relativi dati in ingresso necessari per valutare l'ammissibilità delle varie esigenze in relazione alle interazioni reciproche e alle interazioni con il sistema strutturale.

Le geometrie e le dimensioni delle strutture esistenti riportate nelle tavole di rilievo geometrico strutturale, dalle quali derivano quelle di progetto, non possono essere ritenute completamente affidabili. Spetta all'impresa aggiudicataria l'esecuzione di un accurato rilievo geometrico/strutturale preliminare, e la conseguente progettazione costruttiva di tutti gli elementi oggetto dell'appalto, con la possibilità di apportare modifiche previa approvazione della dll architettonica e strutturale. L'onere del rilievo geometrico e della progettazione costruttiva rimane pertanto a carico dell'impresa.

Per quanto riguarda le proposte di intervento di restauro delle superfici, tutte le soluzioni di restauro e risanamento dovranno essere approfondite e concordate in fase di cantiere in funzione delle necessità e in accordo con I tecnici restauratori e l' Impresa incaricati.

PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI

Sulla base della valutazione di sicurezza sismica, risulta garantito il livello di sicurezza di vulnerabilità sismica non inferiore a 0,5 nei confronti dello Stato Limite di Salvaguardia della Vita SLV, secondo le attuali norme tecniche, quantificato attraverso il rapporto ζ_E tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione.

Il livello di sicurezza minimo individuato, da intendersi in termini probabilistici, corrisponde ad un tempo di intervento T_{int} non superiore a 10anni, che risulta indicativo del tempo massimo entro il quale prevedere gli interventi strutturali per garantire la vita di riferimento del fabbricato di 50 anni.

Sulla base di tale valutazione qualitativa della sicurezza del fabbricato, è possibile individuare preliminarmente gli eventuali interventi strutturali di tipo locale da progettare e prevedersi al fine di **eliminare o ridurre le principali vulnerabilità rilevate**, di incrementare o ripristinare la sicurezza strutturale, migliorando il comportamento sismico del singolo elemento senza andare a modificare il comportamento globale del fabbricato. In generale gli interventi potranno essere anche parziali e/o temporanei, al fine di risolvere le vulnerabilità più importanti ed eseguire in momenti successivi gli interventi più "corposi", atti a migliorare complessivamente la costruzione e/o parti di essa.

DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DI RISCHIO CONSEGUITA A SEGUITO DELL'ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI IPOTIZZATI

Per gli interventi antisismici, i professionisti incaricati della progettazione strutturale, della direzione degli interventi delle strutture e del collaudo statico, iscritti agli ordini o ai collegi professionali di appartenenza, dovranno asseverare l'efficacia degli interventi al fine della riduzione del rischio sismico e la corrispondente congruità delle spese sostenute in relazione agli interventi agevolati.

Nell'ambito della messa in sicurezza statica e sismica delle principali vulnerabilità locali individuate nel complesso dei portici di Castel Bolognese, è possibile inquadrare gli interventi nella categoria "riparazione e intervento locale" ai sensi del D.M. 17/01/2018 e Circolare n. 7/CSLLPP del 21 gennaio 2019 contenente le "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni", che interessano singoli elementi strutturali (pilastri/colonne, volte, primo solaio, archi e catene) e riguardano la modifica di una porzione limitata della struttura, senza cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione.

Nell'ambito della determinazione della classe di rischio della singola unità strutturale, la realizzazione di interventi locali consente il **miglioramento di una sola classe di rischio** rispetto allo stato di fatto.

CONCLUSIONI

Il Superbonus 110% è sicuramente un'opportunità da cogliere per chi ha necessità di ristrutturare e vuole risparmiare a livello fiscale.

Si consideri che l'iter burocratico deve essere affidato ad un commercialista esperto e a tecnici specializzati che possano valutare lo stato attuale del fabbricato, eseguendo, se ritenuto necessario, un accesso formale agli atti amministrativi per visionare le pratiche edilizie e sismiche eventualmente in possesso degli enti preposti.

Nel merito della concezione strutturale e di progettazione dell'intervento, è necessario che questa attività venga affrontata dal progettista strutturale confrontandosi, oltre che con la proprietà, con i soggetti incaricati della progettazione architettonica e tecnologica (componenti impiantistiche in senso generale) al fine di acquisire i relativi dati in ingresso necessari per valutare l'ammissibilità delle varie esigenze in relazione alle interazioni reciproche e alle interazioni con il sistema strutturale. Le geometrie e le dimensioni delle strutture esistenti riportate nelle tavole di rilievo geometrico strutturale, dalle quali derivano quelle di progetto, non possono essere ritenute completamente affidabili. Spetta all'impresa aggiudicataria l'esecuzione di un accurato rilievo geometrico/strutturale preliminare, e la conseguente progettazione costruttiva di tutti gli elementi oggetto dell'appalto, con la possibilità di apportare modifiche previa approvazione della dll architettonica e strutturale. L'onere del rilievo geometrico e della progettazione costruttiva rimane pertanto a carico dell'impresa.

Per quanto riguarda le proposte di intervento di restauro delle superfici, tutte le soluzioni di restauro e risanamento dovranno essere approfondite e concordate in fase di cantiere in funzione delle necessità e in accordo con i tecnici restauratori e l'Impresa incaricati.

Faenza, settembre 2021

Ing. Marco Peroni
(documento firmato digitalmente)