

COMMITTENTE
CONTRACTORS



AGENZIA DEL DEMANIO

Direzione Regionale Emilia Romagna

PROGETTO
PROJECT

RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DEL CHIOSTRO DI S. ULDARICO PARMA

TITOLO
TITLE

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE E DI COMPLETAMENTO

STATO DI VARIANTE



Relazione sulle Opere Strutturali

R.U.P.

Ing. Orazio Pennisi
AGENZIA DEL DEMANIO
Direzione Regionale Emilia Romagna
piazza Malpighi 19 Bologna

PROGETTISTA STRUTTURE

Ing. Alessandro Uberti
Uberti Ingegneri Associati
Via Beethoven 2e Bologna

COD. COMM.

CODE ORDER

SCALA

SCALE

N° ELAB.

Elab.2ST NO. DOC.

03									11/2016
02									
01									
00									
REV.	EMESSO PER	ISSUED TO	RED.	COMP.	CONTR.	CHK'D	APPR.	APPR'D	DATA

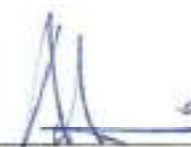
ALESSANDRO UBERTI INGEGNERE

Comune di Parma



Chiostro di S. Uldarico

Relazione sulle opere strutturali



Ing. Alessandro Uberti

Bologna, 28.11.2017

Sommario

1 - PREMESSE	2
2 - LE OPERE STRUTTURALI	2
2.1 - CONSOLIDAMENTO CANTONALE - PART. 1	2
2.2 - SCUCI E CUCI - PART. 2	3
2.3 - SOSTITUZIONE COLONNE - PART. 3	4
2.4 - ANCORAGGIO TRAVETTI DEL COPERTO - PART. 4	4
2.5 - CONSOLIDAMENTO VOLTE IN MURATURA - PART. 5	4
2.6 - LE CATENE	6
2.6.1 - Ancoraggio catene trasversali sulla parete Nord - Part. 5A.....	6
2.6.2 - Ancoraggio catene trasversali sulle pareti Est, Sud e Ovest - Part. 5B.....	6
2.6.3 - Ancoraggio catene trasversali sui pilastri interni - Part. 6B.....	7
2.6.4 - Ancoraggio catene longitudinali sui pilastri d'angolo - Part. 6A.....	7
2.6.5 - Ancoraggio catene longitudinali sui pilastri interni - Part. 6B.....	7
2.7 - PARETE NORD - PART. 7	7

1 - PREMESSE

A seguito dell'incarico conferitomi dall'Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Emilia Romagna, il sottoscritto ing. Alessandro Uberti, iscritto all'Albo degli Ingegneri di Bologna al n° 3180/A, con studio in Bologna, via Beethoven 2/e, tel. 051471910-051473308-051473586, e mail studio@uberti.it, riporta di seguito le considerazioni tecniche relative alle opere strutturali previste in progetto prove eseguite sia in sito, in data 26.10.2017, che in laboratorio sui campioni prelevati, e finalizzate all'accertamento della corretta esecuzione dei lavori fin qui eseguiti.

Il riferimento è la relazione redatta dal "Laboratorio Geotecnologico Emiliano" redatta dal Dott. S. Dondi ed a firma del Direttore del laboratorio Dott. Ing. G. Russo.

2 - LE OPERE STRUTTURALI

Si riporta di seguito, con riferimento alle singole opere previste in progetto, descritte nella "Relazione specialistica strutture" ed illustrate nella "Tav. ST 10 - Dettagli strutturali"), l'esame di quanto rilevato in sito oltre che delle risultanze delle prove eseguite, in sito ed in laboratorio, la valutazione dei risultati ed il conseguente inquadramento tecnico di quanto realizzato dall'impresa.

2.1 - CONSOLIDAMENTO CANTONALE - PART. 1

Il progetto prevedeva che a livello del piano di calpestio dei piani intermedi le due estremità del muro Nord venissero collegate alle murature ortogonali (poste ad Est e ad Ovest) mediante catene sotto intonaco passanti con piatti di contrasto.

Nella realtà tale lavorazione appare eseguita solamente al piano sottotetto e non a livello del piano di calpestio ma immediatamente al di sotto della falda di copertura (Foto n° 1 e Foto n° 2).



Foto n° 1



Foto n° 2

Al fine di verificare la presenza di tale intervento anche al piano sottostante eventualmente celata dalla presenza del nuovo intonaco realizzato, il Laboratorio Ufficiale ha eseguito una indagine termografica che però ha avuto esito negativo (§ 2.6 della relazione specialistica).

Si deve precisare che tale opera ha il preciso scopo di migliorare il comportamento scatolare dell'impianto murario verticale impedendo la formazione dei meccanismi locali di collasso (di primo modo) garantendo un efficace collegamento tra i muri ortogonali.

Ciò premesso, il sottoscritto tecnico ritiene che la variante introdotta sia migliorativa rispetto alle previsioni di progetto in quanto il collegamento è stato eseguito nella zona più alta, dove inizia ad innescarsi il meccanismo locale di ribaltamento della parete.

Si deve precisare inoltre che, a livello del piano di calpestio, sono già presenti gli orizzontamenti che fungono da collegamento tra le pareti ortogonali e pertanto l'intervento di progetto avrebbe avuto una efficacia minore.

Nel merito poi delle prove di laboratorio si è ritenuto non significativo indagare la qualità dei materiali utilizzati in quanto detto collegamento costituisce un "presidio passivo" e quindi è soggetto a sollecitazioni modeste e sicuramente sopportabili da qualunque materiale ferroso.

In conclusione si può affermare che:

- l'opera, per essendo stata eseguita in difformità dal progetto, dal punto di vista tecnico ha introdotto un miglioramento del comportamento della struttura nei confronti delle azioni sismiche e come tale può considerarsi conclusa: si precisa che si tratta di una variante non sostanziale
- in sede di "Relazione a struttura ultimata" si dovrà dare atto di detta variante
- la effettiva qualità dei materiali impiegati non è rilevante ai fini della corretta esecuzione del lavoro viste le modeste sollecitazioni in gioco
- in sede di redazione della contabilità si dovrà tener conto che l'impresa ha eseguito solo uno dei due collegamenti previsti per ciascuna angolata

2.2 - SCUCI E CUCI - PART. 2

Il progetto prevedeva che il tamponamento delle aperture preesistenti venisse collegato con la parete realizzando ammorsamenti con mattoni pieni; il disegno esecutivo (ma non la relazione specialistica) precisa inoltre che si doveva provvedere alla connessione ogni trenta centimetri (in verticale) mediante barre a secco del tipo "Fidhelibar dry fix" di lunghezza pari a 40 cm.

In sito si è verificato che l'ammorsamento con mattoni pieni è stato eseguito ma, a parere del sottoscritto, in maniera insufficiente, mentre la connessione con le barre metalliche elicoidali è stata omessa (Foto n° 3).



Foto n° 3

In conclusione si può affermare che:

- l'opera è stata eseguita in difformità dal progetto e necessita di un intervento di completamento: in particolare il sottoscritto ritiene che sia sufficiente migliorare l'ammorsamento tra tamponamento e muratura preesistente evitando la realizzazione delle connessioni metalliche a secco in quanto meno efficaci degli ammorsamenti in mattoni in quanto troppo puntuali

- trattandosi di opere murarie non sono oggetto di "Relazione a struttura ultimata" ai sensi della L. 1086/71

2.3 - SOSTITUZIONE COLONNE - PART. 3

Il progetto prevedeva la sostituzione delle colonne in arenaria maggiormente degradate (senza indicazione univoca dei quali fossero oggetto di intervento) mediante nuovi elementi in arenaria con anima in tubolare metallico riempito in calcestruzzo.

La Soprintendenza ha poi negato il nulla osta a tale metodologia di intervento per cui si rende necessaria la nuova redazione di un progetto di consolidamento.

Per questo motivo sono state eseguite n° 6 prove ultrasoniche su altrettante colonne (tre al piano terreno e tre al piano primo), finalizzate alla verifica dell'integrità del materiale all'interno del fusto: la velocità di propagazione ultrasonica aumenta ad aumentare della compattezza del materiale e subisce un improvviso decadimento qualora all'interno siano presenti fratture e/o discontinuità.

Le risultanze hanno messo in luce i seguenti aspetti (§ 2.6 della relazione specialistica):

1. diversa compattezza del materiale tra colonna e colonna, segno della provenienza dell'arenaria da cave diverse
2. minori velocità di propagazione nella parte basse delle colonne a testimonianza che il vistoso degrado superficiale è ascrivibile per la maggior parte a fenomeni di umidità di risalita che ha resa meno compatta la zona inferiore dell'elemento

Per i dettagli si veda il § 2.4 della relazione redatta dal tecnico del Laboratorio Ufficiale dott. Dondi.

2.4 - ANCORAGGIO TRAVETTI DEL COPERTO - PART. 4

Il progetto prevedeva l'ancoraggio della falda di copertura alla sommità della parete Nord mediante un angolare L 120 x 13 in acciaio S275 zincato a caldo ogni due travetti, con le seguenti modalità:

- al travetto con bullone M12 classe 5.8
- alla muratura con bullone M12 classe 5.8 in foro passante iniettato di resina epossidica e relativa contropiastra a scomparsa nell'intonaco

Nella realtà l'ancoraggio alla muratura è avvenuto mediante due bulloni M12 non passanti (e quindi in assenza della prevista contropiastra) ed il passo degli angolari non risulta regolare (si rivedano Foto n° 1 e Foto n° 2).

Le prove in sito, eseguite su n° 6 angolari, hanno individuato (§ 2.1 della relazione specialistica):

- caratteristiche di resistenza dell'acciaio compatibili con una classe S355: tale classe risulta superiore a quella minima di progetto
- spessore di zincatura compreso tra 104 ed i 196 micron: il dato risulta superiore a quello minimo di 85 micron previsto dalla norma UNI EN ISO 1461

In conclusione si può affermare che:

- l'opera è stata eseguita in parziale difformità dal progetto ma la variante introdotta, di natura non sostanziale, ha efficacia equivalente: tale lavorazione può considerarsi conclusa

2.5 - CONSOLIDAMENTO VOLTE IN MURATURA - PART. 5

Il progetto prevedeva la messa a nudo dell'estradosso e relativa pulizia di tutte le volte in muratura del secondo livello (piano di calpestio del sottotetto) ed il conseguente consolidamento con le seguenti modalità:

- realizzazione di una solettina estradosale in malta tixotropica tipo "Rurewall PVA TX" per uno spessore di 4 cm

- posa di connettori tipo "Ruregold JX joint" alle imposte delle volte (n° 2 elementi per ciascuna volta)
- soletta in calcestruzzo strutturale alleggerito (1400 kg/mc), armato con rete tipo "Ruregold XR muratura", per uno spessore di 10 cm
- rinfiacco con cls non strutturale alleggerito con argilla espansa (1000 kg/mc)

Al fine di verificare la corretta realizzazione del consolidamento descritto sono state estratte n° 3 carote al fine di identificare la stratigrafia e verificare le caratteristiche del calcestruzzo strutturale alleggerito impiegato), condotta fino all'estradosso della solettina in malta tixotropica al fine di non compromettere l'integrità delle volte (Foto n° 4 e Foto n° 5); l'indagine, condotta in sito ed in laboratorio, ha restituito i seguenti risultati (§ 2.2 della relazione specialistica):

1. spessore della soletta in calcestruzzo strutturale alleggerito rispettivamente pari a 7, 9 e 10 cm: inferiore o uguale a quello di progetto
2. presenza nel piano medio della rete tipo "Ruregold XR muratura"
3. resistenza media a rottura per compressione pari a circa 17 MPa (circa 170 kg/cmq): inferiore a quella dichiarata nella scheda tecnica del materiale e pari a > 20 MPa
4. peso specifico medio (a umidità ambiente) circa 1486 kg/mc: valore può essere considerato conforme in quanto quello di 1400 kg/mc indicato in progetto è riferito al peso a secco



Foto n° 4



Foto n° 5

In conclusione si può affermare che:

- l'opera è stata eseguita in parziale difformità dal progetto per ciò che riguarda spessori e resistenza media a rottura per compressione
- gli inferiori valori di resistenza e spessore ricavati mediante le prove eseguite possono comunque essere tecnicamente giudicati accettabili vista la funzione del consolidamento di progetto in quanto:
 - i valori usuali degli spessori di soletta estradosale di rinforzo delle volte, descritti in letteratura, sono compresi usualmente tra i 6 e gli 8 cm
 - il valore medio di resistenza a compressione della muratura di mattoni pieni e malta di calce (componente le volte in oggetto) è indicato nelle NTC 2008 compreso tra i 2,40 e 4,00 Mpa
- la variante introdotta è di natura non sostanziale, ma ha comunque la necessaria e sufficiente efficacia di consolidamento: tale lavorazione può considerarsi conclusa
- la effettiva quantità e qualità dei materiali impiegati è inferiore a quanto previsto in progetto per cui se ne dovrà tener debito conto in sede di redazione della contabilità

2.6 - LE CATENE

Il progetto prevedeva la totale surrogazione delle catene esistenti con altre nuove in acciaio S355 del diametro di 20 mm.

Al fine di verificare le caratteristiche del materiale sono stati sottoposti a prova di laboratorio due spezzoni di risulta presenti in cantiere chiaramente provenienti dalle lavorazioni eseguite; i risultati hanno confermato che il materiale possiede le caratteristiche sia dimensionali che di resistenza previste dal progetto (§ 2.3.1 della relazione specialistica).

2.6.1 - Ancoraggio catene trasversali sulla parete Nord - Part. 5A

Sulla parete Nord, trattandosi di paramento murario libero verso il cortile del plesso scolastico, il progetto, al fine di inibire il cinematismo di ribaltamento semplice in caso di sisma, prevedeva che l'ancoraggio delle catene avvenisse mediante iniezione di resina epossidica tipo Hilti HIT-RE 500 e piatti di contrasto posti al di sotto dell'intonaco del lato libero verso scuola.

Al proposito si deve precisare che la resina Hilti HIT-RE 500 è un prodotto specifico per ancoraggio su calcestruzzo: per ancoraggio su muratura sarebbe stato più opportuno prevedere l'impiego della resina Hilti HIT-HY 270.

Al fine di verificare la corretta esecuzione di tale lavorazione sono state eseguite prove endoscopiche su n° 2 catene del piano primo ed una del piano terreno che hanno restituito le seguenti informazioni (§ 2.3.3 della relazione specialistica - Prove EN_01, EN_02 e EN_03):

1. lo spessore della parete indagata al livello dell'innesto della catena è superiore alla lunghezza massima della punta disponibile (pari a 90 cm) per la realizzazione del foro di indagine
2. la catena è risultata presente fino a fondo foro
3. verso la fine del foro la catena risulta ricoperta da malta cementizia e si è notata la presenza di un conglomerato omogeneo fine e compatto
4. non è stata rilevata la presenza di resina epossidica in quanto sono presenti cavità a fianco della barra

Di seguito sono state esperite due prove vibrazionali su altrettante catene del piano primo (§ 2.3.2 della relazione specialistica - Catene 4 e 5): il risultato ottenuto è stato soddisfacente e conferma che le catene si trovano in un modesto stato di tensionamento, come deve essere.

E' stata inoltre tentata una indagine termografica dall'esterno della parete al fine di verificare la presenza delle prescritte piastre di contrasto senza ottenere alcun risultato significativo a causa della eccessiva distanza e della temperatura omogenea della parete (non assoluta).

In conclusione si può affermare che:

- l'opera appare eseguita in parziale difformità dal progetto (anche se non è stato possibile accertare la effettiva presenza della piastra di contrasto vi sono elementi certi che ne testimoniano l'esistenza) e necessita di un intervento di completamento: i fori dovranno essere iniettati con la resina epossidica Hilti HIT-HY 270

2.6.2 - Ancoraggio catene trasversali sulle pareti Est, Sud e Ovest - Part. 5B

Su questa pareti il progetto prevedeva che l'ancoraggio delle catene avvenisse esclusivamente mediante iniezione di resina epossidica tipo Hilti HIT-RE 500 (nel merito si veda l'osservazione del § 2.6.1 -).

Al fine di verificare la corretta esecuzione di tale lavorazione sono state eseguite prove tre prove vibrazionali su due catene del piano terreno ed una del piano primo (§ 2.3.2 della relazione specialistica - Catene 1, 3 e 6): il risultato ottenuto è stato soddisfacente e conferma che le catene si trovano in un modesto stato di tensionamento, come deve essere.

In conclusione si può affermare che:

- l'opera risulta essere posata correttamente e come tale può considerarsi conclusa

2.6.3 - Ancoraggio catene trasversali sui pilastri interni - Part. 6B

Il progetto prevedeva che l'ancoraggio sui pilastri del chiostro delle catene trasversali avvenisse mediante iniezione di resina epossidica tipo Hilti HIT-RE 500 (nel merito si veda l'osservazione del § 2.6.1 -) e piatti di contrasto posti al di sotto dell'intonaco del lato libero verso il chiostro.

Al fine di verificare la corretta esecuzione di tale lavorazione è stata eseguita una prova endoscopica su n° 1 catena del piano terreno che ha restituito le seguenti informazioni (§ 2.3.3 della relazione specialistica - Prova EN_04):

1. lo spessore della muratura a disposizione è risultato di circa 80 cm
2. la catena è risultata presente fino a fondo foro
3. verso la fine del foro la catena risulta ricoperta da malta cementizia
4. è stata riscontrata la presenza della piastra metallica di progetto
5. non è stata rilevata la presenza di resina epossidica in quanto sono presenti cavità a fianco della barra

In conclusione si può affermare che:

- l'opera appare eseguita in parziale difformità dal progetto e necessita di un intervento di completamento: i fori dovranno essere iniettati con la resina epossidica Hilti HIT-HY 270

2.6.4 - Ancoraggio catene longitudinali sui pilastri d'angolo - Part. 6A

Su questa pareti il progetto prevedeva che l'ancoraggio delle catene avvenisse esclusivamente mediante iniezione di resina epossidica tipo Hilti HIT-RE 500 (nel merito si veda l'osservazione del § 2.6.1 -).

Al fine di verificare la corretta esecuzione di tale lavorazione è stata eseguita una prova vibrazionale su una catena del piano terreno (§ 2.3.2 della relazione specialistica - Catena 2): il risultato ottenuto è stato soddisfacente e conferma che le catene si trovano in un modesto stato di tensionamento, come deve essere.

In conclusione si può affermare che:

- l'opera risulta essere realizzata correttamente e come tale può considerarsi conclusa

2.6.5 - Ancoraggio catene longitudinali sui pilastri interni - Part. 6B

Per queste catene il progetto prevedeva che l'ancoraggio delle catene avvenisse mediante iniezione di resina epossidica tipo Hilti HIT-RE 500 (nel merito si veda l'osservazione del § 2.6.1 -) o, in alternativa (da sottoporre alla valutazione della DL), tramite piastra di acciaio zincato da inserire nella muratura.

Al fine di verificare la corretta esecuzione di tale lavorazione sono state eseguite prove endoscopiche su n° 2 catene del piano terreno che hanno dimostrato l'assenza dell'ancoraggio con resina epossidica in quanto sono presenti cavità a fianco della barra (§ 2.3.3 della relazione specialistica - Prove EN_05 e EN_06).

In conclusione si può affermare che:

- l'opera appare eseguita in parziale difformità dal progetto e necessita di un intervento di completamento: i fori dovranno essere iniettati con la resina epossidica Hilti HIT-HY 270

2.7 - PARETE NORD - PART. 7

Il progetto prevedeva il consolidamento della parete nord mediante la realizzazione di un intonaco armato con rete tipo "Ruregold XR muratura".

Al proposito sono state estratte alcune carote dalla superficie intonacata lato scuola le quali hanno mostrato la presenza delle prescritte reti di armatura (§ 2.5 della relazione specialistica).


E' stata inoltre rilevata la presenza di una lesione sub verticale posta nella zona centrale della parete che ha fatto ipotizzare l'assenza della rete di armatura ma saggi specifici eseguiti nella zona



ne hanno confermato la presenza: la lesione non risulta costituire un pericolo per la stabilità del paramento esaminato ed ha origini diverse e non identificabili con gli elementi oggi a disposizione

In conclusione si può affermare che:

- l'opera risulta essere realizzata correttamente e come tale può considerarsi conclusa



Ing. Alessandro Uberti