
COMUNE DI PAVIA

**CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE
SCUOLA LEONARDO DA VINCI
Cod. Int. Inv. 030**

**PROGETTO DEFINITIVO
ESECUTIVO**

RELAZIONE GENERALE

**PROGETTISTA DELLE OPERE
ING. GIANLUCA PIETRA**

Via C. Ferrini 71
27100 Pavia
T +39 0382 572084
E studio.studiopietra@gmail.com

COLLABORATORI
Ing. Carenzi Dario
Dott.ssa Castagnoli Lucrezia

DICEMBRE 2017

RELAZIONE GENERALE DEL PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

(ai sensi di art.34 di DPR207/2010)

Premessa

L'intervento progettato sul fabbricato che ospita la scuola media Leonardo da Vinci sita in via Fratelli Cremona n. 13 a Pavia, è successivo alla perizia statica redatta dal collega dott. ing. Gian Franco Lunardini e datata 28/03/2013. Perizia commissionata dal Comune di Pavia, successivamente all'evento sismico del maggio 2012 e finalizzata a verificare lo stato dei luoghi, ad individuare le eventuali problematiche verificatesi sulle strutture del fabbricato in seguito al terremoto. Perizia successiva a prove di carico ed indagini sui materiali condotte in data 27, 28 e 30/08/2012 dalla Società 4 emme service spa. Prove di carico su porzioni di edificio indicate precedentemente da ing. Lunardini al fine di redigere la perizia statica.

Nel documento l'ing. Lunardini segnala, sulla scorta dei risultati numerici restituiti dalle indagini, una serie di puntualità meritevoli di attenzione e di intervento manutentivo finalizzato al ripristino. Non viene indicata nessuna volontà di intervenire, come indicato in cap.8 del vigente DM 14/01/2008, Norme Tecniche per le Costruzioni, con opere di adeguamento o di miglioramento atti a conseguire o ad aumentare i livelli di sicurezza della struttura nei confronti di un'azione sismica semiprobabilisticamente ipotizzabile nella zona in cui la scuola è inserita. Piuttosto è indicata la necessità di intervenire con riparazioni o interventi locali che interessino elementi isolati, finalizzati ad un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

L'ing. Lunardini conclude la sua relazione scrivendo: *“non sono emersi elementi che possano entrare in contrasto con quanto in precedenza elencato, tuttavia come già individuato ai paragrafi 2.1.1 – 2.2.1 – 2.3.1 sono state riscontrate porzioni limitate del complesso che necessitano di interventi di manutenzione, la cui assenza potrebbe essere causa di ulteriore degrado dei materiali. Inoltre se l'Amministrazione intendesse proseguire al fine di eseguire opere di adeguamento o miglioramento sismico, allora occorrerebbe studiare il comportamento della struttura secondo quanto indicato al cap. 8 delle NTC 2008”*

L'incarico ricevuto dal sottoscritto ing. Gianluca Pietra dal Comune di Pavia è connotato esclusivamente ad alcuni interventi di rinforzo di elementi isolati così elencati:

1. Rinforzo della tettoia in cemento armato posta all'interno del cortile in corrispondenza dell'ingresso da via Cremona a seguito delle prescrizioni date nella perizia di idoneità statica;
2. Intervento di passivazione delle travi in acciaio del solaio piano terra ala nord a seguito delle prescrizioni date nella perizia di idoneità statica;
3. Intervento definitivo di rinforzo localizzato di alcuni sopraluce di porte poste al piano primo dell'ala est.

E' pacifico pertanto che nessun intervento di adeguamento o di miglioramento è connotato con l'oggetto dell'incarico. Per altro non è riferita allo scrivente che l'Amministrazione comunale intenda intervenire con opere di “adeguamento” di cui ai punti a), b), c) e d) del paragrafo 8.4.1 di DM14/01/2008 e non risulta dall'incarico alcuna intenzione di accrescere la capacità di resistenza delle strutture nel loro insieme (“miglioramento”). Si tratta di interventi su porzioni limitate del

complesso che necessitano di interventi di manutenzione, la cui assenza potrebbe essere causa di ulteriore degrado dei materiali.

Il progetto definitivo/esecutivo qui redatto pertanto considera, in conformità a paragrafo 8.4.3 di DM2008, un intervento di “riparazione o intervento locale”, riguardando singole parti della struttura.

Il progetto e la valutazione della sicurezza è qui pertanto riferito alle sole parti ed elementi interessati (cfr. elenco di cui sopra) che forma parte dell’incarico. Gli interventi progettati non producono sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti della struttura e non modificano il comportamento della struttura nel suo insieme.

Si osserva che la relazione di perizia statica redatta da ing. Lunardini, considera per quanto al corpo est della scuola, la presenza di quadri fessurativi in corrispondenza del cd “corpo basso” e la presenza di una fessura in corrispondenza dell’angolo nord-est del corpo di fabbrica. Per entrambi gli interventi occorrerebbe intervenire con le opere descritte e qui sotto riportate che risultano essere escluse dal presente incarico professionale. Lo scrivente non le ha visionate durante il sopralluogo avvenuto sui locali essendo terzi all’incarico. Pur tuttavia è a considerare che venga ripristinata la continuità della muratura portante laterizia a evitare che i presenti quadri fessurativi generati da variazioni dei carichi, generino incrementi del quadro fessurativo e incrementi della parzializzazione dell’elemento resistente.

“Per quanto riguarda le fessure nei tramezzi del corpo basso, lato strada sono stati montati 2 fessurimetri per rilevare l’eventuale movimento della muratura. Le fessure esistono da tempo e non è possibile stabilire il loro stato di quiete, accertabile solo nel tempo con visite periodiche di controllo dei fessurimetri. Una volta appurato lo stato di quiete si può intervenire ripristinando le fessure; in caso di continui cedimenti si renderebbe necessario un intervento di rinforzo con iniezioni di resine o trattamenti simili.

Per quanto riguarda la fessura nell’angolo nord-est. La causa va ricercata nel rifacimento del tetto nella zona nord che si è protratta fino all’angolo est su una muratura non bella in origine. Il cambiamento della posizione dei carichi verticali ha costretto la muratura a cercare una nuova stato di equilibrio fessurandosi. E’ necessario un ripristino con intervento di cuci-scuci. Per quanto riguarda l’intonaco ammalorato è necessaria la sostituzione, preferibilmente con materiale osmotico” - (pag.8 di perizia statica ing. Lunardini, 2013)

Descrizione degli interventi

Si rimanda, per maggior dettaglio, alle relazioni specialistiche allegate al presente progetto definitivo-esecutivo. Relazioni che, essendo redatte con maggior perizia di dettaglio, risultano essere contrattualmente prioritarie rispetto alla più generale descrizione del presente documento.

Analogamente, per quanto alle specifiche tecniche dei materiali, si rimanda nel caso di ogni incongruenza, ai documenti di maggior dettaglio quali capitolato speciale di appalto, computo metrico, computo metrico estimativo ed elenco prezzi unitari oltre che alle note contenute negli elaborati grafici.

La soluzione progettuale prevista per le opere di “rinforzo della tettoia in cemento armato posta all’interno del cortile in corrispondenza dell’ingresso da via Cremona a seguito delle prescrizioni date nella perizia di idoneità statica”, preso atto che la soletta risulta essere parzializzata da quadri fessurativi “passanti” che ne escludono ogni continuità strutturale nel senso trasversale del manufatto, prevede la chiusura di tali fessurazioni mediante l’iniezione di resine epossidiche e la

ricostituzione della continuità attraverso l'impiego di profilati in acciaio IPE200, UPN200 ed L75x9 mm.

Intervento che, ricostituendo la continuità strutturale al manufatto, ne prevede un adeguato irrigidimento e pertanto la verifica alle sollecitazioni esterne di legge e la verifica alla freccia elastica di inflessione. La perizia statica restituisce una situazione problematica per la struttura che a seguito dell'applicazione del carico non restituisce la deformazione per una percentuale superiore al 40%.

Da una verifica strutturale (cfr. relazione specialistica di calcolo agli elementi finiti) è emerso che la tettoia è sottodimensionata in tutti i suoi elementi costitutivi: soletta, trave di bordo e pilastri. In particolare il nodo di collegamento trave/pilastro non rispetta le condizioni di cui al DM2008.

La struttura è stata realizzata prima del D.M. del 1975 che forniva indicazioni sui carichi e sovraccarichi da applicare negli edifici scolastici, e ovviamente prima della dichiarazione di sismicità dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003, n. 3274 che ha classificato il Comune di Pavia in zona di 4 categoria e pertanto prima del DM 14 gennaio 2008 e successiva Circolare esplicativa 2009, a seguito di cui è stata attribuita la zona sismica 3 alla città di Pavia. Pertanto l'edificio è stato realizzato senza tener conto della sismicità della zona.

I risultati restituiti dalla perizia statica informano su uno stato di assoluta inadeguatezza di tutti gli elementi che pertanto occorre rinforzare.

Il giorno lunedì 18 dicembre sono state condotte indagini sulle caratteristiche geometriche e materiche delle barre d'acciaio inserite negli elementi strutturali. Saggi di modesta estensione hanno fornito i seguenti dati sulle armature:

- Soletta in c.a. C20/25 ed armatura in acciaio liscio FeB 22k, f8
- Trave di bordo in c.a C20/25 armatura in acciaio liscio FeB 22k, f16 e staffe f6/45 cm
- Pilastro in c.a C20/25 armatura in acciaio liscio FeB 22k, f12 e staffe f6/45 cm

Le indagini eseguite rientrano nel quadro di "analisi storico-critica" e di "rilievo" di cui ai paragrafi 8.5.1 e 8.5.2 del DM2008. La "caratterizzazione meccanica dei materiali" di cui al paragrafo 8.5.3 del medesimo Decreto, è desunta, oltre che da indagini visive, anche dai documenti "perizia statica" redatta da ing. Lunardini e prove di carico eseguite da ditta 4 emme.

La trave di bordo, rappresentata da un elemento continuo su più campate, riceve la metà del carico della soletta. La necessità di intervenire sulla soletta non può pertanto prescindere da una verifica sull'elemento trave alla soletta solidale. Un'eccessiva deformazione sulla soletta, non restituita per una quota superiore al 40%, porta a verificare l'adeguatezza tensionale anche per la trave che, per congruenza sforzi/deformazioni, ha un cinematismo correlato a quello della soletta.

I pilastri, posizionati ad interasse reciproco di 5,40 m, rappresentano appoggio della trave di bordo. Essi hanno sviluppo lineare di 5,10 m e sono armati con numero 4 barre poste agli spigoli degli stessi.

Un intervento "locale", finalizzato alla sola riparazione della soletta, potrebbe interessare in termini della vigente normativa, il solo orizzontamento e la trave di bordo. Pur tuttavia, considerata l'importanza della struttura sul funzionamento della struttura scolastica, ovvero analizzato che la tettoia in generale è parte del complesso scolastico e che rappresenta una zona di passaggio frequentemente varcata da studenti, insegnanti e collaboratori scolastici, si ritiene opportuno segnalare all'Amministrazione comunale l'opportunità di intervenire con opere di "miglioramento" che, pertanto, ai sensi di paragrafo 8.4.2 di DM2008, interessino l'intera struttura della tettoia, andando ad accrescere la capacità di resistenza delle strutture esistenti alle azioni considerate nel modello agli elementi finiti in recepimento alla vigente normativa. Gli elementi strutturali verranno

“migliorati” e non “adeguati” non ricorrendone i presupposti necessari. Non saranno verificati aspetti di limite geometrico dei singoli elementi strutturali, come pure dei minimi di armatura, etc. prescritti dalla vigente normativa DM2008. L’intervento di “miglioramento” è finalizzato ad innalzare la resistenza meccanica degli elementi strutturali soletta, trave di bordo e pilastri (inclusi i nodi trave/pilastro) creando dei supporti collaboranti alla struttura stessa in calcestruzzo. Nessuna indagine in fondazione viene eseguita non incrementandosi meritevolmente i carichi esterni e non essendosi modificata la destinazione d’uso del manufatto.

Le opere di rinforzo su trave di bordo e pilastri rientrano nel quadro economico previsto per l’intervento. Il progetto esecutivo pertanto ne recepisce l’attuazione ritenendo aspetto importante a incrementare le condizioni di sicurezza lungo i percorsi scolastici.

Quanto qui sopra descritto rappresenta il modello per la valutazione della sicurezza definito e giustificato dal progettista scrivente per migliorare la struttura di copertura nel suo insieme ed accrescere per l’intero manufatto “tettoia” le condizioni di sicurezza.

L’”intervento di passivazione delle travi in acciaio del solaio piano terra ala nord a seguito delle prescrizioni date nella perizia di idoneità statica”, è dovuto al fatto che si sono riscontrate durante i sopralluoghi che alcune putrelle del solaio calpestio piano terra presentano uno stato avanzato di ossidazione, dovuto a carenza di manutenzione e ad alta umidità presente nella cantina.

Occorre pertanto portare a nudo l’ala inferiore delle putrelle di solaio, rimuovendo intonaco e lo strato di ruggine presente. Successivamente occorrerà passivare la superficie dell’acciaio verificando innanzitutto che i profilati non siano stati danneggiati, ovvero che le dimensioni delle ali inferiori siano invariate.

Durante i sopralluoghi è stato possibile visionare solo alcuni dei profilati metallici, essendo per gran parte ricoperti da intonaco presente a intradosso del solaio. Pertanto non risulta possibile verificare lo stato di eventuale degrado dei manufatti. Il progetto esecutivo prevede la sola passivazione degli elementi.

Le putrelle di solaio trasversali, presumibilmente IPE160A, hanno una base di 82mm e sono posate in opera con interasse di 1 metro, quelle longitudinali, IPE200A, hanno una base di 100mm.

L’intervento progettato prevede la passivazione di tutte le putrelle in acciaio presenti a piano interrato.

L’”intervento definitivo di rinforzo localizzato di alcuni sopraelevati di porte poste al piano primo dell’ala est”, è relativo a una porzione di muratura di spina dell’ala est dell’edificio scolastico. In particolare sono stati riscontrati durante i sopralluoghi effettuati in data giovedì 30/11/2017 e venerdì 15/12/2017 quadri fessurativi, per geometria, ipoteticamente riferibili al terremoto di maggio 2012. Fessure che interessano le porzioni soprastanti le aperture di ingresso a tre aule scolastiche, ovvero in corrispondenza del cd “piano debole” della muratura.

Le fessure risultano essere “passanti” e, pertanto, hanno parzializzato la muratura che necessariamente va sostituita localmente con altra di analoghe caratteristiche materiche in corrispondenza delle parti lesionate. L’andamento diagonale dei quadri fessurativi, in alcune zone risulta essere a “croce di Sant’Andrea”, illustra il cinematismo avvenuto sulla parete che, presumibilmente, in occasione dell’evento sismico, ha subito uno spostamento lungo la sua direzione principale. Spostamento invertito nel verso durante l’azione che ha prodotto la fessura di tale geometria.

Si tratta di un meccanismo locale che ha interessato il singolo pannello murario (non è stata segnalata allo scrivente durante sopralluogo con Ufficio Tecnico del Comune di Pavia altre lesioni

di analogo andamento), sicuramente favorito dall'assenza o dalla scarsa efficacia dei collegamenti tra pareti e orizzontamenti. La presenza di un quadro fessurativo (il più marcato) in corrispondenza dell'incrocio murario con maschio ad esso perpendicolare (lato sud del pannello), illustra anche una scarsa consistenza dell'ammorsamento delle due murature.

Il cinematismo ha interessato il pannello nel suo piano. L'intervento progettato prevede una riparazione locale con l'impiego di materiale analogo a quello originario. Si utilizzerà materiale durevole e di idonee caratteristiche meccaniche. In particolare le porzioni di muratura fessurate, saranno sostituite da altre analoghe in laterizio pieno e malta di cemento, attraverso operazioni di "cuci-scuci". La malta esistente sulla muratura, sicuramente non a base cementizia, non presenta alcuna resistenza a taglio. L'intervento pertanto anche solo localmente migliorerà le caratteristiche meccaniche della muratura.

Le fasi operative dell'intervento possono essere così descritte:

- 1) Eliminazione del vecchio intonaco per mettere "a nudo" la muratura;
- 2) Realizzazione di portali metallici a riquadrare le aperture murarie esistenti di accesso alle tre aule scolastiche, previa puntellatura dei solai lungo entrambi i lati del muro di spina. Elementi metallici tipo HE 120A (UNI 5398-78) accoppiati costituiti da profilati classe S235 aventi tensione di snervamento caratteristica a 235MPa e tensione a rottura caratteristica a 360MPa in aderenza a UNI EN 10025 – 95. I portali saranno posizionati in opera secondo due momenti successivi e successivamente collegati tra loro con collegamenti metallici bulloni di diametro 14mm e classe 8.8;
- 3) Asportazione degli elementi di muro interessati dalla lesione fino a formare un vano di dimensioni tali da permettere l'inserimento di nuovi elementi murari. Sarà cura dell'appaltatore rendere omogenea la fusione tra muratura vecchia e nuova;
- 4) Iniezione armata: inserimento di barre di ferro e di una rete metallica e per finire una serie di iniezioni in malta di cemento fluida ad alta resistenza (M10) meglio descritta in elenco prezzi unitari. Per quanto alla lesione presente in corrispondenza dell'incrocio dei due setti murari, è progettato e prescritto il prolungamento delle barre posizionate sulla muratura lesionata fino ad inserirsi nella muratura est-ovest. E' prescritto l'impiego di barre elicoidali in acciaio inox nei giunti di malta per un miglior ammorsamento. E' progettato l'impiego di malte ad altissima igroscopicità e traspirabilità a base di pura calce idraulica naturale ed inerti di sabbia silicea e calcare;
- 5) Ricoprimento superficiale dell'intervento (su ambo i lati) attraverso malte leggermente espansive confezionate con inerti simili a quelli che costituiscono la malta esistente.

Si rimanda:

- agli elaborati grafici per ogni migliore descrizione geometrica dell'intervento,
- al CSA e all'EPU per ogni miglior comprensione delle specifiche tecniche dei materiali da impiegarsi. Sarà rilevante la specifica tecnica del materiale. La marca o il modello utilizzato è da intendersi solo indicativo dell'intervento richiesto.