PROVINCIA DI MANTOVA
Servizio Edilizia, edifici scolastici e sicurezza

I.I.S. Greggiati di Ostiglia (MN): completamento messa in sicurezza soffitti, elementi non strutturali e strutturali

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OGGETTO:

RELAZIONE TECNICA GENERALE

ELABORATO:

A

SCALA:

DATA: Maggio 2018

Il Progettista
Ing. Paolo Ravelli

Il Responsabile del Procedimento
Arch. Diego Ferrari

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi dell'art.21 del D.Lgs. n° 82/2005 e successive modifiche ed integrazioni

1. PREMESSA

Nel febbraio 2010 è stata redatta una relazione di valutazione di vulnerabilità sismica a firma dell'ing. Alberto Mani, relativamente ai fabbricati che ospitavano all'epoca l'Istituto di Istruzione Superiore "Galileo Galilei" di Ostiglia (Mantova), e che oggi accolgono l'I.I.S.S. "Giuseppe Greggiati".

Lo studio del 2010 era finalizzato alla valutazione del grado di sicurezza sismica degli edifici esistenti facenti parte del complesso scolastico, in modo da poterne valutare i punti critici e di prevedibile collasso in caso di evento sismico; sono stati, inoltre forniti ai progettisti dei futuri interventi di adeguamento, le linee di intervento da seguire nella redazione dei progetti esecutivi, valutandone la capacità d'incremento della resistenza sismica del complesso edilizio.

Il complesso scolastico di Ostiglia si compone di tre corpi di fabbrica principali denominati come segue:

corpo A – a due piani fuori terra;

corpo B – ad un piano fuori terra;

corpo C – laboratori.

I corpi A e B sono separati dalla presenza di un giunto strutturale, mentre il corpo C è staccato dai due corpi anzidetti ed ospita i laboratori della scuola. I corpi B e C sono costruiti con muratura portante, mentre il corpo A è realizzato in struttura mista con travi e pilastri in c.a. e murature portanti.

Nella valutazione di vulnerabilità sismica suddetta si sono individuate alcune criticità sui vari fabbricati.

Corpo A

Il fabbricato risultava verificato agli Stati Limite di Danno (SLD) con un coefficiente di sicurezza pari a 3, in quanto la struttura risultava sufficientemente rigida con spostamenti assoluti e di interpiano contenuti. Agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), la struttura attuale non era in grado di resistere al sisma di progetto previsto dalla vigente normativa (accelerazione sismica normalizzata ag/g=0,0881), riuscendo a garantire un coefficiente di sicurezza pari a 0,6 (ag/g=0,0529). Per fornire alla struttura ulteriori risorse di resistenza strutturale risultava necessaria una campagna di interventi di rinforzo murario e di rinforzo di alcune travi.

Corpo B

Il fabbricato risultava verificato agli SLD con un coefficiente di sicurezza pari a 4, in quanto la struttura è risultata sufficientemente rigida. Agli SLV, invece, la struttura attuale non era in grado di resistere al sisma di progetto previsto dalla vigente normativa (ag/g=0,0881), riuscendo a garantire solamente un coefficiente di sicurezza pari a 0,2 (ag/g=0,0176) causato da murature deboli localizzate nella parete del corridoio in affaccio sul cortile posteriore. A prescindere da questo

problema locale, il coefficiente di sicurezza dell'intero edificio risultava pari a 0,7 (ag/g=0,0617). Per fornire alla struttura ulteriori risorse di resistenza strutturale risultavano necessari interventi di rinforzo murario localizzati nei maschi murari individuati negli elaborati grafici allegati, secondo le indicazioni e le specifiche riportate in allegato.

Corpo C

Il fabbricato risultava verificato agli SLD con un coefficiente di sicurezza pari a 3, in quanto la struttura era risultata sufficientemente rigida. Agli SLV, invece, la struttura attuale non era in grado di resistere al sisma di progetto previsto dalla vigente normativa (ag/g=0,0881), riuscendo a garantire un coefficiente di sicurezza pari a 0,65 (ag/g=0,0573). Per fornire alla struttura ulteriori risorse di resistenza strutturale risultavano necessari alcuni interventi di rinforzo.

L'ing. Alberto Mani ha prodotto un documento in data 23/02/2010 in cui si è certificata l'idoneità statica delle strutture a sopportare le sollecitazioni derivanti dai carichi di esercizio e da carichi sismici modesti (la struttura è verificata agli Stati Limite di Danno ed è in grado di sopportare una quota del sisma di progetto relativo alle verifiche agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita), mentre si è evidenziato che per aumentare il grado di risposta sismica degli edifici ed ottenere una migliore risposta alle verifiche sismiche, sarebbe stato necessario porre in opera una serie di interventi indicati nella relazione allegata al Certificato.

Con il progetto definitivo-esecutivo prodotto dagli uffici tecnici della Provincia ed in particolare dall'Arch. Diego Ferrari, approvato con D.P.G. n°140 del 01/10/2009, sono stati previsti i necessari lavori di rinforzo strutturale per i corpi A e B, mentre solo parzialmente per il corpo C.

I lavori sono stati eseguiti tra il 01/02/2010 ed il 29/06/2010. In data 30/07/2010 è stato redatto il Certificato di Regolare Esecuzione.

In particolare per il corpo A e B sono stati eseguiti gli interventi di rinforzo sui maschi murari individuati come critici e sono state rinforzate le travi orizzontali in cui si era evidenziata carenza di armatura. I rinforzi delle travi sono stati eseguiti con la posa in opera di tessuti in fibra di carbonio ancorati con resine di tipo epossidico, mentre i paramenti murari sono stati rinforzati con l'inserimento nelle testate dei maschi, di verghe di armatura di piccolo diametro (ø12) allocate in appositi scassi realizzati nelle struttura muraria e sigillati mediante getti di malta cementizia; per garantire l'ancoraggio o la continuità delle armature tra un piano e l'altro, tali verghe sono state adeguatamente ancorate in fondazione e nei cordoli di solaio, o giuntate.

Per il Corpo C sono stati eseguiti i previsti rinforzi murari, sono stati create murature trasversali e modificate le aperture in modo da ottenere una idonea distribuzione dei maschi murari. Per ottenere una completa ed efficace distribuzione delle azioni sismiche l'intervento avrebbe dovuto, secondo la relazione di verifica, essere completato dalla realizzazione di un intervento di irrigidimento del solaio di copertura.

Pertanto i corpi A e B venivano dichiarati adeguati sismicamente mentre il comportamento strutturale del corpo C veniva rinforzato e "migliorato".

Con il presente intervento si prevede di completare l'intervento di consolidamento strutturale del corpo C eseguendo una serie di interventi, che verranno descritti nel seguito, per conseguire l'"adeguamento" del fabbricato.
Si specifica inoltre che le valutazioni di vulnerabilità sismica eseguite nel 2010 facevano riferimento alla normativa allora vigente NTC 2008 (DM 14/01/2008) mentre le verifiche eseguite dal presente progetto fanno riferimento alle norme attualmente in vigore NTC 2018 (DM 17/01/2018).

03.05.2018 09:04

05.02.2018 15:29

2. RIEPILOGO DEI RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE

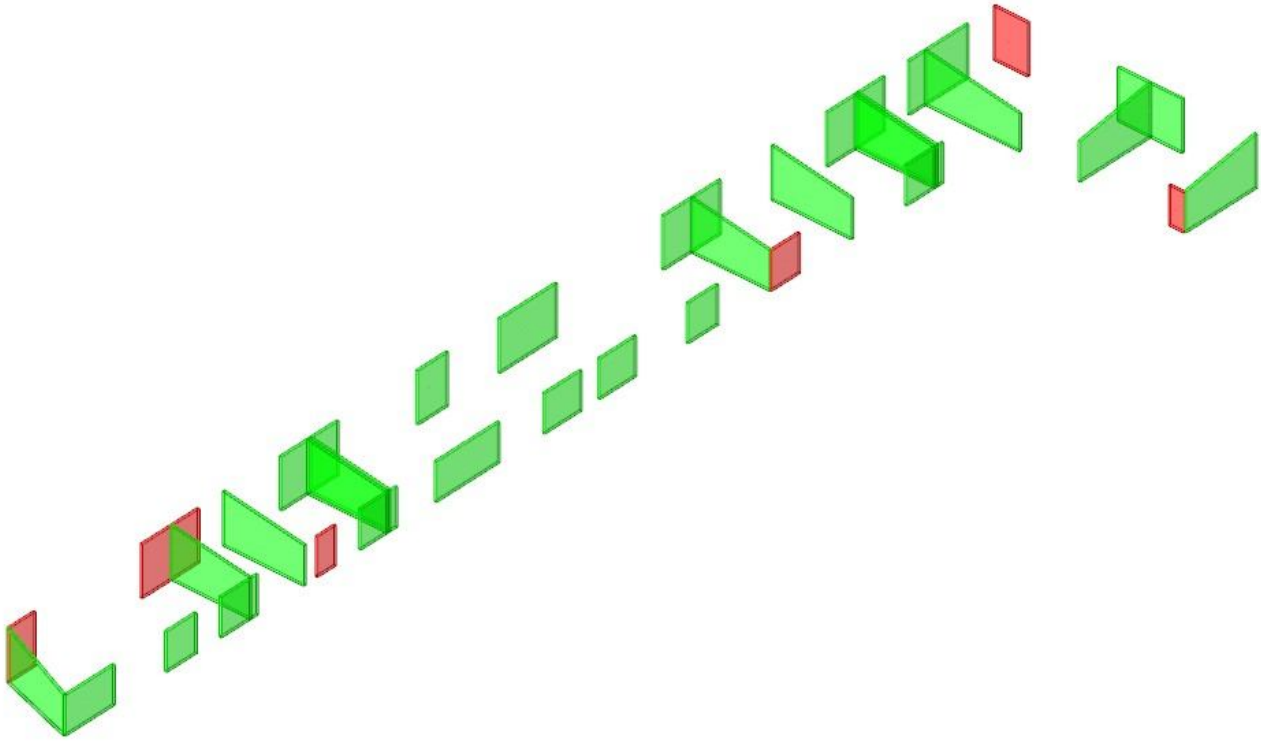
Per la verifica strutturale del fabbricato nello stato di fatto e nello stato di progetto è stata condotta un'analisi sismica con la tecnica dell'analisi modale.

Per la verifica nello stato di fatto, il modello è stato creato nel rispetto della geometria del fabbricato esistente, come risultante dal rilievo geometrico realizzato nell'ambito delle indagini, nonché dagli approfondimenti effettuati nel corso delle operazioni di ispezione.

Nella modellazione strutturale utilizzata nella verifica sono stati considerati anche gli interventi di consolidamento realizzati durante l'intervento di miglioramento sismico realizzati nel 2010.

Sulla base delle verifiche effettuate sono stati individuati i maschi murari che risultavano non verificati secondo la normativa vigente e quindi necessitanti di interventi di rinforzo.

In figura si indicano i maschi murari positivamente verificati (in verde) ed i maschi murari non verificati (in rosso):



Individuazione dei maschi murari non verificati (in rosso)

Per l'analisi della vulnerabilità sismica nello stato di progetto, a partire dal modello realizzato per l'analisi dello stato di fatto, sono stati introdotti tutti gli elementi in grado di simulare gli effetti degli interventi previsti in progetto ed elencati nel capitolo seguente. Tali interventi permettono il raggiungimento di un comportamento sismico globale del fabbricato caratterizzato da un indice di sicurezza superiore all'unità, corrispondente ad un livello di sicurezza che può essere considerato **adeguato** per un edificio esistente.

3. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

A seguito dei risultati delle verifiche strutturali compiutamente descritte nell'allegato C e di cui è riportata una sintesi nel paragrafo precedente, sono stati individuati una serie di interventi di rinforzo e consolidamento strutturale che permettono di raggiungere l'adeguamento sismico del fabbricato.

INTERVENTO SUL PIANO DI COPERTURA

Al fine di garantire un comportamento scatolare alla struttura e poter considerare sufficientemente collegato il piano di falda alle murature perimetrali si prevedono gli interventi di rinforzo di seguito descritti.

L'attuale copertura è costituita da un solaio tipo "Varese", di spessore complessivo pari a 25cm, con travi in c.a.p. prefabbricate poste ad interasse di circa 45cm con piano in tavelloni di laterizio forato all'intradosso e all'estradosso.

Il tavellone inferiore appoggia sull'ala inferiore del travetto in c.a.p. e ha forma ad U con due costole laterali che affiancano lateralmente i travetti fornendo l'appoggio al tavellone superiore.

Non è presente una cappa collaborante in c.a.. ma solo una rasatura sopra le travi in c.a.p. e nelle nervature presenti nelle tavelle superiori.
Al di sopra del solaio è presente uno strato di coibentazione in lana di roccia posta in involucri di polietilene di spessore pari a circa 3cm. Il manto di copertura è costituito da lamiera in alluminio grecata fissata a travetti lignei a loro volta fissati al solaio.
La copertura ha pendenza unica verso il cortile interno della scuola. In gronda è posto un canale di gronda per la raccolta delle acque meteoriche.

Il piano di copertura non presenta giunti di dilatazione. In alcune posizioni la struttura di copertura presenta una lesione parallela all'andamento dei travetti. In tali posizioni la struttura ha creato una sorta di giunto "naturale" dove si concentrano i movimenti e le deformazioni che la struttura necessariamente matura.
L'intervento in progetto prevede quanto segue:

- Lievo con accatastamento a piè d'opera delle lastre di copertura da riposizionare ad intervento completato.
- Lievo e smaltimento della coibentazione esistente.
- Creazione di un cordolo in c.a. in corrispondenza delle murature trasversali sottostanti e doppio cordolo in corrispondenza dei giunti naturali.

- Posa in opere di fasce in tessuto in fibra di carbonio unidirezionale per il rinforzo strutturale, mediante placcaggio o wrapping, a creare rinforzo in corrispondenza dei cordoli perimetrali e una sorta di crociera di controventamento sul piano di falda. Si opererà con:
    - l'applicazione della rasatura e dell'incollaggio con resina epossidica;
    - l'applicazione del tessuto in fibra di carbonio di tipo unidirezionale tipo Ruredil X Wrap 310;
    - la stesura di adesivo epossidico di saturazione; - la rimozione di eventuali parti eccedenti di resina;
    - l'eventuale spargimento quarzifero per l'aggrappo dell'intonaco finale.
    - L'eventuale sovrapposizione in direzione longitudinale (quella della fibra) sarà di almeno 15-20 cm, in direzione trasversale di almeno 2 cm.
- In corrispondenza dei giunti si prevede di porre in opera una piastra in acciaio collegata con spinotti verticali in acciaio al cordolo sottostante che permette di far lavorare assieme le lastre di solaio divise dal giunto in caso sollecitazione sismica, mentre lasciano un certo grado di libertà di movimento per le deformazioni dovute alle variazioni termiche.
- Posa di travetti lignei per il fissaggio delle lamiere di copertura con nuovo pacchetto isolante costituito da pannelli in polistirene estruso di spessore complessivo pari a 10cm.
- Riposizionamento delle lastre di copertura con integrazione della lattoneria necessaria alla nuova geometria della copertura.
- Il cordolo in corrispondenza dei "giunti naturali" verrà tagliato.
- La muratura sottostante, sempre in corrispondenza ai "giunti naturali" verrà leggermente "fresata" in modo da concentrare il più possibile le fessurazioni nel punto di taglio così eseguito (taglio profondità 3cm, larghezza 2 cm).

INTERVENTI SUI SETTI MURARI

Al fine di rinforzare i setti murari dove questi hanno denunciato alle verifiche di calcolo effettuate, delle criticità, si prevedono i seguenti interventi.

- Tamponamento finestrature.

Due finestrature esistenti e le forature presenti sul muro esterno a fianco della centrale termica, verranno tamponate con muratura in mattoni pieni nuovi, con formazione di ammorsature laterali e trasversali, almeno ogni 60 cm in altezza per due corsi di mattoni, la chiusura a forza con malta antiritiro contro la superficie superiore del contorno. I collegamenti murari sono completati dall'inserimento di barre orizzontali in acciaio diam.12mm (5 per lato di lunghezza minima 100cm).
Le pareti verranno intonacate e ritinteggiate per dare il lavoro finito a regola d'arte.

- Cerchiaggio aperture sulle murature perimetrali.

Il vano della finestra presente nella centrale termica verrà rinforzato con profilati in acciaio come indicato nelle tavole grafiche di progetto.

- Rinforzo setti murari.

Alcuni setti murari hanno mostrato criticità nelle verifiche di calcolo strutturale.

Si interviene su questi setti inserendo barre verticali di armatura diam. 12mm nella muratura stessa previa fresatura al fine di creare il vano di incasso. Il tutto come indicato nelle tavole grafiche di progetto.

4. FASI DI LAVORO

1. Approntamento cantiere

Approntamento del cantiere in ogni sua parte comprese le opere di delimitazione, recinzione dell'area circostante e cartello dei lavori oltre alla segnaletica di sicurezza, ufficio di cantiere, locali di servizio per gli operai (bagno e spogliatoi), e tutto quanto necessario per la sicurezza e il buon funzionamento del cantiere.

Si dovrà tenere presente che durante il periodo di cantierizzazione e di realizzazione degli interventi in progetto le scuole saranno aperte ed utilizzate da studenti e personale.

Le attrezzature di cantiere verranno posizionate negli spazi retrostanti i fabbricati oggetto d'intervento creando un accesso autonomo e riservato al cantiere. Tutti gli spazi destinati al cantiere saranno recintati.

I lavori dovranno essere organizzati considerando l'interferenza con le attività scolastiche e cercando di ridurre i rischi creati dalle interferenze che si genereranno.

2. Montaggio ponteggi

Per la protezione rispetto al rischio di caduta dall'alto relativamente ai lavori da svolgere in copertura, si considera di montare parapetti lungo la gronda prospiciente il cortile della scuola e lungo i due lati corti del fabbricato mentre verso il campo sportivo verranno montati tratti di ponteggio alternati con tratti protetti da parapetti.

Verso il cortile scolastico, sui parapetti si prevede di installare una rete di protezione in fibra rinforzata, per evitare la caduta dall'alto di materiale.

Verso il campo sportivo verrà posizionata una rete di recinzione.

Tutta la struttura sarà opportunamente progettata e certificata dalla Ditta esecutrice.

3. Opere in copertura

Completata la fase di accantieramento e montaggio delle opere provvisionali si eseguiranno i lavori in copertura.

Le opere di copertura verranno suddivise in due fasi operando su circa metà della superficie di copertura per ciascuna di essa. Pertanto si provvederà allo smontaggio della copertura metallica, mediante la rimozione delle lamiera grecata con gli opportuni accorgimenti per il successivo riutilizzo, la rimozione dello strato di isolamento in lana di roccia, la rimozione dei listelli in legno. Successivamente si procederà alla realizzazione di cordolo sommitale in calcestruzzo armato e alla posa del rinforzo strutturale con fibre in FRP. Una volta completate le opere di rinforzo strutturale si procederà al riposizionamento della copertura metallica in lamiera grecata

precedentemente rimossa, compreso i listelli in legno, l'isolamento ed il fissaggio della lamiera ai listelli in legno. Infine si eseguiranno le opere di lattoneria e l'installazione della linea vita definitiva.
Eseguite dette lavorazioni per la prima fase di intervento (circa metà della superficie di copertura) si ripeteranno le stesse operazioni per la fase 2 (seconda metà della superficie del tetto).
Le lavorazioni per la realizzazione dei cordoli in c.a. comportano la casseratura dell'intradosso del solaio.
Tale casseratura è posta a soffitto di alcune aule in adiacenza a muri divisori trasversali.
Si prevede che le casserature vengano poste in opera e smontate durante gli orari in cui non sono previste attività scolastiche. Le casserature devono essere eseguite con pannelli in legno puliti e in ottimo stato e puntellate con puntali telescopici posti in modo ordinato e adeguato al fatto di dover rimanere in posizione per circa una settimana all'interno di aule dove si svolgono attività scolastiche.

4. Consolidamento strutturale e opere di finitura

Completate le opere in copertura si eseguiranno le opere di consolidamento in alcune aree del fabbricato. In particolare si eseguiranno opere di consolidamento murario, chiusura di aperture, inserimento di barre d'armatura nella muratura, cerchiature di aperture, ripristino di intonaco e tinteggiatura.
Per l'esecuzione dei tamponamenti murari si dovrà lavorare in due locali scolastici. Le lavorazioni previste comporteranno la chiusura di tali locali all'attività scolastica per 4 giorni circa ciascuno. Le aree di accesso ai locali dove si svolgono le lavorazioni suddette verranno recintate e intercluse all'accesso ai non addetti ai lavori.

5. Smontaggio ponteggi, pulizie finali e chiusura del cantiere

A fine lavori si smonteranno i ponteggi e le opere provvisionali, si rimuoveranno i locali di cantiere e le attrezzature, i locali verranno ripuliti e le aree di cantiere verranno risistemate e ripristinate.

Mantova, maggio 2018

Dott. Ing. Paolo Ravelli