

Valutazione della sicurezza e interventi di miglioramento della scuola Pascoli

Nel presente articolo verrà illustrato lo studio strutturale condotto per la riqualificazione della Scuola di I grado Giovanni Pascoli di Torino, ubicata in piazza Bernini 5 a Torino. L'edificio, realizzato in muratura portante, venne costruito tra il 1890 ed il 1893 su progetto dell'ingegnere Giuseppe Davicini.

Il complesso edilizio, di proprietà della Compagnia di San Paolo, è, attualmente, utilizzato in parte dalla Compagnia stessa ed in parte dalla scuola Secondaria di I grado Giovanni Pascoli (trattandosi di edificio di pubblica utilità, ai sensi dell'art. 2 del DM 17.01.2018 il riferimento normativo di carattere tecnico utilizzato è ancora il D.M. 14.01.2008).

Il plesso scolastico, grazie all'impegno della Compagnia di San Paolo e della Fondazione Agnelli, è stato oggetto di un progetto di innovazione intitolato "Torino fa Scuola" che, attraverso un percorso di progettazione condivisa, è arrivato a definire le linee guida per interventi, riguardanti sia gli aspetti edili/strutturali che didattici, da porre a base di gara per un concorso di progettazione.



Figura 1 - Foto angolo via Duchessa Jolanda



Figura 2 - Ingresso da Piazza Bernini

Il raggruppamento vincitore, composto da Archisbang associati e da Area Progetti Srl di Torino, ha proposto alcuni interventi per i quali si è resa necessaria la valutazione di sicurezza e di vulnerabilità sismica. Il programma di calcolo utilizzato è stato DOLMEN, sviluppato e distribuito da CDM DOLMEN Srl di Torino, con il quale è stato realizzato un modello tridimensionale a telaio equivalente dell'edificio oltre che i modelli dei singoli interventi sulla struttura.

Per un corretto inserimento delle nuove strutture all'interno del complesso esistente, sottoposto a vincolo ai sensi del D.Lgs 42/2004, e per la definizione delle opere di rinforzo è stato effettuato un percorso "passo-passo" valutando l'effetto degli interventi ipotizzati fino ad arrivare a definire le soluzioni maggiormente conformi agli obiettivi, ossia la conservazione non solo della materia ma anche del funzionamento strutturale accertato, qualora questo non presenti carenze tali da poter comportare la perdita del bene (LG cap. 6).

Il percorso progettuale è stato così articolato:

- conoscenza del manufatto esistente
- analisi delle azioni agenti
- valutazione dello stato attuale di sicurezza
- progettazione dei nuovi interventi e dimensionamento degli interventi di consolidamento
- analisi dei risultati e confronto con lo stato di fatto

Come noto la conoscenza di una costruzione storica costituisce un presupposto fondamentale al fine di ottenere una valutazione attendibile della sicurezza sismica (LG 4.1) e pertanto il percorso di conoscenza deve essere sviluppato con la finalità di approfondire differenti aspetti; in particolare si segnalano:

- rilievo geometrico
- identificazione delle specificità storiche e costruttive
- analisi locale e dello stato di degrado
- indagine delle proprietà meccaniche dei materiali
- analisi del terreno e delle fondazioni

L'edificio è costituito da due maniche principali, ciascuna di dimensioni in pianta di circa 38 x 20 m, incernierate su un'aula ellittica, e da una terza manica di circa 19 x 11 m; è costituito dai livelli di seguito riportati (Figura 3).

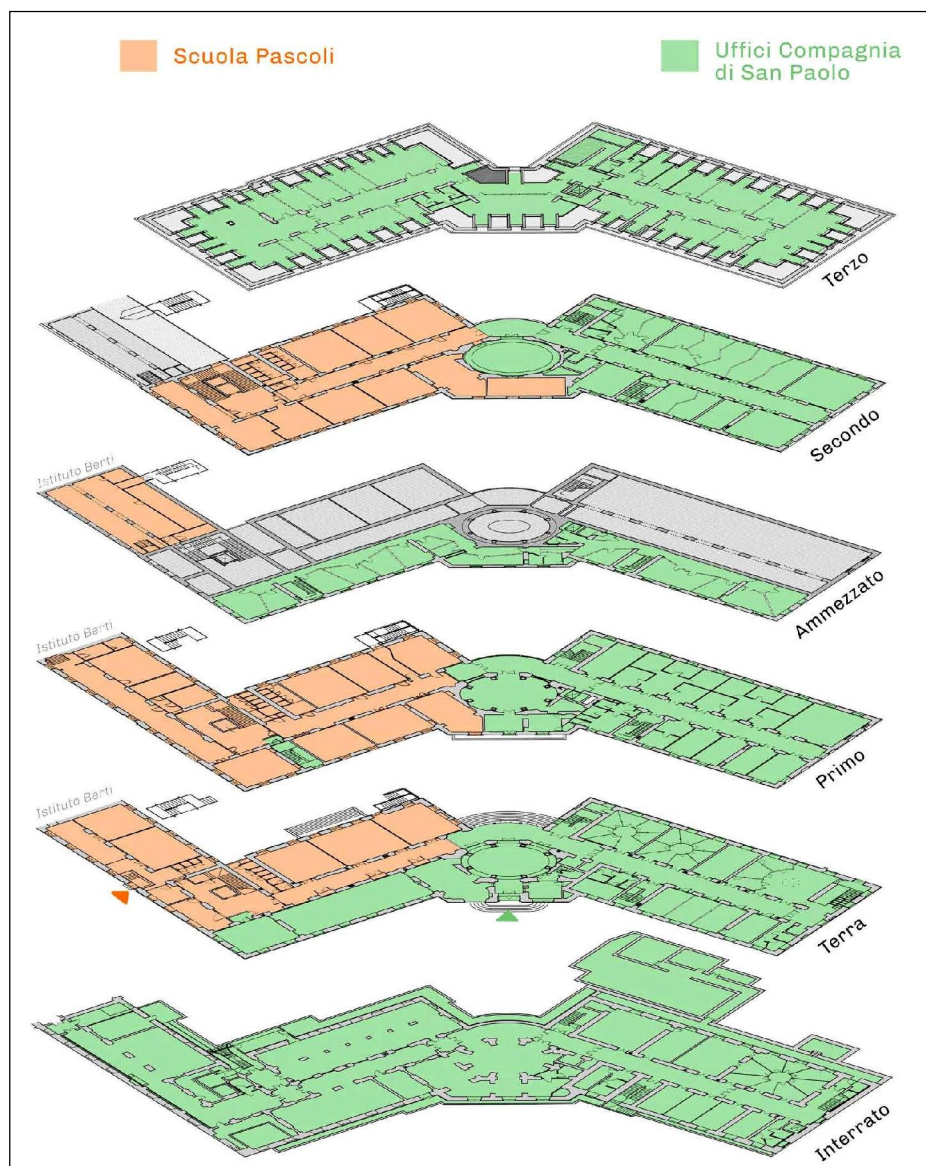


Figura 3 - Spaccato assonometrico delle piante dell'edificio - Distribuzione delle funzioni

L'edificio è stato oggetto di un rilievo da cui sono state ricavate le dimensioni degli elementi strutturali poi impiegate nel modello tridimensionale eseguito con DOLMEN. Lo spessore delle murature, decrescente dal basso verso l'alto, è compreso tra 90 e 50 cm ca.

Dall'analisi visiva, effettuata nel corso dei numerosi sopralluoghi effettuati, non sono emersi stati fessurativi o di degrado che possano far presupporre l'insacco di fenomeni localizzati; sono state comunque eseguite alcune analisi numeriche per individuare la possibilità di insacco di cinematiche locali.

Nel corso di alcuni lotti di intervento, svolti negli anni precedenti, erano state eseguite delle indagini geognostiche e delle prove sismiche: in particolare sono stati eseguiti 2 stendimenti MASW e 2 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro pesante con massa battente da 75 kg. Entrambe le indagini sono state effettuate ad ottobre 2015 all'interno del cortile del complesso edilizio e hanno evidenziato la presenza, al di sotto di 4.5 m dal p.c., di uno strato di ghiaia grossolana con ciottoli.

La classificazione del terreno ai fini sismici è di Tipo B. Vista la tipologia di terreno di fondazione nel modello strutturale dell'edificio completo è stato utilizzato un valore di K di Winkler pari a 15 (secondo la tabella dei moduli di Winkler proposta da Pozzati).

Sul complesso edilizio, nel mese di novembre 2017, è stata effettuata una estesa campagna di indagini sugli elementi murari verticali; in particolare sono state eseguite 3 prove con martinetto piatto, 19 prove con penetrometro per malta, 4 prove soniche su muratura, 2 prelievi di malta e 2 prelievi di laterizio.

Le prove con il penetrometro in abbinamento con i risultati delle prove sui campioni prelevati hanno evidenziato la presenza di una malta di calce idraulica classificabile come M2.5 secondo le NTC 2008.

Le prove soniche hanno evidenziato una notevole compattezza della muratura con valori sempre superiori a 1500 m/s e crescenti dal basso verso l'alto mentre le tre prove a rottura con i martinetti hanno fornito un valore medio di resistenza a compressione di 40 daN/cm².

Alla luce dei risultati delle indagini la muratura portante indagata, costituita da blocchi di laterizio pieno (eccezion fatta per alcune zone del piano interrato in cui sono presenti alcuni blocchi di pietra squadrati), presenta delle buone/ottime caratteristiche meccaniche riscontrabili in tutti i punti indagati.

Prima di procedere con la progettazione dei nuovi interventi è stata effettuata una valutazione della sicurezza nello stato di fatto che non ha evidenziato particolari criticità se non che, ovviamente, come per quasi tutti gli edifici storici in muratura, a causa dei notevoli pesi propri e permanenti già presenti sulla struttura, si riscontrano dei bassi valori del coefficiente parziale di sicurezza sulla muratura γ_m nelle verifiche in condizioni SLU statiche.

Nelle verifiche in condizioni sismiche è stato adottato un fattore di struttura pari a 1.8 (cautelativamente inferiore a quanto previsto dalla Circolare C08 8.7.1.2).

I risultati della modellazione sono stati confrontati con le prove di martinetto piatto e hanno mostrato una notevole corrispondenza (le differenze tra le misure in situ e le sollecitazioni nel modello nei medesimi punti hanno differenze di circa il 15%).

Il modello nello stato di progetto contiene gli interventi previsti che sono di varia tipologia: rinforzi strutturali, nuove solette in calcestruzzo alleggerito, scale di sicurezza e passerelle in acciaio.

Tra questi il rinforzo di 6 maschi murari si rende necessario al fine di aumentarne il confinamento di alcuni elementi ed ottenere così un aumento della resistenza (in particolare di quella a compressione). I maschi interrati saranno rinforzati mediante l'inserimento al loro interno di barre elicoidali in acciaio, mentre i maschi al piano terra saranno rinforzati mediante il placcaggio bifacciale di reti in acciaio e fibra di basalto con applicazione di malta strutturale.

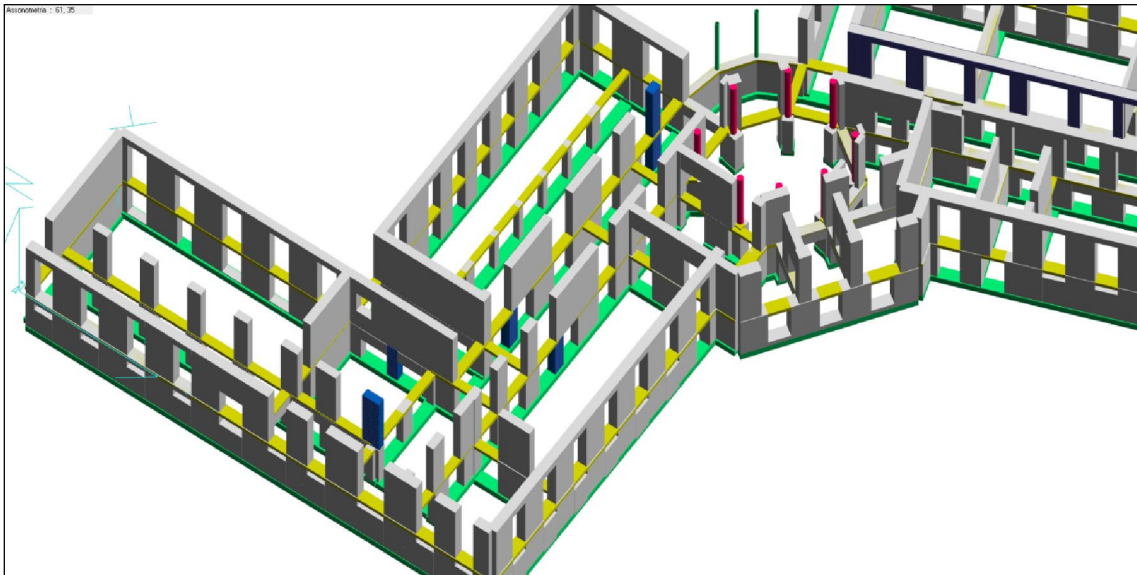


Figura 4 - Spaccato assometrico con evidenziati in blu i maschi interessati dai nuovi rinforzi

Sui maschi murari interessati dall'intervento sono stati applicati dei coefficienti migliorativi sui materiali (cautelativamente inferiori ai massimi consentiti dalla norma).

In aggiunta alle verifiche condotte per la valutazione della vulnerabilità sismica, che hanno condotto al rinforzo selettivo dei maschi murari sopra indicati, sono state effettuate alcune verifiche sul possibile innesco di cinatismi locali (in particolare una verifica a ribaltamento semplice della parete longitudinale dell'ultimo piano) che sono risultate soddisfatte.

Saranno realizzate, inoltre, tre nuove solette: una al piano terra, in sostituzione di una parte voltata, e due al piano copertura, in sostituzione di una in laterocemento, e un'altra in legno. Le nuove solette saranno realizzate in calcestruzzo alleggerito strutturale al fine di ridurne il peso e la rigidità.

La soletta di copertura lato interno cortile sarà sostenuta da una nuova muratura portante dello spessore di 30 cm.

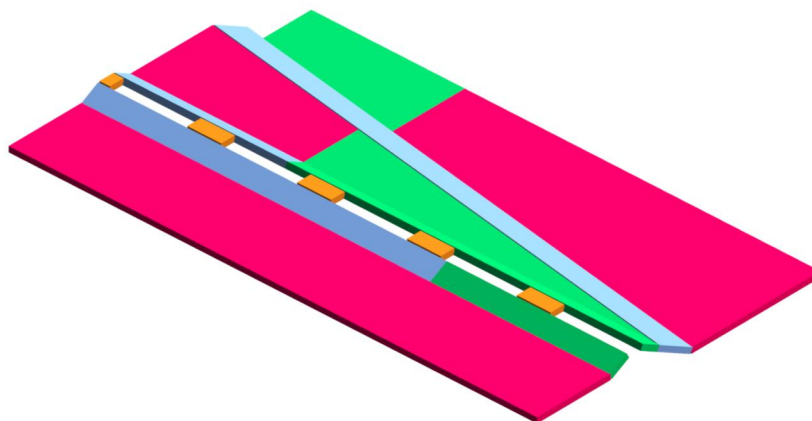


Figura 5 - Vista assometrica soletta copertura

La scala di sicurezza esterna, strutturalmente scollegata dall'edificio, sarà realizzata interamente in acciaio e verrà sostenuta da un muro in cemento armato di spessore di 40 cm ed avrà dimensioni pari a 8.5 metri di larghezza e 16.8 metri di altezza. La fondazione riveste notevole importanza visto la posizione relativa tra i

due elementi (il muro sarà molto spostato rispetto al baricentro della fondazione e presenterà una parte a sbalzo, questo perché la posizione e le dimensioni della fondazione sono praticamente obbligate data la presenza dell'intercapedine dell'interrato della scuola, della rampa di accesso ad alcuni locali del piano interrato e di una vasca antincendio, anch'essa interrata). L'esatta ubicazione della vasca interrata non è nota e pertanto ulteriori approfondimenti saranno necessari nel corso dei lavori.

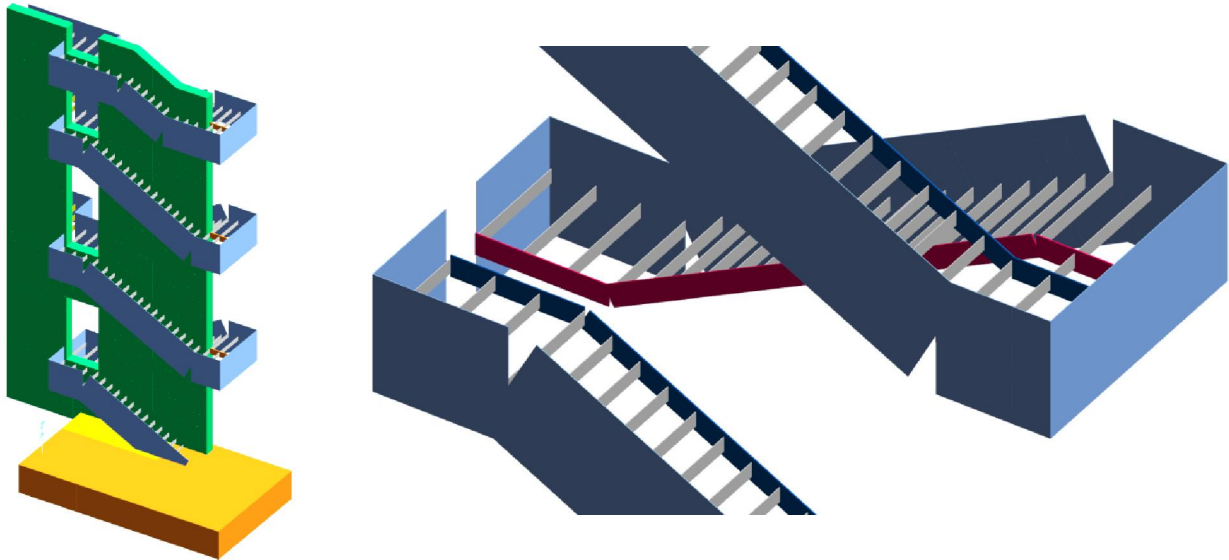


Figura 6 - Vista assonometrica muro e scala lato Nord

Grazie agli interventi proposti è stato possibile ottenere un significativo miglioramento del livello di sicurezza (un aumento di circa il 18% del γ_m in condizioni di verifiche a SLU statici ed il raggiungimento di un Indice di Vulnerabilità pari a 1 nelle condizioni Sismiche) della parte di struttura occupata dalla scuola senza alterarne il funzionamento strutturale, agendo selettivamente sulle problematiche evidenziate dalla modellazione numerica ed effettuando, così, degli interventi mirati. Sono stati così rispettati gli obiettivi prefissati, di conservazione del funzionamento strutturale accertato.

Per maggiori informazioni visitate la pagina del sito CDM DOLMEN:

https://www.cdmdolmen.it/lavori/lav_cuccureddu.htm