

RILIEVO E STUDI DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELLA SCUOLA “MALTAGLIATA” A PONTEDERA

Giovanni Pancani^{1*}, Marco Tanganelli¹, Silvia Trefolini¹ e Giacomo Talozzi¹

*1: Dipartimento di Architettura DiDA Università degli Studi di Firenze
giovanni.pancani@unifi.it; marco.tamganelli@unifi.it;
silvia.trefolini@unifi.it; jack.talozzi@gmail.com*

Keywords: Scuola, Vulnerabilità Sismica, Rilievo

SURVEY AND STUDIES OF THE SEISMIC VULNERABILITY OF THE “MALTAGLIATA” SCHOOL IN PONTEDERA

Abstract *The present work describes the experience of survey and study of the seismic vulnerability of the school complex: Ghandi in via Pietro Nenni, known as “Maltagliata”, born from the collaboration between the municipality of Pontedera and the University Architecture Department of the DiDA Studies of Florence. In particular, the project was developed for the surveying and seismic evaluation of the aforementioned school building. The multidisciplinary study, in fact, provided for the competences related to the metric-morphological survey of the building and an in-depth study of both the construction documents relating to its construction and a series of investigations and tests on materials and structures. The survey project prepared for this case study had to be able to provide a cloud of points with high resolution and very reliable, therefore it had to be designed with great care and subjected to certification procedures such as to guarantee the results of simulation tests, made on digital models taken from the survey.*

1. INTRODUZIONE

Lo studio che presentiamo è stato realizzato in virtù della collaborazione fra il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze DiDA e il Comune di Pontedera ed ha ad oggetto il "Rilievo e lo studio della vulnerabilità sismica della scuola "Gandhi" in via Pietro Nenni, a Pontedera". A questo proposito, in primo luogo, è stato approntato il progetto di rilievo del plesso didattico al fine di predisporre il materiale relativo alle qualità metrico-morfologiche del manufatto necessario alla valutazione sismica della scuola "Gandhi" detta anche "Maltagliata". Il plesso didattico "Maltagliata" è un edificio costruito a più riprese a partire dalla metà degli anni settanta dello scorso secolo, su di un primo corpo di fabbrica a due piani, si sono innestati altre costruzioni in epoche successive, l'ultimo successivamente alle nostre indagini. Il fabbricato risulta avere un aspetto dignitoso e in buono stato di manutenzione. Le coperture sono a falda realizzate su muretti gattaiolati realizzati sui solai di copertura dell'ultimo piano.

Il progetto che ha valenza multidisciplinare è stato condotto in collaborazione fra ricercatori di rilievo e di strutture; i primi hanno lavorato alla conoscenza metrico-morfologica del fabbricato, necessaria per eseguire le indagini strutturali del plesso didattico attraverso le sue caratteristiche formali. I secondi si sono occupati di tutto quanto riguarda le indagini, le analisi strutturali relative alla verifica strutturale dell'edificio. Le valutazioni delle prestazioni strutturali sono state effettuate considerando le azioni previste dalle norme vigenti [1-4] ed impiegando un modello a telaio equivalente [5]. Il percorso/processo di valutazione, oltre ad avvalersi del rilievo, ha raccolto tutto il materiale di progetto e di cantiere che ha consentito di definire un modello strutturale abbastanza accurato. Successivamente ne è stata valutata la conformità in situ mediante una campagna di saggi esplorativi sulle murature verticali e sugli impalcati.

Le caratteristiche del progetto di rilievo, per questo caso studio, dovevano essere tali da consentire la realizzazione di una nuvola di punti con un'elevata risoluzione, ma che al contempo fosse molto affidabile. Infatti, le indagini che su questo rilievo dovevano essere eseguite necessitavano di dati attendibili, pertanto, il progetto doveva essere pianificato con grande attenzione ed essere sottoposto ad accurate procedure di certificazione.

2. CENNI SULL'ACCURATEZZA DEL RILIEVO

Ogni rilievo affinché possa considerarsi utilizzabile deve essere affidabile, in Italia l'attendibilità del "prodotto" viene certificata dal professionista abilitato che lo ha realizzato. Tuttavia questa prassi non garantisce alcuno circa la bontà del rilievo, poiché sarà possibile verificarne l'eventuale inattendibilità soltanto a posteriori, quando si saranno presentate problematiche che un lavoro impreciso può provocare. Nella moderna dialettica fra le prestazioni d'opera occorre quindi pensare a consuetudini che non sono proprie del *modus operandi* italiano, bensì si rifanno al mondo anglosassone. Pertanto, occorre pensare a protocolli di certificazione dei livelli di accuratezza del rilievo. Nel regno unito per soddisfare questa esigenza esiste il RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors), si tratta di un "organismo professionale globale che promuove e applica i più alti standard internazionali nella valutazione, gestione e sviluppo di terreni, immobili, costruzioni e infrastrutture [6]". Il RICS è presente anche in Italia, ma non è consuetudine affidarsi a questo organismo per seguirne i protocolli di certificazione. Tuttavia il problema permane e si stanno mettendo a punto metodologie attestanti i livelli di precisione del "prodotto" rilievo, che siano almeno equivalenti ai protocolli richiesti dall'ente inglese. Quindi, quando si affronta il problema

della certificazione e del collaudo di un rilievo, occorre analizzare la questione analizzando tutte le procedure e le operazioni che servono per eseguire il rilevamento di un fabbricato. Per giungere ad una corretta analisi delle caratteristiche del rilievo si dovranno prendere in considerazione i seguenti parametri: il manufatto, le sue qualità e le sue specificità (metriche, morfologiche, materiche), le finalità del rilievo, ovvero lo scopo della misurazione e degli interventi che si dovranno realizzare, ed infine la qualità e la tipologia della restituzione. A tal fine risulta importante stabilire il grado di accuratezza da utilizzare durante l'acquisizione dei dati, verificare le necessità di elaborazione e rappresentazione, fino alla definizione della scala degli elaborati che dovranno essere prodotti. Tenendo conto che le restituzioni in ambiente CAD avvengono in ambiente virtuale e quindi non sono espressamente legate ad una scala, ma la qualità della rappresentazione e della definizione dei particolari è senz'altro funzione di una scala di stampa degli elaborati e della normativa alla quale è necessario attenersi per la produzione dei progetti di intervento sul manufatto.

Pertanto, trovandoci a lavorare in ambiente virtuale, per esempio con un qualsiasi software di disegno vettoriale, piuttosto che di modellazione 3D, risulta più appropriato riferirsi al concetto di accuratezza e di risoluzione del disegno piuttosto che a quello di scala. Infatti, durante la restituzione digitale, è poco opportuno parlare di scala reale del disegno; tuttavia la restituzione dei particolari, la loro dimensione e la capacità descrittiva della loro rappresentazione sono funzione dell'accuratezza ma soprattutto della densità della maglia di acquisizione impostata durante il rilievo. Quando si parla di densità della maglia di acquisizione del rilievo ci si riferisce alla densità dei punti misurati su di una superficie, concetto questo che possiamo ritenere equivalente alla risoluzione del rilievo, ovvero alla capacità di dettaglio che è possibile osservare in una nuvola di punti.

Da queste considerazioni si evince che la densità della maglia della nuvola di punti o risoluzione del rilievo vada impostata già nel progetto di rilievo a seconda delle caratteristiche e delle necessità di restituzione e di elaborazione dei dati di rilievo, ovvero alla capacità descrittiva richiesta dalla tipologia del progetto che farà seguito al rilievo.

Quindi la risoluzione e l'accuratezza della restituzione che è funzione dei parametri suddetti e che debbono essere previsti già dal progetto di rilievo in quanto risulta evidente che eventuali deficit informativi non possono essere superati con l'interpolazione dei dati.

Pertanto, nella ricerca dei livelli di sicurezza strutturale che il nostro edificio è in grado di garantire, risulta evidente come la certificazione delle procedure di rilievo e il successivo collaudo del rilievo laser scanner siano di fondamentale importanza per il successo della ricerca.

Dovendo quindi stabilire le tolleranze del rilievo, che siano valide e per tutto il processo dalla fase di acquisizione alla restituzione e la rappresentazione del fabbricato è necessario fissare i limiti dello scarto ammissibili. A tal fine non potremmo che fare riferimento a quanto dalle capacità percettive, da cui derivano sia gli scarti previsti dalla manualistica e dalle normative (ISO). Tuttavia, per quanto di nostro interesse, la normativa italiana risulta alquanto lacunosa, quindi faremo riferimento alle prescrizioni della normativa ISO 4463-3 relativa alla precisione delle dimensioni dei disegni di rilievo che stabilisce i limiti di accuratezza in riferimento alla scala come di seguito indicato: Scala 1: 200 ± 50 mm; Scala 1: 100 ± 25 mm; Scala 1: 50 ± 12 mm.

Si tratta di tolleranze del tutto simili o comunque molto vicine a quelle ricavate dalle considerazioni manualistiche in particolare a quanto descritto da Mario Docci e Diego Maestri nel loro Manuale di rilevamento architettonico e urbano [7], che stabiliscono gli errori ammissibili relativi alle varie scale: Scala 1: 200 ± 40÷60 mm; Scala 1: 100 ± 20÷30 mm; Scala 1: 50 ± 10÷15 mm; Scala 1: 20 ± 4÷6 mm; Scala 1: 10 ± 2÷3 mm.

Debbono, tuttavia, essere previsti anche gli errori e le tolleranze che possono generarsi nel corso delle elaborazioni che della nuvola portano alla restituzione in ambiente CAD. Per il caso studio in oggetto sono state utilizzate esportazioni di immagini raster delle proiezioni della nuvola di punti sui piani prescelti, ed esportati in CAD in scala appropriata. Per ottenere un soddisfacente livello di definizione le esportazioni sono state realizzate prevedendo un parametro di rasterizzazione di almeno 3 pixel per ogni centimetro di fabbricato descritto nella nuvola di punti, livello che è stato considerato opportuno per dare adeguata descrizione della morfologia del fabbricato.

3. PROGETTO DI RILIEVO

Il lavoro di acquisizione è iniziato nel maggio 2018 ed è stato utilizzato un laser scanner Faro Focus m70, strumentazione affidabile e precisa. La fase di acquisizione è stata condotta con due giornate di campagna di rilievo, durante le quali sono state eseguite un totale di 287 scansioni.

Le scansioni sono state messe a registro (Figura 1), senza l'uso di target a Centro di Massa, ma utilizzando le nuove possibilità di Visual Alignment offerte dal software Leica Cyclone, che ha anche consentito l'ottimizzazione dell'allineamento di tutte le scansioni. Questa funzione presente da non molto tempo consente inoltre di compensare eventuali errori che possono essersi prodotti durante la registrazione garantendo pertanto un prodotto più affidabile anche in assenza di un rilievo topografico di appoggio.

Le verifiche sul controllo della qualità del rilievo sono state eseguite al termine della registrazione di ogni piano ed infine al termine dell'unione dei due piani e delle registrazioni esterne. Le sezioni di verifica sono state realizzate sia sul piano orizzontale che sul piano verticale. Le operazioni di certificazione hanno appurato che i fili di sezione [8] delle singole scansioni fossero perfettamente corrispondenti fra loro o che vi fosse al massimo una distanza uguale o inferiore a 15 millimetri.

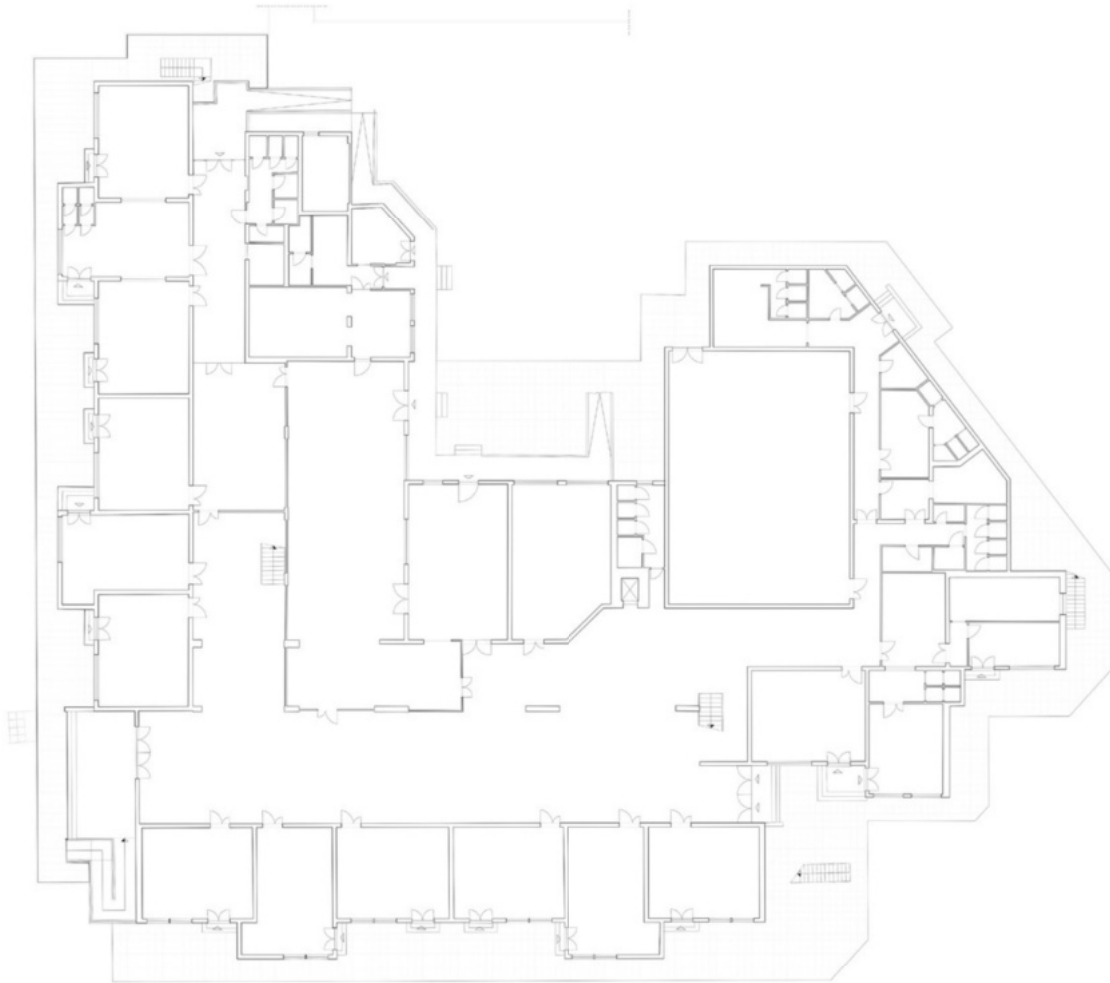


Figura 1. Nuvola di punti della scuola registrata

4. LA RESTITUZIONE

La verifica dell'accuratezza della registrazione effettuata con condizioni così stringenti è stata essenziale poiché era necessario poter disporre di una nuvola di punti precisa ed affidabile, in

quanto per le sue elaborazioni successive dovevano essere eseguite sia delle restituzioni 2D affidabili, sia delle elaborazioni 3D estratte dalla nuvola punti per la realizzazione di modelli per il calcolo strutturale. Le restituzioni sono state realizzate in scala 1:50 producendo elaborati di rilievo relativi alle piante (Figura 2) ed alle sezioni (Figura 3), per quanto riguarda i prospetti sono stati realizzate rappresentazioni al filo di ferro ma anche ortofotopiani realizzati con fotomodellazione 3D (Figura 4) utilizzando tecniche di SfM (Structure from Motion) [9].



PIANTA PIANO TERRENO

Figura 2. Planimetria del Piano Terreno

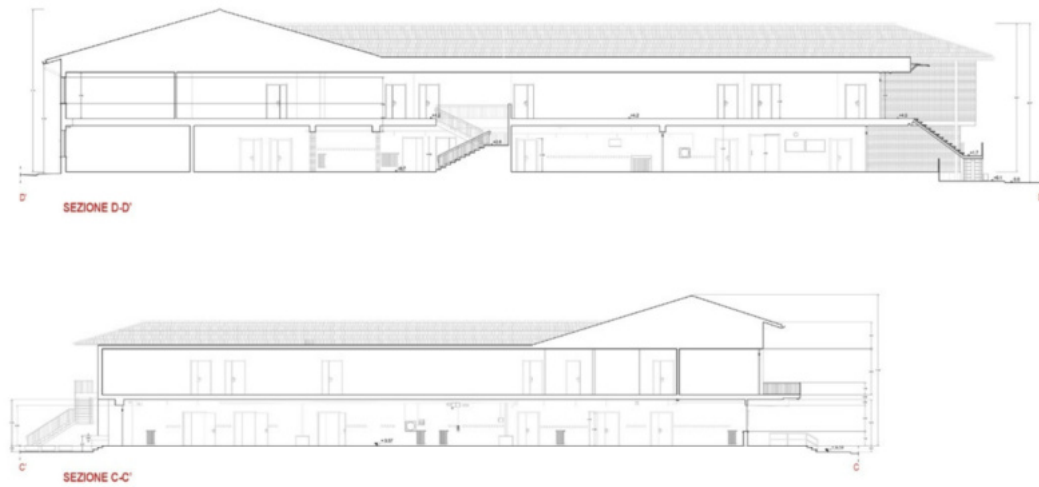


Figura 3. Sezioni longitudinale C-C' e trasversale D-D'



Figura 4. Fotopiani dei prospetti principale (Sud) e laterale (Est)

5. DESCRIZIONE DELL'IMMBILE

La conoscenza del manufatto è stata fondata in primo luogo sul materiale messo a disposizione dall'ufficio tecnico del comune di Pontedera, in particolare i libretti delle misure ed i disegni allegati alla contabilità; tali dati sono stati poi confrontati con le informazioni ricavabili dal rilievo geometrico e dai sopralluoghi

effettuati. Ne è derivato un modello strutturale dell'intero complesso, realizzato in ambiente CAD, che è diventato un importante riferimento per le successive fasi di modellazione ed analisi [5].

Il plesso scolastico "Maltagliata" è stato realizzato in due distinte fasi costruttive, la prima delle quali prende avvio sul finire del 1977; il complesso oggi ospita la scuola dell'infanzia ed il primo ciclo d'istruzione, per un totale di 25 aule oltreché la mensa, la palestra, spazi per attività di laboratorio e gli ambienti per il personale amministrativo. L'edificio si compone di due lotti ortogonali realizzati da due differenti imprese edili (Figura 5). Si tratta di un'architettura ibrida, con struttura di elevazione verticale in muratura e struttura orizzontale in c.a., sviluppata in gran parte su due livelli fuori terra ed impostata su un sistema di fondazione a travi rovesce (anch'esse in c.a.) collocate a circa 1,50 m sotto il piano di campagna. Dagli elaborati tecnici la struttura portante di elevazione verticale risulta costituita da pareti a due teste (spessore resistente di 25 cm) in mattoni pieni e multiferi, caratterizzate da ampie e numerose finestrate dislocate in asse sui due livelli. L'entità di queste aperture è tale che, senza una conoscenza approfondita, si può pensare di trovarsi di fronte ad un organismo a telaio in c.a.. Su tale struttura s'innesta un sistema di travi piuttosto significativo nel dimensionamento, esteso a tutto il complesso, che garantisce una maggiore flessibilità nell'organizzazione interna degli spazi. Le partizioni orizzontali sono solai in latero cemento dallo spessore strutturale di 28 e 38 cm, connessi alle strutture in elevazione da cordoli di piano o travi. I volumi organizzati su due livelli sono conclusi da una copertura a falda non strutturale, impostata su muricci a nido d'ape mentre, negli spazi ad un solo livello, è piana. Si tratta di un edificio molto complesso, dalla forma irregolare, che esce dai tradizionali canoni delle strutture in muratura, assumendo conformazioni flessibili ed eterogenee. La distribuzione interna è caratterizzata da due lunghi corpi ortogonali costituiti da pareti in mattoni interrotte nei tratti in cui s'innestano travi ricalate; attorno a questi elementi si articolano poi tutti gli ambienti di servizio. Mancano del tutto setti in senso trasversale che garantiscano un comportamento di tipo scatolare (le partizioni che si vedono sono tutte in cartongesso o in forati). Dai sopralluoghi effettuati non si riscontra un quadro fessurativo particolarmente rilevante, tale da far supporre dissesti significativi in atto.

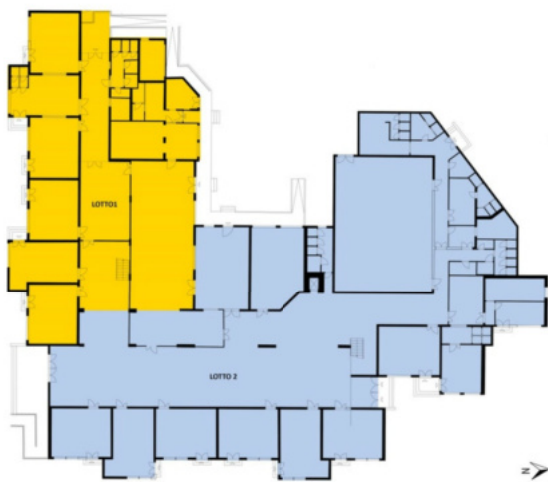


Figura 5. Pianta del piano terra, in giallo il primo lotto ed in azzurro il secondo

6. MODELLAZIONE STRUTTURALE

Le fasi di modellazione, l'analisi statica e sismica sono state svolte all'interno del software 3muri, basato sul metodo FME (Frame by Macro Elements). Tale metodo consiste nello scomporre le pareti murarie in nodi rigidi, maschi e fasce, corrispondenti ai cosiddetti macro elementi. Questi ultimi vengono modellati attraverso elementi monodimensionali non lineari in grado di interpretare i classici meccanismi di rottura nel piano, a pressoflessione e a taglio delle pareti murarie. Allo stesso tempo, il programma modella i solai e le coperture con elementi finiti piani a comportamento membranale, attribuendo ad essi solo la rigidità nel piano. Così operando, il software trasforma la struttura in muratura in un modello a telaio equivalente. Lo studio ha preso in considerazione tre differenti modelli: i) modello globale esteso a tutto il complesso; ii) modello del solo lotto 1; iii) modello del solo lotto 2.

I principi di modellazione impiegati sono i medesimi in tutti e tre i casi, i modelli sono stati realizzati definendo tre livelli in corrispondenza degli orizzontamenti e collocando lo zero sismico all'attacco del cordolo di fondazione.

I due lotti sono stati costruiti seguendo, nella maggior parte dei casi, un principio di continuità strutturale e pertanto il modello di studio principale è stato quello globale. Tuttavia, essendo presente un giunto tecnico, si è deciso di valutare l'azione sismica anche su due ulteriori modelli relativi ciascuno ad un singolo corpo di fabbrica.

7. ANALISI SISMICA

La valutazione delle prestazioni strutturali dovute all'azione sismica è stata effettuata mediante il metodo dell'analisi statica non lineare (push-over). Le analisi sono state condotte considerando due forme della forzante una proporzionale alle Masse e l'altra alle Forze Statiche e sono state considerate le eccentricità accidentali come prescritto dalle norme. I risultati mostrano la capacità della struttura attraverso un diagramma taglio-spostamento in cui s'individuano lo spostamento massimo richiesto D_{max} (Domanda) e lo spostamento massimo della struttura D_u (Capacità), oltre al taglio massimo alla base. Le valutazioni sono state effettuate nei confronti dello stato limite di Salvaguardi della Vita (SLV), facendo riferimento ad un'azione sismica definita mediante la pericolosità sismica dell'area. In particolare il periodo di ritorno considerato è pari a 712 anni associato ad una vita nominale di 50 anni, una classe d'uso III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a 1,5 ed una categoria di sottosuolo D.

La valutazione delle prestazioni eseguite sul modello globale risulta, in prima istanza, interamente soddisfatta. In Figura 6 si mostrano i risultati relativi alla push-over n° 18 (dir. +Y), analisi con indice di sicurezza α_{SLV} minimo e più prossimo all'unità ($\alpha_{SLV} = 1,136$). Sono stati valutati i livelli di danneggiamento della struttura ad ogni passo dell'analisi, in particolare il passo n° 10 su 13, (vedi Figura 7). Lo spostamento massimo D_{max} (domanda) richiesto alla struttura (passo 10), risulta essere 0,55 cm per SLV, mentre la struttura mostra una capacità pari ad uno spostamento D_u pari a 0,69 cm. Nonostante l'entità ammissibile degli spostamenti, un esame globale sulla struttura a questo sottopasso mostra la rottura per taglio di molti dei setti di fondazione. Questo ci permette di valutare la necessità di approfondire la conoscenza relativamente a questi elementi, sia per quanto riguarda la resistenza del cls, sia relativamente allo stato di conservazione delle armature; si evidenzia inoltre la plasticizzazione per taglio di alcuni maschi murari sia nella parte della struttura relativa al Lotto 1 e al Lotto 2.

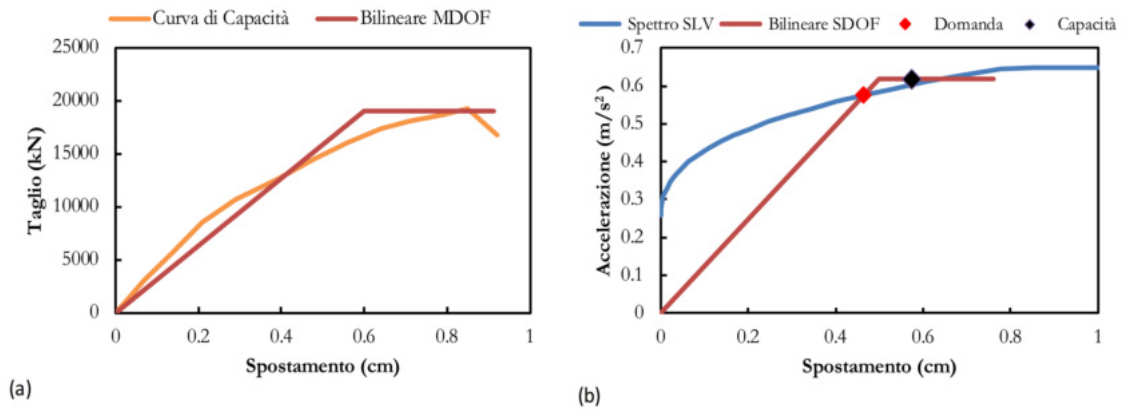


Figura 6. Risultati analisi n° 18, a) Curva di Capacità e bilineare associata MDOF, b) Valutazione delle prestazioni, Spettro SLV in formato ADRS, bilineare del SDOF e punti di Domanda e Capacità.

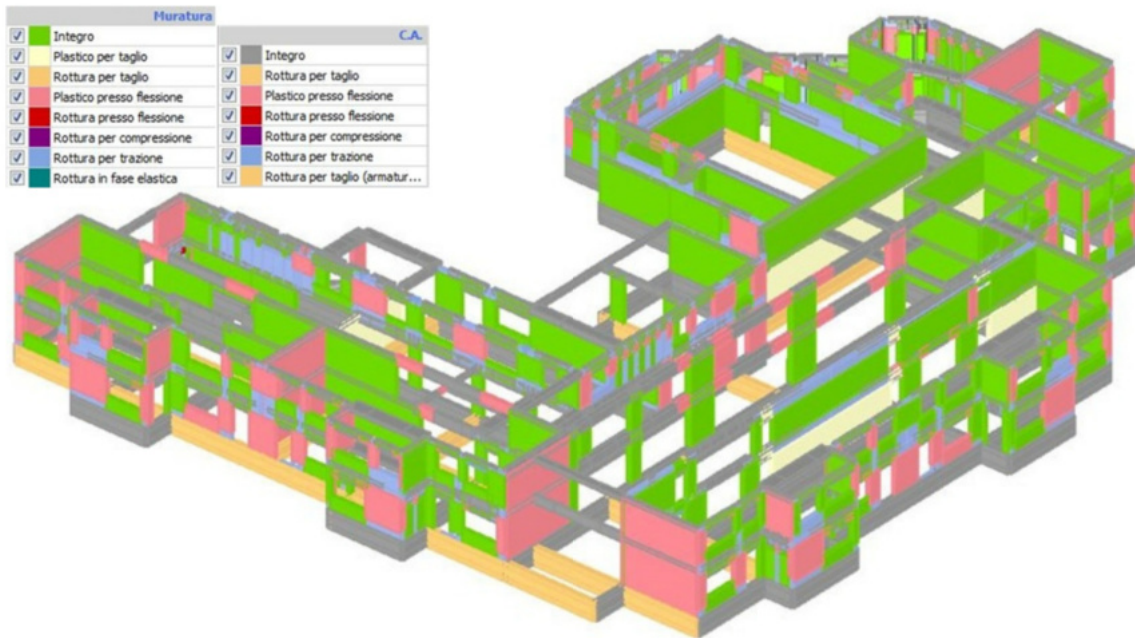


Figura 7. Risultati analisi modello globale, push-over n°18, livello di danneggiamento al passo 10 su 13

L'analisi svolta sul modello relativo al Lotto 1 mostra 6 push-over non verificate su 24, con le più gravose in direzione $-Y$. Questa direzione risulta essere quella in cui l'edificio del Lotto 2 non eserciterebbe nessuna azione vincolante, piuttosto trasferirebbe al Lotto 1 un'azione spingente. In parallelo al caso del modello globale, oltre ad evidenziare le forme di danneggiamento che si manifestano nelle analisi non verificate, è stata studiata anche la peggiore fra le analisi verificate, ovvero quella che risulta avere l'indice α_{SLV} minimo, l'analisi n° 18 (dir. $+Y$). Come mostrato in Figura 8, al passo 37 su 54, relativo al D_{max} , nonostante l'entità ammissibile degli spostamenti richiesti, si evidenzia la plasticizzazione per flessione di molte pareti e la rottura per taglio di alcuni setti di fondazione, richiamando quindi i risultati del modello relativo all'intero complesso. In

definitiva si evidenziano comportamenti non molto distanti da quelli che emergevano nel modello globale, con le analisi più gravose che, in entrambi i casi, risultano essere quelle in direzione Y.

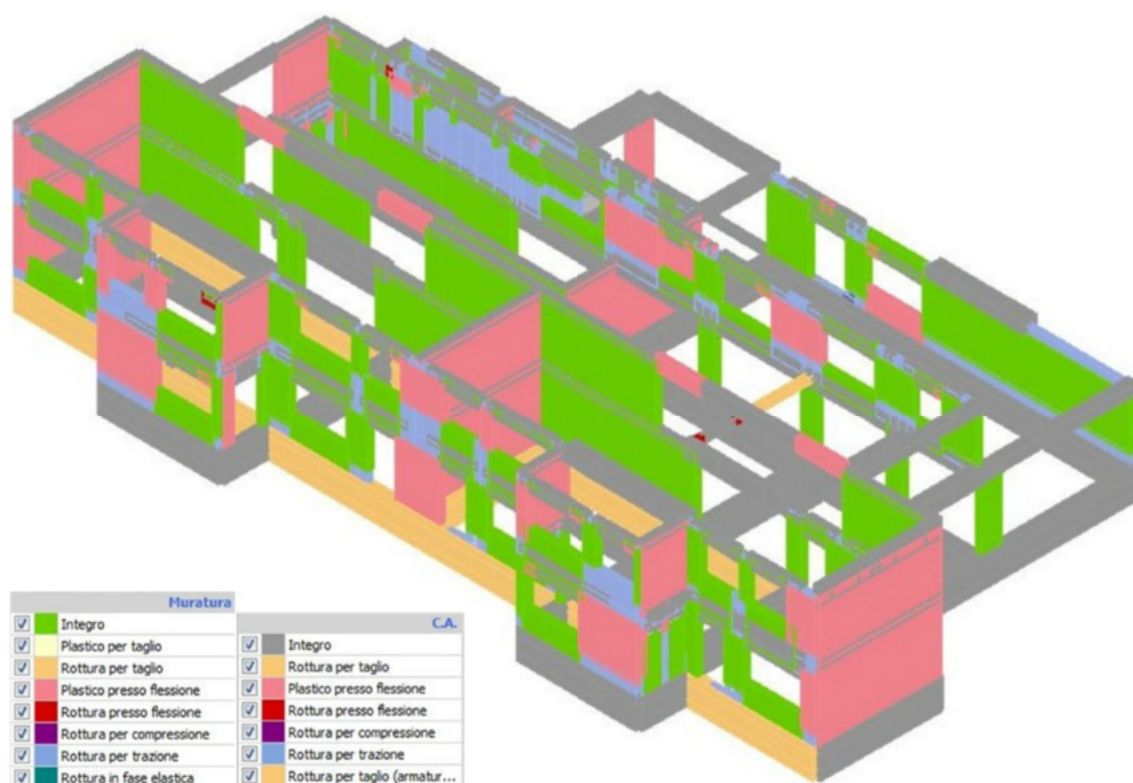


Figura 8. Risultati analisi Lotto 1, push-over n° 18, livello di danneggiamento step 37 su 54

L'analisi sismica condotta sul modello relativo al Lotto 2 risulta interamente verificata. Contrariamente ai risultati emersi sia nel modello globale sia in quello relativo al solo Lotto 1, le analisi con α_{SLV} più basso sono quelle in direzione X. Fra queste esaminiamo la push-over n° 4 (dir. -X) che risulta essere la più gravosa. In Figura 9 si evidenzia la plasticizzazione per taglio o per flessione di alcuni pannelli murari ma, al contrario di quello che accadeva nel modello globale, non vi è alcun danneggiamento della struttura di fondazione.

8. CONCLUSIONI

Il Rilievo della scuola "Maltagliata" è servito per arrivare ad un soddisfacente grado di conoscenza metrico-morfologica, soprattutto se si considerano gli standard di collaudo e di verifica che sono stati utilizzati. Grazie a tali acquisizioni si sono potute avviare le procedure di conoscenza sulle capacità strutturali dovute alla morfologia del fabbricato.

Le analisi condotte allo stato attuale di conoscenza hanno mostrato l'assenza di particolari problematiche, salvo evidenziare la rottura per taglio del sistema di fondazione in corrispondenza dello spostamento massimo richiesto e la plasticizzazione, prevalentemente per flessione, di alcuni pannelli murari. I risultati sono indubbiamente condizionati dalle scelte di modello ma soprattutto

dal livello di conoscenza raggiunto. In definitiva i risultati consigliano di effettuare approfondimento sulle caratteristiche meccaniche dei materiali; si tenga inoltre presente che i modelli realizzati operano una semplificazione relativamente all'interazione fra i due lotti, rendendola nulla nel caso dei modelli singoli ed ignorando il giunto tecnico nel caso del modello globale, anche quest'ultimo da valutare con opportune indagini. Il percorso effettuato in questo lavoro ripercorre le prescrizioni normative a livello nazionale ed internazionale sulla metodologia di valutazione delle prestazioni strutturali ed in particolare si allinea alla prassi metodologica di valutazione della sicurezza per step di conoscenza, che permette di condurre indagini sugli elementi che presentano le vulnerabilità nelle prime analisi.

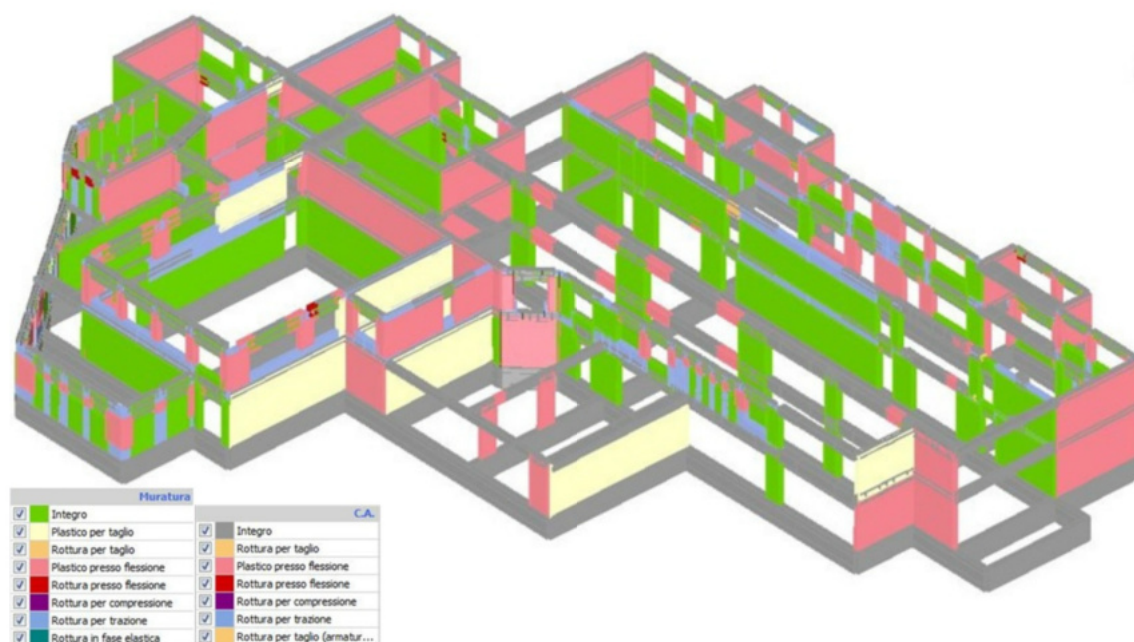


Figura 9. Risultati analisi Lotto 2, Pushover n° 4, livello di danneggiamento al passo 31 su 35

RINGRAZIAMENTI

Il presente lavoro è stato svolto grazie al supporto finanziario del comune di Pontedera e alla collaborazione dell'Ufficio tecnico del Comune.

RIFERIMENTI

- [1] Min. LL. PP., “Norme tecniche per le costruzioni. D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 14 gennaio 2008”, G.U.R.I. 4 febbraio 2008, Roma, 2008.
- [2] Min. LL. PP., “CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”. G.U. n. 47 del 26/02/2009, Supplemento Ordinario n. 27, Roma, 2009.
- [3] Min. LL. PP., “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». G.U. No. 42 del

- 20 Febbraio D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 17 gennaio 2018, Roma (in Italian). NTC (2008) Norme tecniche per le costruzioni. D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 14 gennaio 2008, G.U.R.I. 4 febbraio 2008, Roma, 2018.
- [4] Min. LL. PP., “Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (19A00855)”. G.U. n. 47 del 26/02/2009, Supplemento Ordinario n. 27, Roma, 2019.
- [5] 3Muri Software, S.T.A. DATA s.r.l., Torino. <http://www.3muri.com>, 2012.
- [6] Definizione tradotta tratta dal sito ufficiale RICS “We’re the global professional body promoting and enforcing the highest international standards in the valuation, management and development of land, real estate, construction and infrastructure”. <https://www.rics.org/uk/about-rics/> (consultato in data 20/05/2019)
- [7] Docci M., Maestri D. (1994) Manuale di rilevamento architettonico e urbano, editore Laterza, Roma-Bari, p.30.
- [8] G. Pancani, La città dei Guidi: Poppi. Il costruito del centro storico, rilievi e indagini diagnostiche, Edifir, Firenze, p. 140. “Con il termine filo di sezione intendiamo l’allineamento dei punti presenti su una sezione di modesto spessore eseguita in una nuvola di punti.”, 2017,
- [9] Cipriani L., Fantini F, SfM (Structure from Motion), Modelli digitali di Structure from Motion per la costruzione di un sistema conoscitivo dei portici di Bologna, «Disegnare idee immagini», Anno XXVI, n. 50, Roma, pp 70-91, 2015.