



PROVINCIA DI BRESCIA

SETTORE DELLE STRADE, EDILIZIA SCOLASTICA
E DIREZIONALE

LICEO "VERONICA GAMBARA"
COMUNE DI BRESCIA

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA COPERTURA

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OGGETTO:

RELAZIONE TECNICA E
STORICO-ARTISTICA

A2
ESE

SCALA:

PRF N.

DATA: febbraio 2018

REV 01:

PROGETTO REDATTO DA :

Ing. Marco Rossi

N. iscrizione all'Albo: 2057
cod. fisc. RSS MRC 62R18 G149G
studio: VIA MARTINENGO, 18
25060 COLLEBEATO (BS)
marco@studiotecnicrossi.it

Arch. Margherita Colombini

N. iscrizione all'Albo: 1463
cod. fisc. CLM MGH 67D46 B157J
residenza per la carica: CORSO MATTEOTTI, 8
25122 BRESCIA
ediliziascolastica@pec.provincia.bs.it

Collaborazione

ING. LEONARDO ZANETTI
cod. fisc. ZNT LRD 81B07 D940I
ARCH. ELENA MAGHINI
cod. fisc. MGH LNE 71D41 B157Y

VISTO: IL DIRETTORE DEL SETTORE
EDILIZIA SCOLASTICA
Dott. Arch. Giovan Maria Mazzoli

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO GENERALE	2
3. CENNI STORICI.....	8
4. DESCRIZIONE DELLA SITUAZIONE ESISTENTE E MAPPATURA STATO DI SFORZO	12
5. CAMPAGNA DIAGNOSTICA E CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI	15
6. INTERVENTO DI PROGETTO.....	16
7. CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA SICUREZZA NEI CANTIERI (D.Lgs 81/2008).....	19
8. NOTA IN MERITO ALLA SCALA DI RAPPRESENTAZIONE DEI DISEGNI.....	20

1. PREMESSA

Il presente progetto è relativo alla messa in sicurezza di una porzione di copertura lignea del fabbricato sito in Brescia, via Veronica Gambara n. 3, di proprietà della Provincia di Brescia e sede dell'istituto superiore "Liceo Veronica Gambara". In particolare l'oggetto dell'intervento è la messa in sicurezza della porzione di copertura lignea dell'ala di fabbricato prospiciente via Trieste.

Da quanto rilevato si è potuto appurare sia un elevato stato di degrado di molti elementi strutturali, sia il sottodimensionamento di alcuni elementi non degradati (vedasi nel seguito e relazione di calcolo).

Sono stati eseguiti i rilievi necessari all'inquadramento del problema per una sua idonea declinazione in termini di fattibilità, mentre altre indagini più approfondite sono state effettuate al fine di determinare le caratteristiche meccaniche e lo stato di degrado dei materiali lignei (vedasi "RAPPORTO TECNICO DI PROVA" del laboratorio prove Laberg).

Il progetto di messa in sicurezza rappresenta anche un'ottima occasione per iniziare a dar corso ad interventi di miglioramento di natura sismica, seppur di tipo locale.

2. INQUADRAMENTO GENERALE

Il fabbricato si colloca all'interno del nucleo storico principale della città, nella porzione di isolato compreso fra le attuali via Gambara, via Trieste e via Tosio. L'accesso preferenziale a questa parte della città avviene, da est e nello specifico da Piazzale Arnaldo da Brescia, tuttavia, a causa delle zone a traffico limitato, l'accesso carraio è attualmente possibile solo con accesso da ovest.



Fig. 1 - Foto aerea della zona est della città storica

Il complesso è costituito da un'ex struttura monastica del XVI sec., profondamente trasformata nel corso dell'Ottocento, di cui si rilevano alcune persistenze come i chiostri e la chiesa, ora sconsacrata, di Santo Spirito.

Allo stato attuale la struttura architettonica, su due piani fuori terra con scantinato, si sviluppa intorno a due cortili porticati. I portici sono costituiti da volte a crociera in muratura poggianti su colonne circolari in pietra.



Fig. 2 - Foto aerea con individuazione del complesso

Al complesso si accede da via Gambara. Un atrio si apre sul primo cortile separato dal secondo, più irregolare da un corpo architettonico realizzato nei primi anni del Novecento. La scala principale, affiancata all'atrio, porta al primo piano, qui una grande aula occupa lo spazio dove nel passato si trovava il coro della chiesa. L'accesso ai piani è garantito inoltre da due scale nella porzione a nord e altre due scale nella parte a sud. Le aule si sviluppano, su entrambe i piani, lungo tutto il perimetro dell'edificio.

Testimonianze storiche le troviamo nelle aperture con grate della grande aula (ex coro), nei pavimenti in mosaico di una domus romana del I sec. d.c. riportati alla luce con gli scavi degli anni 20 del secolo scorso sotto il secondo cortile e nelle tracce di affreschi ancora visibili in varie parti dell'edificio.

La parte di edificio oggetto di intervento riguarda la copertura a nord prospiciente via Trieste.

Catastalmente il fabbricato è individuato al Fg. 121 Mapp. 337.

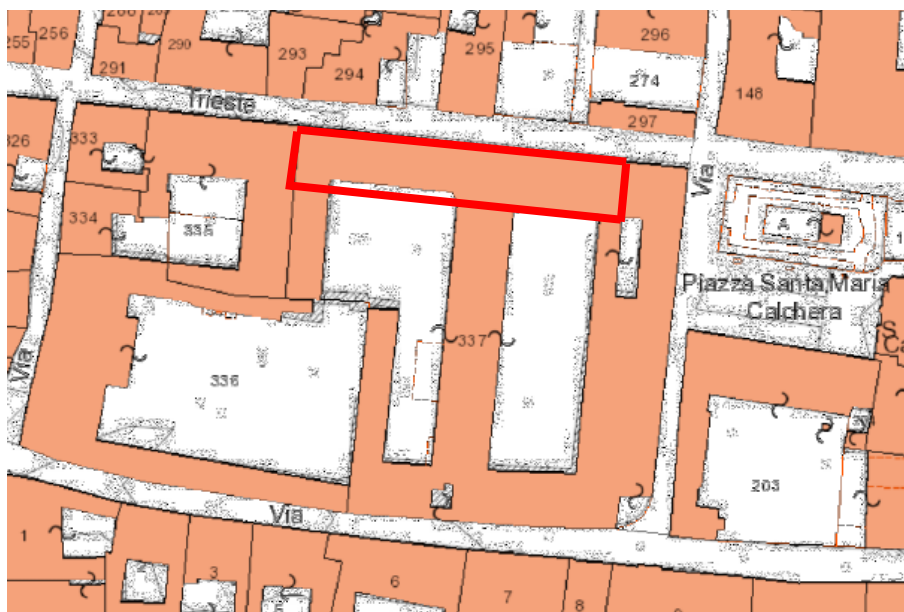


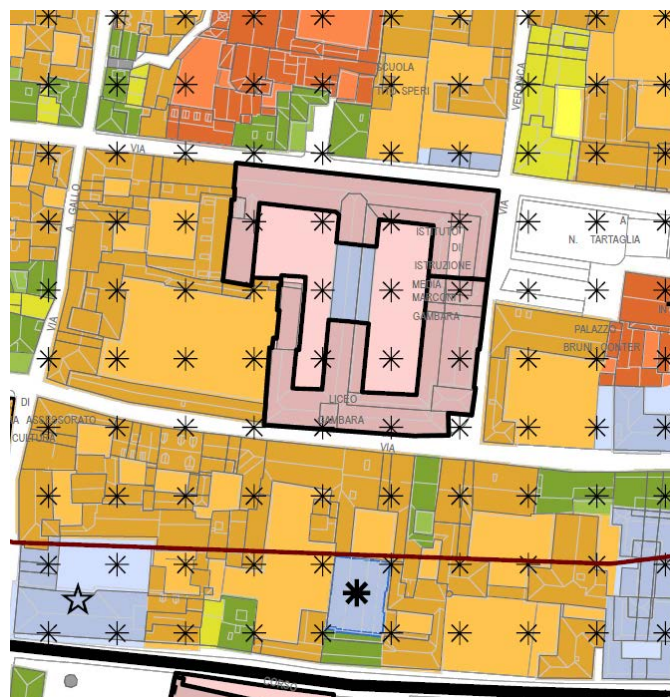
Fig. 3 - Estratto mappa catastale con individuazione della porzione oggetto d'intervento.

Secondo quanto riportato dalla tavola di sintesi delle "Azioni di piano" nel piano delle regole del PGT vigente, la zona comprendente il fabbricato in oggetto è inclusa nella "Città storica" e precisamente nei "Nuclei storici" le cui prescrizioni sono riportate all'art. 73 delle Norme Tecniche di Attuazione.



Fig. 4 - Estratto PGT - PdR Tav. V-PR02 Q-3 Azioni di Piano

Nella disciplina particolareggiata per il nucleo storico principale relativamente ai tipi architettonici il fabbricato è individuato come edificio speciale civile nella tipologia non residenziale. Le norme di riferimento sono contenute nell'Allegato 02 delle NTA e precisamente al Capitolo 2 Titolo IV Parte 1 Punto 2.4.1 - Edifici Speciali civili (del nucleo storico principale). Sempre l'allegato 02 riporta al Titolo I le "Definizioni e modalità di intervento" e al Titolo II le "Prescrizioni comuni a tutti gli edifici" con indicazione della Salvaguardia dei materiali e elementi architettonici tradizionali al punto 2.2.11.



Tipologie edilizie non residenziali (NTA ALL02 - TITOLO IV - PARTE 1)




- | | |
|---|------------------------------------|
|  | Edifici speciali civili (2.4.1) |
|  | Chiese (2.4.2) |
|  | Edifici speciali religiosi (2.4.3) |

Fig. 5 - Estratto PGT - PdR Tav. V-PR03.2 Disciplina particolareggiata per il nucleo storico principale - tipologie architettoniche

Per quanto concerne i Vincoli l'edificio è compreso tra i vincoli archeologici puntuali per la presenza di resti della domus romana del I sec. d.c. (declaratoria del 20/07/1984).

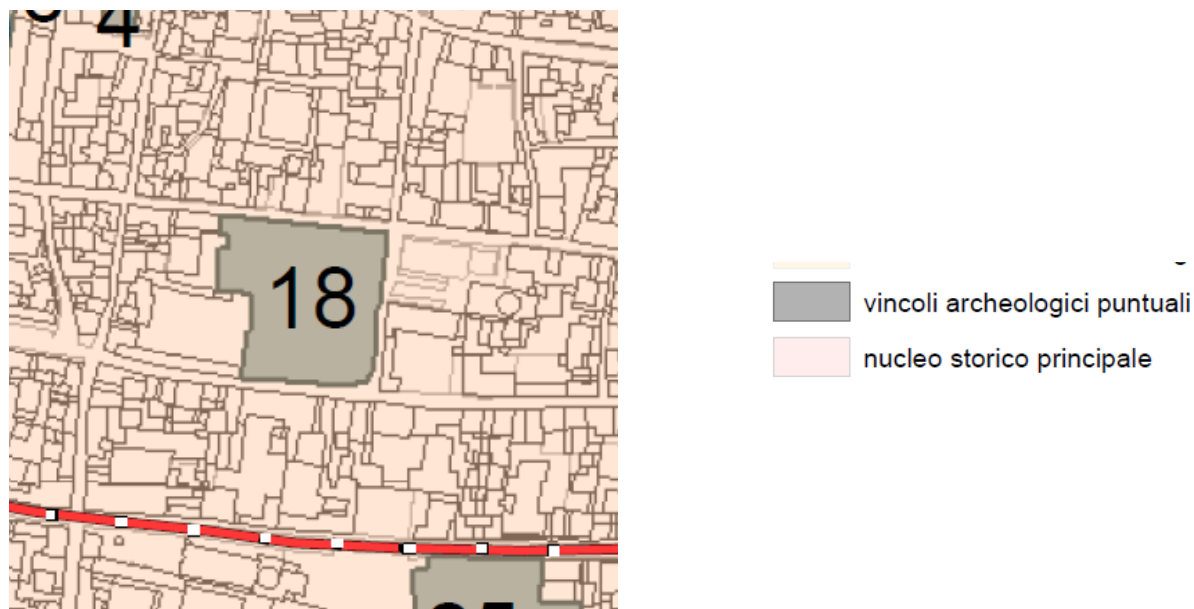


Fig. 6 - Estratto PGT - PdR Tav. V-PR06 Tavola dei vincoli zone di interesse archeologico

Inoltre nel Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42) rientra tra i Vincoli Monumentali e precisamente Vincoli "ope legis" (ex art. 4).



163 | Edifici pubblici |

ex art. 4 Via Veronica Gambara, 3 Fabbricato scolastico

Fig. 7 - Estratto PGT - PdR Tav. V-PR08.1B Tavola dei vincoli - vincoli di tutela e salvaguardia - centro storico - proprietà pubbliche

Per la sensibilità paesistica l'edificio, come tutto il centro storico, ha classe di sensibilità 5 "molto elevata".



Il paesaggio del territorio di Brescia



Fig. 8 - Estratto PGT - PdR Tav. PR03 Classi di sensibilità paesistica

3. CENNI STORICI

Si riporta un breve sunto delle vicende storiche che hanno interessato il complesso fabbricato tratte dal lavoro realizzato dalla classe 4D durante l'anno scolastico 2004/2005 dell'Istituto superiore Veronica Gambara intitolato "Sulle tracce dell'antico monastero".

"Il complesso nasce come monastero nella seconda metà del XVI secolo, fondato da religiose monache benedettine. La struttura, realizzata nei pressi della Chiesa di S. Maria in Calchera, sorge su un'area che venne acquistata dal Comune con il contributo privato. L'area era già occupata da abitazioni e da un piccolo oratorio che vennero inglobati nella nuova struttura giustificandone così la pianta irregolare. La destinazione monastica del complesso rimase tale fino alla sua soppressione avvenuta il 27 giugno 1797. Da tale data divenne proprietà demaniale.

A metà dell'Ottocento, e precisamente nel 1848, l'ex convento diventa proprietà della Compagnia Gesuitica. Inizia un periodo di consistenti trasformazioni fatto di demolizioni, riallineamento, ricostruzione del chiostro e sostituzione del coro delle monache con la grande aula al piano primo.

Una stima del 24 maggio 1840 riferisce che l'edificio si sviluppava su due piani ed era dotato di locali sotterranei, ammezzati ed un piano superiore secondo. L'ingresso, affiancato da portineria e parlatorio, avveniva da Contrada Santo Spirito (attuale via Gambara). Si distribuivano poi i locali adibiti a direzione, cucina, dispensa e refettorio. Altre sale senza precisa destinazione si sviluppavano lungo tutto il perimetro intervallate da scale di distribuzione agli altri piani. Nel piccolo cortile, situato nell'angolo sud-ovest del complesso, si trovavano gli animali (polli, maiali, ...) e sempre in quella zona era collocata la lavanderia munita di fontana.

Nel corpo a sud, dove attualmente insistono i locali destinati all'aula insegnanti e al bar, si trovavano i magazzini. La chiesa absidata era affiancata dalla sagrestia ora non più esistente (le tracce di affreschi presenti al piano primo fanno presumibilmente pensare che appartenessero a questo locale di altezza maggiore rispetto all'attuale portico). I dormitori distribuiti al piano primo si affacciavano sulle logge soprastanti i porticati.

La struttura dell'edificio viene ulteriormente modificata a partire dal 1869 quando il Comune allarga via Trieste (ex via S. Maria in Calchera) confiscando parte delle aree del convento. La facciata nord viene completamente rifatta dall'architetto Luigi Donegani su progetti elaborati in periodi precedenti (1839-1843). Il complesso resta inutilizzato dal 1872 per poi essere nuovamente acquistato dal Comune nel 1878 per ospitare la Scuola Normale femminile, fondata nel 1860."

L'Archivio di Stato di Brescia conserva numerose mappe tra cui rilievi del 1879 stesi per redigere un progetto di riorganizzazione dell'intero complesso in funzione della nuova destinazione ad uso scolastico. Dai rilievi si nota che la chiesa conserva l'abside divisa però dal presbiterio da un muro e le cappelle sono prive delle attuali finestre. L'arco che separa il vestibolo dalla navata è tamponato e l'aula dell'ex coro, al primo piano, presenta le grate aperte con l'affaccio sulla chiesa sottostante.

Nel 1921 iniziano i lavori che prevedono la costruzione del nuovo corpo che divide in due il grande cortile. Durante questi lavori vengono alla luce i resti di una domus romana del I sec. d.c..

Nel 1984 la porzione di fabbricato, con ingresso in via Tosio, unitamente al secondo cortile sono assegnati alla Scuola Media "Marconi".

L'intero edificio torna ad essere riassegnato unicamente all'Istituto Superiore "Veronica Gambara" solo nel 1997.

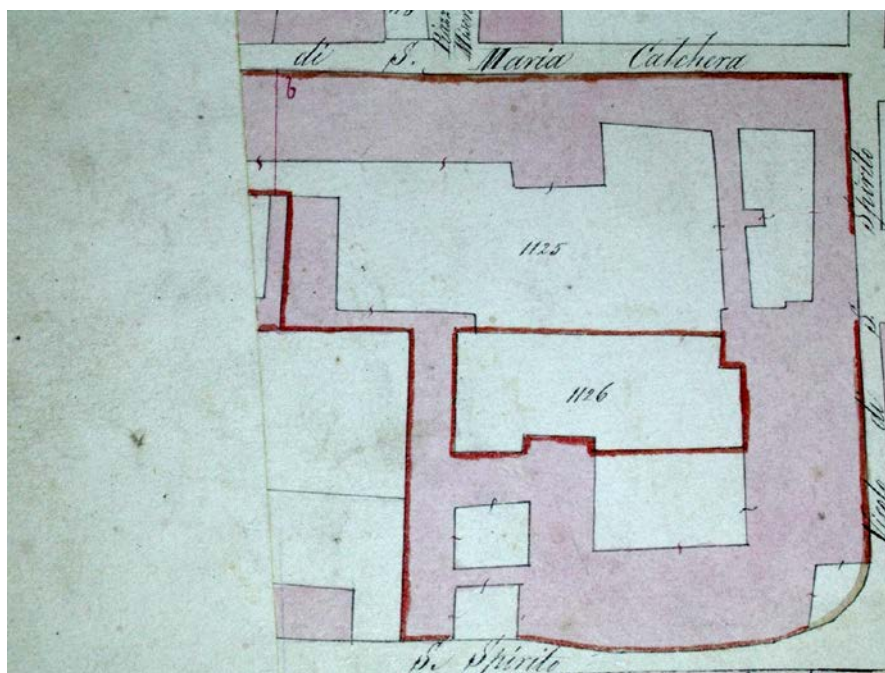


Fig. 9 - Sezione V di Brescia – Quartiere del Mercato Nuovo 1815

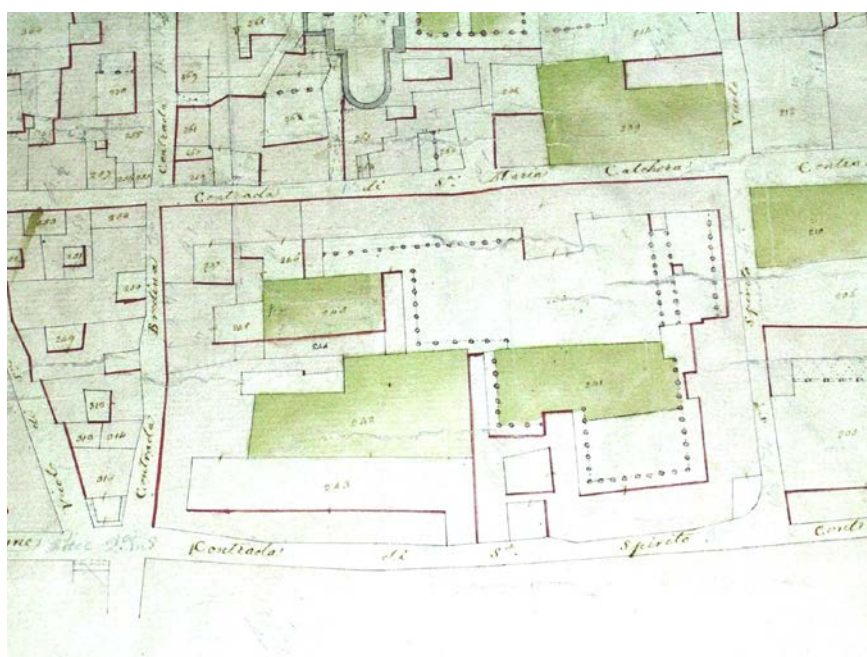


Fig. 10 - Mappa del Comune censuario della città di Brescia 1843



Fig. 11 - ARCHIVIO DI STATO - MAPPE IT. 2282/bis Anno 1873 Tav. 7



Fig. 12 - ARCHIVIO DI STATO - MAPPE IT. 2283 Anno 1898 Tav. 7

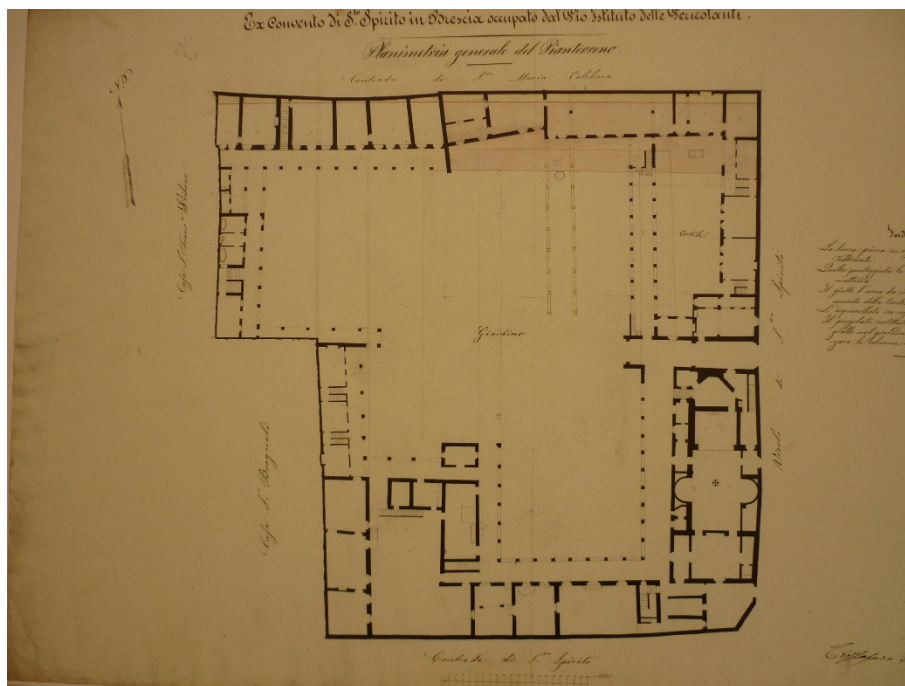


Fig. 13 - Planimetria del complesso risalente al 1800 in cui si vedono sostanziali differenze rispetto alla configurazione attuale, tra cui la mancanza del corpo centrale, costruito negli anni venti del '900.

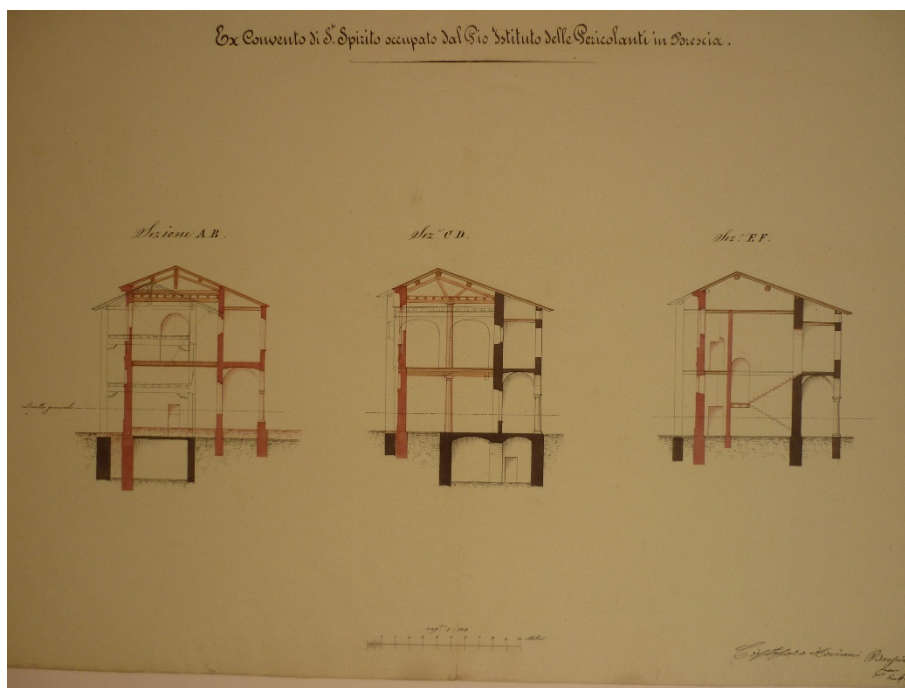


Fig. 14 – Sezioni di alcune zone del complesso datate 1857
con schemi statici simili a quelli attualmente presenti in copertura

4. DESCRIZIONE DELLA SITUAZIONE ESISTENTE E MAPPATURA STATO DI SFORZO

Dalla campagna di indagine effettuata si è potuto appurare come la porzione di tetto prospiciente via Trieste versi in condizioni di elevato degrado a causa di infiltrazioni di acqua che hanno causato la marcescenza di numerosi elementi della struttura secondaria (travetti e terzere) e presenti alcuni elementi rotti o sottodimensionati dal punto di vista strutturale.



In numerose zone la copertura ha subito interventi sporadici con innesti, aggiunte e sostituzioni, conseguenza più della necessità di risolvere emergenze occasionali che non frutto di interventi di manutenzione programmata. Si è potuto inoltre appurare come molte terzere ed elementi delle capriate siano costituiti da elementi irregolari che hanno comportato in fase di messa in opera la necessità di un utilizzo massiccio di elementi intermedi, anche di notevoli dimensioni, per “spessorare” e raggiungere le quote necessarie a garantire il mutuo appoggio tra gli elementi strutturali costituenti la copertura.



Dal punto di vista costruttivo la porzione di tetto verso via Trieste presenta tre diverse tipologie costruttive, due (zona A e B di figura) con struttura portante in legno, oggetto di intervento, e una (zona C di figura) in latero cemento con sovrastante copertura in muricci e tavelloni, non oggetto di intervento, situata all'estremità est del fabbricato, angolo via Trieste con via Gambara.

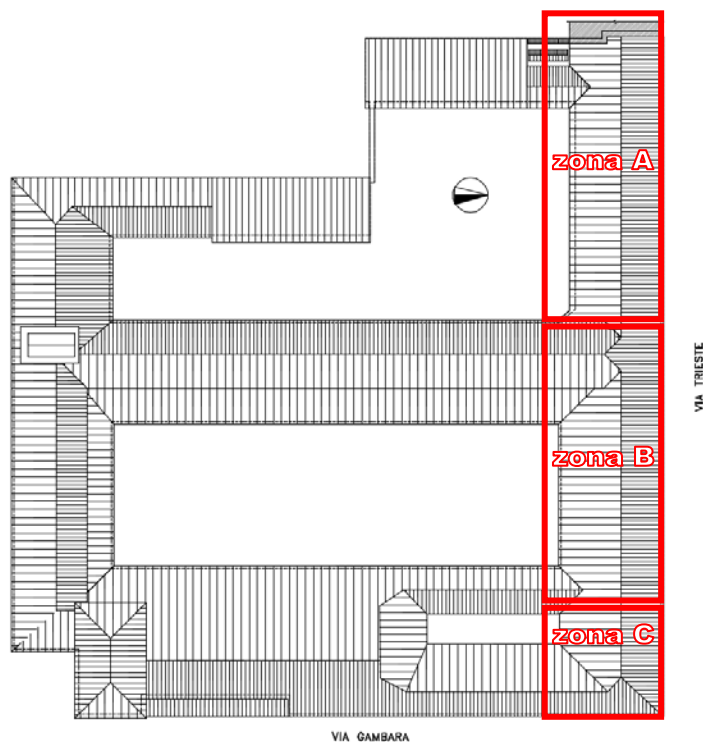


Fig. 15 – Planimetria con individuazione delle diverse tipologie costruttive tetto prospiciente via Trieste

Le due tipologie in legno sono suddivise dal corpo centrale perpendicolare a via Trieste che separa i cortili interni.

La porzione in lato ovest, che indicheremo come zona A, è costituita da tetto in legno con capriate asimmetriche con passo abbastanza regolare, ma non costante, terzere sui soli puntoni del lato lungo della capriata e travetti di dimensioni 10x12 ad interasse di 50 cm circa, parzialmente sostituiti in tempi recenti.

I puntoni delle capriate non risultano verificati dal punto di vista strutturale così come molte delle terzere presenti. In tale zona è presente un controsoffitto realizzato con travetti "appesi" con regge metalliche inchiodate alle catene delle capriate e a travi intermedie, sottodimensionate rispetto ai possibili carichi agenti, poste circa a metà dell'interasse tra le capriate.

La porzione di copertura verso il cortile è costituita da travi principali poggianti da muro a muro, terzere e travetti; sia le travi che le terzere risultano sottodimensionate. Nella porzione verso il cortile il controsoffitto è costituito da travetti poggianti direttamente sulle murature con sovrastante assito e una pavimentazione in piastrelle di cotto, parzialmente rimossa.

LICEO "VERONICA GAMBARA"
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA COPERTURA

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE TECNICA E STORICO ARTISTICA

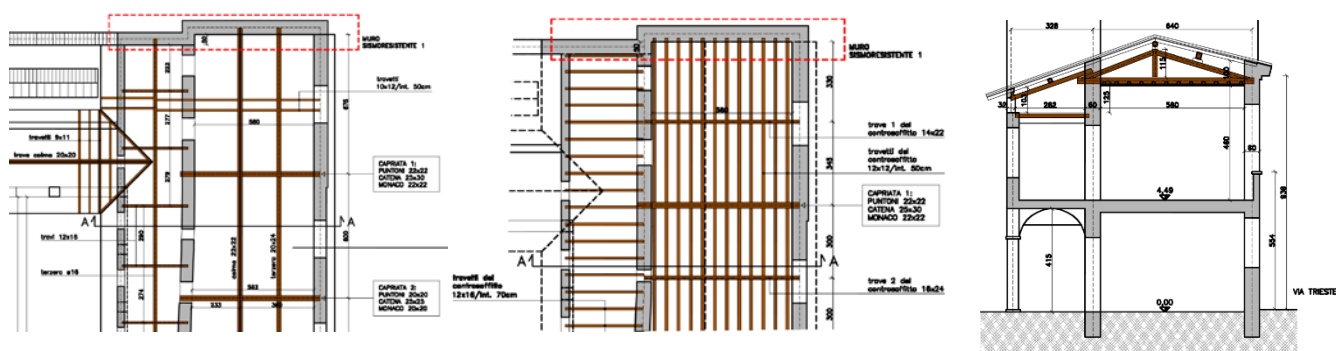


Fig. 16 – Schema strutturale tetto e controsoffitto zona A (zona ovest)

La porzione in lato est, che indicheremo come zona B, è costituita da tetto in legno con capriate simmetriche con passo costante di 5 m circa, terzere su entrambi i puntoni e travetti di dimensioni 10x12.

Anche in questa zona i puntoni delle capriate non risultano verificati così come molte delle terzere presenti a causa delle limitate dimensioni geometriche. Molte terzere presentano inoltre materiale con scarse caratteristiche meccaniche.

In tale zona è presente un controsoffitto realizzato con travetti, di maggiori dimensioni rispetto alla zona A, poggiati direttamente sull'estradosso delle catene.

La porzione di copertura verso il cortile è priva di travi e terzere, presenti nella zona A, ed è costituita da soli travetti poggiati da muro a muro. Nella porzione verso il cortile il controsoffitto è costituito da travetti poggiati direttamente sulle murature. In questa zona, a differenza della zona A, non è presente alcun assito e pavimento.

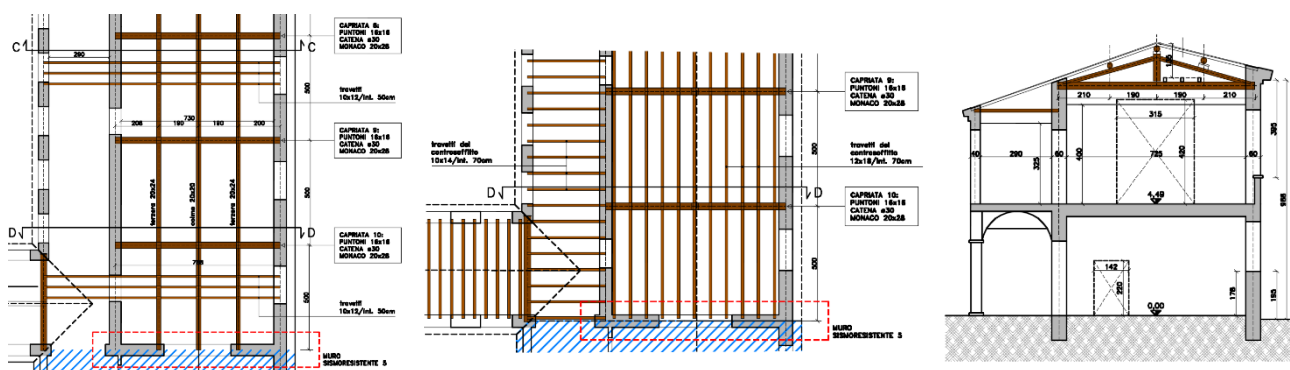


Fig. 17 – Schema strutturale tetto e controsoffitto zona B (zona est)

Di tutta l'orditura, sia del tetto che del controsoffitto, è stato mappato lo stato di di degrado e di sforzo (vedasi tavola "S1-ESE STATO DI FATTO DEL DEGRADO STRUTTURALE") ed è emerso che vi sono numerose travi che presentano tassi di lavoro molto elevati, incompatibili con le caratteristiche meccaniche dei materiali ottenute dalla campagna di indagine effettuata.

5. CAMPAGNA DIAGNOSTICA E CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Una prima campagna diagnostica dell'edificio era stata eseguita nell'anno 2013 a seguito dell'approfondimento della vulnerabilità sismica del fabbricato. Erano state analizzate le geometrie principali, le caratteristiche delle murature e del terreno, ma non erano state eseguite indagini specifiche per le coperture lignee.

Al fine di approfondire ulteriormente il quadro conoscitivo con riferimento alla zona di intervento è stata programmata una campagna di indagine suddivisa in una prima fase di rilievo geometrico e valutazione della situazione a vista delle zone accessibili e considerate meno pericolose e una seconda fase di valutazione strumentale delle caratteristiche meccaniche e di degrado degli elementi strutturali principali, come descritto nel "RAPPORTO TECNICO DI PROVA" del laboratorio prove Laberg.

A causa della limitata altezza del sottotetto non è stato possibile effettuare indagini resistografiche delle catene delle capriate lignee della zona posta ad est mentre sono state indagate quelle della zona posta a nord-ovest dove una catena è risultata parzialmente ammalorata.

In sintesi, dall'analisi delle curve ottenute mediante indagine penetrometrica con RESISTOGRAPH®, è possibile osservare quanto segue:

- il quadro risulta essere abbastanza eterogeneo con valori di densità tendenzialmente variabili in relazione all'elemento indagato;
- l'elemento ligneo delle catene (F01÷F05) mantiene, nella sua porzione ammorsata, un livello qualitativo costante;
- fa eccezione la catena F04 che presenta un grado di ammaloramento significativo nella porzione indagata.

Le prove penetrometriche hanno evidenziato caratteristiche di resistenza mediocri, se non scarse, tranne per i travetti di conifera di recente realizzazione.

In sintesi, fatto salvo valutazioni più approfondite demandate all' valutazione è demandata all'Ing. Strutturista, è possibile osservare quanto segue:

- Il quadro relativo allo stato di conservazione mostra mediamente valori mediocri nei confronti della resistenza alla penetrazione;
- Gli elementi ubicati nell'ala Nord Ovest presentano caratteristiche generalmente migliori rispetto a quelli ubicati nell'ala Nord Est;
- Gli elementi in legno di latifoglie presentano un valore di resistenza medio a flessione pari a $f_m = 17.1$ MPa (con valore minimo pari a 8.7 MPa e massimo pari a 28.7 MPa) ed un modulo elastico medio $E_m = 5124$ MPa (con valore minimo pari a 3767 MPa e massimo pari a 6568 MPa);
- Gli elementi in legno di conifera presentano un valore di resistenza medio a flessione pari a $f_m = 47.6$ MPa (con valore minimo pari a 42.3 MPa e massimo pari a 50.8 MPa) ed un modulo elastico medio $E_m = 11036$ MPa (con valore minimo pari a 9840 MPa e massimo pari a 11753 MPa)

Tenendo conto che, in accordo alla letteratura scientifica sull'argomento, il rapporto tra tensione media e tensione caratteristica è circa 2-2.5 si ottengono valori caratteristici compresi tra 10 MPa e 4 MPa per le travi e 20-25 MPa per i travetti di recente sostituzione.

I valori relativi alle travi sono pertanto molto bassi, tuttavia, in considerazione delle incertezze insite nelle prove pentrometriche e in considerazione che tali prove risentono dell'eventuale degrado della corteccia esterna del legname, può capitare che nel caso di strutture esistenti, degradate superficialmente come nel caso in esame, si ottengano valori particolarmente penalizzanti e non rappresentativi dell'effettiva resistenza della zone interne non degradate.

Nel caso di travi di dimensioni ragguardevoli si potrebbe pertanto non considerare la parte esterna degradata e fare riferimento alla sola zona interna non degradata, avente caratteristiche meccaniche nettamente superiori rispetto a quelle ottenibili dalle prove penetrometriche effettuate sulla superficie esterna.

Nel caso in esame, in considerazione del vincolo di tutela e della ridotta dimensione di molte travi di colmo, si è optato per un intervento che comportasse il minor numero di sostituzione delle travi esistenti, ma al contempo si sono scaricate terzere e capriate.

Proprio per la scarsa resistenza meccanica degli elementi esistenti, l'intervento prevede infatti di "scaricare" capriate e terzere esistenti affidando il carico statico a nuove capriate, in grado anche di "appendere" le travi di colmo, realizzate mediante l'affiancamento di nuovi travetti di copertura e l'inserimento di idonee catene in acciaio con funzione di tirante.

In sostanza, rimandando ad una più accurata valutazione della reale situazione a cantiere aperto, si è optato per il momento per la sostituzione e/o integrazione delle sole travi di colmo, ipotizzando per esse una resistenza meccanica minima pari a quella del legname C24, ovvero la stessa resistenza prevista per gli elementi di nuova realizzazione.

Solo qualora tale resistenza non fosse confermata dalle ulteriori indagini previste a cantiere aperto, si provvederà alla sostituzione delle travi di colmo con materiale aventi la resistenza meccanica minima prevista.

6. INTERVENTO DI PROGETTO

In considerazione del risultato delle verifiche statiche e della generale situazione di degrado della copertura descritta nel paragrafo precedente si è reso necessario un progetto di messa in sicurezza della copertura.

Il progetto di messa in sicurezza rappresenta anche un'ottima occasione per iniziare a dar corso ad interventi di miglioramento di natura sismica.

Il fabbricato è stato oggetto nell'anno 2013 di alcune analisi semplificate di vulnerabilità sismica. Da tali analisi è emerso che gli indici di vulnerabilità sismica minori sono da attribuirsi all'instaurarsi di meccanismi di collasso locale più che al comportamento sismico globale.

Veniva infatti riportato nelle conclusioni delle analisi di vulnerabilità del 2013:

" ...

Il minimo valore di vita nominale V_N risulta pertanto di 20,8 anni.

Il valore risulta coerente con quanto espresso al p.to 2.4 della *Direttiva-NTC2008* (riportato nella premessa) ove si richiede, per i beni culturali tutelati, una vita nominale residua ammissibile di almeno 20 anni.

Al p.to 2.4 la *Direttiva-NTC2008* dichiara:

"... Coerentemente con il fatto che per un bene culturale non è prescritto il raggiungimento di un prefissato livello di sicurezza (le NTC assumono che per le opere ordinarie l'adeguamento sismico sia conseguito assumendo $V_N = 50$ anni), garantire l'intervento per una vita nominale minore significa accettare di dover provvedere ad una nuova verifica entro tale termine, oltre a prevedere un idoneo programma di monitoraggio e, nei casi di edifici con funzione strategica o sociale, eventuali provvedimenti per garantire la sicurezza (limitazioni dell'accessibilità, sistemi di protezione per gli occupanti, ecc.). Secondo tale principio, valori della vita nominale maggiori di 20 anni possono comunque considerarsi ammissibili per un manufatto tutelato."

Il minimo valore di vita nominale residua è raggiunto per analisi dei meccanismi locali di collasso, mentre l'analisi globale, con i parametri desumibili dalle nuove prove in situ eseguite, risulta verificata con indicatori di rischio sismico superiori all'unità e con un valore di vita nominale residuo superiore ai 50 anni.

Per questo motivo, gli eventuali interventi di miglioramento sismico dovranno essere finalizzati alla correzione delle criticità locali della struttura, come già detto nella relazione del marzo 2013:

"...Quanto ad eventuali interventi di miglioramento sismico, essi dovrebbero essere finalizzati ad aumentare le pareti simicamente resistenti, ad aumentare la rigidezza degli impalcati lignei, a realizzazione il reciproco collegamento delle travi lignee di copertura, a realizzare il collegamento di tali travi con le murature d'ambito, a migliorare il collegamento dei solai lignei con le murature esterne.

Per l'ammorsamento della copertura alle pareti si potrebbe intervenire agendo sul collegamento tra gli elementi attraverso cordolature o tiranti in modo da ottenere un comportamento d'insieme scatolare e una minimizzazione dei meccanismi e delle sollecitazioni fuori piano..."

... "

L'intervento strutturale del presente progetto, per quanto limitato ad una porzione limitata dell'intero complesso non può sottrarsi pertanto, nel rispetto delle prerogative di tutela dell'immobile, dal cercare di ridurre la vulnerabilità sismica locale.

Uno degli interventi più interessanti dal punto di vista strutturale da eseguirsi in copertura risulta essere quello della **"copertura scatolare"**, ovvero un tetto irrigidito e organizzato in modo da impedire il ribaltamento fuori piano delle pareti ortogonali all'azione sismica e in grado di trasmettere le azioni sismiche alle pareti parallele all'azione sismica stessa.

Il corretto funzionamento della copertura scatolare può avvenire solo a fronte sia dell'irrigidimento della copertura e della sua corretta organizzazione in termini di trasmissione delle azioni di taglio, sia a fronte della presenza di idonee pareti sismo resistenti in grado di trasferire le azioni provenienti dalla copertura alle fondazioni.

Si tratta quindi, nel complesso, di realizzare attraverso un' oculata gestione delle risorse pubbliche un progetto di miglioramento sismico globale che dovrà prendere in considerazione diversi aspetti: coperture, solai, murature, fondazioni.

Gli interventi proposti nel presente progetto devono pertanto essere inquadrati in un'ottica di medio termine in cui, oltre a quanto qui proposto, si proceda in futuro anche alla realizzazione di quanto necessario affinché il miglioramento non sia soltanto riferito alla sola copertura, ma ricomprenda anche un effetto locale ma di maggior ampiezza (ovvero comprenda anche solai, murature sismo resistenti e fondazioni), anche se è di tutta evidenza che l'irrigidimento in copertura e il reciproco collegamento tra copertura e murature ortogonali rappresenti di per se un miglioramento al ribaltamento di tali pareti anche in assenza di ulteriori interventi.

Da sottolineare che qualora non si realizzasse la copertura scatolare in occasione della messa in sicurezza statica difficilmente si potrà nuovamente intervenire con tale intervento sulla copertura se non a fronte di un elevato dispendio di denaro pubblico.

Tra le possibili alternative, tetto scatolare realizzato con doppio assito, con pannello multistrato fenolico o con pannelli in legno x-lam, alla luce dello stato di degrado, del tasso di lavoro dei materiali (riassunto nella tavola "S1-ESE STATO DI FATTO DEL DEGRADO STRUTTURALE"), delle scarse caratteristiche meccaniche degli elementi lignei dell'orditura principale, della necessità di procedere il più celermente possibile per non limitare lo svolgimento delle attività scolastica e della necessità di operare nel rispetto del vincolo di tutela imposto sull'immobile, si è scelto di realizzare un tetto scatolare mediante pannello multistrato fenolico poggianti su nuova struttura secondaria idonea anche a formare capriate con passo ridotto (2-2.50 m), aventi la funzione di "sgravare" il più possibile gli elementi lignei esistenti, permettere l'appensione delle travi di colmo ed evitare la rimozione di capriate e terzere seppur sottodimensionate.

In sostanza il presente intervento di miglioramento statico e sismico locale prevede:

- la rimozione dei coppi e dell'assito esistente
- il mantenimento dell'orditura secondaria in buone condizioni
- il mantenimento della struttura primaria, terzere e capriate, non marcescente
- l'introduzione di nuova orditura secondaria realizzata con travetti 14*12 nella zona posta a est e a nord-ovest dove i travetti non sono stati sostituiti e hanno dimensioni inferiori a quelle minime necessarie (vedasi elaborati strutturali)
- la realizzazione di nuove capriate, aventi passo ridotto, realizzate mediante coppie di travetti 14*12 (per non modificare le quote esistenti) e catena in acciaio inferiore, aventi la funzione di "sgravare" le terzere e le capriate esistenti e di "appendere" le travi di colmo
- la sostituzione delle travi di colmo aventi caratteristiche meccaniche scadenti (sostituzione con terzere esistenti in buono stato o con nuove travi)
- la realizzazione di tetto scatolare con pannello multistrato fenolico da 27 mm, idonea ferramenta di collegamento tra i pannelli, realizzazione di idonee cordolature in piatti di acciaio saldati tra di loro e ancorati alla muratura mediante tirafondi per trasferimento delle forze sismiche alle murature

- il riempimento dei vuoti nelle murature sismo resistenti in muratura a tutti i piani compreso quello di sottotetto
- il rinforzo di tutto il coronamento murario al fine di creare un idoneo piano di appoggio e di trasferimento dei carichi della copertura.

Come meglio specificato nella relazione illustrativa di calcolo saranno necessari futuri ulteriori interventi locali tra cui:

- l'eventuale realizzazione di piano rigido a livello del primo impalcato
- l'ulteriore rinforzo delle murature sismo resistenti
- idonei interventi di rinforzo della fondazione

Nella relazione di calcolo vengono anche ipotizzate e proposte metodologie di intervento che dovranno essere approfondite in successivi livelli di progettazione.

Oltre agli interventi sopra descritti di risanamento e miglioramento strutturale, sarà necessario effettuare, nel rispetto dei vincoli di tutela, tutte quelle lavorazioni non strutturali necessarie per la conservazione e manutenzione degli elementi architettonici e di finitura, quali:

- Asportazione del manto di copertura esistente, con recupero dei coppi in buono stato.
- Ripristino del manto superficiale della copertura mediante posa di lastra in fibrocemento impermeabilizzante, in modo da garantire una idonea ventilazione, manto di coppi costituito da strato di base con elementi nuovi e strato superiore con gli elementi originari recuperati.
- Mantenimento degli attuali cornicioni.
- Sostituzione della lattoneria esistente ammalorata con nuova lattoneria avente le stesse caratteristiche.
- Inserimento di linea vita sottocoppo

Dal punto di vista urbanistico l'intervento si configura come "intervento di manutenzione straordinaria" senza modifiche di superfici, volumi e altezze e nel pieno rispetto del mantenimento di tutte le finiture esistenti e della salvaguardia dei caratteri tipologici del fabbricato.

Per una maggiore comprensione si rimanda alla documentazione fotografica e agli elaborati progettuali.

7. CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA SICUREZZA NEI CANTIERI (D.Lgs 81/2008)

La progettazione definitiva ed esecutiva dovrà tenere conto di quanto previsto dal D.Lgs 81/08 in merito alla sicurezza nei cantieri. Gli interventi in progetto prevedono infatti la presenza di più imprese, una durata superiore a 200 uomini-giorno, nonché, essendo previsto il rifacimento di un tetto con elevata pendenza, la presenza dei rischi di cui all'allegato II del decreto di riferimento.

La sicurezza dovrà attentamente considerare oltre ai rischi propri del cantiere anche quelli trasmessi dal cantiere al sito. Trattandosi di appalto pubblico non è possibile definire al momento della stesura del progetto esecutivo l'effettiva data di inizio lavori e pur essendo nelle intenzioni dell'Amministrazione Provinciale la realizzazione dei lavori a scuola chiusa, non vi è da escludere, anche per la durata

necessaria all'esecuzione di tutte le lavorazioni, che l'impresa si trovi ad operare in concomitanza con il periodo di utilizzo dell'istituto scolastico.

Sarà necessario pertanto, come previsto nel piano di sicurezza, procedere al preventivo coordinamento per cercare di minimizzare le interferenze con le attività scolastiche e garantire il loro svolgimento, nel rispetto della sicurezza o la loro interruzione per il minor tempo possibile.

In considerazione della tipologia di lavori da eseguire, delle caratteristiche del controsoffitto di copertura, con numerose travi staticamente non idonee, del vincolo di tutela a cui l'edificio è sottoposto e della necessità di eseguire le lavorazioni in tempi rapidi per interferire il meno possibile con le attività scolastiche, i lavori dovranno prevedere la messa in atto delle misure necessarie per impedire infiltrazioni di acqua piovana ai piani sottostanti e garantire una idonea continuità lavorativa.

8. NOTA IN MERITO ALLA SCALA DI RAPPRESENTAZIONE DEI DISEGNI

In considerazione della tipologia di intervento (prettamente strutturale) e della dimensione della porzione di tetto oggetto di ristrutturazione (70 metri circa) si è utilizzata, per le viste di insieme, la scala 1:100 in modo da poter rappresentare su fogli singoli l'intero intervento e poter avere una migliore visione di insieme.