



**POLITECNICO  
DI TORINO**

# Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica

---

Riqualificazione dell'edificio  
"Padri Filippini" della sede decentrata  
del Politecnico di Torino in Mondovì

---

Relazione Tecnica Illustrativa  
Luglio 2017

---

*Redazione SdF:*      arch. A. Giacardi  
                              arch. A. Martin  
*RUP intervento:*    ing. R. Parizia

*Torino, li 13/07/2017*

## Sommario

1. PARTE I: RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE (quadro conoscitivo) .....	3
Inquadramento territoriale, socio economico e geologico per l'analisi dello stato di fatto .....	3
Analisi del contesto urbano .....	5
Caratterizzazione sismica .....	6
Cenni storici.....	7
Stato di fatto .....	8
Interventi recenti .....	9
Sistemazione della copertura .....	9
Sistemazione delle restanti parti .....	10
Studio della prefattibilità ambientale dell'intervento.....	11
Ipotesi progettuali .....	12
Descrizione dell'intervento.....	18
Stratigrafie copertura oggetto di intervento .....	20
Elementi componenti la copertura di progetto.....	24
Attività di bonifica .....	33
Serramenti in Aula Magna e Biblioteca .....	35
Muratura interna Aula Magna.....	40
Ballatoio Aula Magna .....	41
Spazi esterni.....	42
Cronoprogramma di intervento.....	43
Stima dei costi di intervento.....	43
2. ELENCO ELABORATI ALLEGATI .....	44
Allegato 1: Approfondimento inquadramento territoriale dell'intervento .....	45
Allegato 2: Sopralluoghi e rilievo fotografico commentato.....	54
Allegato 3: Un riferimento da cui trarre utili indicazioni progettuali .....	59

## 1. PARTE I: RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE (QUADRO CONOSCITIVO)

### INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO ECONOMICO E GEOLOGICO PER L'ANALISI DELLO STATO DI FATTO

La presente relazione riguarda lo studio di fattibilità per la riqualificazione delle coperture, sostituzione dei serramenti del locale Aula Magna e Biblioteca e la revisione con eventuale sostituzione degli elementi ammalorati dei modiglioni e delle lastre di pavimentazione del ballatoio dell'Aula Magna della Sede decentrata di Mondovì afferente il Politecnico di Torino. L'intervento si relaziona alla necessità di contenere le dispersioni termiche dei tetti e dei serramenti e nel contempo, garantirne la perfetta tenuta, ad oggi oggetto di interventi mirati e puntuali non risolutivi, nonché la messa in sicurezza e futura agibilità del ballatoio. Si riporta sotto una immagine di insieme che definisce le aree oggetto del presente studio (superfici in rosso). L'area è principalmente delimitata ad Est dalla via San Giuseppe Benedetto Cottolengo (prospiciente l'ingresso principale della Sede) situata nel centro storico del rione Breo del comune di Mondovì. Il complesso risulta poi confinato a Nord, Ovest e Sud da altri edifici attigui e confinanti di proprietà terza.

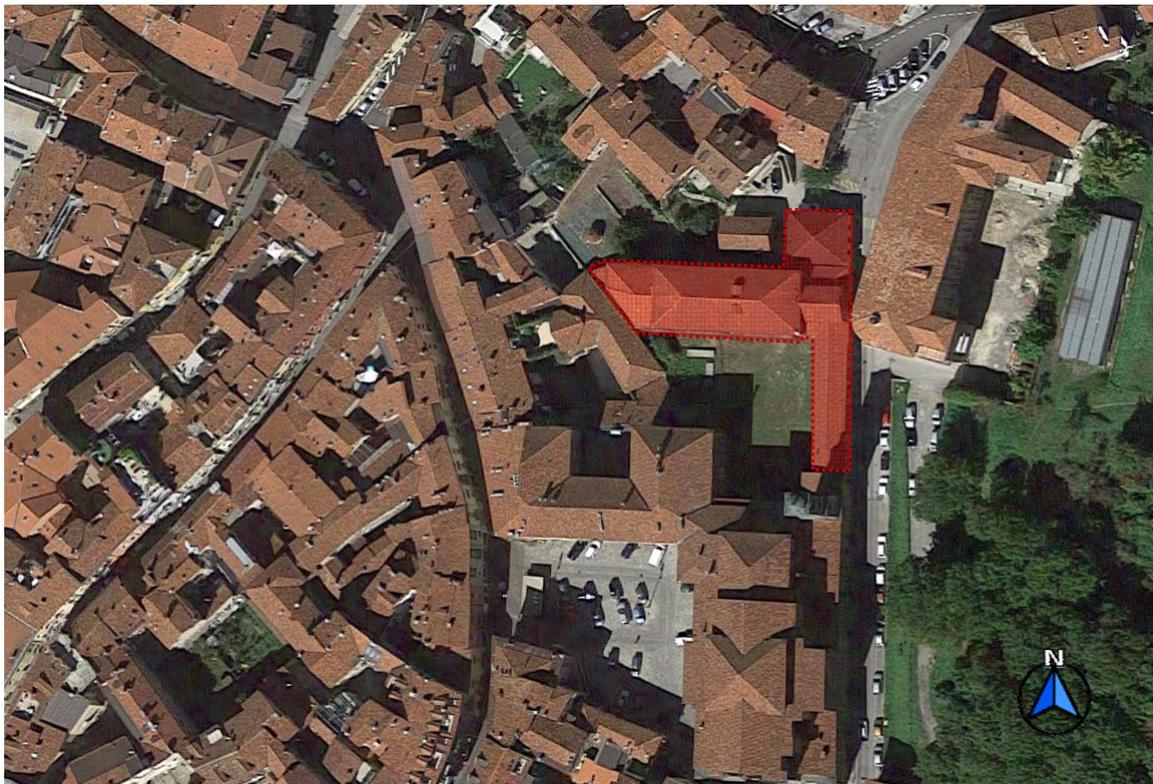


Immagine 1: Area di intervento - Vista aerea di inquadramento

La struttura risulta essere di proprietà comunale ed è stata concessa tramite Concessione al Politecnico di Torino per l'attività universitaria e quella legata alla ricerca ed a master di specializzazione.

L'ipotesi di una idonea rifunzionalizzazione di questa sede decentrata mira innanzitutto a rafforzare la sua connotazione di polo universitario dedicato alla ricerca. Più in generale si propone di consolidare i programmi di offerta di servizi connessi alle altre Sedi.

Il successo della sede universitaria, istituita nei primi anni del 1990, è stato sin da subito testimoniato sia dai numeri stabilmente crescenti di studenti e corsi di laurea, sia dagli attestati di sostegno da parte delle Facoltà presenti e delle istituzioni locali e provinciali. Il progetto di riqualificazione di questo studio, intende adeguare la Sede alle nuove esigenze di ricerca, determinando un forte radicamento del Polo universitario, concentrandone le attività negli edifici oggetto di intervento.

Dal punto di vista geologico la zona è posta ai piedi di un versante con esposizione Nord-Ovest che a partire dalla quota circa 380m s.l.m. risale con pendenze medio-elevate fino a quota circa 560m s.l.m., raggiungendo la sommità della collina del rione Piazza.

Geomorfologicamente tale elevazione rappresenta la propaggine meridionale di una estesa dorsale, che si diparte dall'arco alpino costituente la linea spartiacque in sponda destra del Torrente Ellero.

La porzione terminale di questa dorsale, direttamente aggettante verso Ovest sulla pianura, appartiene già al dominio geologico delle Langhe, impostato su depositi sedimentari di un antico mare denominato in letteratura "Bacino Terziario Piemontese".

I litotipi indicati nella cartografia a disposizione sono costituiti essenzialmente da marne, arenarie e in minor misura conglomerati, hanno assunto una struttura monoclinale uniforme, con immersioni degli strati regolari, di norma verso Nord-Ovest e inclinazione degli stessi di pochi gradi.

Le successive fasi erosive e deposizionali dei torrenti hanno portato alla formazione di versanti a bassa pendenza, caratterizzati da condizioni giaciture a franapoggio e di versanti più acclivi, impostati su un substrato a reggipoggio.

In particolare l'area di studio ha subito successive e importanti modellazioni per l'azione del Torrente Ellero.

La documentazione raccolta evidenzia la formazione di cospicui accumuli di coltre, talvolta in forma di grosse lenti, a granulometria prevalente limoso sabbiosa, inglobando ciottoli arrotondati soprattutto quarzosi anche di grosse dimensioni che si possono trovare lungo le pendici collinari.

Stratigraficamente, lungo lo sviluppo dell'elevazione di Mondovì Piazza si distingue la seguente successione (cfr. Allegato 1 - Carta Geologica d'Italia):

- marne a grosse bancate, alternate a sabbie ed arenarie (serravalliano-tortoniano), nella porzione inferiore e mediana della collina;
- marne argillose grigio-azzurre e sabbie (piacenziano), presenti in una sottile fascia prossima al culmine;
- sabbie gialle e limi con livelli argillosi (astiano), presenti nella zona sommitale.

A valle di Via Cottolengo i litotipi presenti sono rappresentati dalle marne con copertura costituita da una coltre eluvio-colluviale a matrice limoso sabbiosa prevalente e con potenza da centimetrica a decimetrica.

Per quanto concerne la dinamica geomorfologica del versante a monte di Via Cottolengo, sono stati nel tempo evidenziati vari movimenti franosi innescatisi prevalentemente su accumuli preesistenti, causati soprattutto dalle condizioni di ruscellamento diffuso ed incontrollato da parte delle acque meteoriche che scorrono lungo le linee di massima pendenza, per poi essere convogliate nel reticolo idrografico principale.

Idrogeologicamente il substrato marnoso e argilloso possiede una permeabilità primaria quasi nulla, differentemente dalle caratteristiche di permeabilità dei terreni a matrice sabbiosa presenti alle quote più elevate.

In conseguenza di ciò, si riscontra una significativa circolazione idrica nella fascia mediana dei versanti: la maggior parte denota una portata modesta, ma abbastanza costante nel corso dell'anno. Tale situazione favorisce potenziali inneschi di piccoli movimenti franosi.

Per quanto riguarda infine la coltre di copertura, anch'essa è caratterizzata da una permeabilità generalmente medio bassa.

In particolare nella Carta Geomorfologica allegata al PRGC vigente (cfr. Allegato 1) sono indicati movimenti franosi attivi a monte dell'edificio in oggetto con evidenziate lesioni nei fabbricati legate ai movimenti della coltre superficiale.

Per rendere più speditiva la trattazione, si rimanda all'Allegato 1 la presentazione dei seguenti documenti, utili per completare l'inquadramento territoriale e geomorfologico dell'opera:

- estratto Carta Geologica d'Italia (Foglio nr. 80);
- estratto planimetria di progetto del Concentrico;
- estratto mappa della viabilità;
- estratto Carta Geomorfologica allegata al PRGC;
- planimetria generale indicante la cronologia costruttiva del complesso e le linee di sezione;
- sezione G-G riportante indicazioni cronologiche delle fasi costruttive;
- piante (varie quote) e rimanenti sezioni;
- planimetria delle coperture;
- orditura capriate.

### ANALISI DEL CONTESTO URBANO

L'area universitaria (Immagine 2) si colloca in una posizione centrale della città e risulta facilmente raggiungibile in pochissimi minuti da uno dei cuori della città (Piazza Roma), mentre dista circa 300m dalla funicolare, poco più di 600m in linea d'aria dal Municipio, meno di 1 km dalla stazione ferroviaria e non più di 300m dalle principali arterie stradali.

E' inoltre nelle immediate adiacenze della strada di collegamento con la SS28 che porta all'autostrada.

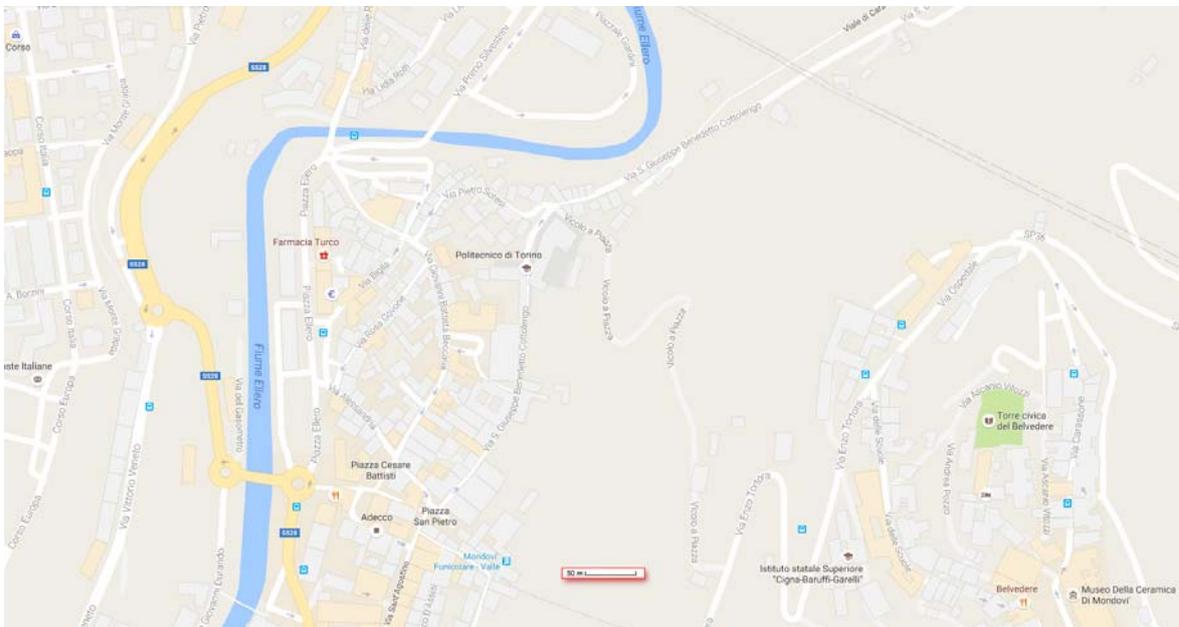


Immagine 2: Stralcio planimetrico Città di Mondovì

Gli iscritti alla Sede di Mondovì nell'A.A. 2007/08 risultavano pari a quasi 850, a fronte di quasi 3.800 iscritti nello stesso anno nella sede centrale di Torino, raccogliendo pertanto il bacino di utenza proveniente dal cuneese <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fondazione CRC, <http://www.fondazionecrc.it/index.php/analisi-e-ricerche/quaderni/6-q6/file>, aggiornamento 17/11/2016.

Il quadro dell'offerta formativa è andato ampliandosi nel tempo per contrarsi negli ultimi anni a seguito della scelta di trasformare la sede di Mondovì in un centro laboratoriale.

Di fatto, quindi, l'intervento proposto viene giustificato dalla necessità di mantenere una Sede ancora attiva ed evitare che gli uffici, i laboratori e la sala conferenze (di recente ristrutturazione) si trasformino in luoghi di fatto malsani. E' bene infatti rammentare che sull'edificio in tempi recenti si è dovuto intervenire per contenere fenomeni di umidità di risalita capillare di notevole entità. E' dunque chiaro come, per dar seguito agli investimenti finora erogati per il mantenimento della Sede, sia opportuno porre mano almeno al rifacimento del tetto.

Infine va ricordato che recentemente il Comune di Mondovì <sup>2</sup> ha portato avanti progetti di riqualificazione urbana in grado di rilanciare il turismo e l'economia locali puntando innanzitutto sulla sistemazione delle strade più antiche della città, che di fatto costituiscono da sempre il cuore pulsante del capoluogo monregalese. In questo quadro, dunque, l'intervento sulla Sede di Mondovì diventa elemento qualificante e di importanza rilevante per il Politecnico di Torino.



Immagine 3: Esempificazione di uno degli interventi di riqualificazione urbana proposti dal Comune

### CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il Comune di Mondovì ricade in Zona 3 come stabilito dalla classificazione sismica introdotta con D.G.R. 19/01/2010 nr. 11-13058, entrata definitivamente in vigore dal 01/01/2012 a seguito dell'approvazione della D.G.R. 12/12/2011 nr. 4-3084 e successivo D.G.R. 21/05/2014 nr. 65-7656.

Il D.M. 14/01/2008 suddivide inoltre il territorio nazionale in un reticolo di 10751 punti costituenti una maglia quadrata con lato 5.5 km circa. Per ogni punto la norma fornisce un valore di accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A, oltre al valore massimo del fattore di amplificazione ed al valore del periodo di inizio del tratto a velocità costante nello spettro di risposta.

<sup>2</sup> Mondovì: iniziati i lavori di riqualificazione del centro storico, <http://www.targatocn.it/2015/06/18/leggi-notizia/argomenti/cronaca-1/articolo/mondovi-iniziati-i-lavori-di-riqualificazione-del-centro-storico-ecco-come-cambia-la-viabilita-c.html>, aggiornamento 17/11/2016.

## CENNI STORICI

Si riportano cronologicamente i principali eventi che hanno caratterizzato l'evolversi costruttivo della struttura.

<b>Data/Periodo</b>	<b>Descrizione</b>
<b>1906</b>	<i>I Padri di San Filippo aprono un oratorio festivo ricavando un cortile per i giochi dal loro orticello che era dietro la Chiesa.</i>
<b>1910/1911</b>	<i>Viene aperta la cappelletta del Sacro Cuore di Gesù.</i>
<b>1913</b>	<i>Viene realizzato il nuovo edificio dell'Oratorio, essendo il precedente non più adatto per l'educazione religiosa e civile della gioventù.</i>
<b>1914/1919</b>	<i>Durante la guerra l'Oratorio viene requisito per ospitare soldati infermi e feriti.</i>
<b>1920</b>	<i>L'Oratorio viene riaperto, ripristinandone la funzione originaria.</i>
<b>1991</b>	<i>L'insediamento della Banca al piano terreno dell'edificio conventuale comporta l'introduzione di nuove pareti divisorie per una nuova distribuzione degli spazi.</i>

Non si rilevano particolari interventi strutturali, motivo per il quale risulta presumibile che l'impianto originario sia rimasto sufficientemente immutato sino ad oggi. Si può quindi sostenere che l'edificio abbia ormai da tempo assunto una valenza prevalentemente scolastica e di ricerca per il cui mantenimento si rendono pertanto necessarie opere edilizie che, unitamente ai lavori già eseguiti, ne garantiscano nel tempo la funzionalità e la salubrità.

Inoltre, come è intuibile, l'attuale sede del Politecnico assume un indiscutibile valore di testimonianza storica su cui si dovrà intervenire nel rispetto delle decorazioni, prestando particolare attenzione a non danneggiare le finiture, gli intonaci, i fregi e preservando le opere murarie ed i materiali posti in essere.

Per questi motivi, tutti gli interventi proposti, dovranno evidentemente essere oggetto di specifica autorizzazione da parte degli Enti di controllo preposti.

## STATO DI FATTO

Con riferimento ai vari corpi di fabbrica, si riportano sotto i riferimenti ai piani di copertura, suddividendoli per dimensioni ed aree secondo le ripartizioni proposte in Immagine 4:

ID Area	Dimensioni caratteristiche		Aree Parziali
	Superfici		
Area Blu:	32,0 m x 3,60 m	[(L x L) - per 2 falde]	115,20 m <sup>2</sup>
Area Gialla:	4,4 m x 8,73 m	[(L x L) - per 2 falde]	76,82 m <sup>2</sup>
	12,23 m x 5,00 m	[(B + b) x h / 2 - per 1 falda] con B = 8,73 m / b = 3,5 m / h = 5 m	30,57 m <sup>2</sup>
	5,0 m x 5,20 m	[(b x h / 2) - per 1 falda]	13,00 m <sup>2</sup>
	6,96 m x 4,00 m	[(B + b) x h / 2 - per 1 falda] con B = 4,76 m / b = 2,2 m / h = 4 m	13,92 m <sup>2</sup>
Area Verde:	10,8 m x 6,20 m	[(b x h / 2) - per 4 falde]	133,92 m <sup>2</sup>
Area Rossa:	42,2 m x 8,00 m	[(B + b) x h / 2 - per 2 falde] con B = 28,7 m / b = 13,5 m / h = 8 m	337,60 m <sup>2</sup>
	14,5 m x 7,95 m	[(b x h / 2) - per 2 falde]	115,27 m <sup>2</sup>
Area Arancione:	9,4 m x 6,00 m	[(b x h / 2) - per 1 falda]	28,20 m <sup>2</sup>
	5,68 m x 10,05 m	[(b x h / 2) - per 1 falda]	57,08 m <sup>2</sup>
	4,68 m x 5,68 m	[(b x h / 2) - per 1 falda]	27,49 m <sup>2</sup>
	4,51 m x 8,25 m	[(b x h / 2) - per 1 falda]	18,60 m <sup>2</sup>
<b>Copertura Totale</b>	<b>(superficie lorda - aumentata del 5% per eventuali errori di misurazione):</b>		<b>967,67 m<sup>2</sup> circa 1.000 m<sup>2</sup></b>

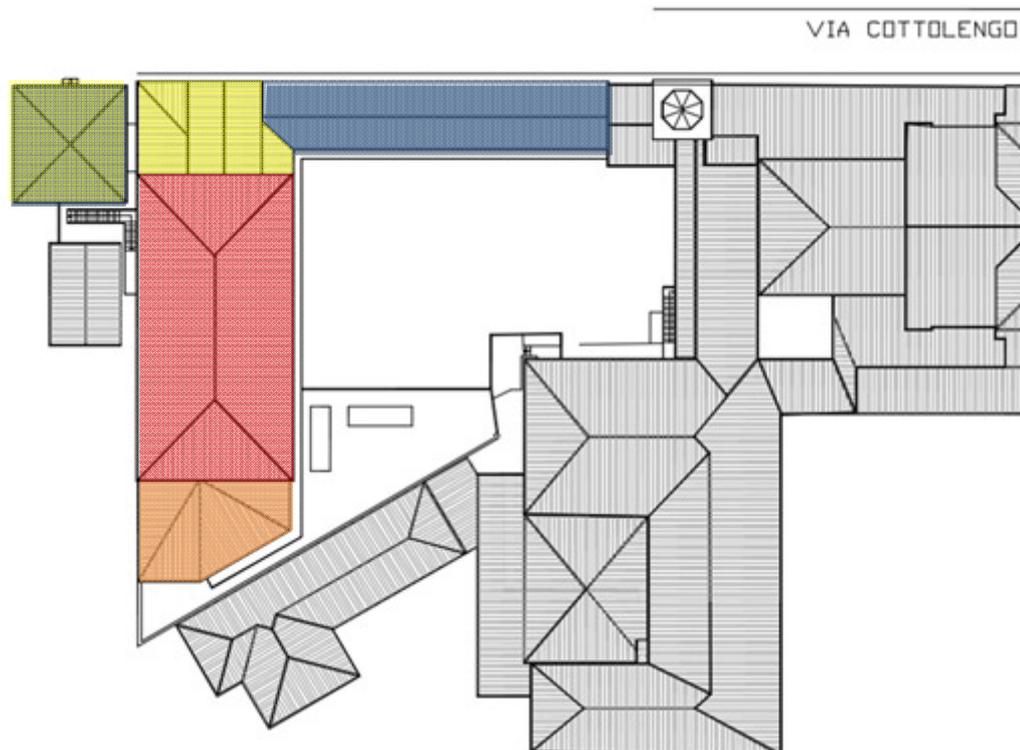


Immagine 4: Stralcio planimetrico delle Coperture oggetto di intervento

## INTERVENTI RECENTI

E' possibile, come meglio evidenziato negli Allegati 3 e 4, prevedere di prendere a modello la serie di interventi recenti sulle strutture attigue sempre nella disponibilità del Politecnico, così da pervenire ad un duplice vantaggio:

- in fase manutentiva, se le strutture del tetto avranno una medesima (o comunque simile) "stratigrafia funzionale";
- poter anticipare eventuali comportamenti anomali dei materiali e dei manufatti componenti la struttura del tetto, così da porre in essere azioni puntuali che possano mitigare l'estensione degli ammaloramenti anche in altri punti, evitando interventi di manutenzione straordinaria decisamente più onerosi a livello operativo ed economico. E' infatti ragionevole pensare che, nell'eventualità della condivisione delle medesime tecniche costruttive adottate per le strutture adiacenti, l'intervento proposto in questo studio lascerebbe intuire con ragionevole approssimazione che un difetto riscontrato su un'altra parte della copertura possa ripresentarsi anche su quelle di futura realizzazione.

In questa ottica, è dunque utile riportare sotto le indicazioni tecniche legate alla sistemazione generale della sede del Politecnico a Mondovì portata avanti (già a partire dal Dicembre 2011) dall'Ufficio Tecnico del Comune di Mondovì attraverso la stesura di un progetto esecutivo.

Nel dettaglio, il progetto del Comune ha previsto interventi sulla copertura, sulle facciate e sulle pavimentazioni esterne, in modo da salvaguardare l'edificio attiguo nel suo complesso.

In particolare sono stati previsti e realizzati:

- la ristrutturazione e l'isolamento del tetto (ex Scuole Battaglia) e la sistemazione dello stesso dal punto di vista strutturale;
- la pulizia delle facciate;
- il restauro o la sostituzione dei serramenti ammalorati;
- la risistemazione delle pavimentazioni;
- alcune opere complementari come meglio descritte nel seguito.

Viene riportata l'intera serie di lavorazioni che sono state previste in precedenti interventi, così da permettere - negli approfondimenti di successiva progettazione - di poter prendere spunto per eventuali realizzazioni non previste in questa prima fase di studio.

## SISTEMAZIONE DELLA COPERTURA

### - Ristrutturazione e isolamento del sottotetto

Per consentire l'intervento di risistemazione della copertura è stato preliminarmente necessario intervenire con un'operazione di bonifica del sottotetto.

Successivamente, al fine di migliorare il risparmio energetico complessivo dell'edificio, si è realizzato uno strato isolante di spessore 8 cm in lastre rigide disposte sull'estradosso di tutte le volte ed i solai del piano sottotetto.

Inoltre, per renderne più accessibile una parte, è stato posato in opera uno strato di argilla espansa finito con battuto di cemento, livellando gli estradossi delle volte.

### - Sistemazione del tetto

Lo stato di degrado della struttura della copertura ha richiesto lo smontaggio dell'intero apparato ligneo comprese le strutture portanti delle capriate al fine di ricomporre lo schema portante originale recuperando, ove possibile, gli elementi ritenuti ancora idonei al sostegno dei carichi agenti.

### - Ripristino e sostituzione delle capriate

Si è reso necessario il rinforzo del cordolo di appoggio della copertura del tetto.

Inoltre, al fine di assolvere l'importante funzione di ripartizione delle azioni orizzontali fra le pareti strutturali in muratura dell'edificio esistente, le capriate sono state collegate ai muri mediante adeguato ammassamento. Le capriate che costituiscono la struttura principale sono state smontate e in parte sostituite ove ritenuto necessario.

- **Sostituzione delle terzere**

Considerato lo stato delle terzere preesistenti, è stata prevista la loro completa sostituzione.

- **Inserimento di assito e guaina impermeabile**

Al fine di migliorare l'impermeabilizzazione del tetto, è stato inserito un assito di spessore 3 cm fissato mediante chiodatura alle terzere con al di sopra una guaina traspirante e impermeabilizzante.

- **Sostituzione della listellatura e recupero od integrazione dei coppi**

I listelli sono stati interamente sostituiti con altri nuovi di sezione 4x5 cm disposti ortogonalmente alla linea di gronda al di sopra dei quali sono stati disposti i coppi in laterizio. Molti dei coppi sono stati sostituiti perché presentavano fessure o scheggiature che ne compromettevano in tutto od in parte la loro corretta funzionalità.

- **Rifacimento gronde e pluviali e opere di lattoneria**

L'intervento ha previsto la sostituzione di tutti i canali di gronda e dei pluviali esistenti con nuovi in rame dello spessore 8/10, rispettando quella che era la distribuzione originaria delle discese. Si è intervenuto anche sulle converse e le converse di compluvio, sostituendole e realizzandole in rame. Tutti i comignoli esistenti sono stati dotati di nuovi faldali in rame.

- **Ripristino dei cornicioni**

Il progetto ha previsto il ripristino dell'intonaco dei cornicioni nelle zone in cui risultava mancante, ove risultava distaccato o dove si presentassero delle discontinuità.

In corrispondenza delle rotture sono state smontate le componenti ed i manufatti danneggiati, ripristinandoli con mattoni lavorati di medesima tipologia e motivo di quelli originali. L'intero cornicione è poi stato successivamente ripulito mediante spazzolatura e rifinita con una tinteggiatura a calce.

## SISTEMAZIONE DELLE RESTANTI PARTI

- **Pulizia delle facciate**

La pulizia delle facciate è stata realizzata con le seguenti differenti metodologie:

- le superfici intonacate delle due maniche di epoca più recente sono state oggetto di interventi di spicconatura, consolidamento e di rifacimento delle parti più degradate. Le lacune sono state ripristinate con un impasto a base di calce naturale e sabbia. In ultimo è stata realizzata la tinteggiatura con prodotti silossanici su tutte le superfici, così da uniformare l'intero intervento;
- per i blocchi più antichi si è prestata particolare attenzione alla pulitura adottando la tecnica della idrosabbatura in modo da alleggerire la velatura biancastra ed ammorbidire la patina nera (quest'ultima poi rimossa con apposite spatole). Successivamente le varie sostanze polverulenti sono state rimosse utilizzando spazzole di saggina e le superfici così pulite sono state lavate con acqua deionizzata a bassa pressione mediante l'utilizzo di nebulizzatori. Dove si è ritenuto necessario, si è provveduto alla rimozione della malta ed alla stesura di una nuova sigillatura con impasti a base di grassello di calce e polvere di marmo. I mattoni ammalorati sono stati ripristinati con la tecnica del "cuciscuci". Lo zoccolo aggettante lungo il corpo principale è stato successivamen-

te trattato con soluzioni antisaline ad alta penetrazione e successivamente è stato posato un intonaco composto da malte deumidificanti. Sul prospetto Est sono stati ricomposti gli sfondati ed i piccoli capitelli alla base dell'imposta degli sfondati ad arco del primo piano e successivamente ripristinate tutte le cornici che riquadrano le finestre;

- sono state intonacate le pareti del corpo in mattoni a vista contenente la scala Sud di recente edificazione e si è anche posto mano al riordino dei cavidotti elettrici e telefonici, l'inserimento di ringhiere sulle finestre del prospetto Est, la sostituzione della piccola pensilina presente sull'ingresso della facciata Ovest, la rimozione di un balcone ed il rifacimento della canna fumaria della centrale termica.

#### - **Materiali lapidei**

Le superfici in materiale lapideo sono state tutte ripulite dai depositi accumulatisi con idrosabbatura controllata.

#### - **Restauro dei portoni**

Il restauro ha interessato il portone dell'ingresso principale ed i portoni laterali lato Nord, Sud ed Est.

#### - **Sostituzione parziale dei serramenti**

Sui blocchi edilizi che presentavano serramenti in cattivo stato di conservazione è stato prevista la sostituzione degli stessi con altri aventi disegno e materiale coerente con le preesistenze.

#### - **Cavidotti e regimazione delle acque**

Attorno all'intero edificio è stato eseguito uno scavo per la posa di un anello di sottoservizi costituito da 4 cavidotti del diametro di 110 mm. Contestualmente è stato posato sullo stesso perimetro un tubo in P.V.C. del diametro di 200 mm e dei pozzetti in cls per lo scolo delle acque. Sopra il muro di contenimento si è provveduto a realizzare una canale in cls con griglia in ghisa posta lungo tutto il pergolato, affiancata da una linea di regimazione delle acque collocata trasversalmente al piazzale adibito a parcheggio.

#### - **Pavimentazioni**

Il cortile nei pressi del locale destinato a bar è stato realizzato con una pavimentazione sopraelevata in piastrelle di gres porcellanato poste su piedini regolabili in materiale plastico.

Il secondo cortile al piano primo ed il pergolato adiacente sono stati piastrellati impiegando cubetti di Luserna posti su letto di sabbia (previo rifacimento del battuto in cls). Su entrambi i cortili è stata sostituita la precedente impermeabilizzazione con altra a triplice guaina catramata.

Nel cortile a piano terra è stato eseguito uno scavo di 40 cm al fine di livellare il piazzale secondo le nuove pendenze ed è stato realizzato un fondo in tout-venant compattato di spessore 20 cm. È stato poi posto in opera un battuto in c.a. con un letto di sabbia al di sopra del quale sono stati posati i cubetti di Luserna. È stato inoltre costruito un marciapiede di 1 m su tutto il fronte dell'edificio, mentre sulla facciata Ovest si è provveduto al ripristino del marciapiede esistente in blocchetti di Luserna con bordonale in pietra di Luserna.

### STUDIO DELLA PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE DELL'INTERVENTO

L'intervento dovrà tener conto dei principi di salvaguardia ambientale, anche in assenza di indicazioni negli strumenti urbanistici e nei regolamenti edilizi.

In linea generale dovranno essere adottate soluzioni atte a:

- minimizzare i rischi di infortunio per gli addetti alle lavorazioni di cantiere, nonché i rischi per la salute e l'incolumità degli utilizzatori finali;

- limitare i consumi di energia, regolando il funzionamento dei sistemi energetici utilizzati, intervenendo sulla loro regolazione e, più in generale, migliorando il microclima locale;
- ridurre il consumo delle variabili "energia-suolo", con l'adozione di soluzioni e sistemi impiantistici integrati che favoriscano il risparmio energetico, unitamente all'incentivo per il reimpiego delle risorse edificate presenti, opportunamente rifunzionalizzate per ridurre sensibilmente l'eventuale carico inquinante nell'ambiente;
- utilizzare materiali a basso impatto ambientale, orientati possibilmente ad essere facilmente riciclati e/o riutilizzati;
- rispondere a requisiti di massima manutenibilità, durabilità e sostituibilità dei materiali e componenti e di controllabilità nel tempo delle prestazioni, in un'ottica di ottimizzazione del costo globale dell'intervento.

Si è quindi proposta una soluzione progettuale che, tenendo in conto tutte queste necessità, sia prioritariamente in grado di assicurare:

- alternative di intervento per la mitigazione del rischio infortunio (soprattutto in fase di cantiere);
- soluzioni di coibentazione della copertura idonee, nel rispetto delle preesistenze e dei principi di salubrità e salvaguardia ambientale, impiegando quindi materiale dalla provata atossicità;
- una adeguata riutilizzazione di quanto già in opera (anche solo limitatamente ai coppi, in modo da conservare una immagine di insieme coerente con l'attuale configurazione storico-tipologica delle coperture preesistenti), ferma restando l'esigenza di verificarne prioritariamente l'effettiva funzionalità allo scopo per ogni singolo componente (sia in termini di specifiche tecniche che di sicurezza);
- una adeguata accessibilità degli spazi, impiegando procedure semplici e sicure, soprattutto per gli elementi discontinui di copertura per i quali si necessita di periodici interventi manutentivi;
- una uniformità di facciata sostituendo i serramenti esistenti con serramenti nuovi ad alta efficienza termoacustica pur mantenendo le caratteristiche di disegno e materiali inalterate;
- una continuità di percorsi intervenendo per la messa in sicurezza e nuova fruibilità del ballatoio ad oggi non percorribile.

## IPOTESI PROGETTUALI

Nelle intenzioni progettuali, l'intervento dovrà riferirsi al tetto e sottotetto, al ballatoio antistante l'Aula Magna ed ai serramenti dell'Aula Magna e della biblioteca. Il rifacimento della copertura si limiterà a modificare la stratificazione della copertura "a falde", confermando pertanto sia la tipologia di partizione e distribuzione di quella attualmente in essere e riutilizzando, per quanto possibile, i coppi ad oggi posati in opera sulla copertura. Per le capriate ed i puntoni è stata considerata - a livello di computo metrico estimativo - la completa sostituzione, non avendo certezza sulle loro reali possibilità di rispondere ai nuovi carichi propri ed accidentali presenti in copertura, anche se si consiglia di valutarne il recupero nel caso in cui risultino ancora in grado di assolvere adeguatamente al loro compito funzionale e strutturale. Per l'orditura minore (arcarecci, listelli, correntini, etc...) è stata invece presa in considerazione la totale rimozione e sostituzione con elementi di nuova installazione, dal momento che - da una prima indagine visiva - mostrano condizioni di palese inadeguatezza, sia a livello funzionale che strutturale.

I motivi di questa scelta sono da imputarsi principalmente a due necessità parimenti importanti:

- a) rispettare i vincoli di tutela imposti dalla Soprintendenza sulle preesistenze storiche di particolare pregio come questa, armonizzando l'intervento al contesto, viste le notevoli implicazioni estetiche e di testimonianza storica dell'edificio oggetto di studio. A questo proposito andrà preservata anche la vista di insieme a livello tipologico e di facciate, rendendo l'intervento il meno invasivo possibile;
- b) ottimizzare le condizioni climatiche interne ai locali sottostanti, attraverso la proposizione di una soluzione che aumenti la tenuta agli agenti atmosferici e garantisca un idoneo comfort termico alle attività svolte all'interno della struttura.

A livello operativo, vista in particolare l'esigenza di intervenire "in quota", sono state prese in considerazione varie alternative di intervento, di cui vengono sintetizzati nella "Tavola 1" le relative criticità e vantaggi connessi alle varie soluzioni:

DESCRIZIONE SOLUZIONE	CRITICITÀ	VANTAGGI
<p><b>SOLUZIONE 1</b></p> <p>Adozione di una "contro-copertura" dotata di piani di sbarco per le operazioni di carico e scarico dei materiali</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- non può essere garantito un appoggio in piano nella zona di tetto demarcata con il nr 1 e 2 lato Nord (cfr. Immagine 5), almeno limitatamente al confine con altra proprietà, dal momento che il terreno risulta ampiamente scosceso;</li> <li>- la contro-copertura dovrà lasciare uno spazio sufficientemente ampio per poter lavorare comodamente ed in sicurezza allo smantellamento della attuale tetto. Per questi motivi l'altezza di imposta della contro-copertura sarà decisamente elevata, creando non pochi problemi sia in fase di montaggio che di smontaggio a fine lavori.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- in fase di smantellamento della attuale copertura non si rischiano infiltrazioni in caso di condizioni meteo poco favorevoli;</li> <li>- l'approntamento delle opere provvisorie potrebbe risultare più speditivo.</li> </ul>
<p><b>SOLUZIONE 2</b></p> <p>Realizzazione di un assito calpestabile sotto copertura</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In alcuni punti non è possibile operare se non da parte esterna all'edificio. In quei casi, infatti, il sottotetto non risulta praticabile (a meno di non intervenire con la rimozione delle lamiera e del relativo sottofondo ligneo di sostegno nonché dei controsoffitti ad esso ancorati - si pensi alla copertura posta al di sopra dell'Aula Magna);</li> <li>- necessità di ancorare alla muratura portante di perimetro putrelle di notevole luce per il sostegno dell'assito, con evidenti ripercussioni sulla fruibilità - nel breve e medio periodo - dei locali sottostanti;</li> <li>- Allo stato attuale (cfr. Immagine 8 e 9 riportate nelle pagine successive), non è possibile ipotizzare un utilizzo della preesistente lamiera grecata poggiata su un assito di legno al di sotto del quale è stato vincolato il controsoffitto in lastre di</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'intervento verrebbe gestito direttamente nel sottotetto, riducendo i rischi di caduta degli operatori.</li> </ul>

	<p>cartongesso posto al di sopra dell'Aula Magna.</p>	
<p><b>SOLUZIONE 3</b></p> <p>Posizionamento di una gru in una porzione del cortile interno di proprietà</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presenza di un caveau sotterraneo afferente la vicina banca e che pare insistere sul lato sinistro del cortile interno (cfr. Immagine 7a e 7b). Si tratterà in tal senso di procedere con estrema cautela nel posizionamento del basamento della gru;</li> <li>- l'accesso all'area interna non risulta possibile se non trasportando la gru con idoneo bilico e calandola direttamente nell'area di intervento (od, in alternativa, calando i singoli componenti e montandola in loco);</li> <li>- la presenza dell'edificio nr. 6 (di notevole altezza - cfr. Immagine 6) da parte opposta alla Via San Giuseppe Benedetto Cottolengo (e prospiciente l'ingresso principale della Sede), impone che lo sbraccio della gru sia inscritto in una circonferenza che non interferisca con l'area gialla evidenziata nella "Immagine 6" e comunque con gli edifici attigui (non nelle disponibilità del Politecnico - cfr. Immagine 5 Edificio nr. 7).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grazie allo sbraccio della gru, risulterebbe coperta gran parte della copertura, che andrà gestita per lotti. In Immagine 5 risulta evidente che, se la gru sarà ampiamente sufficiente per gestire l'area attigua al cortile interno di proprietà, per gli edifici marcati con i numeri 1 e 3 (Immagine 5), sarà possibile operare con altro tipo di opera provvisoria, lavorando nel sottotetto (limitatamente all'Edificio 1) ed impegnando parte della strada pubblica (Edificio 3). Inoltre, affiancando l'impiego della gru all'utilizzo dei ponteggi, si potrà operare su più lotti, evitando pericolose sovrapposizioni e permettendo alle maestranze di completare lavorazioni affini su un lotto contiguo, mentre altri operai potranno concludere le finiture in quello precedente;</li> <li>- adottando questa soluzione, sarà dunque possibile lavorare su più lotti, ottimizzando di fatto l'impegno della gru che seguirà l'andamento delle lavorazioni in funzione degli aggiornamenti in itinere del cronoprogramma dei lavori;</li> <li>- non si renderà necessaria (se non eventualmente per l'edificio nr. 3) l'occupazione di aree di suolo di proprietà pubblica, purché si faccia riferimento all'utilizzo della sola gru e non si adotti pertanto una soluzione "mista" gru-ponteggi.</li> </ul>

Tavola 1: Soluzioni adottabili per la riqualificazione delle coperture

Per questi motivi e viste le peculiarità delle varie soluzioni, si è optato per il solo approfondimento della soluzione 3 (calata dall'alto di una gru nel cortile di proprietà, eventualmente affiancata da ponteggi sui vari lati degli edifici).

In tal senso andrà prestata particolare attenzione a:

- non posizionare il basamento della gru sull'area al di sotto della quale è presente il caveau della Banca (si veda Immagine 5a e 5b);

- prevedere una linea vita indipendente per ogni falda, così da poter portare avanti il cantiere in parallelo, mitigando i rischi di caduta durante le lavorazioni;
- contemplare "piani di lavoro e sbarco" vincolati alla struttura muraria per lo smantellamento della attuale struttura ed il rifacimento della copertura. In tal senso sarà possibile, almeno per il cortile interno, avvalersi delle balconate poste a chiusura dei porticati, previa ovviamente verifica strutturale e statica della effettiva tenuta di tali elementi architettonici.

Per quanto riguarda l'intervento sui serramenti dell'Aula Magna e della biblioteca ci si è orientati sulla totale sostituzione migliorandone l'efficienza ma mantenendo invariate le caratteristiche estetiche e di materiali, mentre per il ballatoio prospiciente alla stessa si è ipotizzato un completo smontaggio delle lastre di calpestio, una verifica statica, con eventuale sostituzione degli elementi lapidei che dovessero risultare gravemente ammalorati, la pulizia di ogni singolo elemento e il loro successivo ricollocamento. Si provvederà, approfittando dello smontaggio, alla verifica degli elementi in massello litico quali i modiglioni di sostegno, analizzando il loro stato d'essere e di ancoraggio alla muratura, intervenendo dove si renderà necessario con ripristini statici od eventuali sostituzioni di tutto l'elemento, a fine dell'intervento il ballatoio dovrà nuovamente essere percorribile e i modiglioni e il loro fissaggio alla muratura dovrà essere reso secondo la regola dell'arte.

Tutti gli interventi descritti e/o proposti secondo priorità dovranno essere meglio dettagliati nelle successive fasi progettuali ed andranno sottoposti all'approvazione degli Enti di controllo competenti.

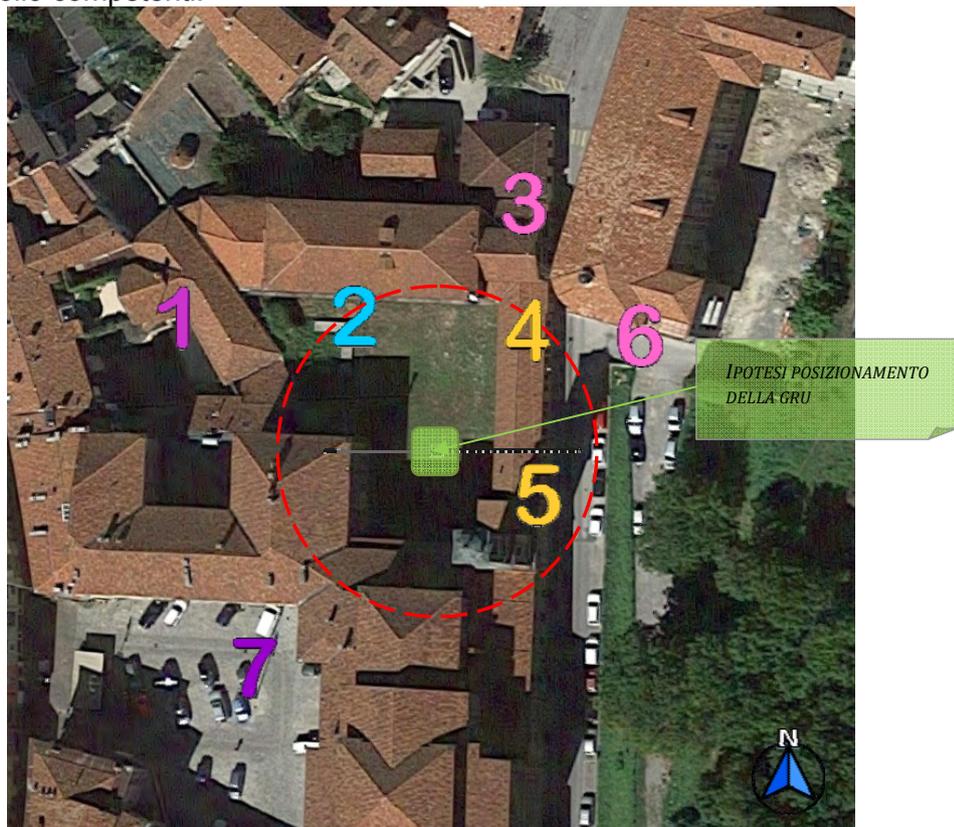


Immagine 5: Dettaglio area di intervento



*Immagine 6: Affaccio fronte strada della Sede*



*Immagine 7a: Cortile sul quale insisterà la gru per le lavorazioni in quota - Vista generale*



Immagine 7b: Cortile sul quale insisterà la gru per le lavorazioni in quota, ballatoio e modiglioni - Arcate lato Aula Magna



Immagine 8: Vista intradosso solaio antistante l'Aula Magna (Edificio nr. 1 - Immagine 5)



Immagine 9: Solaio posto al di sotto delle capriate lignee di copertura dell'Aula Magna (Edificio 2 - Immag. 5)

## DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Nello specifico, si potrà intervenire nel seguente modo:

---

Collocazione della gru.  
Problematiche da risolvere:

- si dovrà arrivare con un bilico dotato di gru semovente percorrendo la via Cottolengo, come visibile nell'immagine 10. Non è infatti proponibile utilizzare l'inserzione di Vicolo Piazza in quanto non sussistono le condizioni e gli spazi di manovra minimi per la manovra del bilico. Ci si dovrà quindi attestare lungo la facciata Est (lato ingresso principale), assicurandosi che l'intera via non venga occupata da auto parcheggiate od in sosta anche solo temporanea;
- una volta calata la gru all'interno del cortile, si dovrà predisporre una piattaforma di ripartizione dei carichi che permetta di tutelare l'area interrata che ospita il caveau della vicina banca.

---

Aree di cantiere esterne:

- possibilità di far ricorso all'impiego di ponteggi per il lato sulla via pubblica e per la gestione delle altre maniche (da parte interna ed esterna al cortile).

---

Gestione aree di cantiere e di stoccaggio:

- si potrà utilizzare l'intero cortile interno alla Sede (cfr. area color verde chiaro in Immagine 10).

---

Predisposizione linee vita e sistemi di contenimento per cadute dall'alto:

- si accederà al tetto utilizzando i ponteggi ed eventualmente le balconate che percorrono, sul lato Nord ed Ovest (lato Corte interna), l'intera struttura. Resteranno escluse le coperture nr. 1 e 3 (cfr. Immagine 5), su cui si interverrà utilizzando rispettivamente accessi dal sottotetto (l'edificio 1 presenta un solaio calpestabile) ed operando esternamente mediante lo spostamento della gru interna al cortile o, meglio, mediante il montaggio di idonei ponteggi.

---

Intervento di rifunionalizzazione delle coperture:

- grazie alla posizione baricentrica della gru, sarà possibile porre mano alle varie coperture per gran parte della durata del cantiere. Ovviamente tale costo sarà giustificato dal fatto che, a seguito dello smantellamento di una porzione di tetto con riporto in quota dei materiali necessari alla sua sostituzione, la gru non resterà inattiva, in quanto un'altra squadra potrà intervenire con le stesse modalità sulla copertura contigua. Operando in questo modo, sarà possibile contenere quanto più possibile i tempi di mancato utilizzo della gru, riducendo nel contempo in maniera significativa le tempistiche di fine lavori;
- la copertura in Aula Magna rimarrà a vista quindi si è previsto la finitura con un perlinato ligneo, verniciato, di conseguenza anche le murature oggi comprese tra due strati di controsoffitto dovranno essere rinzaffate, intonacate ed infine tinteggiate.

---

Intervento di sostituzione dei serramenti:

- si dovrà intervenire sui serramenti dell'aula magna e della biblioteca effettuando una sostituzione degli esistenti con nuovi serramenti ad alta efficienza termo-acustica. Il disegno ed i materiali utilizzati dovranno essere il più simili possibile agli esistenti.

---

Elementi in materiale litico del ballatoio:

- per effettuare un'analisi accurata dello stato dei modiglioni reggi lastre del ballatoio è stato previsto un completo smontaggio delle stesse con relativo lavaggio e revisione, sostituendo eventualmente quelle non ritenute più recuperabili e dopo accurata analisi strutturale dei modiglione verranno ricollocate per rendere agile il ballatoio stesso;
  - gli elementi modiglioni saranno analizzati accuratamente per quanto riguarda la loro funzione strutturale, ripristinati nelle parti di innesto murarie e se ritenuti elementi pericolosi dovranno essere sostituiti con dei nuovi dello stesso materiale ed identica foggia;
  - alla fine di questo intervento si è previsto di ritinteggiare la ringhiera di protezione del ballatoio con prima una ripresa di antiruggine e successiva doppia ripresa di smalto per esterni con colore identico all'esistente.
-

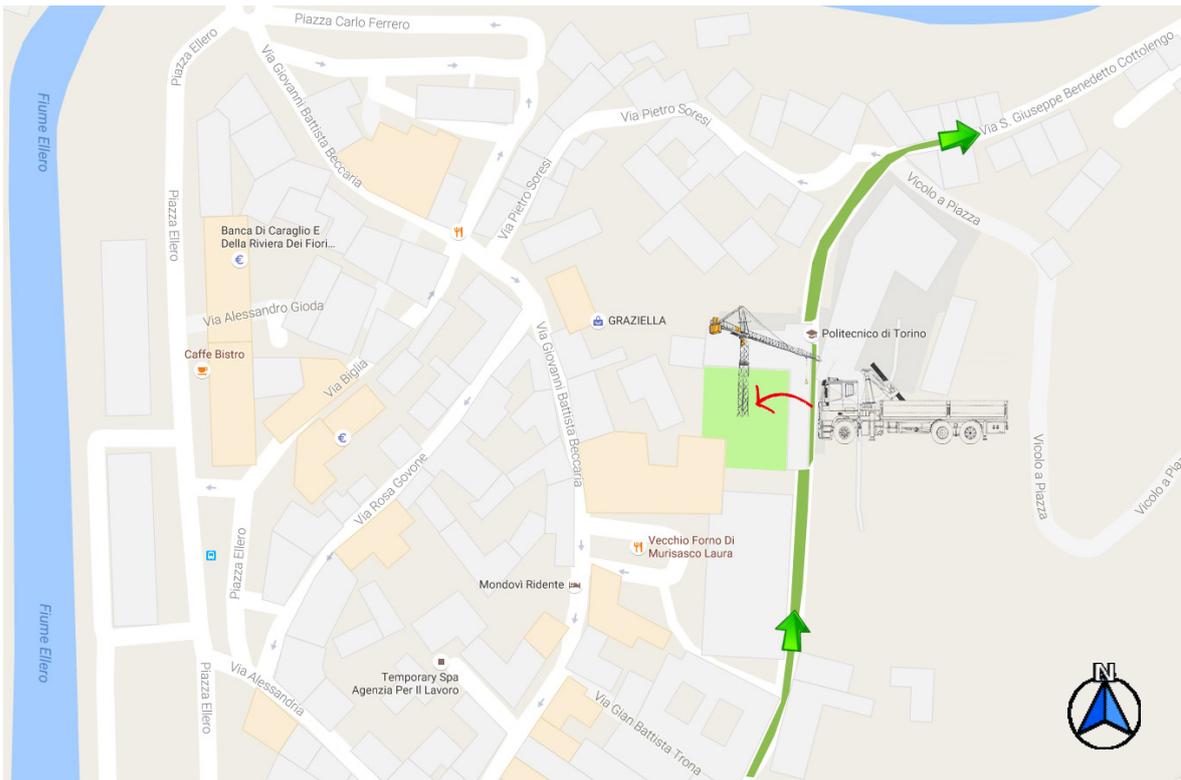


Immagine 10: Accesso alla Sede per la collocazione della gru all'interno del cortile

## STRATIGRAFIE COPERTURA OGGETTO DI INTERVENTO

Di seguito si riportano alcune viste tridimensionali di come potrebbe essere gestita - nei livelli di progettazione successivi - la stratigrafia dei componenti del "sistema tetto", così da garantire idonee condizioni di comfort degli ambienti sottostanti le varie coperture oggetto di intervento.

Nelle pagine successive, vengono inoltre presentate alcune indicazioni di massima per evitare macroscopici errori progettuali, riportando quindi una sintesi delle peculiarità che andranno garantite alle varie coperture.

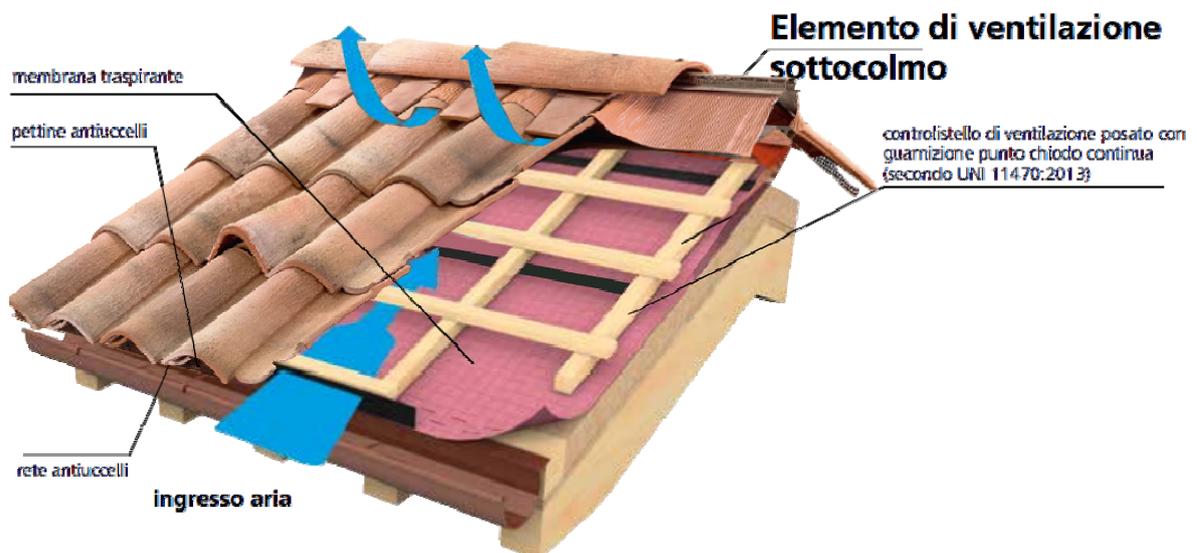


Figura 1 - Vista tridimensionale della possibile composizione degli strati funzionali della copertura

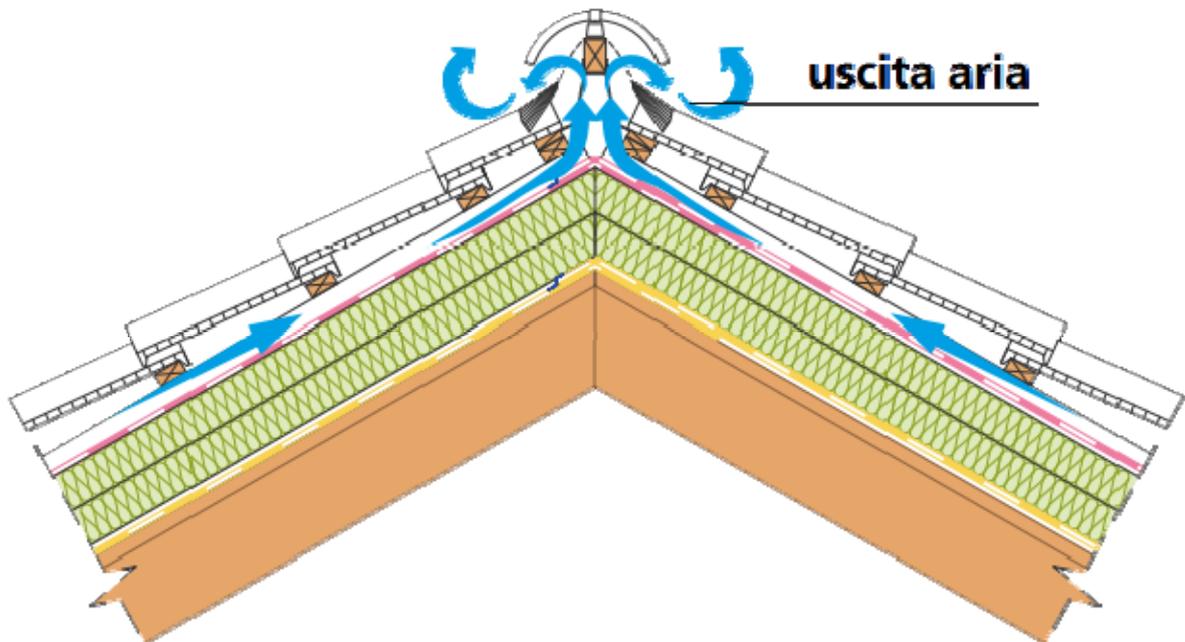


Figura 2 - Sezione esplicativa del "sistema tetto"

<b>COPERTURA CON COLMO VENTILATO (elementi componenti - Figura 3)</b>	
<b>Elementi ferma-neve e di areazione</b>	Secondo misura, tipologia e caratteristiche dimensionali utili allo scopo
<b>Coppi</b>	Secondo misura, tipologia e caratteristiche fisiche e di resistenza di quelle preesistenti
<b>Listello porta-tegola</b>	30 mm x 40 mm
<b>Listello di ventilazione</b>	50 mm x 70 mm
<b>Membrana ad alta traspirazione</b>	DO 155 o similare - garanzia minima 1 anno
<b>Coibentazione adeguata alla zona climatica</b>	Spessore adeguato all'efficienza energetica richiesta
<b>Freno al vapore</b>	DB 155 od elemento similare - garanzia minima 1 anno
<b>Perlinato o altro</b>	24 mm (spessore) x 120mm (larghezza)
<b>Struttura portante</b>	Puntoni in legno simili per tipologia e caratteristiche a quelli che verranno smontati ed eventualmente in parte riutilizzati

---

**Pettine e rete anti-uccelli**

(lato gronda)

---



Figura 3 - Esempificazione tipologia di tetto a falde di possibile adozione (tipologia 1)

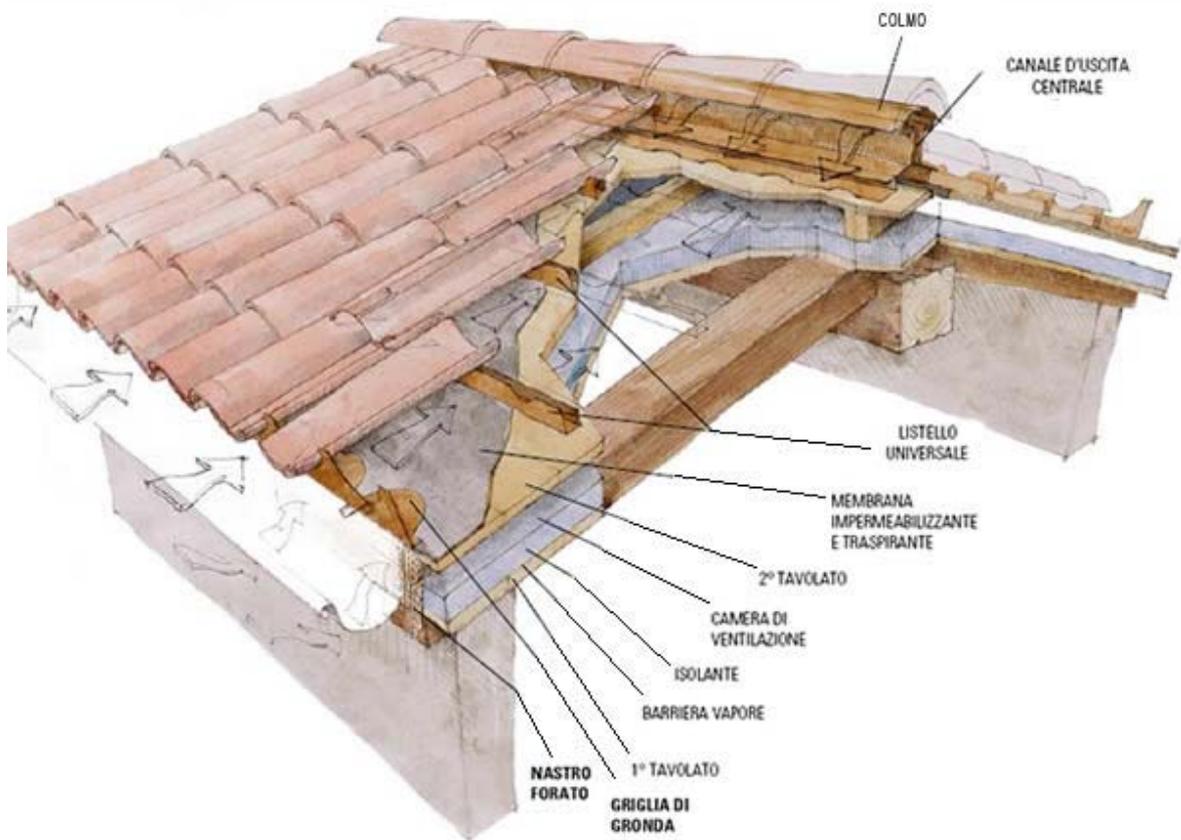


Figura 4 - Altra alternativa di stratificazione - aggiunta 2° tavolato e camera di ventilazione (tipologia 2)

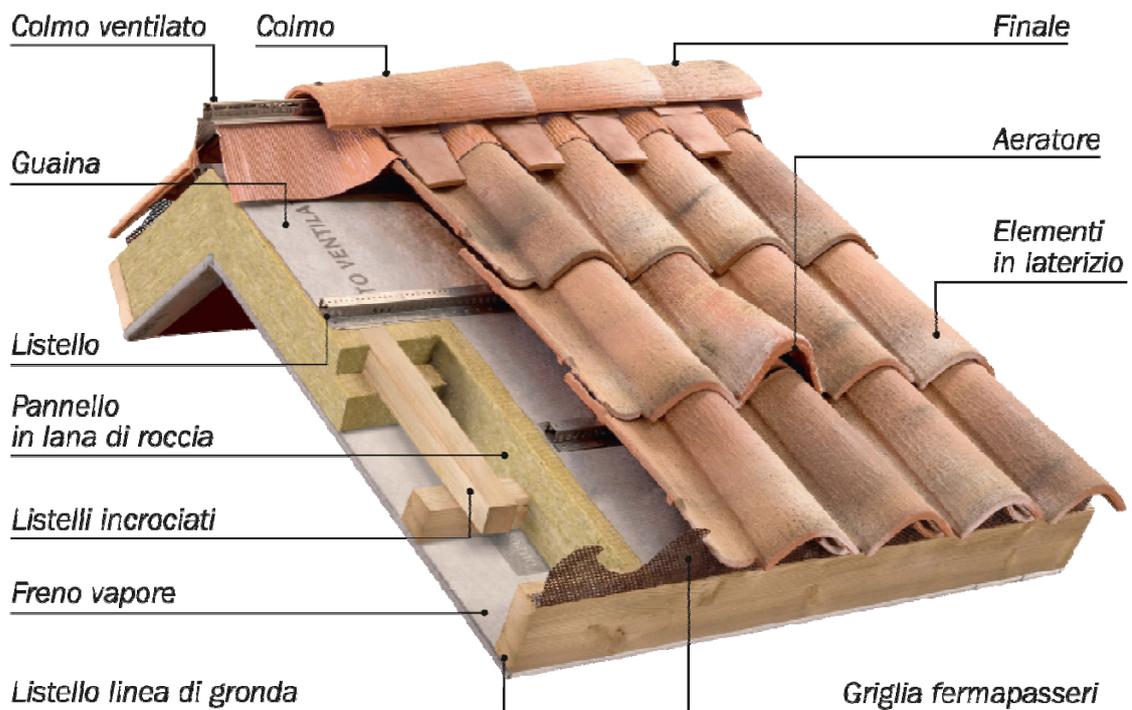


Figura 5 - Possibile alternativa stratificazione tetto - isolamento ricompreso nella orditura principale (tipo 3)

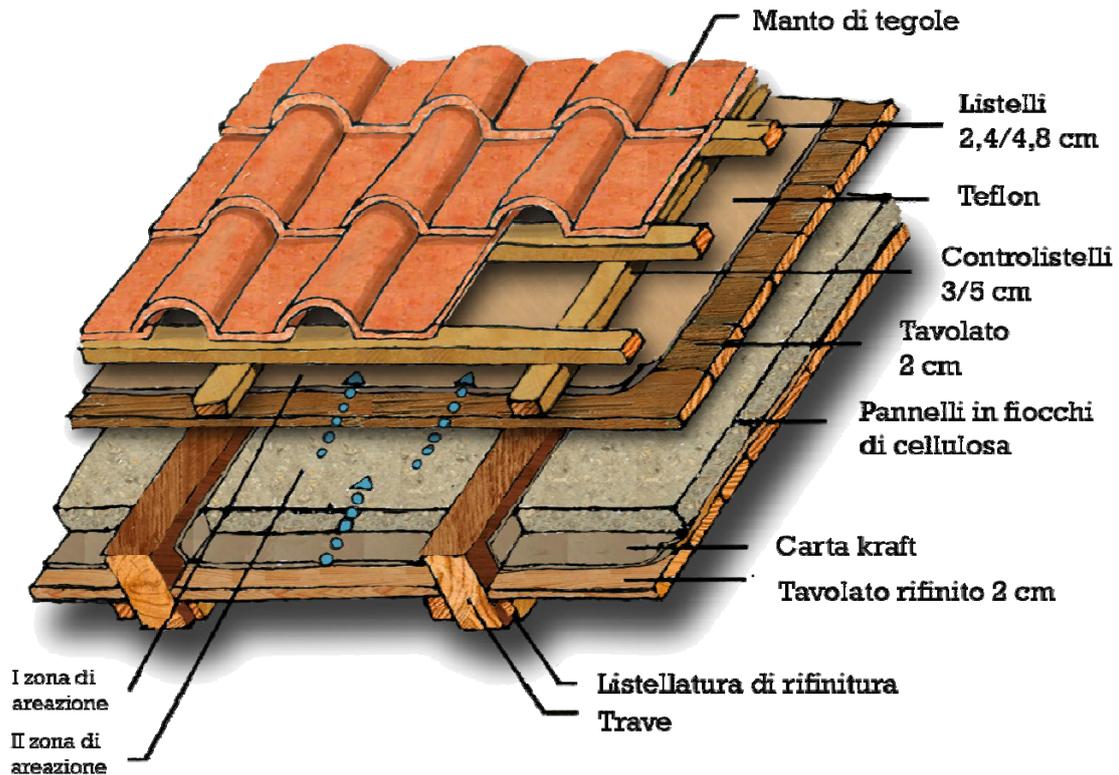


Figura 6 - Possibile alternativa stratificazione tetto (tipologia 4)<sup>3</sup>

## ELEMENTI COMPONENTI LA COPERTURA DI PROGETTO

Verrà ora analizzata nel dettaglio la composizione degli strati funzionali del “sistema tetto”, che andrà estesa a tutte le falde oggetto di intervento. La trattazione si limiterà ad analizzare la “Tipologia 1” (cfr. Figura 3), vista la similarità con le coperture già posate in opera negli edifici di afferenza politecnica e prossimi agli edifici presi in esame. La trattazione affronta le varie componenti a partire dalla areazione per arrivare fino agli elementi di copertura discontinui e puntuali (coppi). Inoltre la stratigrafia funzionale proposta intende assicurare una elevata continuità al pannello coibente, assicurando maggiori garanzie di tenuta rispetto alle soluzioni che prevedono l’interruzione del materiale isolante in corrispondenza dei puntoni.

### Spazio di ventilazione

In questo tipo di copertura è presente - oltre lo strato di isolamento - quello di ventilazione (con canale di ventilazione > 200 cm<sup>2</sup>/m). Tale soluzione può essere realizzata con opportuni pannelli sagomati (sul modello Isotetto o similari) che integrano la funzione di supporto dell’elemento di tenuta (le tegole) oppure con una doppia orditura. La presenza di questo naturale passaggio per la circolazione dell’aria risulta fondamentale in particolare nell’area presente nel sottotegola, allo scopo di garantire maggiori prestazioni a tutta la copertura del tetto.

Va però detto che incrementi non idonei dello spessore di ventilazione non portano ulteriori benefici. L’uso della malta lungo la linea di gronda e/o di colmo, poi, rende di fatto nulla la ventilazione. Si riporta in Figura 7 uno schema relativo alle sezioni minime da prevedere per l’areazione.

<sup>3</sup> L’immagine ha il solo scopo di fornire indicazioni sugli strati funzionali. Si tenga presente che le tegole andranno sostituite con i coppi.

LUNGHEZZA DI FALDA  (m)	LINEA DI GRONDA		LINEA DI COLMO	ALTRE ZONE DELLA FALDA		
	SEZIONE DI AERAZIONE  (cm <sup>2</sup> / m)	ALTEZZA SEZIONE DI AERAZIONE (cm)	SEZIONE DI APERTURA PER FALDA (cm <sup>2</sup> / m)	SEZIONE DI AERAZIONE  (cm <sup>2</sup> / m)	ALTEZZA SEZIONE DI AERAZIONE (cm)	ALTEZZA LIBERA PER LE RETTANTI ZONE (cm)
6	200	2,4	30	200	2,4	2,0
7	200	2,4	35	200	2,4	2,0
8	200	2,4	40	200	2,4	2,0
9	200	2,4	45	200	2,4	2,0
10	200	2,4	50	200	2,4	2,0
11	220	2,6	55	200	2,4	2,0
12	240	2,9	60	200	2,4	2,0
13	260	3,1	65	200	2,4	2,0
14	280	3,3	70	200	2,4	2,0
15	300	3,6	75	200	2,4	2,0

Figura 7 - Calcolo della sezione minima di aerazione <sup>4</sup>**Puntoni**

Dimensionati in funzione della luce e dei carichi d'esercizio e dei sovraccarichi accidentali, dovranno supportare gli strati funzionali successivi, ovvero nell'ordine:

- perlinato (elemento di chiusura e finitura inchiodato all'orditura principale);
- freno al vapore;
- elemento coibente stratificato;
- membrana ad alta traspirazione;
- listelli di ventilazione;
- listelli porta-tegola;
- coppi.

**Perlinato**

In abete, di spessore pari a circa 24mm, di larghezza compresa tra i 120mm ed i 300mm e di lunghezza fino a 4m (per tutti i tipi di larghezza). Potranno avere innesti fughe di vario tipo: "a V" - piane (solo per montaggio a pavimento) - doppio uso. Si riporta sotto una immagine esemplificativa. Da evitare, per ridurre il carico gravante sui puntoni, gli spessori da 34mm o 45mm, nonché i più sottili profili da 21mm onde evitare inopportuni imbarcamenti delle assi (cfr. Figura 8).

<sup>4</sup> Manuale funzioni del tetto e degli strati di aerazione sottocopertura, [http://www.wierer.it/fileadmin/bu-files/it/DOCUMENTI\\_TECNICI/MANUALI/Manuale\\_WR\\_Cap\\_2\\_Funzioni\\_del\\_tetto.pdf](http://www.wierer.it/fileadmin/bu-files/it/DOCUMENTI_TECNICI/MANUALI/Manuale_WR_Cap_2_Funzioni_del_tetto.pdf), aggiornamento 22/11/2016.

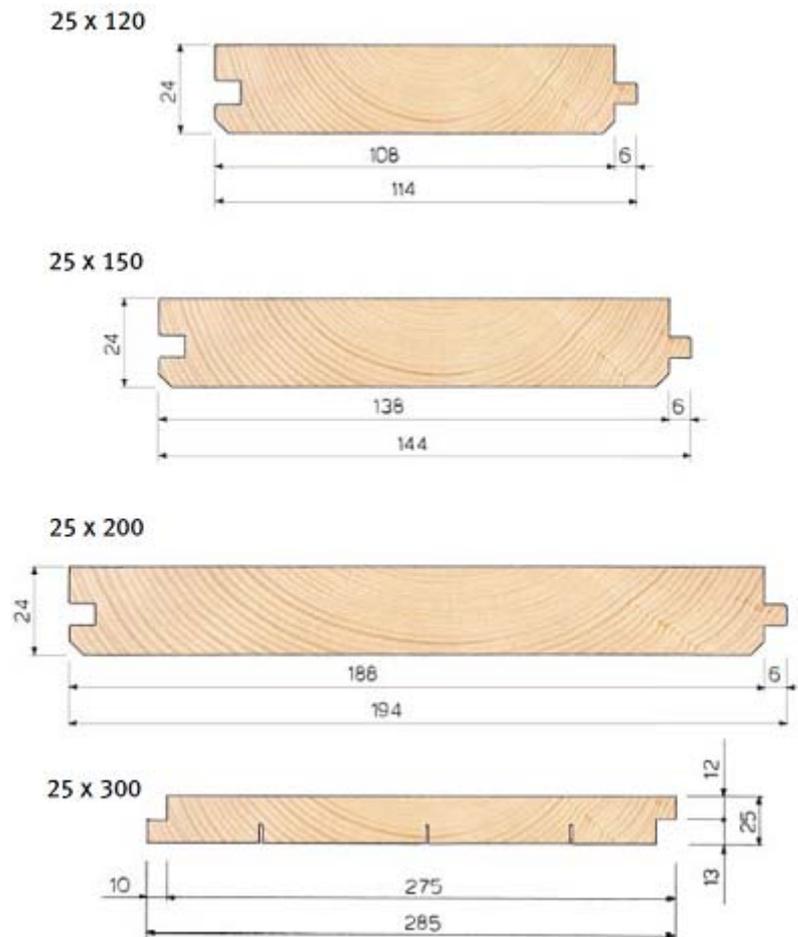


Figura 8 - Tipologie di perlinato adottabili in fase di progetto

### Freno al vapore

Dovrà garantire il rispetto delle seguenti indicazioni:

• Materiale componente:	PP.PP.PP.
• Larghezza rotolo:	150mm
• Spessore:	0,45mm (secondo norma EN1849-2)
• Massa areica:	155 ±10 g/m <sup>2</sup> (cfr. norma EN1849-2)
• Densità:	258 k/m <sup>3</sup> (norma EN 1849-1)
• Coefficiente di resistenza al passaggio del vapore (μ)	3333 (UNI EN ISO 12572)
• Coefficiente di permeabilità al vapore	0,0579*10 <sup>-12</sup> kg/m*s*Pa (UNI EN ISO 12572)
• Diffusione del vapore acqueo:	circa 15 g/m <sup>2</sup> /24ore (UNI EN ISO 12572)
• Conducibilità termica (λ):	0,22 W/mK
• Calore specifico:	1700 J/kgK
• Colonna d'acqua:	> 200cm (EN 20811)
• Resistenza allo strappo longitudinale:	380 ±30 N/50mm (EN 12311-1)

• Resistenza allo strappo trasversale:	250 ±30 N/50mm (EN 12311-1)
• Allungamento longitudinale:	75 ±15% (EN 12311-1)
• Allungamento trasversale:	115 ±15% (EN 12311-1)
• Strappo da chiodo longitudinale:	185 ±15N (EN 12310-1)
• Strappo da chiodo trasversale:	225 ±15N (EN 12310-1)
• Reazione al fuoco:	Classe E (EN13501-1)
• Stabilità raggi UV:	3 mesi
• Temperatura di esercizio:	-40°C < x < +90°C

Le sigillature delle interruzioni e sovrapposizioni potranno essere gestite mediante l'impiego di USB Tape GREEN (o similare).

### **Strato coibente**

Potrà essere realizzato mediante l'utilizzo di 15cm di polistirene o di circa 8cm di poliuretano o mediante altri materiali di origine naturale (fiocchi di cellulosa) od impiegando lana di roccia o similari, od ancora pacchetti precostituiti (tipo Isotetto, Isotec o manufatti similari)<sup>5</sup>, purché vengano garantite idonee condizioni termo-igrometriche.

### **Membrana ad alta traspirazione**

Avrà le seguenti caratteristiche:

• Materiale componente:	PP.PP.PP.
• Larghezza rotolo:	150mm
• Spessore:	0,6mm (secondo norma EN1849-2)
• Massa areica:	155 ±10 g/m <sup>2</sup> (cfr. norma EN1849-2)
• Densità:	258 k/m <sup>3</sup> (norma EN 1849-1)
• Coefficiente di resistenza al passaggio del vapore (μ)	33 (UNI EN ISO 12572)
• Coefficiente di permeabilità al vapore	5,8485*10 <sup>-12</sup> kg/m*s*Pa (UNI EN ISO 12572)
• Classe di impermeabilità:	W1 (EN 1928)
• Conducibilità termica (λ):	0,22 W/mK
• Calore specifico:	1700 J/kgK
• Colonna d'acqua:	> 200cm (EN 20811)
• Resistenza allo strappo longitudinale:	350 ±30 N/50mm (EN 12311-1)
• Resistenza allo strappo trasversale:	230 ±30 N/50mm (EN 12311-1)
• Allungamento longitudinale:	75 ±15% (EN 12311-1)

<sup>5</sup> Nel caso in cui si impieghino pacchetti isolanti preformati e multifunzione, andrà tenuto in conto che alcuni strati funzionali (es. listelli) non saranno più necessari.

• Allungamento trasversale:	115 ±15% (EN 12311-1)
• Strappo da chiodo longitudinale:	230 ±15N (EN 12310-1)
• Strappo da chiodo trasversale:	300 ±15N (EN 12310-1)
• Reazione al fuoco:	Classe E (EN13501-1)
• Stabilità raggi UV:	2 mesi
• Temperatura di esercizio:	-40°C < x < +90°C

### **Listelli di ventilazione**

Di dimensione da scegliere tra i (40x40)mm, (50x50)mm o (50x70)mm saranno in abete. Andranno previste interruzioni di 30mm ogni 140mm (di lunghezza) per agevolare la ventilazione sottotegola.

### **Listelli porta-tegola**

Di spessore pari a 30mm e larghezza da 40mm, saranno collocati perpendicolarmente ai listelli di ventilazione, secondo una giacitura consona al corretto fissaggio dei coppi.

### **Coppi**

Come già segnalato, verranno riutilizzati quanto più possibile quelli attualmente posti in opera.

La loro eventuale integrazione, andrà operata con elementi assolutamente simili in quanto a dimensione, tipologia e resistenza caratteristica, così da ottenere sia una omogeneità estetica che di comportamento in situ. Nell'eventualità di coppi ammalorati e non recuperabili, questi andranno sostituiti in numero congruo da altri con griglia di ventilazione, da disporre in maniera idonea sull'intero tetto per agevolare ed aumentare la ventilazione sottotegola. In alternativa si potrà far ricorso ad elementi di tipo "Ario" o similari (cfr. voce "elementi di ventilazione"). A puro titolo esemplificativo, si riporta in Figura 9 l'attuale disposizione dei coppi in copertura, segnalando che - almeno visivamente non essendo stato possibile accedere al sottotetto della manica Ovest-Est - è dato osservare come sul colmo gli elementi di tenuta siano stati sovrapposti senza avere al di sotto un adeguato appoggio, situazione che li rende:

- estremamente fragili in caso di maltempo;
- non in grado di garantire condizioni di comfort termico nel sottotetto, visto l'eccessivo spazio libero lasciato tra elementi contigui.

Una possibile soluzione può essere quella di adottare idonei elementi che permettano una adeguata ventilazione ed assicurino nel contempo una ottimale tenuta agli agenti atmosferici degli elementi discontinui della copertura (si veda dettaglio riportato in Figura 10).

I coppi, inoltre, andranno vincolati singolarmente al sottostrato di supporto, così da scongiurare ipotetici spostamenti nel tempo sul loro asse longitudinale (cfr. Figura 11).



Figura 9 - Prospetto (lato Est) di una porzione dei tetti oggetto di intervento (riportante l'indicazione di uno degli errori progettuali che andranno sanati durante i lavori di sostituzione della copertura)



Figura 10 - Dettaglio del colmo adottabile per le varie coperture



Figura 11 - Esempificazione dettaglio dei ferma-coppi

### **Elementi di areazione**

Per aumentare la ventilazione sotto tegola, dovranno prevedersi opportuni elementi di areazione, del tipo "Ario" o similari da frapporsi al di sotto delle file concave (coperte), in numero idoneo alla inclinazione ed allo sviluppo lineare delle singole falde. Grazie a tali ausilli, sarà possibile elevare di  $2 \approx 2,5\text{cm}$  il piano di imposta delle coperte. A livello di computo, dal momento che la copertura risulta già di per sé ventilata, si è considerata una media di 1 areatore ogni  $30\text{m}^2$  di sviluppo di copertura. Diversamente ne andrà previsto 1 ogni  $15\text{m}^2$  di tetto.

### **Elementi ferma-neve**

Infine, a differenza di quanto attualmente in essere, andranno previsti - in numero adeguato ed in posizione consona - opportune staffe ferma-neve. Dovranno assicurare i seguenti requisiti minimi:

- presentare caratteristiche di stabilità alla compressione, eventualmente grazie alla presenza di un bordo profilato sull'intera superficie del perimetro;
- essere utilizzabili per tutte le altitudini normali;
- avere una finitura superficiale in grado di resistere alle intemperie e garantire una lunga durata. Potranno essere composte da un nastro d'acciaio zincato a caldo, presentante rivestimento in plastica. A livello di computo sono stati considerati in numero pari a 6 elementi ogni  $\text{m}^2$  di copertura. Va ricordato che soltanto una posa sull'intera superficie del tetto consente di ottenere una protezione ottimale rispetto alla caduta della neve.

Tali elementi possono eventualmente essere sostituiti da coppi preformati e riportanti sulle coperte idoneo profilo ferma-neve.

### **Solaio in latero-cemento**

Si è ritenuto utile proporre lo smantellamento del solaio posto a chiusura dell'Aula Magna e composto da lastre in lamiera grecata posate su un impalcato in legno, sostituendolo con un solaio in latero-cemento, così da garantire un sicuro accesso all'area del sottotetto per future attività di ispezione e/o manutentive.

## ERRORI DA EVITARE

Ventilazione

### 1. Colmo non ventilato

- umidità sotto la copertura con rischio di marcescenze
- mancato passaggio dell'aria
- infiltrazione d'acqua piovana

### 2. Mancata ventilazione

- surriscaldamento del pacchetto coibente
- passaggio incontrollato del calore nell'ambiente interno
- accumulo di umidità nel coibente

Impermeabilità all'acqua

### 3. Mancata impermeabilità all'acqua nei punti di fissaggio

- infiltrazione d'acqua nel coibente e nell'ambiente interno

### 4. Membrana traspirante di bassa qualità

- scarsa durabilità
- scarsa tenuta meccanica al capestio durante la posa
- scarsa resistenza ai raggi UV
- garanzia prevista dalla legge (1 anno)
- rischio d'infiltrazione d'acqua
- perdita delle prestazioni di tenuta al vento

Regolazione del vapore

### 5. Pannello fenolico non traspirante

- impedimento al passaggio del vapore
- formazione di condensa nel pacchetto coibente

### 6. Mancanza del freno al vapore

- migrazione non controllata di umidità nel coibente
- formazione di condensa
- mancata tenuta all'aria

Efficienza energetica

### 7. Spessore inadeguato di coibentazione

- dispersioni termiche
- mancato comfort interno
- alto rischio di fenomeni di condensa
- rischio di formazione di muffe interne



## LA POSSIBILE PROPOSTA DI INTERVENTO

Ventilazione

### 1. Colmo ventilato

- copertura asciutta e garantita
- aperto al passaggio dell'aria
- linea di colmo protetta da infiltrazioni d'acqua

### 2. Corretta ventilazione

- salubrità del pacchetto coibente
- riduzione delle temperature sottotegola
- elementi in legno sempre asciutti

Impermeabilità all'acqua

### 3. Impermeabilità all'acqua nei punti di fissaggio

- tenuta all'acqua tra listellatura e pacchetto sottostante

### 4. Membrana traspirante di alta qualità

- impermeabilità all'acqua
- tenuta meccanica al capestio durante la posa
- resistenza ai raggi UV
- garanzia minima (10 o 20 anni)

Regolazione del vapore

### 5. Membrana traspirante di alta qualità

- apertura alla diffusione del vapore acqueo
- mantenimento delle caratteristiche del pacchetto coibente

### 6. Freno al vapore

- migrazione controllata di umidità nel coibente
- prevenzione della formazione di condensa
- tenuta all'aria garantita

Efficienza energetica

### 7. Coibentazione adeguata alla zona climatica

- protezione dal caldo e dal freddo
- elevato comfort interno
- prevenzione della formazione di muffe interne



### ATTIVITÀ DI BONIFICA

Vista l'attuale impossibilità di accedere ad alcune aree della copertura e dal momento che risulta di difficile valutazione - esclusivamente per via fotografica e visiva - riuscire a discernere con precisione tra elementi potenzialmente dannosi per l'ambiente e/o pericolosi per la salute (si legga amianto, etc...).

E' stata considerato nel computo una voce riguardante la bonifica di una tubatura verticale presumibilmente in amianto, in questa voce sono stati compresi tutti gli oneri necessari per il suo smaltimento.



*Figura 12 – Tubatura probabilmente in amianto*



*Figura 13 – Tubatura probabilmente in amianto*

## SERRAMENTI IN AULA MAGNA E BIBLIOTECA

Gli attuali serramenti dell'Aula Magna e della biblioteca si presentano in pessime condizioni e non ottemperano più alla loro funzione di barriera consentendo ad aria e acqua di penetrare all'interno dei locali, portandoci quindi a valutarne la loro totale sostituzione. Dopo aver eseguito la rimozione, i nuovi infissi che, dovranno comunque mantenerne le medesime caratteristiche estetiche e di materiali, verranno installati ponendo particolare attenzione al loro fissaggio alla muratura che dovrà essere eventualmente risanata, intonacata e tinteggiata riconsegnandola come si presentava allo stato iniziale. La sostituzione dei serramenti garantirà una notevole miglioria per quanto riguarda l'isolamento termoacustico dei locali dove verranno posati.



Figura 14 – Particolare serramento esistente



Figura 15 – Particolare serramento esistente



Figura 15 – Particolare serramento esistente e davanzale



Figura 16 – Particolare portafinestra sul ballatoio esistente



Figura 17 – Particolare portafinestra interno

## MURATURA INTERNA AULA MAGNA

L'Aula Magna allo stato di fatto si presenta con un doppio controsoffitto (un livello più alto in lamiera ed un livello più basso in latero-cemento), si è deciso di eliminare entrambe i controsoffitti realizzando una copertura lignea a vista, pertanto ci si presenta la necessità di rifinire le porzioni murarie ora comprese tra i due controsoffitti eseguendo un rinzaffo, un'intonacatura e tinteggiando a nuovo l'intera Aula Magna in modo da creare un ambiente unico ed omogeneo.



Figura 18 – Controsoffitto in latero-cemento Aula Magna



Figura 19 – Controsoffitto in lamiera Aula Magna

### BALLATOIO AULA MAGNA

Tutto intorno all'Aula Magna corre un ballatoio di servizio che al momento risulta non essere agibile, si è pertanto previsto un intervento radicale che prevede lo smontaggio delle lastre di calpestio, con verifica dello stato di fatto e successiva pulizia (compresa l'eventuale sostituzione di quelle gravemente ammalorate) da effettuare prima del rimontaggio. Si consiglia di numerare le lastre in modo da poterle ricollocare con più facilità e precisione.

Approfitando dello smontaggio della pavimentazione del ballatoio si effettuerà una verifica dello stato degli ancoraggi e dello stato di conservazione degli elementi in massello quali i modiglioni di sostegno. Anche qui come per la pavimentazione è prevista l'eventuale sostituzione di quelli reputati non più sicuri e una verifica accurata di tutti gli stati di ancoraggio alle murature. Si sottolinea la necessità di ripristinare la muratura, dove si renderà necessaria, nelle vicinanze dei modiglioni in modo da renderla uguale allo stato originario della costruzione.



Figura 20 – Ballatoio e modiglioni dell' Aula Magna

## SPAZI ESTERNI

### ***Parcheggi, percorsi in genere e pavimentazione***

La zona destinata a parcheggio, le vie di accesso in genere e la pavimentazione esterna non saranno oggetto di intervento, anche se si raccomanda che vengano ripristinate nell'eventualità in cui, durante l'utilizzo, vengano modificate (parcheggi e percorsi) o danneggiate (pavimentazione).

## CRONOPROGRAMMA DI INTERVENTO

Sono stati ipotizzati 300 giorni (naturali e consecutivi) per il completamento dell'intero intervento.

E' plausibile immaginare che le lavorazioni possano prevedere sovrapposizioni per gli interventi che interesseranno tetti contigui, così da aumentare il numero di giorni a disposizione per il completamento delle varie falde, vista la necessità di tenere in conto eventuali slittamenti delle lavorazioni dovuti a condizioni meteo avverse, imprevisti, etc...

## STIMA DEI COSTI DI INTERVENTO

L'investimento per la gestione del rifacimento della copertura, sostituzione serramenti, messa in sicurezza ballatoio ammonta ad un totale di circa 785.000 Euro (oltre oneri per la sicurezza). E' stata presa in considerazione, vista la precarietà della soluzione attualmente in essere, la rimozione dell'attuale solaio (limitatamente agli spazi destinati all'Aula Magna) con finitura in perlinato ligneo che rimarrà a vista con relativa rifinitura e tinteggiatura delle pareti laterali ad oggi compreso tra i due livelli di controsoffitti esistenti.

In Tabella 1 viene riportato, per macro-voci e con una approssimazione delle cifre per eccesso, quanto più dettagliatamente nel computo metrico allegato:

Noli e ponteggi:	100.000€ (circa)
Demolizioni:	68.000€ (circa)
Costruzioni:	605.000€ (circa)
Sicurezza:	60.000€ (circa)

Tabella 1: sintesi dei costi di realizzazione della copertura oggetto di intervento

## 2. ELENCO ELABORATI ALLEGATI

A titolo illustrativo e per maggiori approfondimenti si allegano alla presente relazione alcuni elaborati testuali e grafici inerenti il progetto in oggetto.

- Allegato 1: Approfondimento inquadramento territoriale dell'intervento
- Allegato 2: Sopralluoghi e rilievo fotografico commentato
- Allegato 3: Un riferimento da cui trarre utili indicazioni progettuali

ALLEGATO 1: APPROFONDIMENTO INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'INTERVENTO

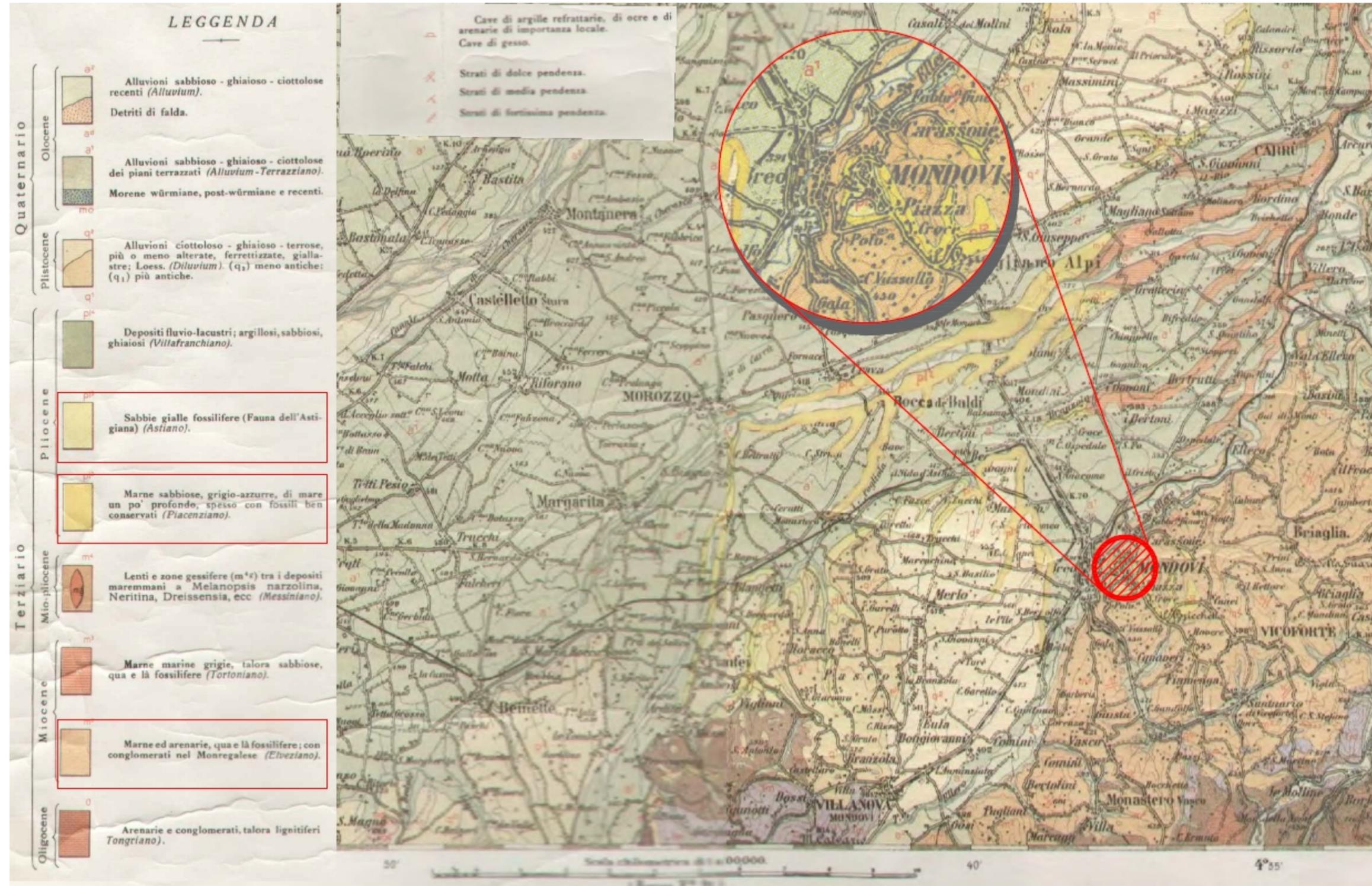


Tavola 1: Estratto Carta Geologica d'Italia (Foglio nr. 80)

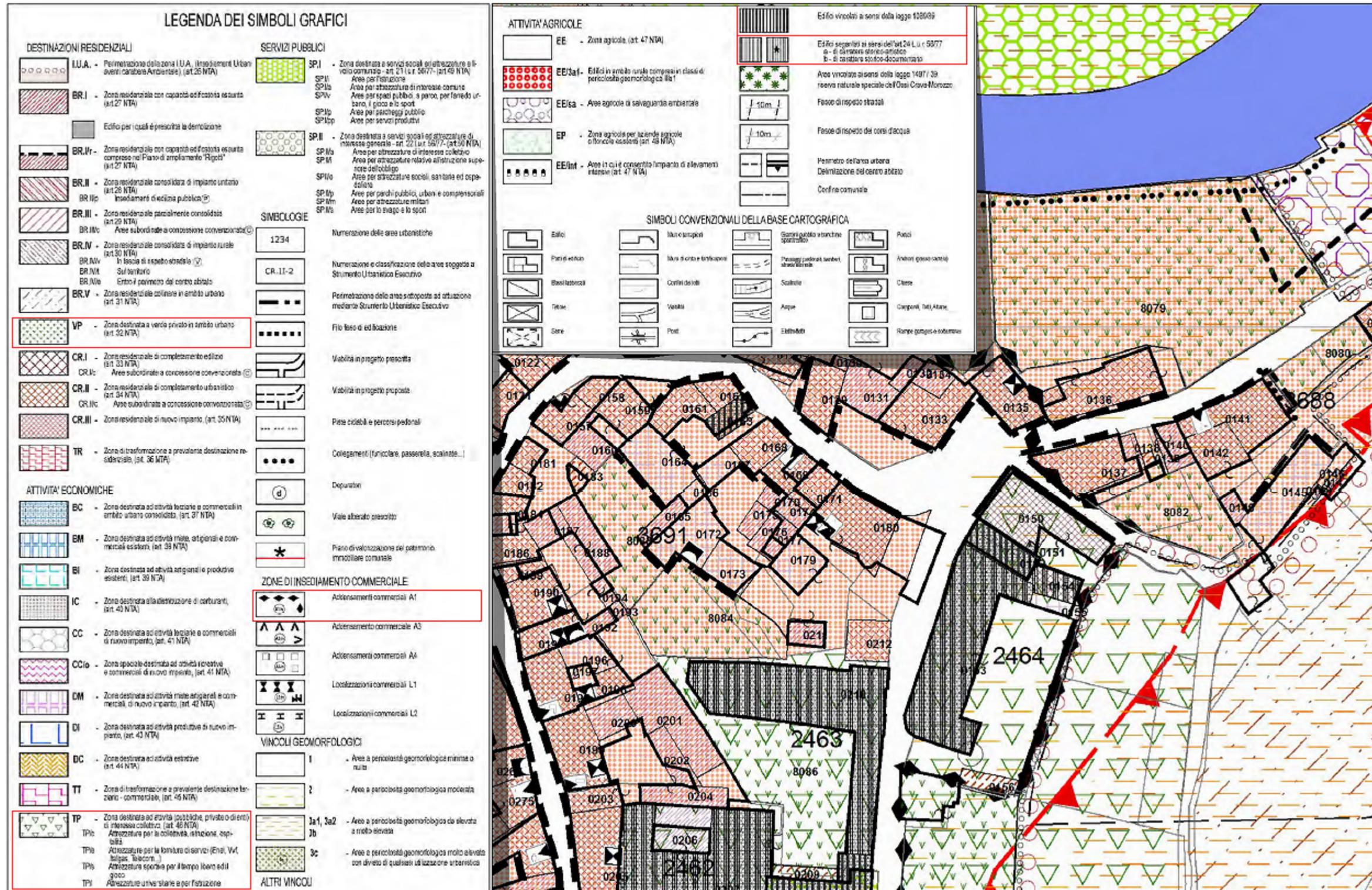


Tavola 2: Estratto Planimetria di Progetto del Concentrico

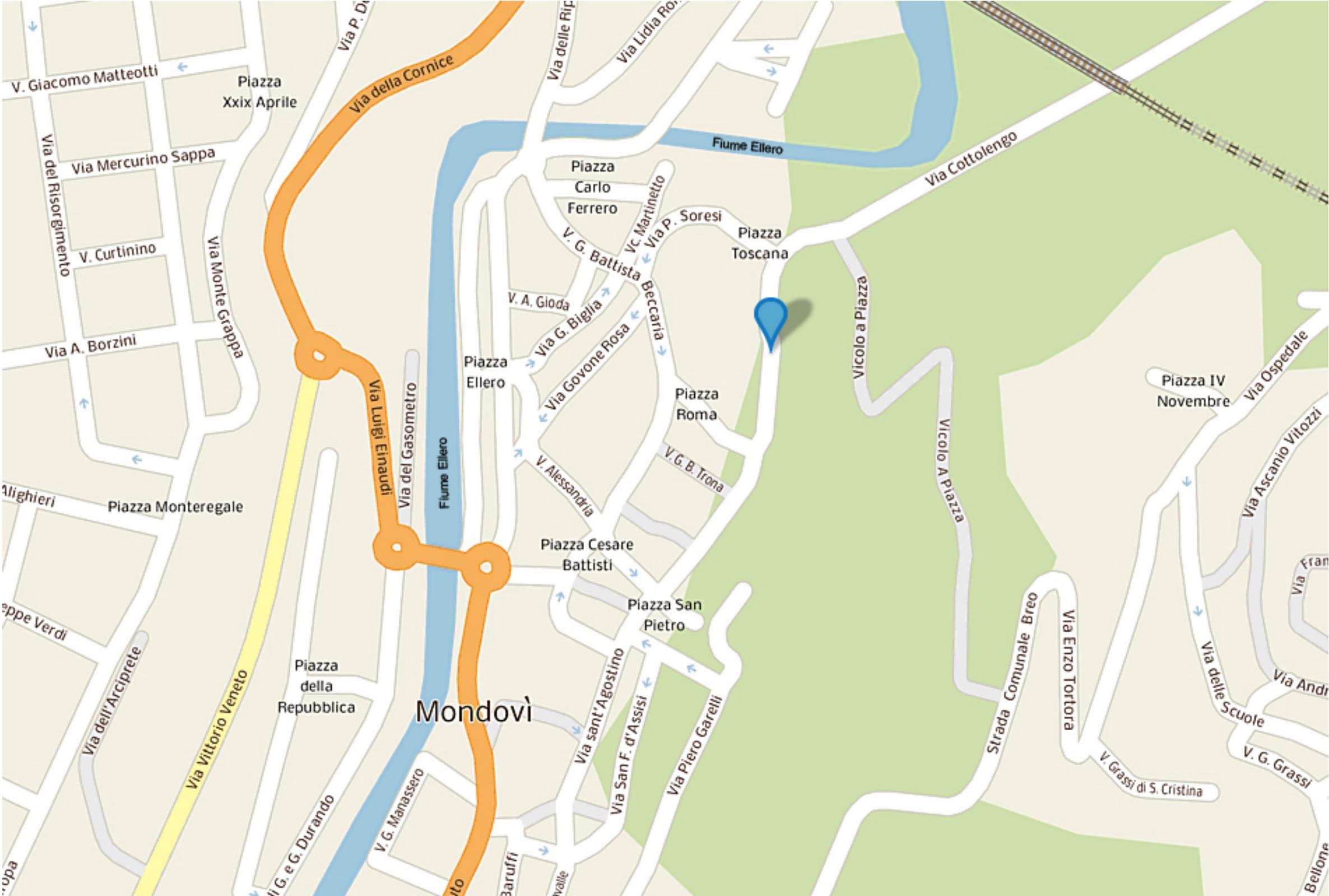


Tavola 3: Estratto Mappa Viabilità

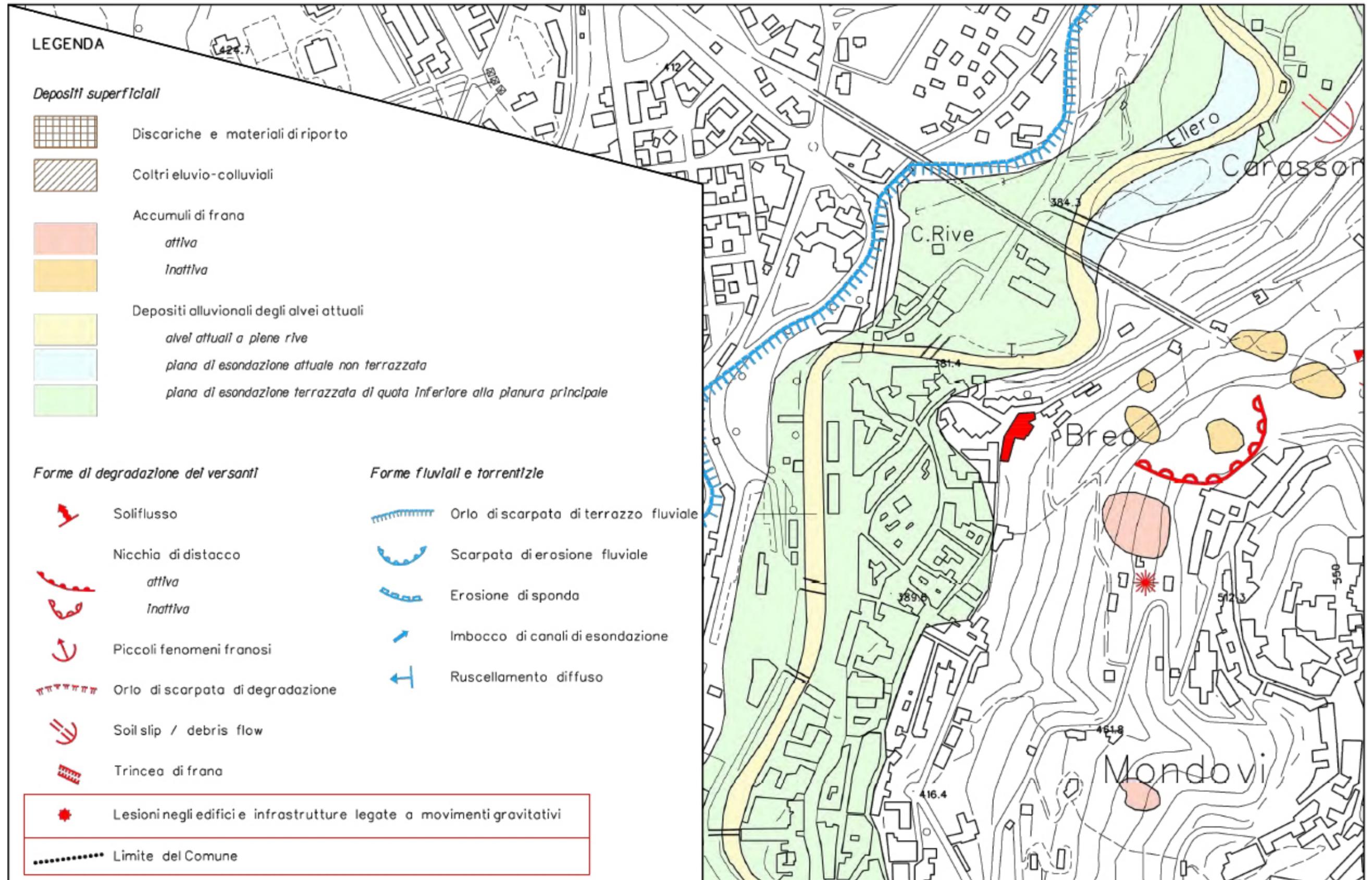


Tavola 4: Estratto Carta Geomorfologica allegata al PRGC

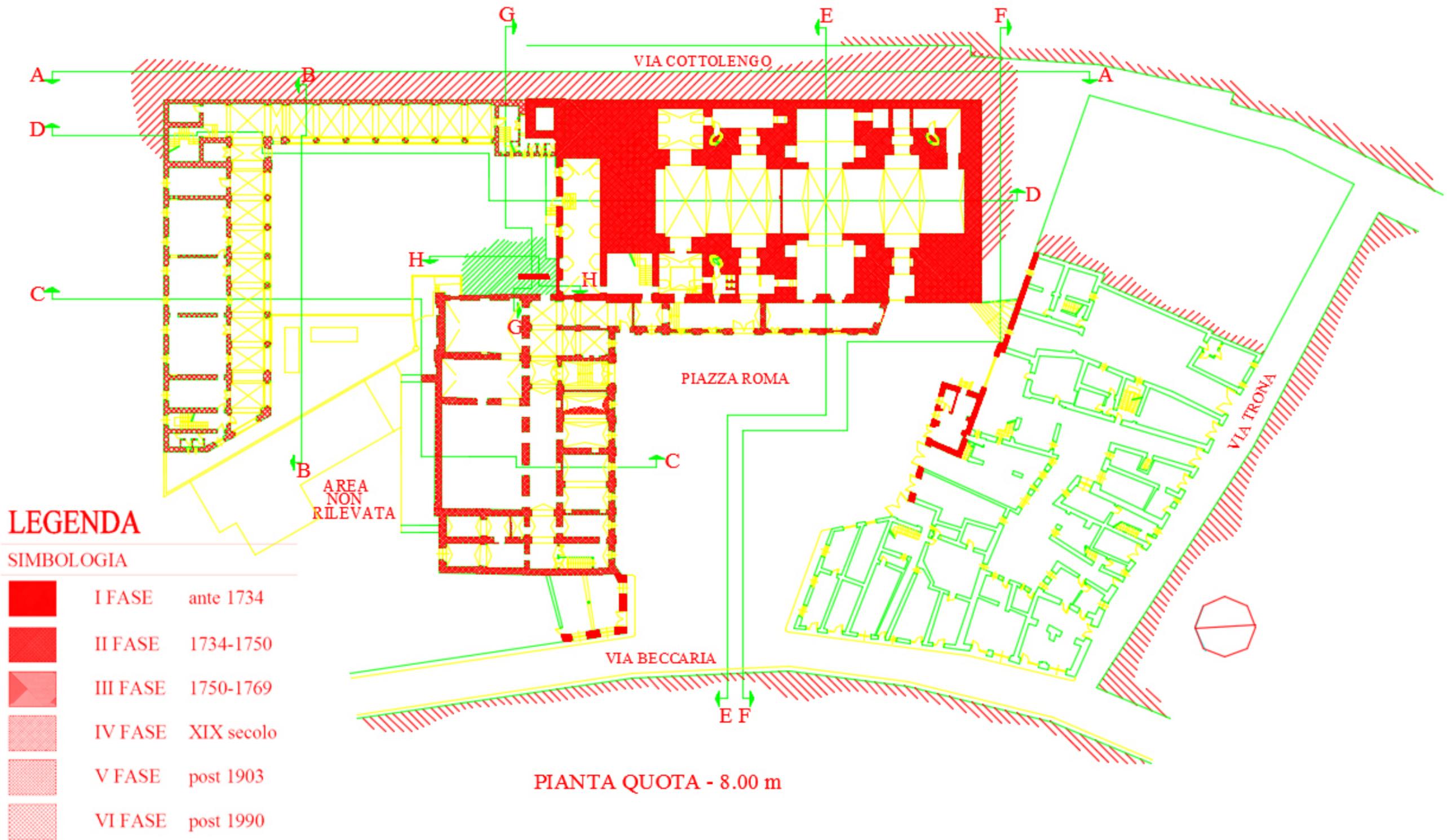


Tavola 5: Planimetria generale indicante la cronologia costruttiva del Complesso e le linee di sezione

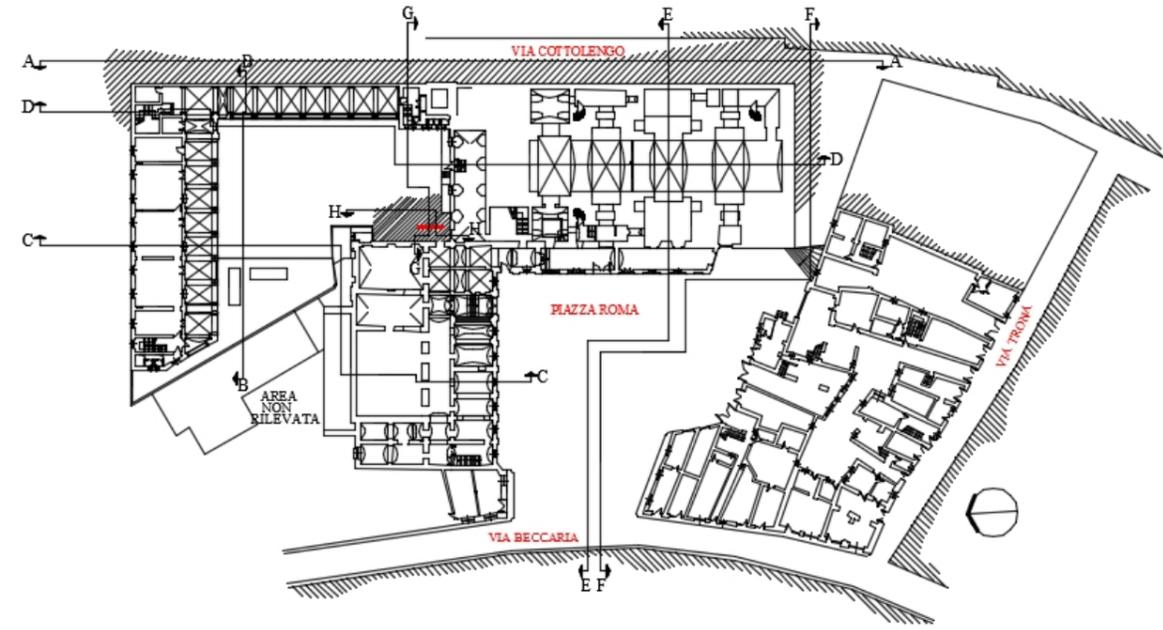
### LEGENDA

#### SIMBOLOGIA

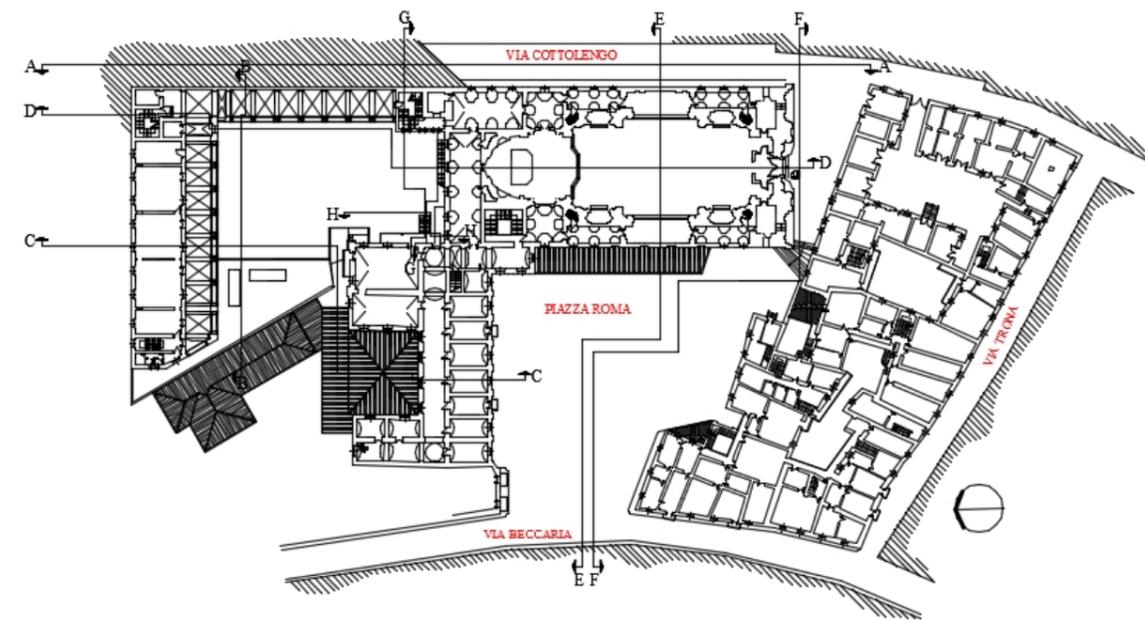
	I FASE	ante 1734
	II FASE	1734-1750
	III FASE	1750-1769
	IV FASE	XIX secolo
	V FASE	post 1903
	VI FASE	post 1990



Tavola 6: Sezione G-G riportante indicazioni cronologiche delle fasi costruttive



PIANTA QUOTA - 8.00 m

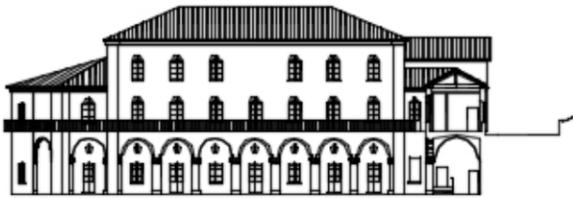


PIANTA QUOTA - 4.00 m

Tavola 7: Piante (varie quote)



SEZIONE A - A

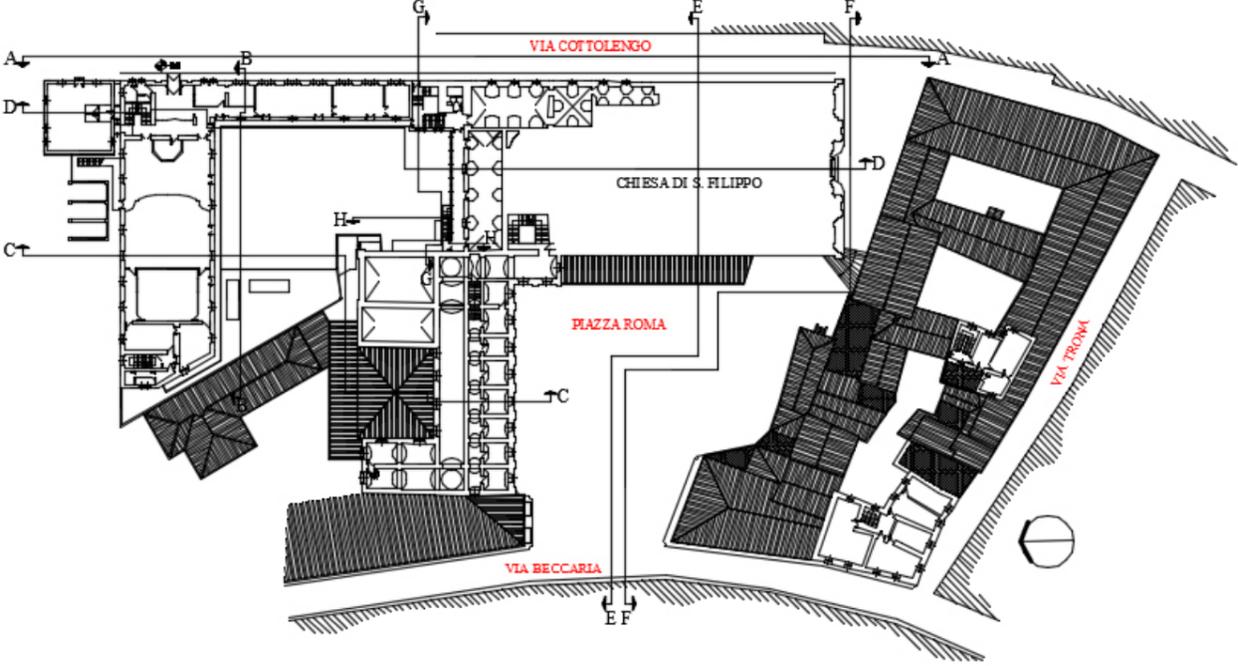


SEZIONE B - B



SEZIONE C - C

Tavola 8: Sezioni

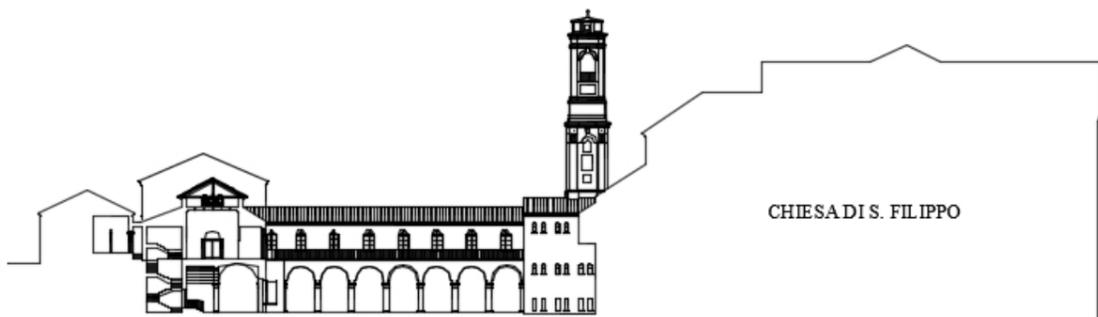


PIANTA QUOTA +1.50 m



SEZIONE D - D

Tavola 9: Piante e Sezioni (varie quote)

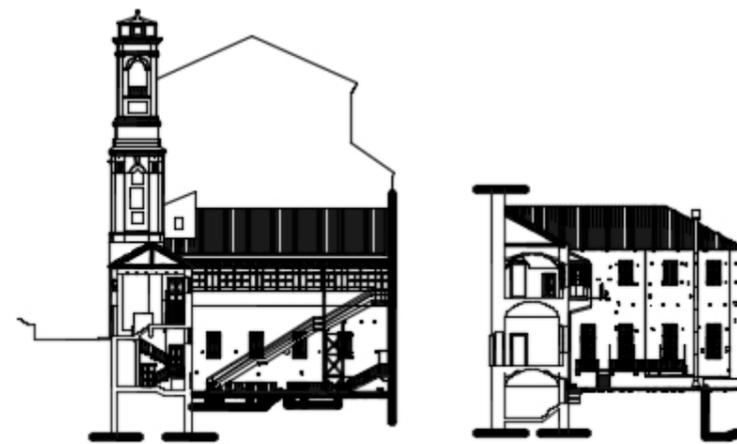


SEZIONE E - E



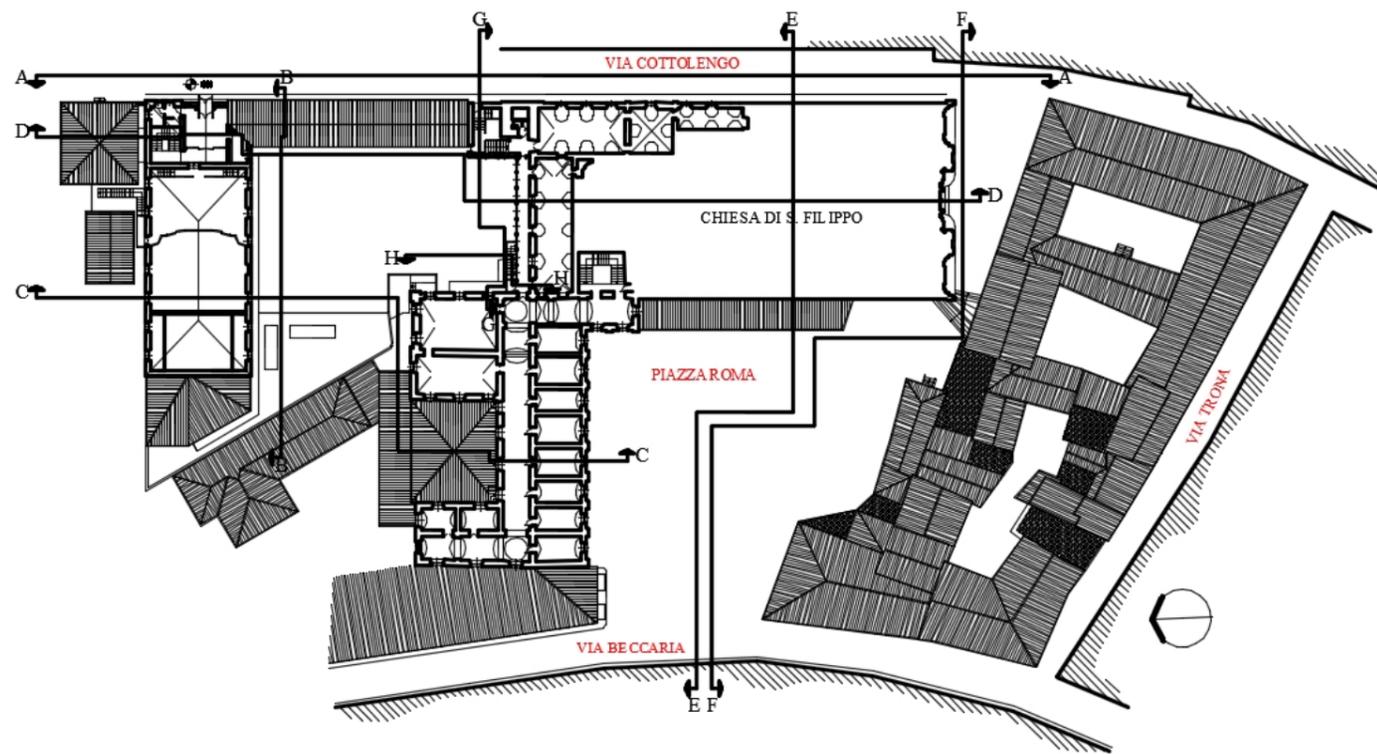
SEZIONE F - F

Tavola 10: Sezioni



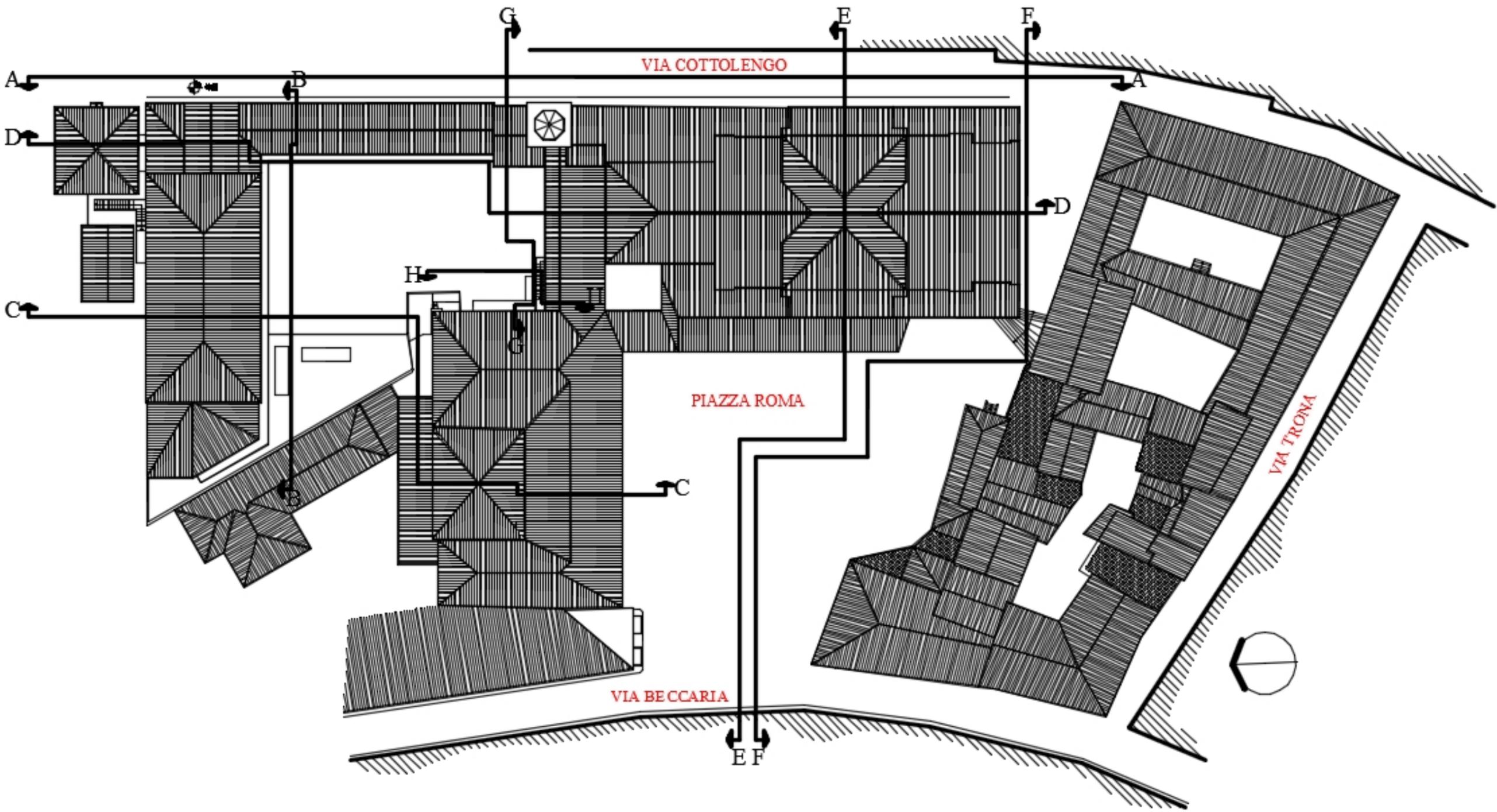
SEZIONE G - G

SEZIONE H - H



PIANTA QUOTA + 5.00 m

Tavola 11: Sezioni e Piante (varie quote)



**PIANTA COPERTURE**

Tavola 12: Planimetria delle coperture

## ALLEGATO 2: SOPRALLUOGHI E RILIEVO FOTOGRAFICO COMMENTATO

A seguito dei sopralluoghi svolti, si sono rilevate alcune peculiarità che hanno permesso di delineare le successive linee di intervento. Per ragioni di sinteticità, si riportano i risultati dei sopralluoghi nella Tabelle presentate nelle pagine successive.

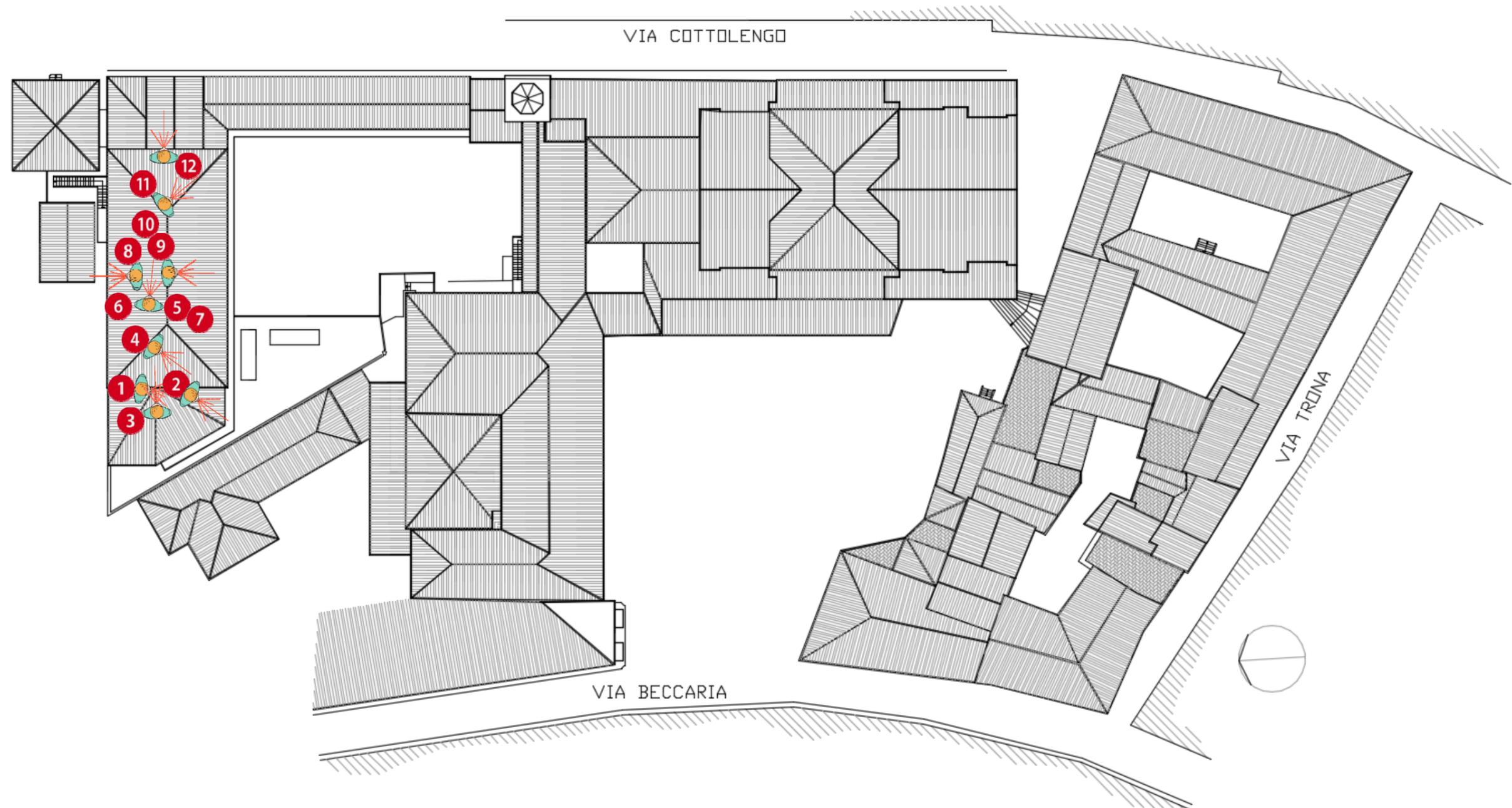


Immagine a: Posizione di presa della campagna fotografica riportata nelle pagine successive

Da una prima analisi visiva, è riscontrabile come la struttura principale della copertura sia costituita da puntoni, monaci e saette, anche se non è presente alcuna catena posta sul piano di imposta. A questa orditura di supporto si sovrappone perpendicolarmente una serie di arcarecci e correnti che sorreggono il manto di copertura in coppi.

In fase di progetto, per non snaturare la tipologia, conformazione e giacitura degli strati funzionali attualmente in opera, si potrebbe confermare la struttura di supporto composta da capriate su cui vincolare un tavolato di finitura ed uno strato isolante autoportante (tipo Isotetto o similari) od, in alternativa, una delle soluzioni proposte nei paragrafi precedenti. Da parte opposta andrà soltanto risolto l'interfacciamento tra i coppi e lo strato isolante, impiegando opportuna listellatura a cui vincolare i coppi recuperati dalla precedente copertura. In questo modo verrà preservata l'immagine esterna, creando i presupposti per passare da un tetto freddo ad uno caldo.

I puntoni e gli arcarecci appaiono in buono stato di conservazione (cfr. Immagini 4, 5 e 7), mentre per i correnti ed i listelli, questi andranno sostituiti in blocco dal momento che non garantiscono adeguati livelli di tenuta al carico (molti sembrano infatti ammalorati o, peggio, spezzati).

Per i coppi, andrà previsto un tasso di sostituzione di circa il 20≅30%, così da rimpiazzare quelli presumibilmente deterioratisi nel tempo. Per i puntoni e gli arcarecci, sebbene siano stati riscontrati in discreto stato di conservazione, a livello di computo ne è stata prevista la sostituzione, anche se - anche solo per un discorso di economia di scala - può essere valutato un eventuale recupero di quelli ancora in grado di assolvere in maniera adeguata alla loro funzione precipua.

Andrà curato l'interfacciamento tra muratura perimetrale e sistema tetto, così da non pregiudicare la corretta tenuta dello stesso agli aeriformi ed ai liquidi (cfr. Immagine 8).

Sono presenti lucernari (cfr. foto successive), di scarso valore artistico in quanto realizzati in materiale povero (legno e policarbonato trasparente ed opaco), fornendo di fatto una chiusura appena abbozzata. Va detto che, in funzione dei materiali utilizzati, tali chiusure non sono certamente da considerarsi storicamente coeve ai primi interventi occorsi sulla Struttura.

A chiusura del solaio (questa separazione orizzontale opaca copre di fatto esclusivamente l'attuale Aula Magna), sono state posate in opera lamiera grecate sovrapposte (cfr. Immagini 3, 5 e 7) che non possono considerarsi strutturalmente idonee a permettere una adeguata pedonabilità e/o il passaggio di operai, men che meno dunque a supportare carichi concentrati o comunque diversi da quelli relativi al carico proprio. Per questi motivi, come già segnalato, l'intervento di rifunzionalizzazione della copertura andrà eseguito dall'esterno e non operando nel sottotetto.

La tipologia di chiusura opaca inclinata può essere considerata sostanzialmente simile su tutto lo sviluppo di falda.

Sono presenti macchinari inutilizzati di vario genere, vincolati alle capriate (cfr. Immagini 7 e 10).

1



2



3



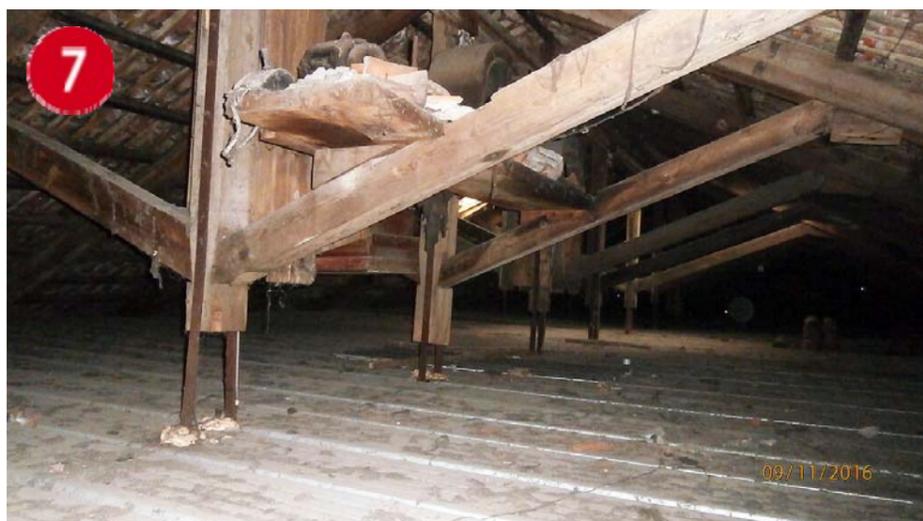
4



5



Dettaglio

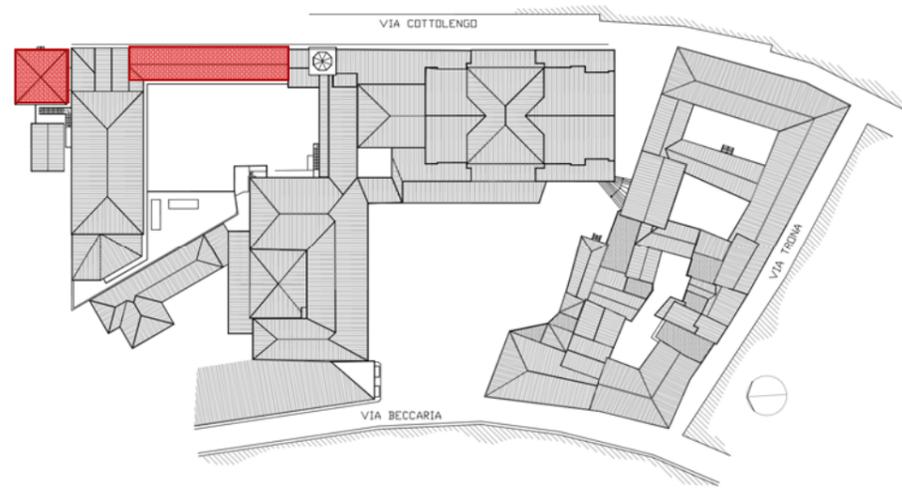


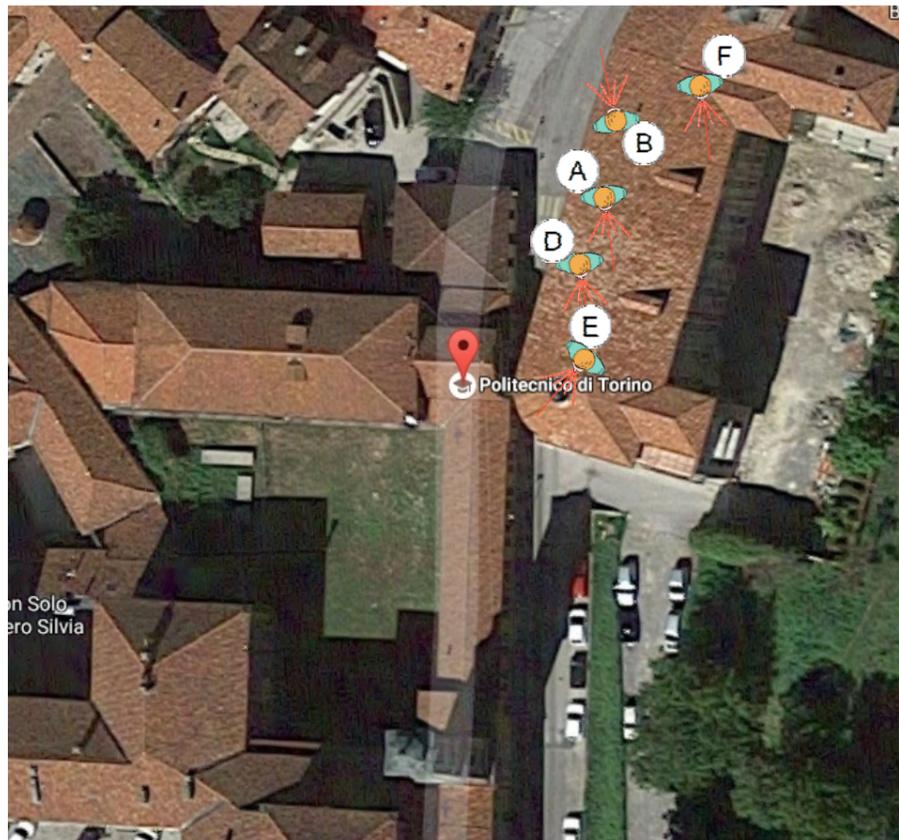
12



Alcuni sottotetti non risultano praticabili o comunque facilmente accessibili. Si riporta sotto la planimetria delle coperture di cui non è stato possibile fornire idonea documentazione fotografica.

12





**ALLEGATO 3: UN RIFERIMENTO DA CUI TRARRE UTILI INDICAZIONI PROGETTUALI**

Come modello per il rifacimento del tetto oggetto di questo studio, può essere considerata la rifunzionalizzazione della copertura dell'Edificio Ferrini, di cui nelle pagine seguenti si riportano alcune sommarie considerazioni.

La struttura principale della copertura è costituita da puntoni con monaco e catena (poco visibile in quanto in parte inglobata nel solaio di separazione tra il sottotetto e la copertura). A questa orditura di supporto si sovrappone perpendicolarmente una serie di travi secondarie a cui sono stati vincolati listoni lignei di chiusura. Al di sopra di questo ulteriore strato funzionale, è stato posato un sistema a listelli che sorreggono il manto di copertura in coppi.

I lucernari di nuova realizzazione potranno essere della medesima tipologia di quelli posati in opera sulla copertura dell'Edificio Ferrini (cfr. lettera D).

Elemento di separazione tra copertura ed aree sottostanti, è stata posta una soletta in conglomerato che ingloba parte delle catene lignee (nell'eventualità in cui non si possa posare un solaio continuo a spessore costante).

Il tetto risulta a due falde e quindi molto simile a quello oggetto del presente studio.

Sono stati curati con particolare attenzione gli interfacciamenti con la muratura di confine, gli appoggi ai setti portanti e le riquadrature per il posizionamento dei lucernari.

A



B



Nelle foto riportate a fianco sono chiaramente visibili le sovrapposizioni che si realizzeranno per ridurre ulteriormente la luce di appoggio del sovrastante tavolato in legno.

Viene confermata la perfetta giunzione delle parti, sia a livello di parti componenti le capriate che di interfacciamento tra la struttura di sostegno ed i muri perimetrali.

I nodi di appoggio andranno risolti nel pieno rispetto della morfologia del tetto e del suo sviluppo, confermando le altezze e le luci di sviluppo della precedente copertura, che andrà quindi rilevata ad un elevato livello di dettaglio in modo da non variare le dimensioni caratteristiche della struttura di chiusura che andrà smantellata con cura per recuperare travi, puntoni e coppi ancora in efficienza.

C



E



D



F

