Comune di Pavia
Provincia di Pavia

Cod. fisc. e P.Iva 00296180185
Tel. 0382.3991 Fax 0382.399227
Pec: protocollo@pec.comune.pavia.it

Pavia Città d'Acqua

Sistema resiliente di rigenerazione urbana sostenibile,

ecologia integrale e coesione sociale

Strategia di sviluppo urbano sostenibile

da promuovere attraverso i fondi strutturali e di investimento europei

AZIONE 4A "BASILICA DI SAN LANFRANCO -ALLOGGI DI HOUSING SOCIALE IN DIALOGO CON LA CITTA'" [POP407]

Dirigente del Settore – Ing. Giovanni Biolzi

Responsabile Unico del Procedimento - Ing. Valentina Dalmanzio

Progettista	Direttore dei Lavori	CSE	CSP	Assuntore dei Lavori
Ing. Valentina Dalmanzio Arch. Matteo Ricotti				

Collaboratori	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
Validazione	

Aggiornamenti			Data	Novembre 2022
n.	Data	Descrizione e firma	Scala	000
1				
2			Elaborato	Tavola
3			000	000
4				

COESIONE ITALIA 21-27 LOMBARDIA | Cofinanziato dall'Unione europea | Regione Lombardia

Sommario

1. Premessa 3
1.1 La Strategia di Sviluppo Urbano Sostenibile (SUS) "PAVIA CITTÀ D'ACQUA" 3
1.2 I luoghi di intervento 4
2. Gli obiettivi del progetto sociale ed i servizi erogati 7
3. Individuazione catastale delle aree e disciplina urbanistica ed edilizia applicabile 8
3.1 L'individuazione catastale dell'area oggetto di intervento 8
3.2 L'individuazione dell'area nel PGT vigente 8
4. Studio di prefattibilità ambientale 10
4.1 Impatto ambientale e presenza di vincoli 10
4.2 I vincoli e la fattibilità geologico/sismica 12
4.3 Smaltimento dei materiali da scavo 13
4.4 Impatto della cantierizzazione 13
4.5 Impatti sull'atmosfera a realizzazione ultimata 14
4.6 Azzonamento acustico 14
5. Le azioni progettuali: EDILIZIE ED IMMATERIALI 16
5.1 Le azioni edilizie e di fornitura 16
5.2 Le azioni immateriali 19
6. Stima sommaria dell'intervento 21
7. Quadro economico di progetto edilizio e servizi socio.sanitari 22
7.1 Progetto edilizio e di forniture ex art.6.1 22
8. Procedure di affidamento 23
9. Prime indicazioni e misure per la stesura dei piani di sicurezza ex Dlgs 81/08 23
10. Prime indicazioni sul piano di manutenzione dell'opera 23
11. Cronoprogramma di massima 24

Allegato 1) - *RELAZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE*

1. Norme di riferimento 31
2. Descrizione dell'opera 32
3. Proposte di interventi con descrizione degli interventi di messa in sicurezza opere strutturali 38
Intervento di rinforzo dei maschi murario portanti, in mattoni pieni, mediante la tecnica della muratura armata 49
Interventi di rinforzo a pressoflessione e taglio di maschi murari con placcaggio di fasce 49
4. Caratteristiche materiali delle nuove strutture 54
4.1 Calcestruzzo 54
4.2 Acciaio per barre per c.a 55
4.3 Acciaio per carpenteria 55
4.4 Bulloni per carpenteria 56
4.5 Legno 56

1. Premessa

1.1 La Strategia di Sviluppo Urbano Sostenibile (SUS) "PAVIA CITTÀ D'ACQUA"

Il 27/09/2021 è stato sottoscritto tra Regione Lombardia - Area Programmazione e Relazioni Esterne e il Comune di Pavia il **Protocollo di Intesa per la coprogrammazione della Strategia di Sviluppo Urbano Sostenibile** (SUS) "*PAVIA CITTÀ D'ACQUA: Sistema resiliente di rigenerazione urbana sostenibile, ecologia integrale e coesione sociale*".

Le SUS attuano processi di rigenerazione urbana intesa quale insieme coordinato di azioni urbanistico-edilizi (materiali) e di iniziative sociali (immateriali) e sono finanziate:

- con il PR FESR 2021-2027, attraverso l'Asse 4 «Un'Europa più vicina ai cittadini», OS 5.1 - 150 milioni di euro;
- con il PR FSE+ 2021-2027, attraverso azioni dedicate e riserve nell'ambito di azioni più generali - 23 milioni di euro;

L'importo finanziato è pari a 15 milioni di euro (FESR e FSE+) con un contributo del Comune di Pavia pari a 1.600.000 €

L'area geografica interessata dalla strategia generale (SUS) in cui si inserisce il progetto "**Basilica di San Lanfranco - Alloggi di Housing sociale in dialogo con la città"** è rappresentata dagli ambiti lungo la sponda sinistra del Ticino dove si susseguono, in una articolata sequenza, situazioni urbane estremamente diversificate, legate tra loro da un lungo percorso pedonale e ciclabile.
La rigenerazione di questi luoghi e dell'insieme del waterfront consente di restituire alla fruizione pubblica luoghi oggi poco sfruttati, abbandonati e dismessi incrementando il **patrimonio del welfare materiale** della città e al contempo consente di creare **nuovi servizi di welfare** (vd. **Basilica di San Lanfranco)** e **nuove opportunità per persone fragili**.

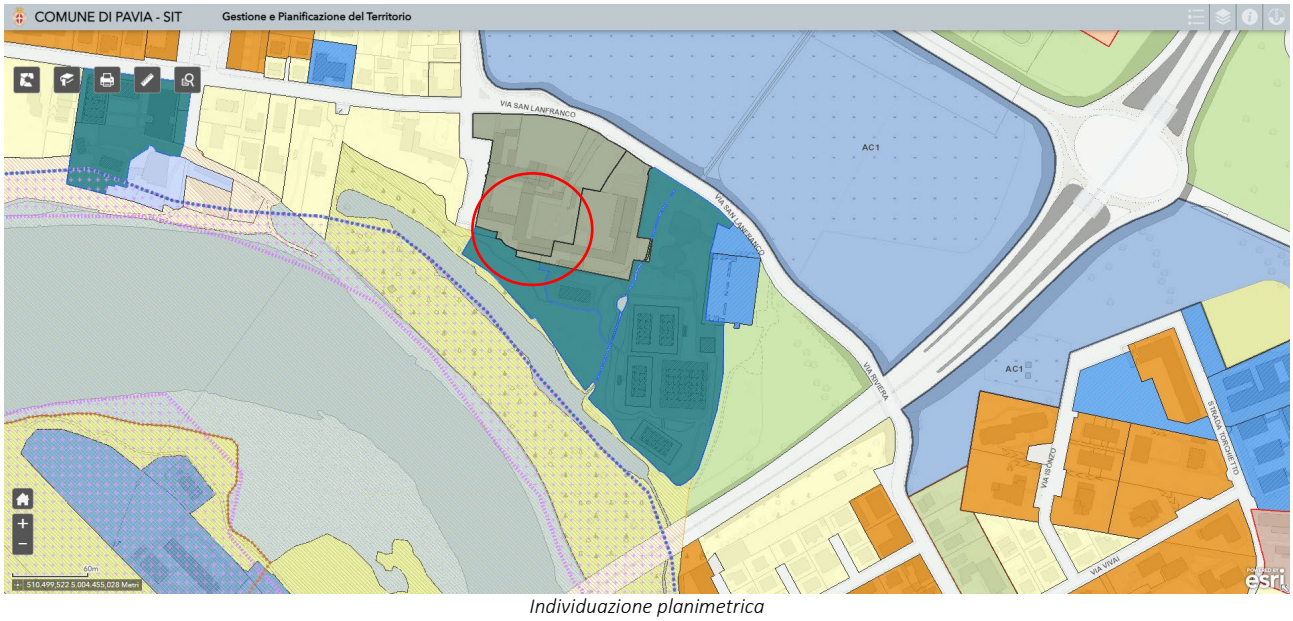
La Strategia "**Pavia Città d'Acqua**" ha differenti target di riferimento che nel complesso comprendono la maggior parte delle forme di fragilità presenti sul territorio cittadino:

- persone e giovani neet con difficoltà di accesso al mercato del lavoro e particolarmente esposte al rischio di emarginazione ed esclusione sociale che abitano il territorio pavese e per le quali la Strategia realizza opportunità formative e lavorative;
- persone con disabilità di età compresa tra i 2 ed i 75 anni per le quali la Strategia promuove benessere;
- persone e famiglie in situazioni di disagio socio-familiare, economico o culturale e persone con storie di marginalità e svantaggio socio-economico per le si sviluppano servizi di welfare;
- bambini e giovani delle scuole cittadine, per i quali il nuovo waterfront diventerà spazio per attività educative;
- persone anziane, per le quali il waterfront diventerà occasione di attività legate al benessere.

In questo quadro il progetto "**Basilica di San Lanfranco - Alloggi di Housing sociale in dialogo con la città**" è identificato nella strategia generale come Azione 4 (A e B) in grado di dare risposte ai bisogni complessi individuati dal Comune di Pavia, in partnership con Regione Lombardia che, nell'ambito dei progetti FESR e FSE, finanzia l'intervento.

1.2 I luoghi di intervento

L’intervento che corrisponde all’azione 4 della SUS riguarda una porzione di fabbricato sito nel complesso monumentale dell’Abbazia di San Lanfranco, Via San Lanfranco Beccari n. 4, piano primo. Gli immobili sono di proprietà della Parrocchia di San Lanfranco e il Comune di Pavia intende acquisirli in usufrutto gratuito per 50 anni al fine di poter realizzare l’intervento sopra indicato.
Per le aree esterne necessarie all'accessibilità dei beni concessi in uso verrà stipulato un atto di asservimento all'uso pubblico.

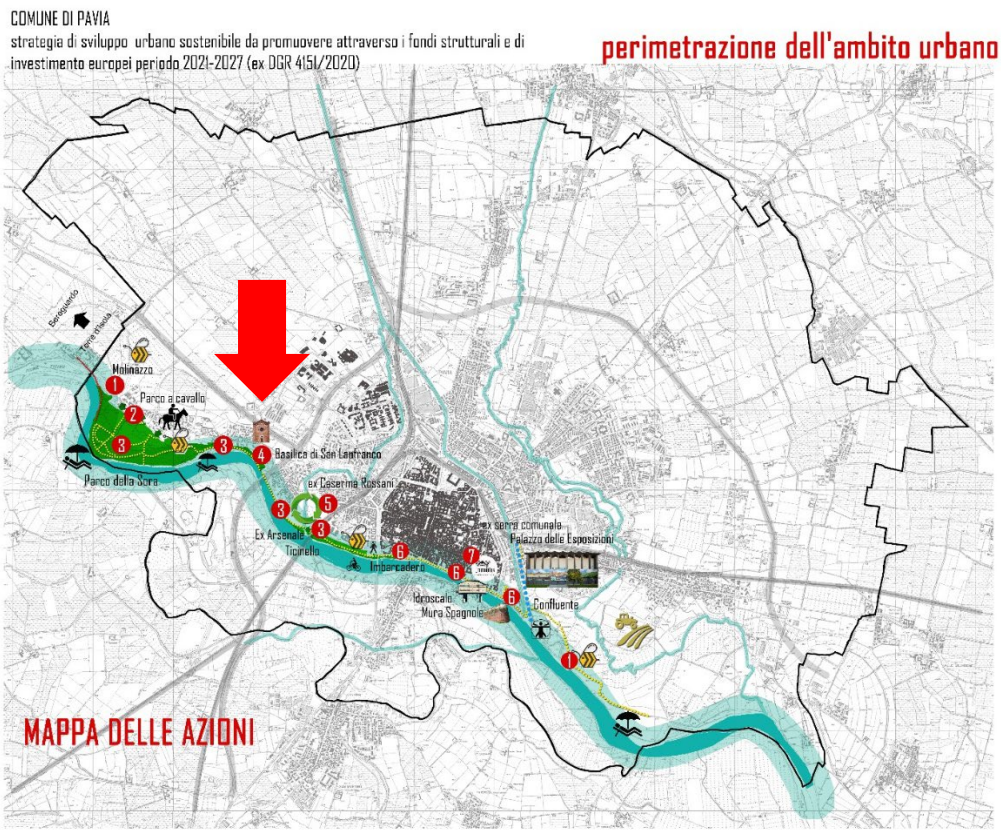


Individuazione planimetrica

Vista dall'alto

Individuazione della porzione di fabbricato dal cortile interno

L'insieme di peculiarità e potenzialità dell'area per lo sviluppo del progetto "Waterfront" sono alla base della scelta di individuarla per lo sviluppo di un progetto pilota di rigenerazione urbana e sociale, nell'ambito del Progetto quadro "**Connessioni ambientali: le vie verdi e le vie d'acqua**", progetto di valorizzazione ecologico.sociale.ambientale dei luoghi dell'abitare, che l'amministrazione comunale sta portando avanti nell'ambito sia nel progetto "Waterfront" che nella più generale revisione del Piano di Governo del Territorio.



la rigenerazione del waterfront attraverso le vie verdi e le vie d'acqua

2. Gli obiettivi del progetto sociale ed i servizi erogati

Il progetto "**Basilica di San Lanfranco - Alloggi di Housing sociale in dialogo con la città"** consente di **ampliare la dotazione locale di alloggi per l'housing sociale** nel complesso monumentale dell'Abbazia di San Lanfranco e di offrire a famiglie e persone temporaneamente fragili **percorsi integrati di reinserimento che affianchino alla messa a disposizione di un alloggio servizi di accompagnamento e inclusione**.

L'Abbazia, attraverso la sua parrocchia, ospita già diverse attività sociali, grazie al contributo volontario dell'Associazione Amici di San Lanfranco, della Scuola d'Infanzia Domus Pacis, dei Gruppi di Volontariato Vincenziano, di Educhè, della Sartoria di Francesca e di A.Ge. Associazione Genitori.

L'intervento in particolare prevede:

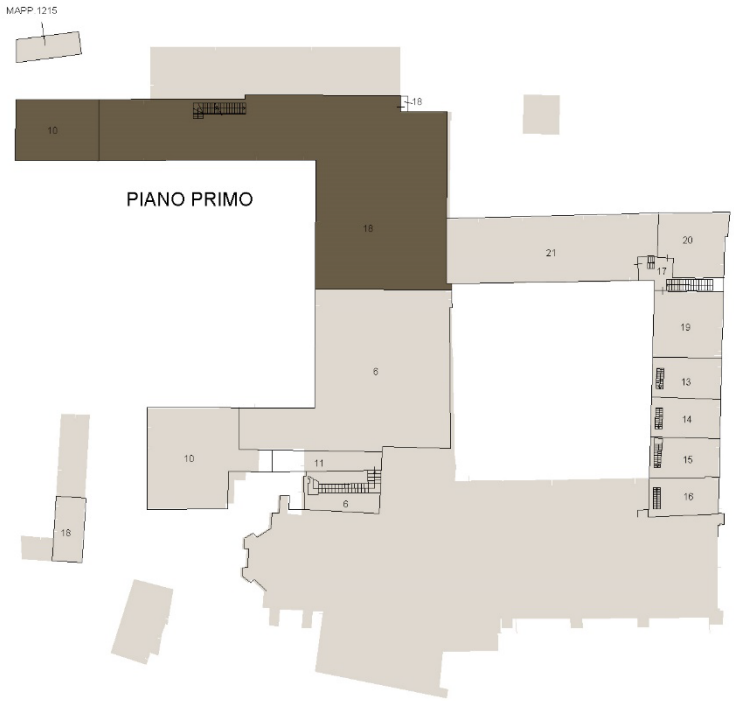
- la ristrutturazione di sette nuove unità abitative e di spazi sociali e culturali disponibili per gli ospiti e aperti anche alla città; la ristrutturazione delle unità residenziali sarà fatta prevedendo - in ottica di risparmio energetico spinto - un EP di almeno il 30% inferiore rispetto all'esistente ove gli interventi risultino compatibili con le caratteristiche di bene vincolato monumentalmente;
- la stipulazione di contratti di affitto transitori (6+6 mesi massimo) per garantire il reinserimento sociale, attraverso specifici percorsi di accompagnamento dei soggetti cui verranno locate le unità immobiliari.;
- il reinserimento sociale, attraverso specifici percorsi di accompagnamento dei soggetti cui verranno locate le unità immobiliari.

I servizi generali (lavanderia, pulizie, …) sono previsti in comunione d'uso affinché si possa, con l'azione 4 B, attivare un percorso di comunità tra gli occupanti l'immobile.

3. Individuazione catastale delle aree e disciplina urbanistica ed edilizia applicabile

3.1 L'individuazione catastale dell'area oggetto di intervento

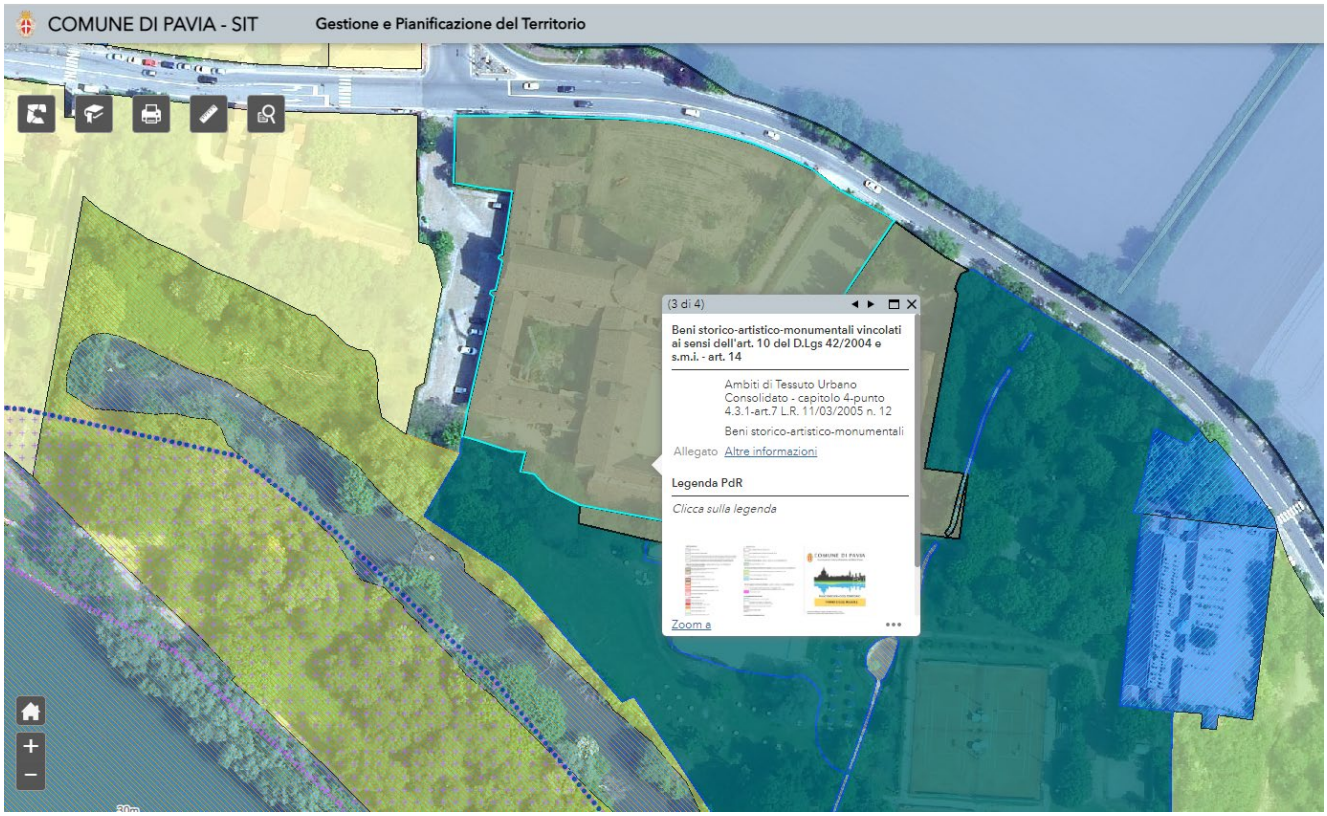
La porzione di fabbricato interessata dagli interventi è di circa 440 mq di superficie lorda di pavimento identificata alla Sezione B, Foglio 6, mappale 60 subb 10 e 18 del Catasto Fabbricati del Comune di Pavia.



Individuazione catastale

3.2 L'individuazione dell'area nel PGT vigente

Il PGT vigente classifica l'ambito come **Aree ed edifici per il culto esistenti - art. 23 del vigente Piano dei Servizi** e Servizi di carattere sovracomunale - art. 10 **del Piano dei Servizi, Beni storico-artistico-monumentali vincolati ai sensi dell'art. 10 del D.Lgs 42/2004 e s.m.i. - art. 14 del Piano delle Regole.**



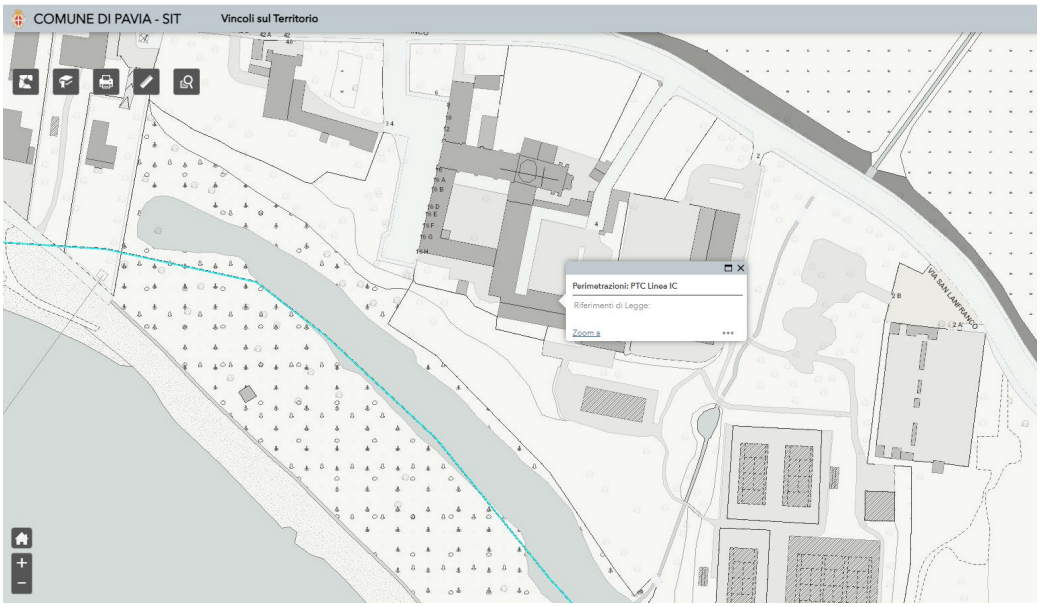
Estratto Piano delle Regole

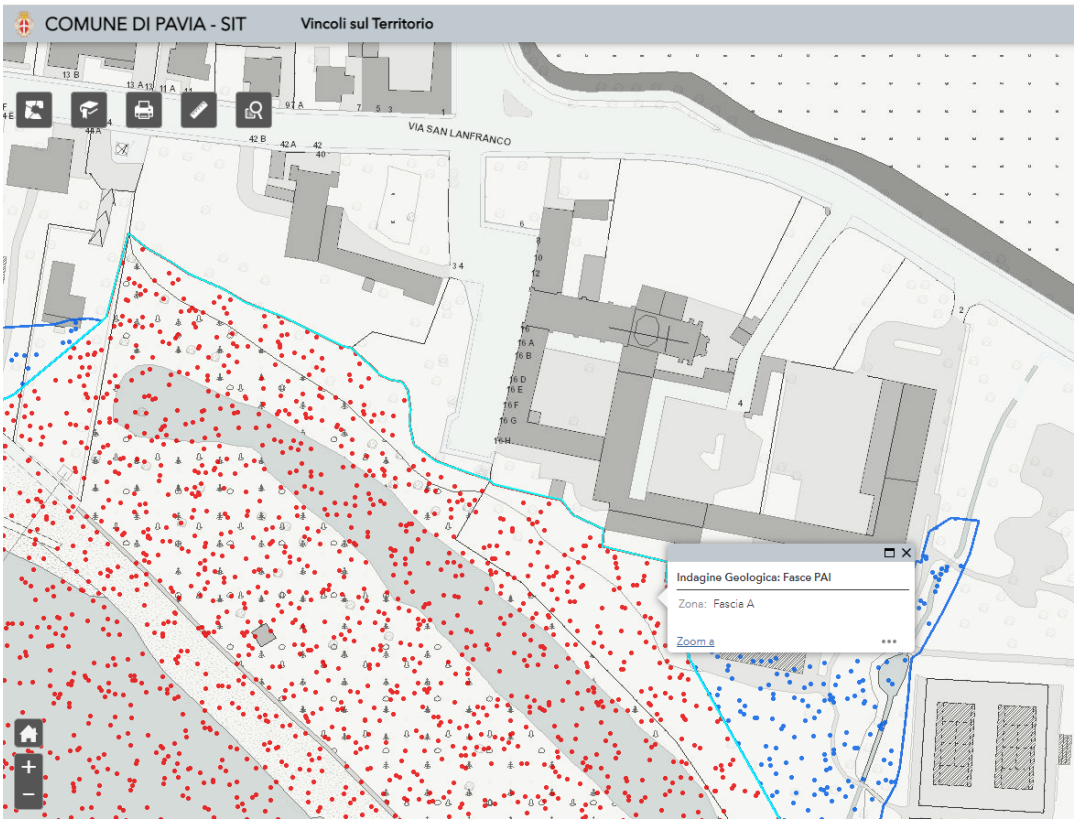
Estratto Piano dei Servizi

4. Studio di prefattibilità ambientale

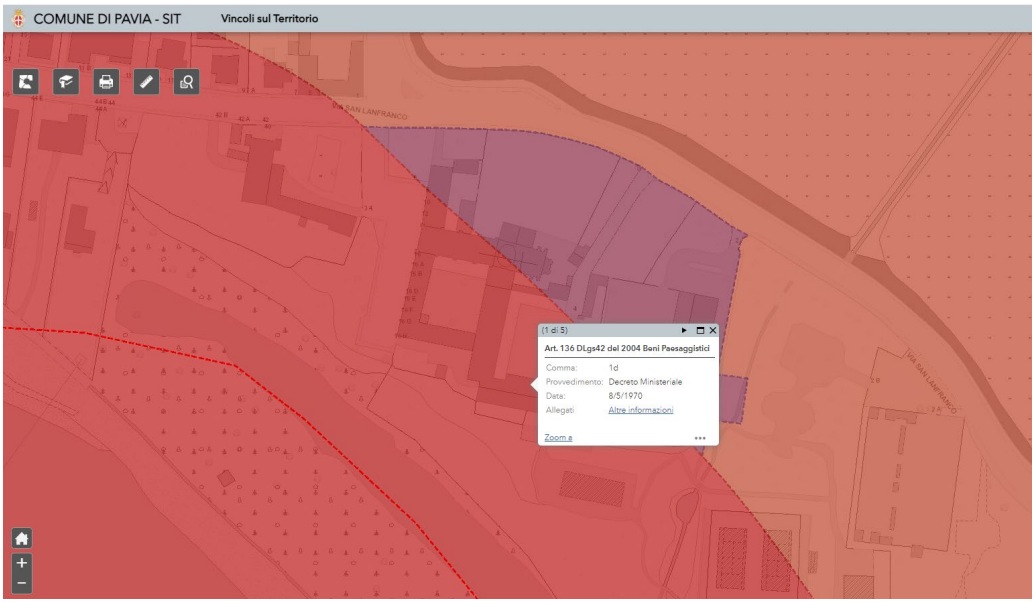
4.1 Impatto ambientale e presenza di vincoli

L'immobile oggetto degli interventi ricade in **Zona di Iniziativa Comunale Orientata** ai sensi della variante generale al PTC (DGR 2 Agosto 2001 – n.°7/5983 "Azzonamento della variante generale al PTC del Parco Lombardo della Valle del Ticino) e il Parco Naturale della Valle del Ticino (istituito con LR 31 del 2002 il cui PTC è stato approvato con DCR 919/2003).

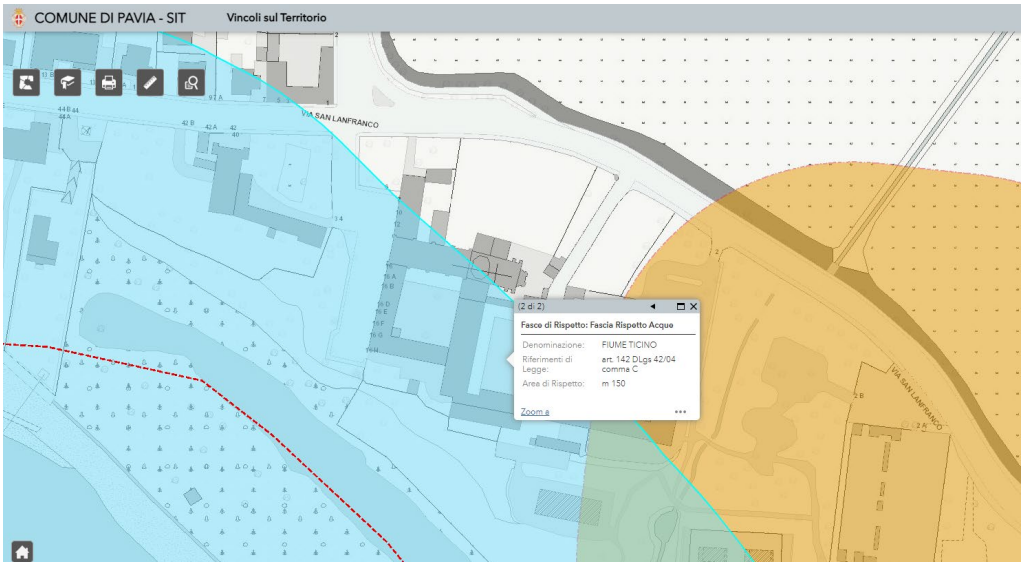




Inoltre ricade in zona vincolata paesaggisticamente ai sensi del DLgs 42.04 ex art. 136 comma 1d) ed ex art. 142 comma 1c) (vd. estratti cartografici sotto riportati).

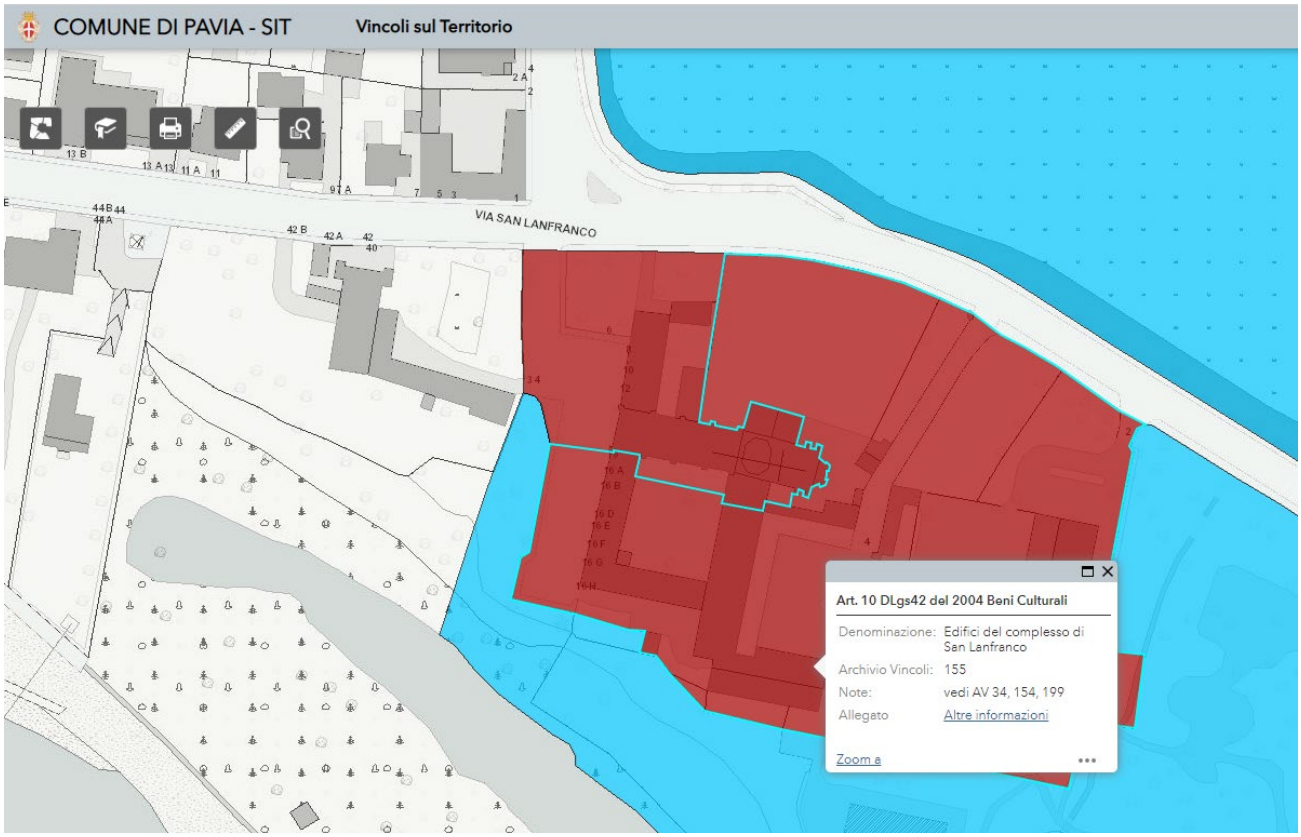


Vincolo ex art. 136 comma 1d)



Vincolo ex art. 142 comma c)

Il bene è tutelato in via diretta con decreto di vincolo n° 199 del 25 agosto 2004 ai sensi dell'art. 10 D.Lgs 22 gennaio 2004, n. 42 e in via indiretta con decreto di vincolo del 25 agosto 2004 ai sensi dell'art. 45 del D.Lgs 22 gennaio 2004, n. 42).



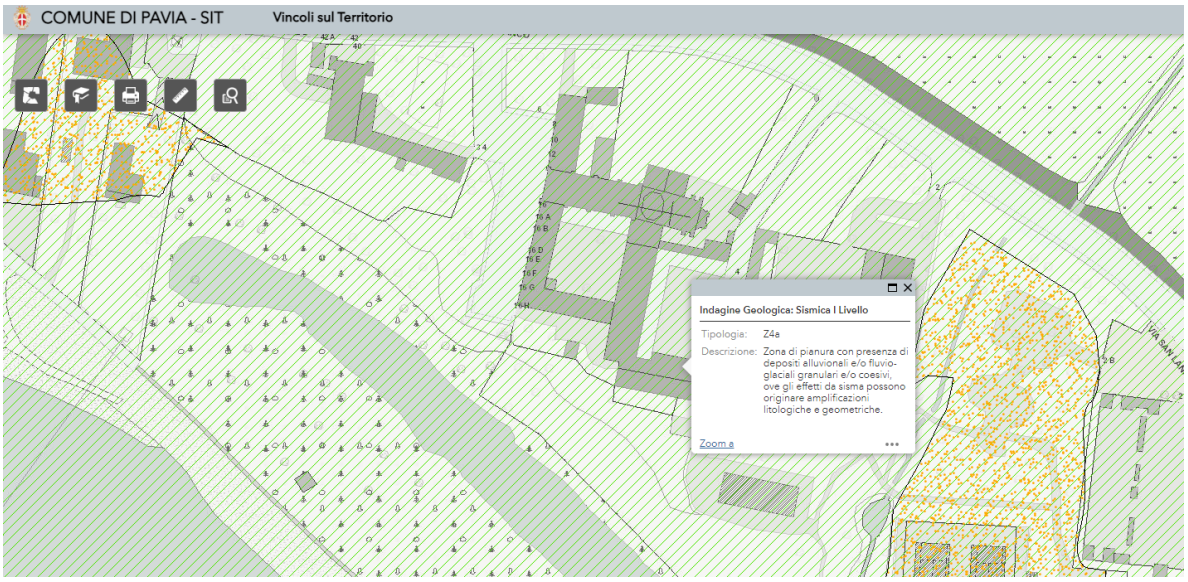
Gli interventi saranno pertanto soggetti ad autorizzazione della competente Soprintendenza, necessaria sia per le opere interne che sulle facciate da realizzare sul bene sottoposto al vincolo nonchè per le opere "staccate" dall'edificio se implichino "l'aderenza" o "l'appoggio" di un nuovo manufatto a quello vincolato senza necessità della previa imposizione di un vincolo indiretto

L'intervento in oggetto, ai sensi di quanto previsto dalle norme sulla valutazione dell'impatto ambientale non ha caratteristiche tali da essere sottoposta alla procedura V.I.A. o alla procedura di verifica.
Inoltre l'intervento:

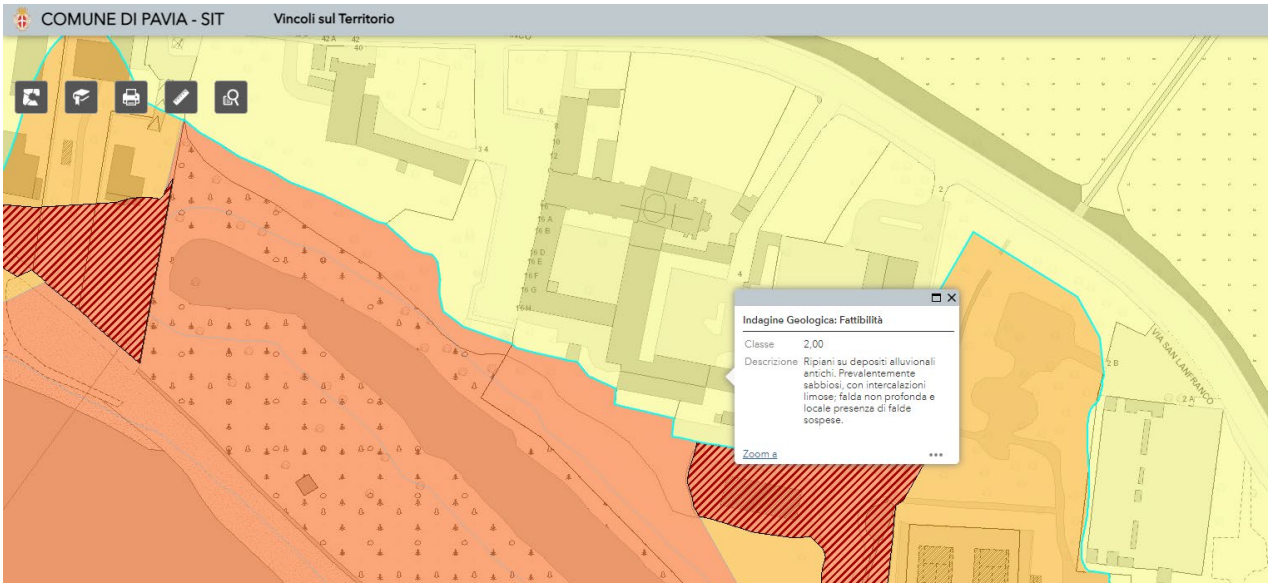
- non ricade in zona costiera;
- non interessa zone montuose o interessate da forestazione;
- non ricade in zone nelle quali risultano superati i limiti ambientali previsti dalla legislazione comunitaria;
- non ricade in zona vincolata dal punto di vista storico – culturale, archeologico, ambientale;
- non ricade in aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle acque pubbliche;
- non ricade nelle aree a rischi idraulico o a pericolosità idraulica perimetrate dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

4.2 I vincoli e la fattibilità geologico/sismica

L'area oggetto di intervento ricade in classe 2 di fattibilità geologica e classe Z4a di fattibilità sismica (vd. estratti SIT).



Dall'analisi di studi precedenti riferiti all'area in esame, si evidenzia che le caratteristiche meccaniche ed idrogeologiche del sito sono perfettamente compatibili con le previsioni di progetto.



Classe di fattibilità geologica

4.3 Smaltimento dei materiali da scavo

Le previsioni di progetto dovranno prevedere il trasporto con mezzo meccanico a discarica del materiale rinveniente dagli scavi e dalle demolizioni e non riutilizzabile. L'impresa appaltatrice sarà comunque tenuta, già in fase di formulazione dell'offerta, a verificare la presenza di cave per l'approvvigionamento di materiale per la formazione di riporti e di discariche autorizzate per il conferimento dei materiali di rifiuto secondo quanto prescritto dalla vigente normativa in materia.

4.4 Impatto della cantierizzazione

Le lavorazioni avverranno in un'area di pertinenza della Basilica per cui interferirà in maniera minima sulla regolarità del traffico veicolare. Preliminarmente all'inizio delle operazioni, in accordo anche con il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, l'impresa appaltatrice dovrà individuare aree idonee per l'installazione degli impianti, lo stoccaggio dei materiali, l'ubicazione degli uffici, dei servizi igienici e di quant'altro necessario a permettere una corretto andamento del cantiere.

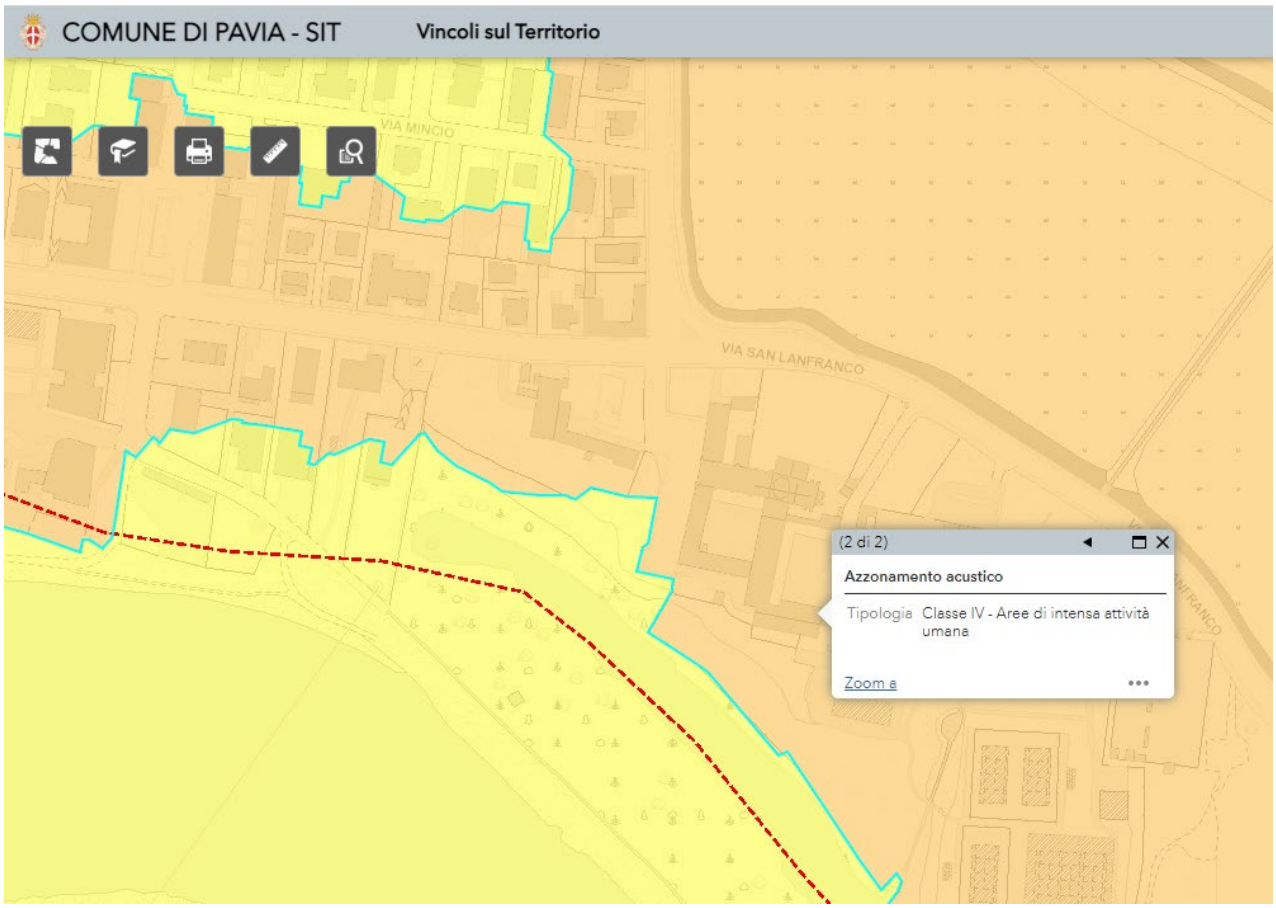
Le eventuali fasi di demolizione, che rappresentano inevitabilmente fonti di inquinamento atmosferico a causa di emissioni di polveri e di inquinamento acustico a causa dei rumori e delle vibrazioni prodotti dalle macchine operatrici saranno ridotti al minimo. Sarà compito dell'impresa ridurre al minimo le emissioni inquinanti utilizzando, compatibilmente con l'entità della lavorazione in atto, tutti i dispositivi presenti sul mercato quali silenziatori, sistemi antivibrazione ecc. La produzione di polveri dovrà essere ridotta mediante il periodico allontanamento dei materiali di risulta ed eventualmente prevedendo la loro periodica irrorazione soprattutto durante la stagione estiva.

4.5 Impatti sull'atmosfera a realizzazione ultimata

A realizzazione ultimata, in considerazione della tipologia delle opere in progetto, non si prevedono impatti negativi sull'atmosfera.

4.6 Azzonamento acustico

L'area di intervento ricade in Classe IV di azzonamento acustico secondo il Piano acustico vigente (vd. estratto SIT).



Estratto piano azzonamento acustico

Tabella di sintesi AI FINI DELLA VALUTAZIONE PREVENTIVA DELLA SOSTENIBILITA' AMBIENTALE E DELLA COMPATIBILITA' PAESAGGISTICA DELL'INTERVENTO, DEI REQUISITI DELL'OPERA DA PROGETTARE, DELLE CARATTERISTICHE E DEI COLLEGAMENTI CON IL CONTESTO NEL QUALE L'INTERVENTO SI INSERISCE, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLA VERIFICA DEI VINCOLI AMBIENTALI, STORICI, ARCHEOLOGICI, PAESAGGISTICI INTERFERENTI SULLE AREE O SUGLI IMMOBILI INTERESSATI DALL'INTERVENTO, NONCHE' L'INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE IDONEE A SALVAGUARDARE LA TUTELA AMBIENTALE E I VALORI CULTURALI E PAESAGGISTICI.

Al momento della redazione del progetto di fattibilità, per l'intervento risultano i seguenti vincoli:

VINCOLI E CONDIZIONI ALLA REALIZZAZIONE	Vincolo beni culturali	☒
	Vincolo beni paesaggistici	☒
	Vincolo archeologico	☐ eventuale, in base al tipo di intervento
	Vincolo Piano di Bacino	☐
	Altro	DCR 919/2003 sopra richiamata

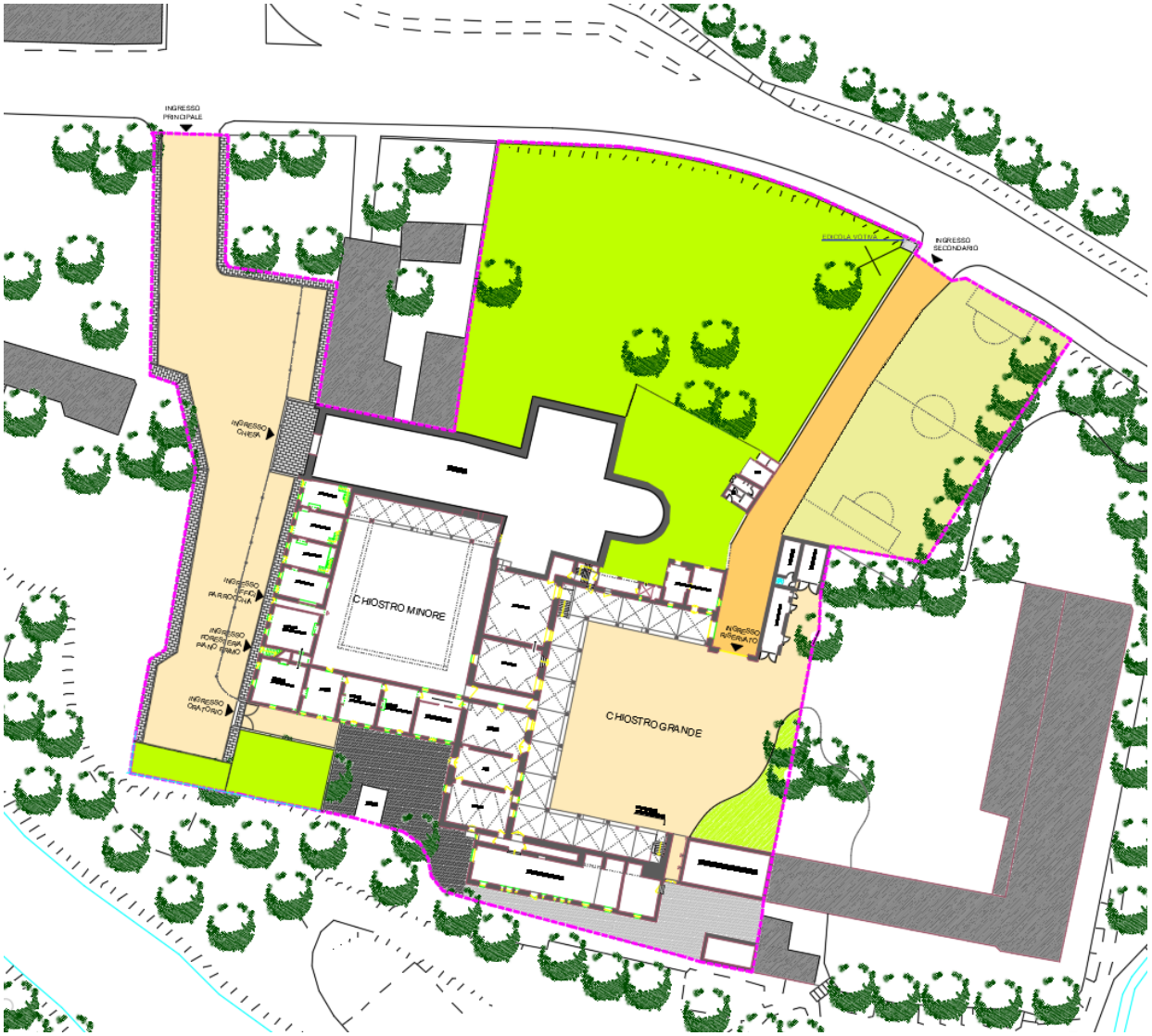
Al momento della redazione del progetto di fattibilità, per l'intervento risulta necessario acquisire i seguenti pareri:

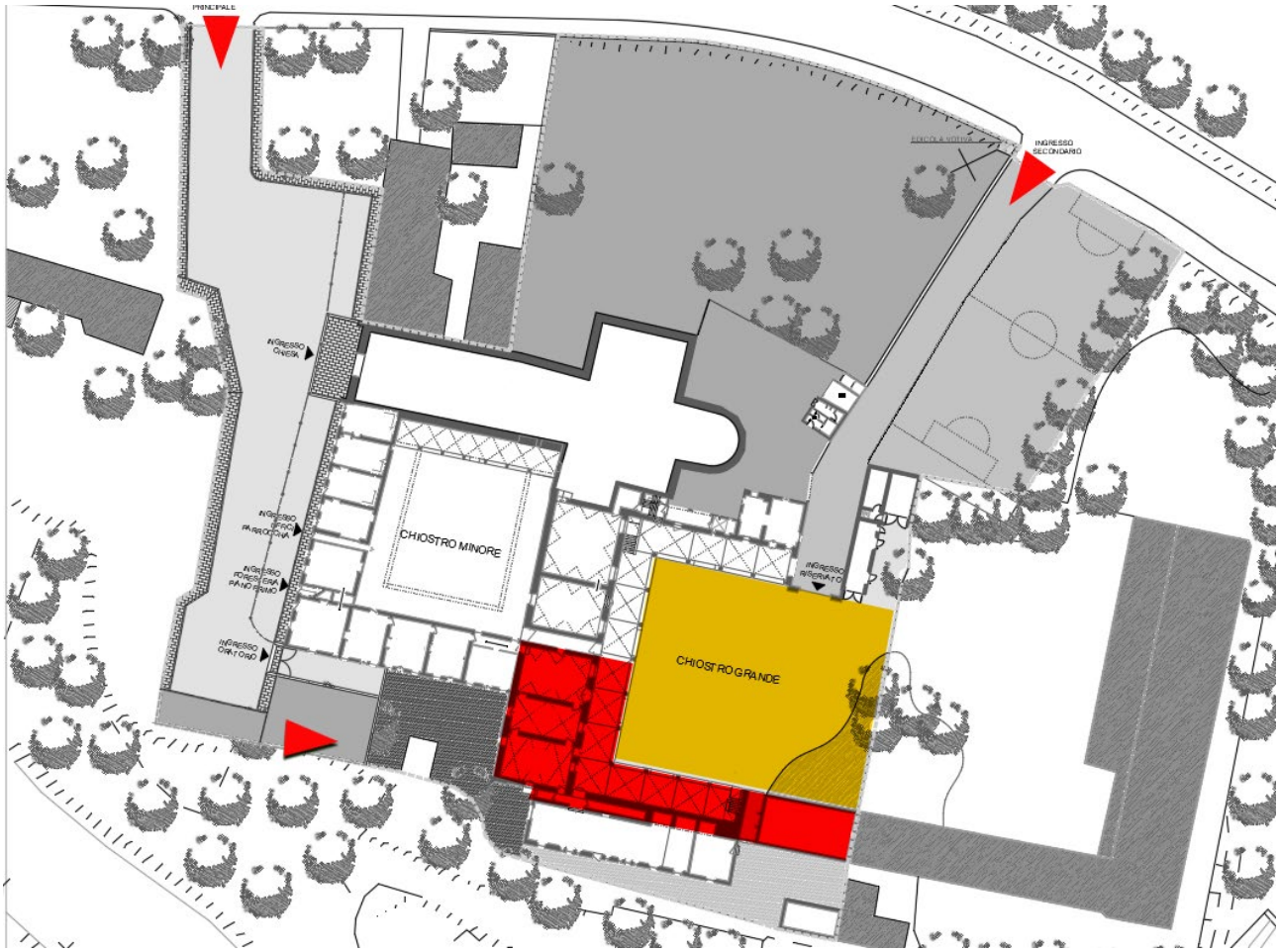
PARERI INTERNI	Commissione Paesaggistica	☒
	Settore Urbanistica e Territorio	☒
	Servizio Patrimonio	☒
	Comando P.M.	☐
	Altri Servizi	
PARERI ESTERNI	Soprintendenza Beni Culturali	☒
	Soprintendenza Beni Archeologici	☐ eventuale, in base al tipo di intervento
	Soprintendenza Beni Paesaggistici	☒
	Vigili del Fuoco	☐
	ATS	☒
	Regione	☐
	Provincia	☐
	Altro	
DATI DI SINTESI:	Al momento della redazione del progetto di fattibilità l'intervento risulta possedere:	
	CONFORMITA' URBANISTICA	SI
	CONFORMITA' AMBIENTALE	SI

5. Le azioni progettuali: EDILIZIE ED IMMATERIALI

5.1 Le azioni edilizie e di fornitura

L'intervento interessa una porzione di fabbricato al primo piano del complesso monumentale dell'Abbazia di San Lanfranco, che affacciano sul chiostro grande.





Identificazione della porzione interessata dal progetto

L'intervento edilizio prevede un intervento di:

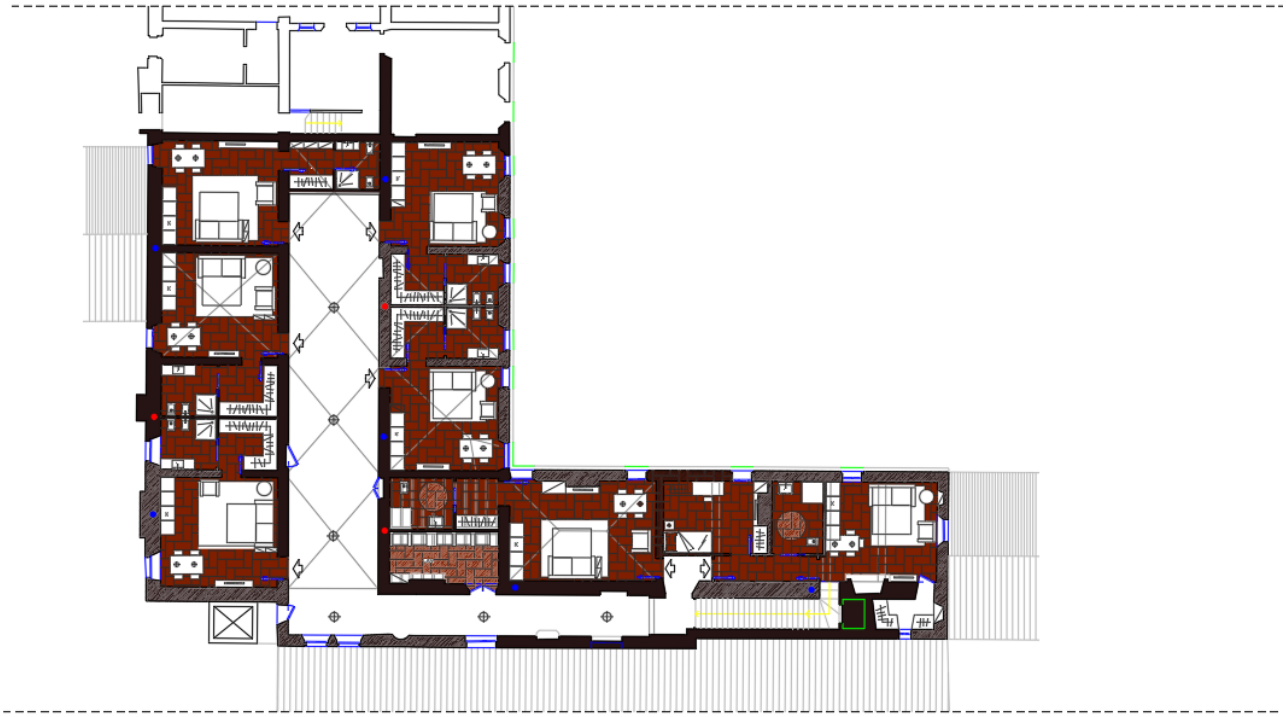
- Restauro conservativo, con consolidamento del quadro fessurativo e rinforzo delle volte, solai e pareti, degli alloggi della casa parrocchiale da destinare ad housing sociale (7 nuove Unità abitative per complessivi 560 mq di abitazioni) (vd. allegato 1 specifico);
- restauro/risanamento conservativo di 50 mq di locali esterni destinati a bagni per fruizione aree esterne;
- manutenzione straordinaria degli spazi esterni pertinenziali;
- opere di adeguamento tecnologico (ascensori, impianti, etc) e abbattimento BB.AA.

La ristrutturazione delle unità residenziali sarà fatta prevedendo - in ottica di risparmio energetico spinto - un EP di almeno il 30% inferiore rispetto all'esistente ove gli interventi risultino compatibili con le caratteristiche di bene vincolato monumentalmente.

L'intervento gestionale sarà con funzioni di residenzialità temporanea, ove i destinatari sono persone senza fissa dimora, richiedenti asilo, donne anche vittime di violenza, madri/padri monoparentali e in difficoltà, genitori che hanno perso il lavoro e vivono situazioni di separazione e povertà anche con figli, con progetti casa/lavoro (restituire alla collettività quanto la collettività da loro, lavorando per il quartiere e la parrocchia).

I locali recuperati saranno destinati ad housing sociale "temporaneo" gestiti dal Comune di Pavia, in collaborazione con la Parrocchia.

Layout alloggi della casa parrocchiale



Planimetria generale alloggi della casa parrocchiale

L'intervento dovrà rispettare e promuovere alcune regole proprie della sostenibilità ambientale degli interventi edilizi:

- l'utilizzo di materiali, prodotti e servizi da fornitori locali e quindi abbassare l'impatto energetico dato dai trasporti a lunga distanza;
- creare nuove opportunità di integrazione sociale per i soggetti fragili del Comune di Pavia;
- minimizzare l'impatto ambientale, rispetto ai consumi di acqua ed energia, abbattere la produzione di CO2 ed incrementare l'utilizzo di materiali ecocompatibili e riciclabili nel tempo.

La scelta e l'utilizzo dei materiali ecocompatibili e riutilizzabili/riciclabili è inoltre strategica per la sostenibilità dal momento che ad una piccola percentuale di risparmio energetico durante la fase di di restauro può corrispondere una quantità di energia resa disponibile per il funzionamento a regime della struttura negli anni successivi.

Per quanto riguarda i materiali da costruzione, un insieme di politiche mirate al recupero, riutilizzo e riciclo degli stessi è oggigiorno un must imprescindibile che riguarda l'intero processo di costruzione, operatività e demolizione di uno stadio sostenibile.

Gli interventi qui indicati sono da considerarsi come "di massima"; nelle successive fasi di progettazione e autorizzazioni monumentali e paesaggistiche si definirà il quadro di dettaglio dell'intervento.

Ovviamente, l'Amministrazione comunale – in sede di gara – potrà sempre apprezzare bontà delle scelte progettuali, formulate dai Concorrenti, specie per quanto attiene alla valutazione della congruità/compatibilità dei servizi proposti in relazione al "*tematismo*" sociale, potendo – all'occorrenza – sollecitare proposte migliorative rispetto al progetto posto in gara e oggetto di proposte di miglioramento.

5.2 Le azioni immateriali

Il progetto "Basilica di San Lanfranco - Alloggi di Housing sociale in dialogo con la città" si completa con l'azione immateriale della SUS "4B Basilica di San Lanfranco - Servizi a sostegno dell'Housing sociale in dialogo con la città" che prevede il reinserimento sociale, attraverso specifici percorsi di accompagnamento dei soggetti cui verranno locate le unità immobiliari.

Per ogni utente si struttura un percorso educativo specifico in cui si considerano le risorse messe in campo nel "qui ed ora" e quelle potenziali da far emergere mediante s**ervizi di accompagnamento sociale ai nuclei** focalizzati sui temi lavorato, cura di sé, relazionale, economico per tutta la durata del soggiorno e nei 4 anni dell'azione e in particolare:

- iniziative sociali, ricreative ed educative per favorire la realizzazione di una comunità sociale tra gli occupanti temporanei delle unità immobiliari;
- iniziative sociali, ricreative ed educative per favorire la socialità e l'apertura all'esterno degli abitanti.

Tale percorso definito all'interno di un Progetto Educativo Personalizzato, condiviso con i Servizi territoriali, diventa lo strumento operativo dell'intervento che in questo senso si pone come obiettivo implicito quello di far coincidere le risorse messe in campo con quelle potenziali.

L’obiettivo del progetto personalizzato si struttura a partire dall’acquisizione di competenze e conoscenze specifiche in diversi ambiti individuati come aspetti particolarmente pregnanti per la costruzione dell’identità di sé.

1. L’area lavoro: aiutare al mantenimento del posto di lavoro o scolastico, sia di favorire il reperimento di un posto di lavoro in caso di bisogno. Le competenze interne a questa area sono: ricerca attiva del lavoro, gestione dei rapporti con l’azienda e collocazione nel ruolo di lavoratore.
2. L’area cura di sé: favorire lo stato di benessere psico-fisico personale e sociale. Le competenze individuate sono: igiene personale; monitoraggio e cura del proprio stato di salute, igiene del proprio contesto abitativo, rispetto di sé, affettività e sessualità.
3. L’area relazionale: favorire la convivenza civile. Per questa area le competenze si declinano in: costruzione della consapevolezza ed assunzione di responsabilità, riconoscimento dei ruoli,
4. L’area economica: riconoscimento dei propri bisogni e gestione critica degli acquisti, l’attribuzione critica di valore, progettualità economica.

Il processo di sviluppo dell'attività prevede una gestione di un soggetto del Terzo Settore che svolga attività di accompagnamento socio educativo e di tutoring abitativo

La modalità di affidamento del servizio è quello della co-progettazione (articolo 55 del D.lgs. 3 luglio 2017, n.117 c.d. Codice del Terzo settore).

Per i servizi di accompagnamento sociale ai nuclei è prevista un corrispettivo di €.125.000 suddiviso in eguali rate pro.anno a partire dal collaudo della struttura, e comunque entro i termini di scadenza del finanziamento FSE da cui tra origine il presente intervento di SUS.

6. Stima sommaria dell'intervento

Si riassumono, di seguito, stima e costi degli interventi necessari per il compimento delle azioni edilizie pianificate nelle aree oggetto di intervento.

I prezzi delle singole lavorazioni, sono stati desunti da analisi parametriche e di mercato di interventi similari.

n	descrizione	quantità	PU	Parziale
1	**Preparazione area/cantiere**	1	5.000,00 €	**5.000,00 €**
2	**Pulizia e sanificazione interna**	1	5.000,00 €	**5.000,00 €**
3	**Ristutturazione pavimentazioni e consolidamenti**	mq		**746.700,00 €**
3.1	Consolidamento capriate lignee e elementi strutturali, comprensivo della ricorsa delle tegole e nolo di ponteggi	510	330,00 €	168.300,00 €
3.2	Consolidamento corridoio estradosso piano sottotetto e intradosso piano primo, comprensivo di rifacimenti inotonaco e opere di puntellazione	240	580,00 €	139.200,00 €
3.3	Consolidamento volte crociera piano primo, rimozone e riposa pavimentazione in cotto esistente (comprese opere di puntellazione) e demolizioni per apertura porte	445	720,00 €	320.400,00 €
3.4	Consolidamento maschi murari del del piano copertura/sottetto e piano primo	360	330,00 €	118.800,00 €
4	**Ristrutturazione interna alloggi alloggi**			**280.000,00 €**
	Partizioni, serramenti interni ed esterni, impianti	560	500,00 €	280.000,00 €
5	**Realizzazione Ascensore disabili**			**48.300,00 €**
	Edile			8.300,00 €
	Fornitura e posa			40.000,00 €
6	**Spazi esterni**			**70.000,00 €**
	cortile aventi chiesa e corte interna: piccola manutezione e ripresa ciotolato	500	100,00 €	50.000,00 €
	Riqualificazione bagno esterno	40	500,00 €	20.000,00 €
		Totale		**1.155.000,00 €**

7. Quadro economico di progetto edilizio e servizi socio.sanitari

7.1 Progetto edilizio e di forniture ex art.6.1

A	LAVORI	IMPORTO
a.1	Importo dei lavori soggetto a ribasso	1.155.000,00 €
a.2	Costo della manodopera soggetto a ribasso (art. 23 C.16, d.lgs. 50/2016)	€
a.3	Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso	€
a.4	Importo dei lavori in amministrazione diretta esclusi dall'appalto	
a.5	Forniture e servizi	130.000,00 €
	TOTALE A)	1.285.000,00 **€**
B	**SOMME A DISPOSIZIONE**	
B.1	**Spese tecniche**	**142.350,00 €**
b.1.1a	Spese tecniche per incarichi esterni di progettazione, verifica, direzione lavori, coordinamento della sicurezza, caratterizzazione suoli, ecc.	128.500,00 €
b.1.1b	Spese aggiuntive legate alla pubblicazione di bandi di concorso di progettazione o all'affidamento di servizi di progettazione partecipata a supporto della progettazione tecnica o per la progettazione di interventi su beni culturali sottoposti a tutela. Le voci alternative summenzionate sono cumulabili fino ad un massimo del 6%.	
b.1.2	Spese per collaudo	
b.1.3	Incentivi per funzioni tecniche (art. 113, comma 3, del decreto legislativo n. 50/2016)	
B.2	**Allacciamenti ai servizi di pubblica utilità**	
B.3	**Imprevisti/accantonamenti/spese generali**	**15.880,00 €**
b.3.1	Imprevisti sui lavori	
b.3.2	Oneri di verifica del progetto (art. 26, c. 5, d.lgs. 50/2016)	
b.3.3	Spese di carattere strumentale per lo svolgimento di attività tecniche e per i sopralluoghi (articolo 23, comma 11-bis del d.lgs. 50/2016)	
b.3.4	Spese per commissioni giudicatrici (IVA inclusa)	
b.3.5	Spese per pubblicità e notifiche (ANAC)	
b.3.6	Oneri di discarica	
b.3.7	Acquisizione di aree o immobili	
b.3.8	Spese per diagnosi, accertamenti, collaudo, certificazione dell'opera	

b.3.9	Opere di mitigazione e compensazione dell'impatto ambientale (art. 23, comma 6 del d.lgs 50/2016)	
b.3.10	Altri oneri	
B.4	**IVA/Oneri fiscali**	**156.770,00 €**
b.4.1	IVA sui lavori	
b.4.2	IVA sulla manodopera	
b.4.3	IVA sugli oneri per la sicurezza	
b.4.4	IVA su forniture e servizi	
b.4.5	IVA su spese tecniche (22% + IVA su cassa 4%)	
b.4.6	IVA su imprevisti/accantonamenti/spese generali	
b.4.7	IVA su spese strumentali (22%)	
b.4.8	contributo previdenziale/cassa sulle spese tecniche (4%)	
	TOTALE B)	**315.000,00 €**
	TOTALE AZIONE 4A	**1.600.000,00 €**

8. Procedure di affidamento

In considerazione della tipologia di intervento, l'Amministrazione Comunale intende realizzare l'opera in oggetto mediante Appalto di lavori/servizi/etc. ai sensi del Dlgs 50/2016 e s.m.i. con previsione di meccanismi premiali per valorizzazione attività di soggetti ETS.

9. Prime indicazioni e misure per la stesura dei piani di sicurezza ex Dlgs 81/08

L'intervento di che trattasi ricadrà nella fattispecie di cui al Titolo IV – D. Lgs. 81/'08, pertanto il Comune nelle successive fasi di progettazione e realizzazione sarà vincolato all'obbligo della redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento e alla nomina dei relativi Coordinatori.
L'Appaltatore, con le modalità e tempistiche previste dalla normativa vigente, sarà obbligato alla presentazione del Piano Operativo di Sicurezza. In particolare, l'importo posto a base di concessione s'intende remunerativo anche dei costi per la sicurezza, cioè degli oneri per l'attuazione delle misure preventive e protettive finalizzate alla sicurezza e salute dei lavoratori. Detti oneri non saranno soggetti a ribasso di gara, giusto il disposto della normativa vigente in materia.
Dal punto di vista delle interferenze con il traffico, non si prevedono in linea di massima grosse difficoltà poiché i sedimi presso cui sorgerà l'intervento saranno totalmente separati dai veicoli a motore.

10. Prime indicazioni sul piano di manutenzione dell'opera

Trattandosi di interventi di restauro e risanamento conservativo, gli stessi necessiteranno di un piano di manutenzione che assicuri il mantenimento degli standard minimi di erogazione dei servizi e sicurezza e decoro, che dovrà essere proposto dal concessionario in sede di affidamento.

11. Cronoprogramma di massima

Per la realizzazione del progetto "**Basilica di San Lanfranco - Alloggi di Housing sociale in dialogo con la città"** si stimano necessari 2 (due) anni dall'inserimento dell'opera nel POP 2023 per dare l'opera compiuta in ogni sua parte ed avviare l'erogazione dei servizi.

Il successivo progetto definitivo/esecutivo dovrà definire compiutamente gli aspetti legati all'organizzazione del cantiere e alla esatta tempistica delle lavorazioni.

DESCRIZIONE INTERVENTO	Tempo (Mesi)	2022	2023	2024	2025	2026	2027
4 La Basilica di San Lanfranco: HUB di cultura, storia ed Housing sociale	**37**	GEN FEB MAR APR MAG GIU LUG AGO SET OTT NOV DIC	GEN FEB MAR APR MAG GIU LUG AGO SET OTT NOV DIC	GEN FEB MAR APR MAG GIU LUG AGO SET OTT NOV DIC	GEN FEB MAR APR MAG GIU LUG AGO SET OTT NOV DIC	GEN FEB MAR APR MAG GIU LUG AGO SET OTT NOV DIC	GEN FEB MAR APR MAG GIU
GOVERNANCE PROGETTO COMPLESSIVO	4						
Elaborazione e sottoscrizione Contratto di comodato e Accordo di collaborazione con Parrocchia e Curia	2						
Incontri nel quartiere per definizione sviluppo asset gestione servizi culturali e housing	2						
HOUSING SOCIALE - Riqualificazione alloggi	33						
Redazione dello Studio di Fattibilità Tecnico Economica	- 2 -						
Adeguamento Bilancio comunale - POP e Piano Biennale dei servizi	- 2 -						
Affidamento esterno incarico di progettazione	2						
progetto definitivo	4						
Autorizzazione Paesaggistica e Monumentale	4						
progetto esecutivo	3						
procedura di gara per affidamento lavori	3						
Verifiche sull'aggiudicatario e adempimenti preliminari alla consegna del cantiere	2						
Esecuzione Lavori	10						
fine lavori e operazioni di collaudo	2						
Arredi e allestimenti	- 4 -						
Avvio del Servizio	3						
HUB CULTURALE - SAN LANFRANCO CENTRO DEL ROMANICO	9						
Definizione partecipata percorsi culturali e presentazione nel quartiere	3						
Allestimento spazi e fornitura arredi	4						
Avvio del Servizio	2						

SOMMARIO

Introduzione 27
Elaborati di riferimento e schemi grafici di intervento 28
1. Norme di riferimento 31
2. Descrizione dell'opera 32
3. Proposte di interventi con descrizione degli interventi di messa in sicurezza opere strutturali 38
Intervento di rinforzo dei maschi murario portanti, in mattoni pieni, mediante la tecnica della muratura armata 49
Interventi di rinforzo a pressoflessione e taglio di maschi murari con placcaggio di fasce 49
4. Caratteristiche materiali delle nuove strutture 54
4.1 Calcestruzzo 54
4.2 Acciaio per barre per c.a. 55
4.3 Acciaio per carpenteria 55
4.4 Bulloni per carpenteria 56
4.5 Legno 56

Introduzione

La presente relazione è finalizzata a descrivere la metodologia per il progetto di risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia del fabbricato denominato "COMPLESSO MONASTICO DELLA BASILICA DI SAN LANFRANCO".

Il complesso edilizio è ubicato in via San Lanfranco Beccari - comune di PAVIA (PV):

Il committente delle opere è il comune di PAVIA (PV).

La seguente relazione tecnica, inerente alle opere strutturali, è svolta nel rispetto delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui D.M. 17 Gennaio 2018 (NTC18).

Elaborati di riferimento e schemi grafici di intervento

Le valutazioni riportate nel seguito sono da considerare con riferimento agli schemi degli elaborati grafici relativi allo studio strutturale in oggetto, riportate nelle schede grafiche facenti parte della relazione stessa.

PIANO SOTTOTETTO - CORRIDOIO CENTRALE

CONSOLIDAMENTO VOLTE A CROCIERA ZONA ESTRADOSSALE PIANO SOTTOTETTO

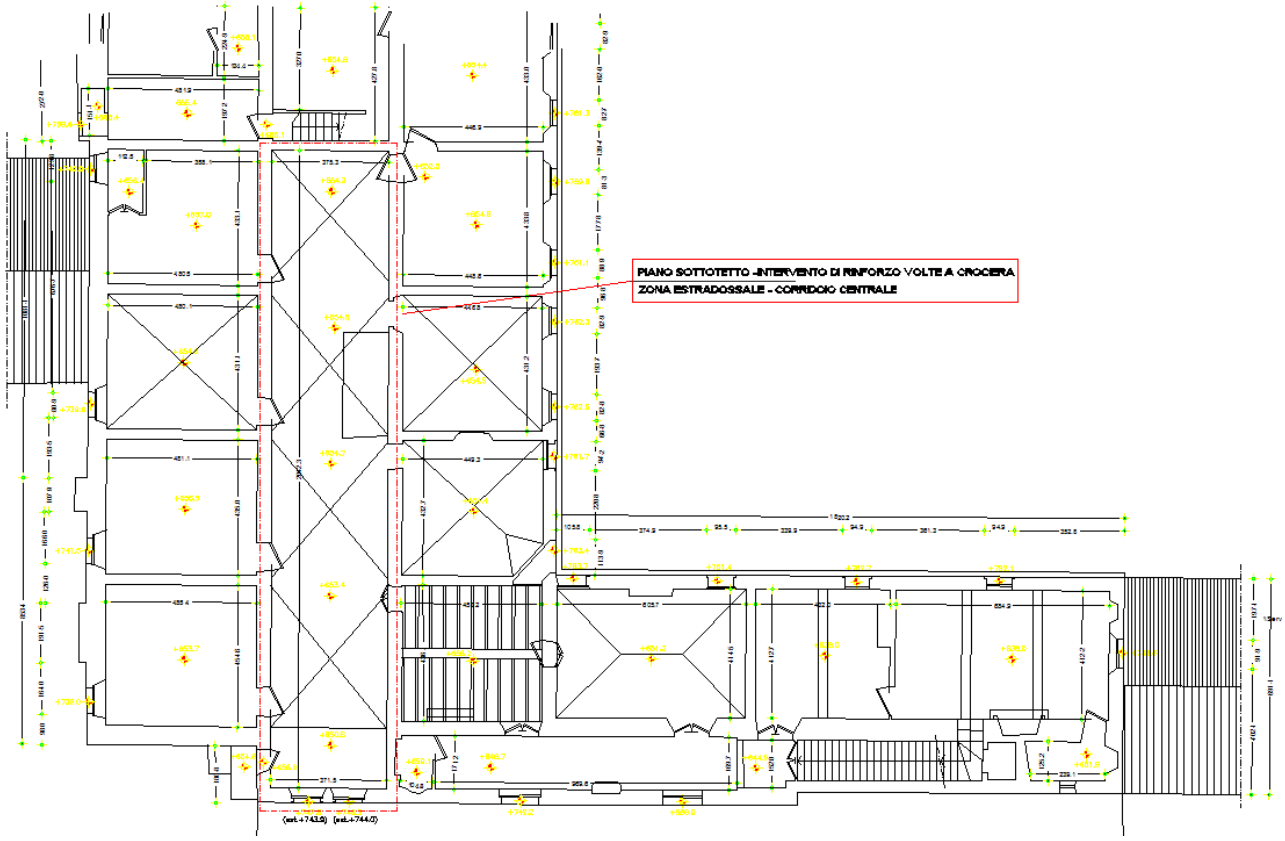


Fig. 1 - ***Piano sottotetto zona corridoio centrale*** – intervento di rinforzo volte a crociera zona estradossale di piano sottotetto

PIANO PRIMO

CONSOLIDAMENTO VOLTE A CROCIERA ZONA ESTRADOSSALE PIANO PRIMO PREVIA RIMOZIONE PAVIMENTAZIONE

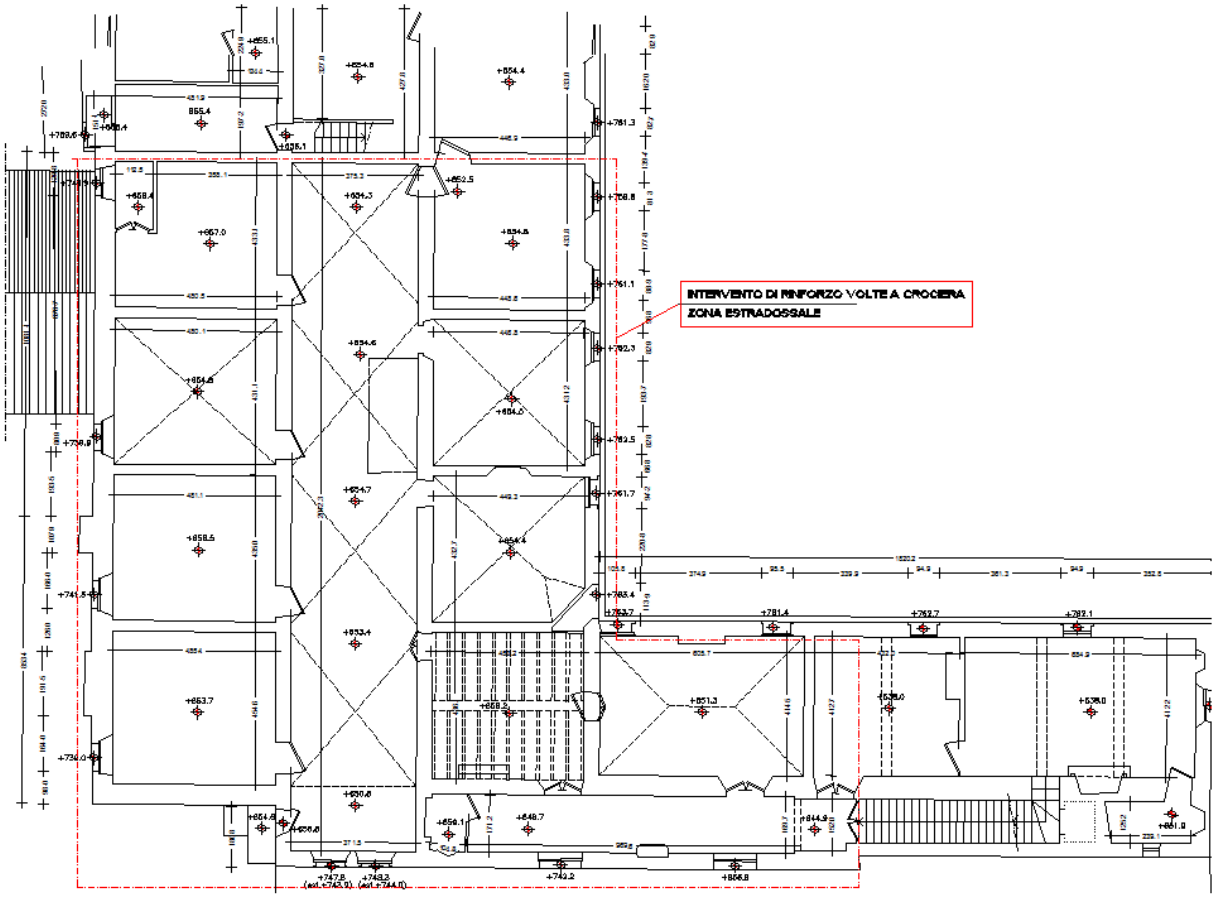


Fig. 2- ***Piano primo*** – intervento di rinforzo volte a crociera zona estradossale piano primo

PIANO PRIMO

INTERVENTO DI RINFORZO MURATURE PERIMETRALI, METODO DELLA MURATURA ARMATA, FRA PIANO PRIMO E PIANO SOTTOTETTO CON IL METODO

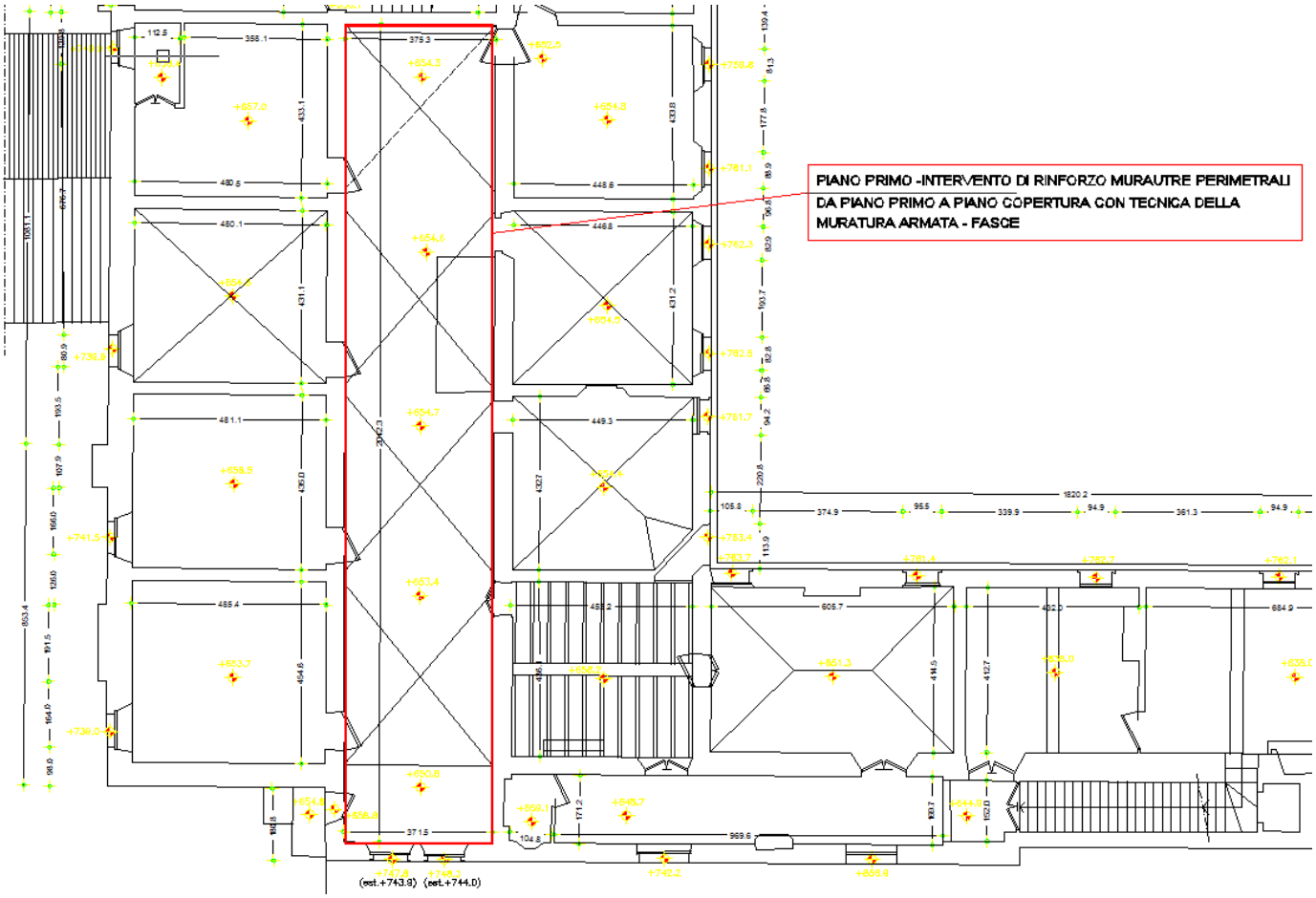


Fig. 3- ***Piano primo*** – intervento di rinforzo murature portanti, fra piano primo e sottotetto, della zona corridoio centrale, con il criterio della muratura armata

1. Norme di riferimento

Per la redazione della presente relazione si è fatto riferimento alle seguenti norme:

- Legge 5 Novembre 1971 n. 1086. Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- UNI EN 1998-1 – Eurocodice 8. Progettazione delle strutture per la resistenza sismica.

- Dipartimento della protezione civile – Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 21 Ottobre 2003 – Disposizioni attuative dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica» (G.U. n. 252 del 29 Ottobre 2003).

- D.G.R 11 Luglio 2014 n. X/2129. Aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Regione Lombardia.

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – D.M. 14 Gennaio 2008 (G.U. n. 29 del 04 Febbraio 2008 – Supplemento ordinario). «Norme tecniche per le costruzioni» (NTC08).

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – D.M. 14 Gennaio 2008 (G.U. n. 29 del 04 Febbraio 2008 – Supplemento ordinario). Allegato A.

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – D.M. 07 Marzo 2017 (G.U. n. 65 del 07 Marzo 2017). Sisma Bonus – Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni e i relativi allegati. Modifiche all'articolo 3 del Decreto Ministeriale n. 58 del 28/02/2017.

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – D.M. 17 Gennaio 2018 (G.U. n. 42 del 20 Febbraio 2018 – Supplemento ordinario). Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (NTC18).

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Circolare 21 Gennaio 2019 n. 7 (G.U. del 11 Febbraio 2019 – Supplemento ordinario).

- Consiglio Nazionale delle Ricerche – Commissione di studio per la predisposizione e l'analisi di norme tecniche relative alle costruzioni – CNR-DT 215/2018 (Versione del 30 Giugno 2020).

2. Descrizione dell'opera

La porzione di edificio della Basilica di San Lanfranco, oggetto di intervento, presenta una planimetria regolare a pianta ad L, avente le seguenti caratteristiche: La struttura portante è in muratura di mattoni pieni avente uno spessore variabile da 50 cm (al piano terreno) a 40 cm (al piano primo e di sottotetto).

Gli orizzontamenti si differenziano per tipologia costruttiva sui diversi piani, nello specifico:

- **il solaio di piano terra** poggia direttamente sul terreno

- **il solaio di piano primo** si caratterizza per avere una struttura portante in muratura costituita da volte a crociera e a botte, con scarico diretto sui muri portanti perimetrali e di spina;

- **il solaio di sottotetto** si caratterizza per avere una struttura portante in muratura costituita da volte a crociera e a botte, con scarico diretto sui muri portanti perimetrali e di spina;

- **il manto di copertura** presenta una struttura portante lignea costituita da elementi portanti in capriate lignee alla Lombarda sulle quali poggiano travi lignee di colmo e terzere

Il collegamento tra i vari piani è costituito da un vano scala, con struttura mista in muratura e cemento armato, ubicato in posizione laterale – lungo la facciata laterale stessa.

1 Piano Copertura:

Piano Copertura e Sottotetto (445 mq * 1,15 – pendenza = 510,0 mq)

Si caratterizza per una superfice totale pari a circa (600 mq), con le seguenti dimensioni:

lato sulla facciata principale: 21,00ml * 15,00ml = 315,0mq

lato sulla facciata laterale: 18,00ml * 7,00ml = 126,00mq

Da un punto di vista distributivo, si caratterizza come locale unico adibito a sottotetto;

Intervento di rinforzo strutturale delle capriate lignee esistenti con sostituzione del 40% degli elementi lignei principali e secondari (travi di colmo, terzere e travetti secondari) previo intervento di rimozione del manto di copertura e sostituzione delle porzioni dello stesso compromesse e successiva ricorsa del manto di copertura: **330,0 €/mq.**

2 Corridoio estradosso piano sottotetto ed intradosso piano primo :

Il corpo centrale della facciata principale si caratterizza per la presenza di un corridoio a navata centrale con solaio di copertura sia per il paino sottotetto sia per il piano primo a volte a crociera in muratura di mattoni pieni.

Allo stato attuale a seguito delle azioni orizzontali, dettate da strutture portanti di tipo spingenti del piano copertura, si evincono fessurazioni in corrispondenza delle generatrici delle volte e in corrispondenza delle linee di chiave delle volte a crociera. A seguito di ciò si ritiene necessario dare corso ad interventi di rinforzo delle volte a crociera mediante interventi di cucitura con utilizzo di matrici in carbonio poste all'estradosso delle stesse. Le superfici interessate del corridoio centrale piano sottotetto e piano primo sono pari a: 20,00ml * 6,00ml * 2 (estradosso piano sottotetto ed intradosso del solaio piano primo) = 240,0 mq.

Intervento di rinforzo strutturale delle volte a crociera nella parte estradossale piano sottotetto ed intradossale del piano primo 450,0 €/mq + costo di rifacimento intonaco intradossale piano primo 80,0 €/mq + opere di puntellazione 50€/mq = **580,0 €/mq**.

3 Piano Primo:

Si caratterizza per una superfice totale pari a circa (600 mq), con le seguenti dimensioni:
lato sulla facciata principale: 21,00ml * 15,00ml = 315,0mq
lato sulla facciata laterale: 18,00ml * 7,00ml = 130,00mq
Da un punto di vista distributivo, si caratterizza per la presenza di n°7 locali abitativi occupanti un numero massimo di locali pari a n°11.
Allo stato attuale a seguito delle azioni orizzontali, dettate da strutture portanti di tipo spingenti del piano copertura, si evincono fessurazioni in corrispondenza delle generatrici delle volte e in corrispondenza delle linee di chiave delle volte a crociera. A seguito di ciò si ritiene necessario dare corso ad interventi di rinforzo delle volte a crociera mediante interventi di cucitura con utilizzo di matrici in carbonio poste all'estradosso delle stesse.
Intervento di rinforzo strutturale delle volte a crociera 550,0 €/mq + costo di posa pavimento in cotto esistente 120,0 €/mq + opere di puntellazione 50€/mq = **720,0 €/mq.**

4 Intervento di rinforzo dei maschi murari di collegamento del piano copertura/sottotetto al piano primo mediante la tecnica della MURATURA ARMATA CON PLACCAGGIO A FASCE :

Intervento di rinforzo dei maschi murario portanti, in mattoni pieni, mediante la tecnica della muratura armata .

Interventi di rinforzo a pressoflessione e taglio di maschi murari con placcaggio di fasce

Al fine di aumentare la resistenza alle azioni nel piano e fuori dal piano dei maschi murari interni e/o perimetrali in muratura, che potrebbero essere particolarmente danneggiati o comunque in condizioni conservative non ottimali, si prevede l'eventualità di un rinforzo mediante placcaggio con fasce in fibra di acciaio galvanizzato UHTSS G400, G600/1200 e malta tipo Geomalta ANTISISMICO (prodotto KERAKOLL) o similari a base di calce idraulica naturale NHL.

In particolare, per il caso in esame, si prevede un possibile intervento sulle murature interne di piano primo, , come meglio delineato nella figura di scheda tecnica sottostante.

Tale intervento prevede fasciatura sia con fibre trasversali per l'incremento della resistenza a confinamento e taglio, sia con fibre longitudinali per incremento della resistenza flessionale.

In presenza di fibre disposte in direzione trasversale all'asse longitudinale del muro, il sistema di rinforzo induce sulla superficie di contatto una pressione laterale pressoché uniforme che si oppone all'espansione radiale dell'elemento compresso.

La procedura di intervento prevede prima di tutto la preparazione del supporto: pulizia della superficie sino alla messa a nudo degli elementi strutturali; sigillaturae e rincocciatura delle eventuali lesioni presenti, con scaglie di materiale idoneo e impiego della geomalta tipo Geocalce F Antisismico o similari, compatibile con la malta esistente, in modo da ripristinare la continuità strutturale ed estetica. Eventuale applicazione di fissativo consolidante corticale tipo Biocalce o similari, soffiatura della parete mediante aria compressa e successiva aspirazione dei detriti.

Dopodichè si passa all'applicazione del sistema di rinforzo: stesura di un primo strato di spessore medio di 3-5mm di geomalta tipo Geocalce F Antisismico o prodotti simili, successivamente con malta ancora fresca, si procede con posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato tipo Geosteel 600/1200 o prodotti similari, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto per evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria tali da compromettere l'adesione del tessuto alla matrice. Le fasce disposte verticalmente

assorbono le sollecitazioni a flessione, mentre le fasce orizzontali assorbono le sollecitazioni a taglio. L'applicazione si conclude con la rasatura finale protettiva (spessore medio 2-5mm) sempre realizzata con la stessa geomalta al fine di inglobare totalmente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti. Eventuale inserimento di diatoni realizzati con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad alta resistenza, previa realizzazione del foro di ingresso, confezionamento del connettore metallico mediante taglio, "sfiocchettatura" e arrotolamento finale del tessuto, inserimento del connettore nel foro con iniezione complementare di GEOMALTA ANTISISMICA a base di calce o prodotti similari.

Infine si attua l'eventuale intonacatura, mediante intonaco tecnico composito, a matrice minerale, traspirante, applicabile anche in alto spessore.

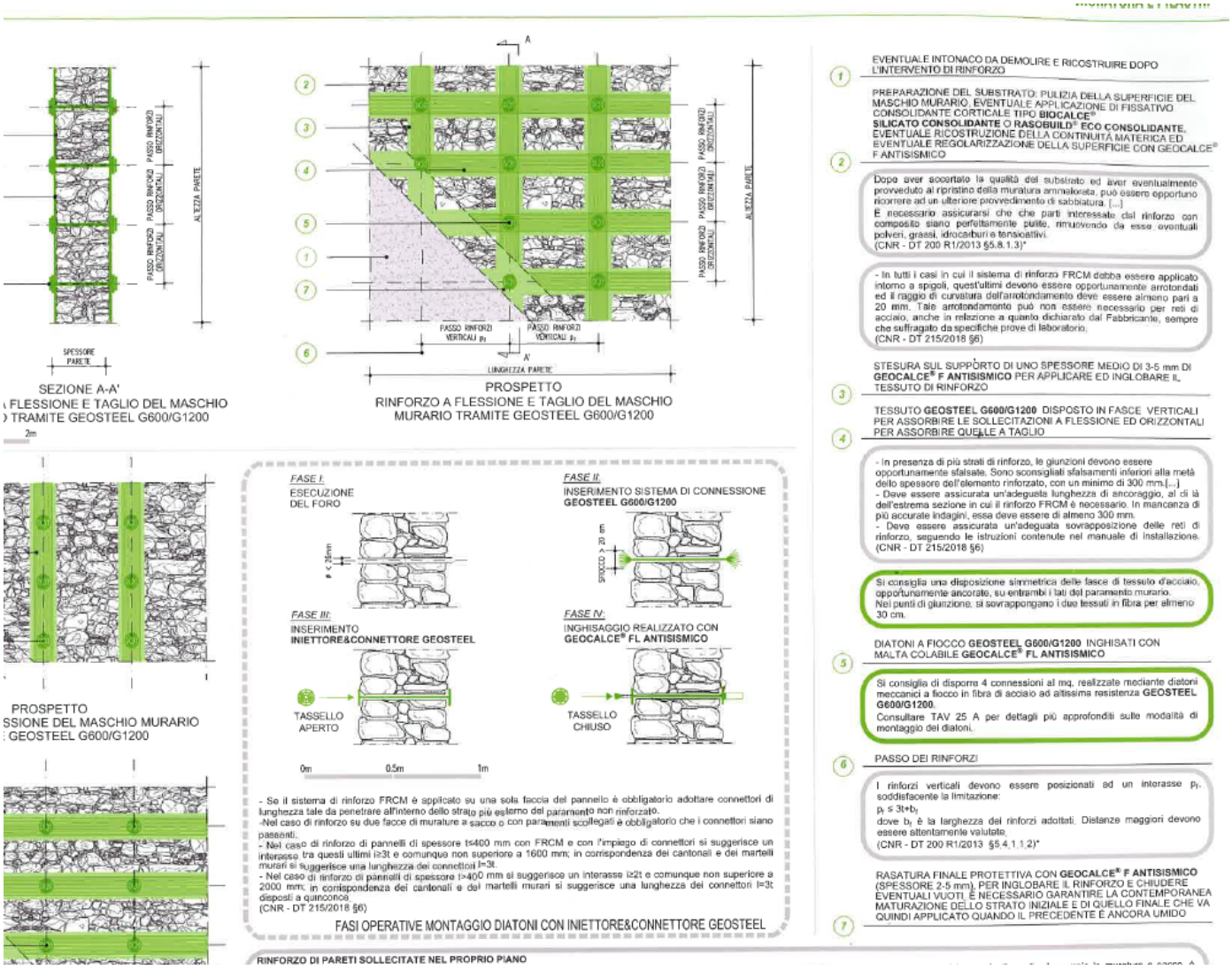


Figura 1 - Rinforzo strutturale muratura mediante placcaggio di fasce di fibra di acciaio galvanizzato e malta a base di calce NHL – Faso operative tipologiche

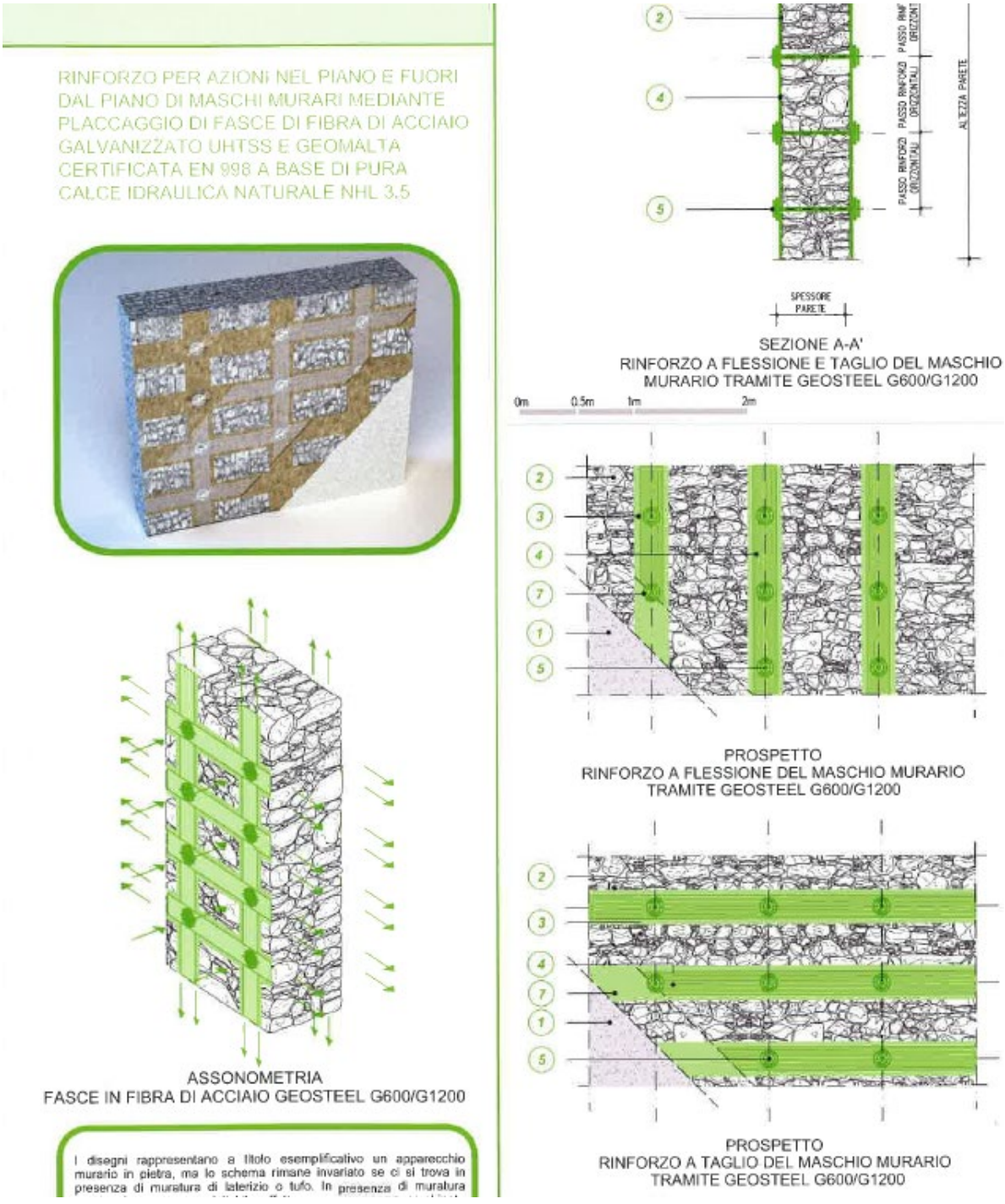


Figura 2 - Rinforzo strutturale muratura mediante placcaggio di fasce di fibra di acciaio galvanizzato

Le superfici interessate del corridoio centrale piano sottotetto e piano primo sono pari a: 20,00ml * 4,50ml * 2 *2 = 360,0 mq.

Intervento di rinforzo strutturale delle murature perimetrali poste a piano primo dell'ambiente posto nel corridoio centrale 250,0 €/mq + costo di rifacimento intonaco 80,0 €/mq = **330,0 €/mq.**

3. Proposte di interventi con descrizione degli interventi di messa in sicurezza opere strutturali

Le prime indagini effettuate hanno consentito di trarre le seguenti conclusioni circa la condizione statica della costruzione.

L'edificio seppur in discreto stato di conservazione e manutenzione allo stato attuale, necessita di interventi di consolidamento strutturale al fino di un suo utilizzo come immobile atto ad accogliere unità abitative permanenti.

Pertanto, al fine di mitigare le condizioni di vulnerabilità dell'edificio, così da garantire un'adeguata resistenza fino al raggiungimento dello Stato Limite di salvaguardi della Vita (SLV), anche in presenza di azioni di tipo dinamico, occorre realizzare degli interventi di rinforzo strutturale, quali:

1 - Interventi di rinforzo strutturale piano di copertura:

L'intervento di consolidamento consiste in un miglioramento strutturale delle connessioni dei singoli elementi costituenti la capriata lignea; nello specifico si darà corso alla creazione dei seguenti giunti in acciaio, come mostrato nelle figure sottostanti (Figura 21):

- Nodo puntone – monaco: collegamento attraverso piastra in acciaio di spessore s = 8 mm ed unione bullonata M14 (Figura 22 – a);

- Nodo puntone – saetta: collegamento attraverso piastra in acciaio di spessore s = 8 mm ed unione bullonata M14 (Figura 22 – b);

- Nodo monaco – catena – saetta: collegamento mediante piastra in acciaio opportunamente sagomata e di spessore s = 8 mm, unione bullonata M14 (Figura 23);

- Nodo catena-puntone: staffoni in acciaio a C di spessore s = 8 mm e lunghezza L = 1'600 mm (da verificare in loco), imbullonati sia al puntone che alla catena con bulloni M14, con chiusura attraverso piastra bullonata di spessore s = 8 mm (Figura 24). Per creare poi un nodo rigido con la muratura esistente si prevede di posizionare una piastra ad "L" di spessore s = 8 mm, imbullonata alla catena con n° 2 bulloni M20 e alla muratura esistente stessa con n° 2 bulloni M20.

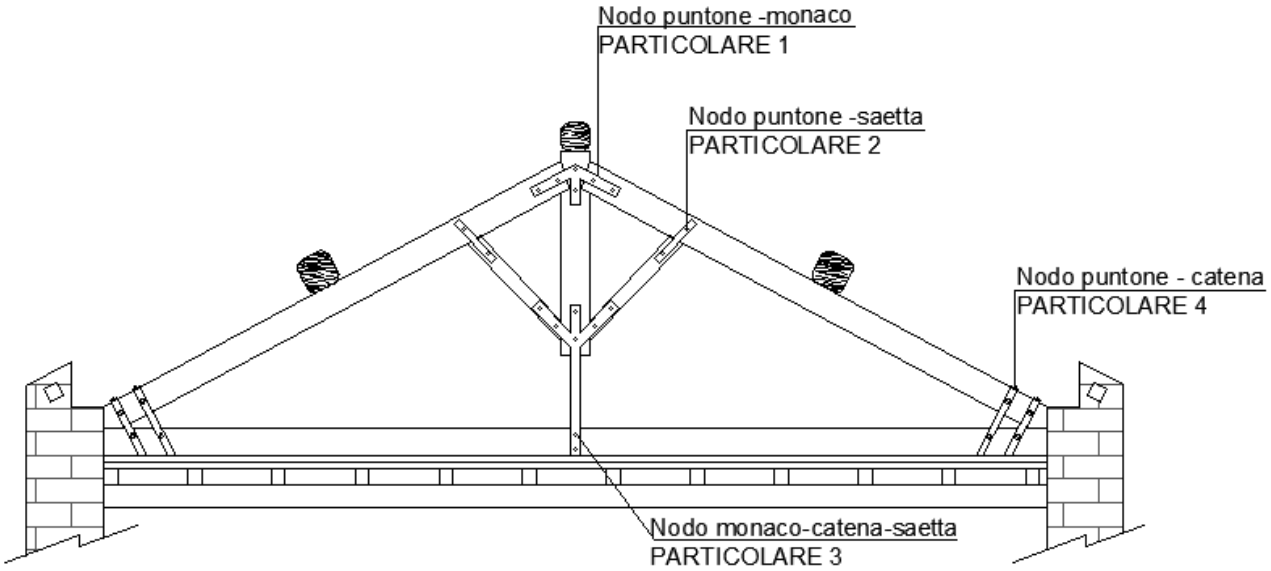
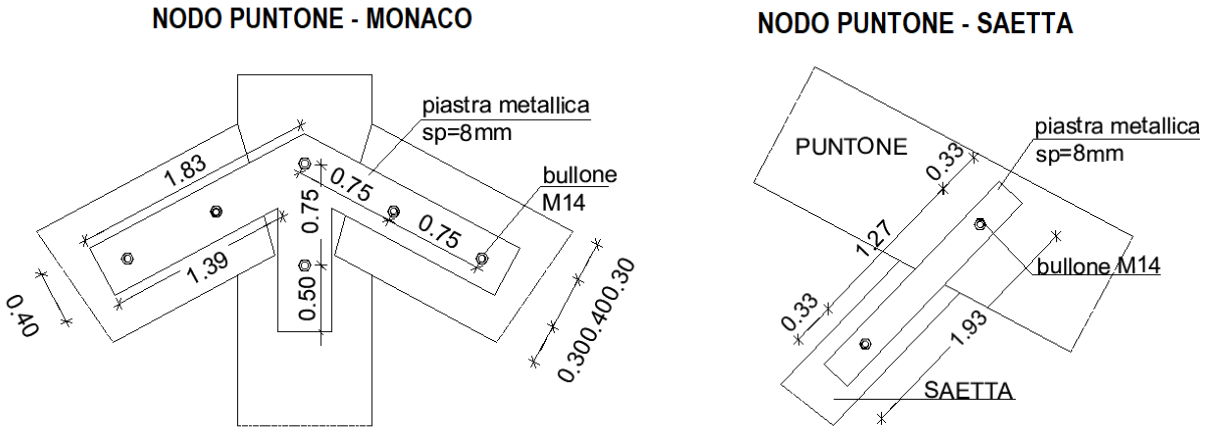


Figura 3 – Esempio tipo rinforzo capriata lignea



(a) **(b)**

Figura 4 – Particolari rinforzo: nodo puntone-monaco (a); nodo puntone-saetta (b)

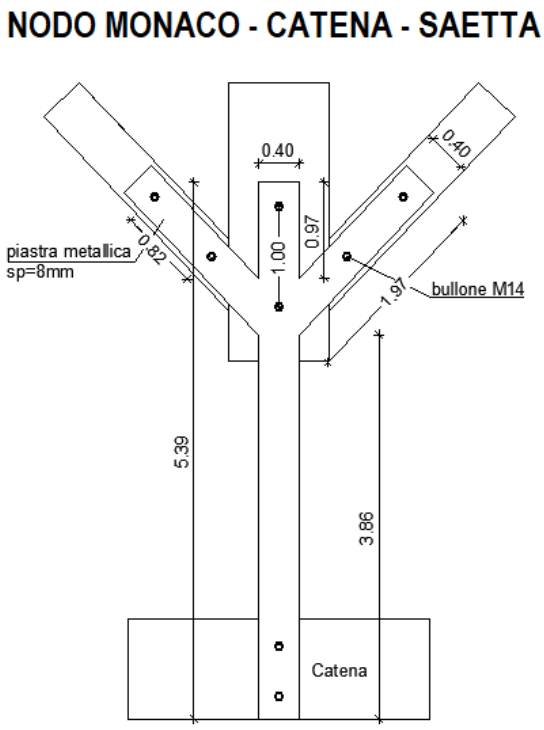


Figura 5 - Particolare rinforzo nodo monaco - catena – saetta

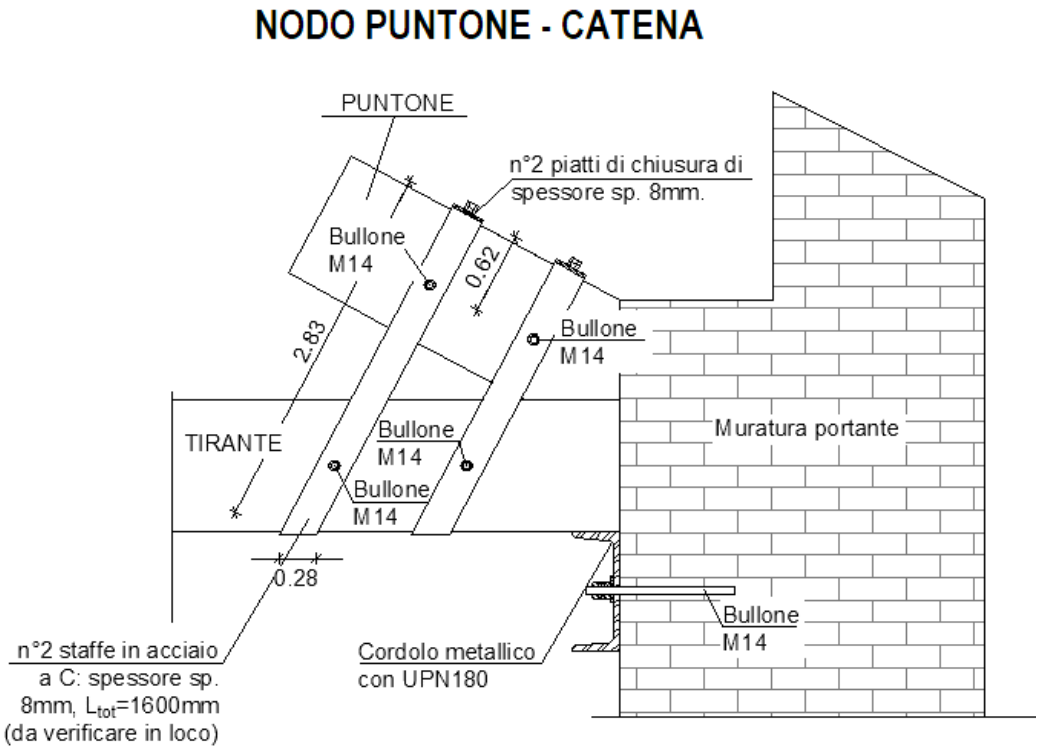


Figura 6 - Particolare rinforzo puntone - catena

Per quanto concerne le travi di colmo e le terzere in legno massiccio che risulterano compromesse a seguito di verifiche puntuali dovranno essere sostituite con travi in legno massiccio classe C24 e/o legno lamellare classe GL24h (per maggiori specifiche si rimanda alle successive fasi di progettazione definitiva/esecutiva). Inoltre si darà corso ad interventi di ricorsa dell'intero manto di copertura con sostituzione delle lastre porta-coppo ove sono presenti.

2 - Consolidamento zona intradossale delle volte a crociera piano sottotetto del corridoio centrale e parziali interventi, sulle volte a crociera, intradosso piano primo:

Detto tipo di intervento non va ad incidere sulla Capacità ultima Resistente Globale del complesso architettonico (connettendo tra loro diversi maschi murari secondo differenti direzionalità), ma si focalizza esclusivamente sul danno indotto dagli spostamenti sulle Volte a Crociera prevenendone eccessive deformazioni (ed il conseguente crollo). Tale fine è raggiunto predisponendo, estradossalmente alle Volte a Crociera, delle Matrici in Fibra di Carbonio lungo i perimetri e le mezzerie delle vele. Queste Matrici inorganiche vengono applicate mediante l'utilizzo di apposite resine, con funzione di legante, realizzando un reticolo di fasciature resistenti a trazione in grado di non incrementare in modo significativo i carichi esistenti.

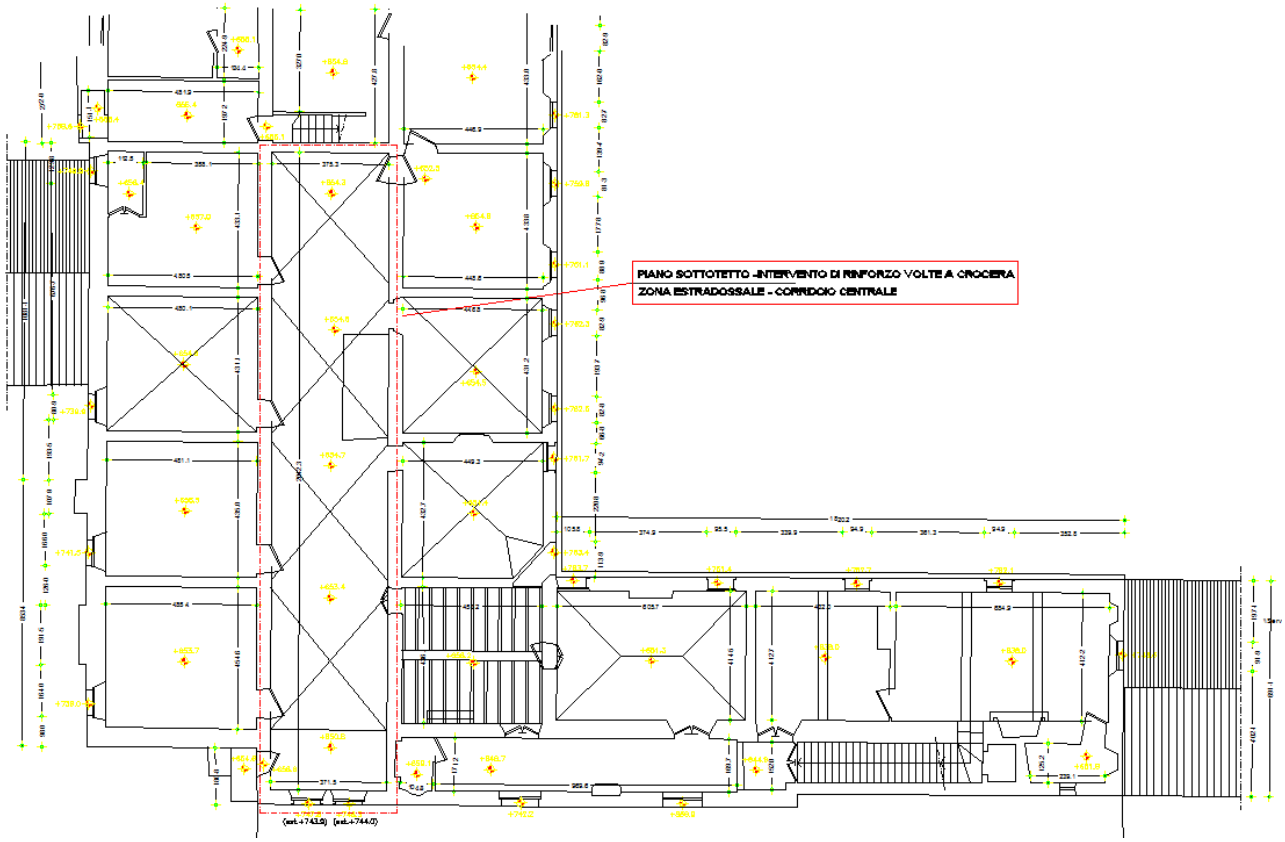


Fig. 4 - ***Piano sottotetto zona corridoio centrale*** – intervento di rinforzo volte a crociera zona estradossale di piano sottotetto

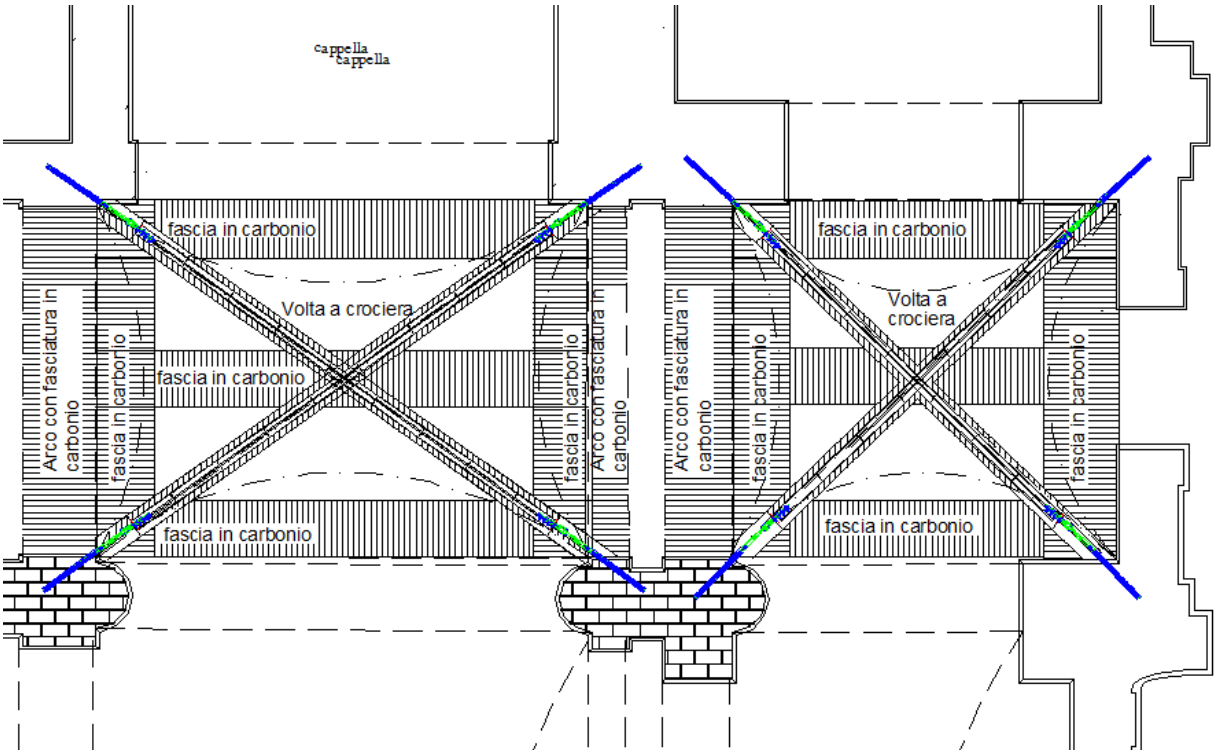
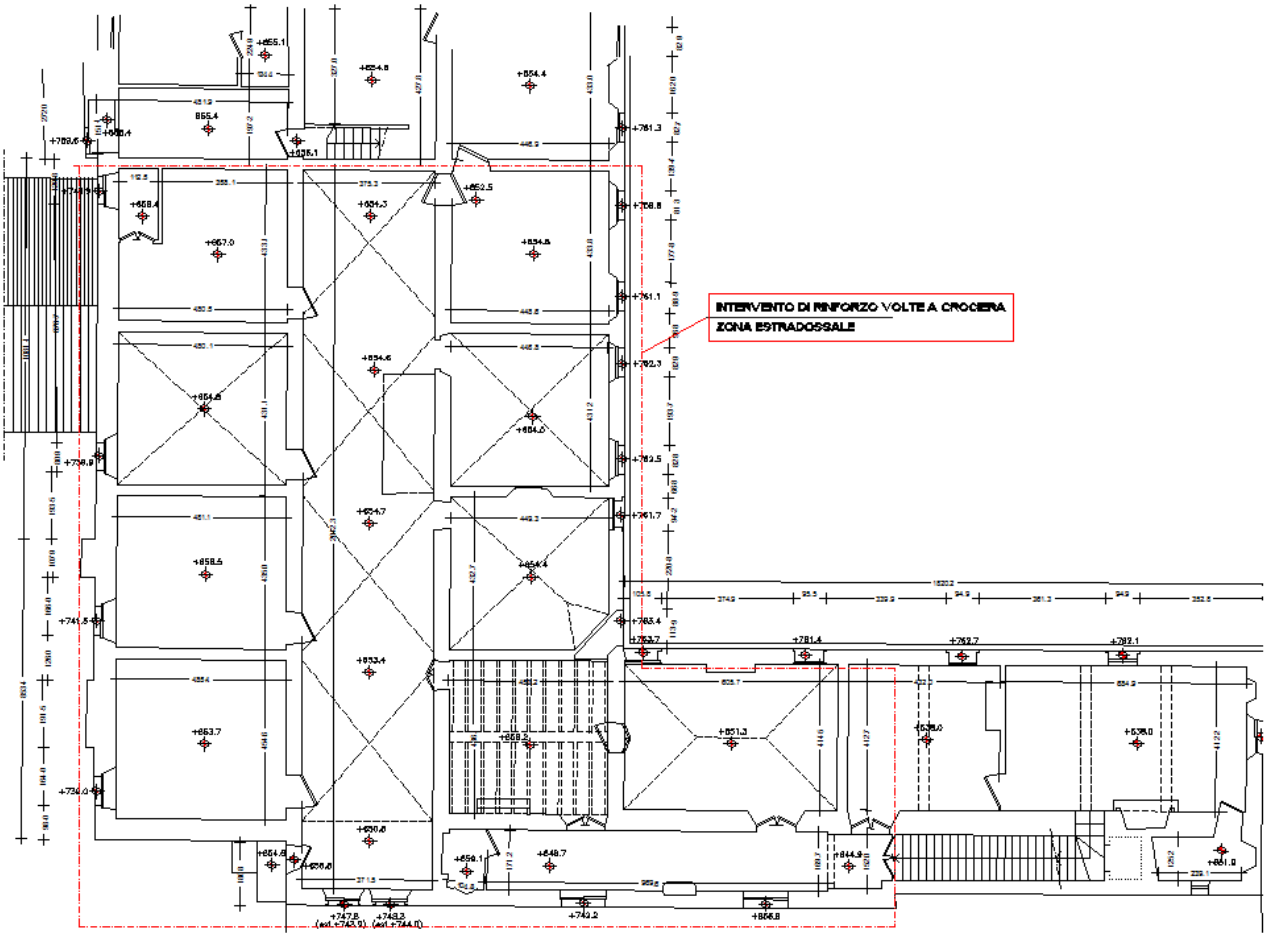


Fig. 5 - ***<u>Piano sottotetto zona corridoio centrale</u>*** – schema in pianta intervento di rinforzo volte a crociera zona estradossale di piano sottotetto.

Appare chiaro come, trattandosi di una sincronia di interventi, l'attribuzione degli effettivi miglioranenti dovuti singolo tipo di rinforzo non è così rigida, ma al contrario si presta alla possibilità di potere innescare molteplici ed ottimali meccanismi di resistenza, in funzione delle diverse sollecitazioni/deformazioni cui la struttura può essere sottoposta.

<u>3</u> – Consolidamento delle volte a crociera del solaio di calpestio piano primo

Per il consolidamento delle volte a crociera poste rispettivamente ai vari livelli di piano, nello specifico poste all'intradosso del solaio piano primo si è optato per un rinforzo strutturale mediante placcaggio estradossale con fasce in fibra di acciaio galvanizzato UHTSS e geomalta certificata EN988 a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5.



La procedura tecnica dell'intervento prevede:

- Rimozione della pavimentazione esistente e del materiale di riempimento dei rinfianchi posti all'estradosso delle volte.

- Sigillatura e rincocciatura delle eventuali lesioni presenti sia nella parte estradossale sia intradossale, con scaglie di materiale idoneo e impiego della geomalta® GEOCALCE® F ANTISISMICO compatibile con la malta esistente, in modo da ripristinare la continuità strutturale ed estetica.

- Soffiatura conclusiva delle volte mediante aria compressa con successiva aspirazione dei detriti e umidificazione delle superfici.
  Applicazione del sistema di rinforzo.

Il sistema di rinforzo strutturale in fibra di acciaio Steel Reinforced Grout (abbinamento di fibra di acciaio e malta minerale a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e Geolegante®) andrà eseguito avendo cura di disporre le fasce secondo quanto indicato dal progettista abilitato e seguendo gli schemi grafici riportati nelle figure/schemi (7) tecnici seguenti.

1

Preparazione, pulizia e umidificazione delle superfici.

2

Inghisaggio degli ancoraggi con GEOCALCE® FL ANTISISMICO.

3

Applicazione prima mano di GEOCALCE® F ANTISISMICO.

4

Installazione del tessuto in fibra d'acciaio GEOSTEEL G600.

Figura 7 – *Soluzione per il consolidamento e il rinforzo delle volte*

L'applicazione delle fasce consiste in:

- realizzazione di una prima mano di GEOCALCE® F ANTISISMICO, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio 3 – 5 mm) per regolarizzarlo e per adagiare e inglobare il tessuto di rinforzo.

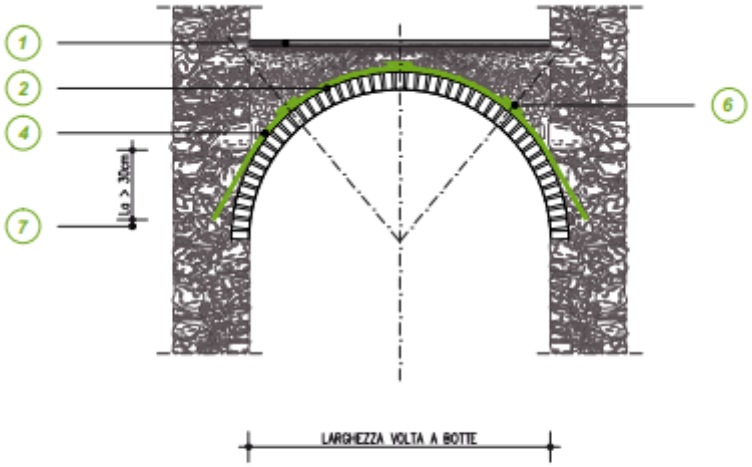
- Applicazione sulla matrice ancora fresca, del tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato GEOSTEEL G1200, garantendo il perfetto inglobamento del nastro nello strato di matrice, esercitando un'energica pressione con la spatola e avendo cura che la stessa malta fuoriesca dai trefoli per garantire così un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice.

- Rasatura finale protettiva (spessore medio 2 – 5 mm) sempre realizzata con GEOCALCE® F ANTISISMICO, al fine di inglobare totalmente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti.

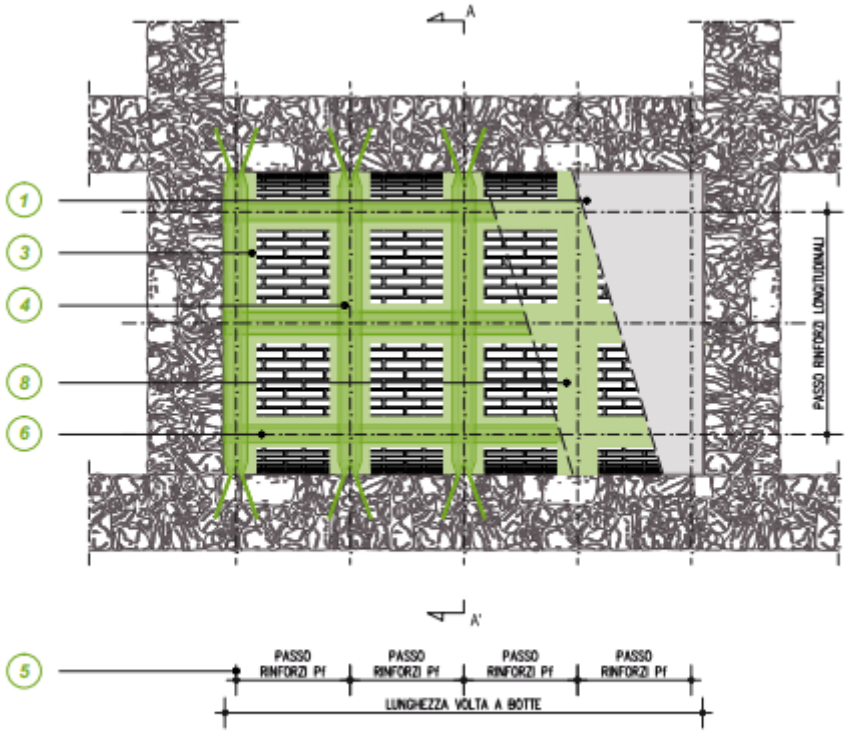
- Riempimento dei rinfianchi della volta con getto di nuovo materiale alleggerito.

Tale rinforzo conferisce alla muratura un'elevata resistenza, duttilità e una ripartizione più uniforme delle sollecitazioni: in caso di movimento della struttura, gli sforzi si distribuiscono sull'intera superficie degli elementi rinforzati con la fibra, facendo sì che la rottura si trasformi da fragile e duttile. Inoltre, la facoltà conferita alla muratura di resistere a trazione inibisce la formazione delle cerniere plastiche sul lato opposto su cui è applicato il rinforzo.

Nella Figura 8 seguente viene mostrato uno schema riassuntivo del sistema di rinforzo previsto:



SEZIONE A-A'
SISTEMI DI RINFORZO ALL'ESTRADOSSO CON
FASCE DI GEOSTEEL G600/G1200



PIANTA
SISTEMI DI RINFORZO ALL'ESTRADOSSO CON
FASCE DI GEOSTEEL G600/G1200

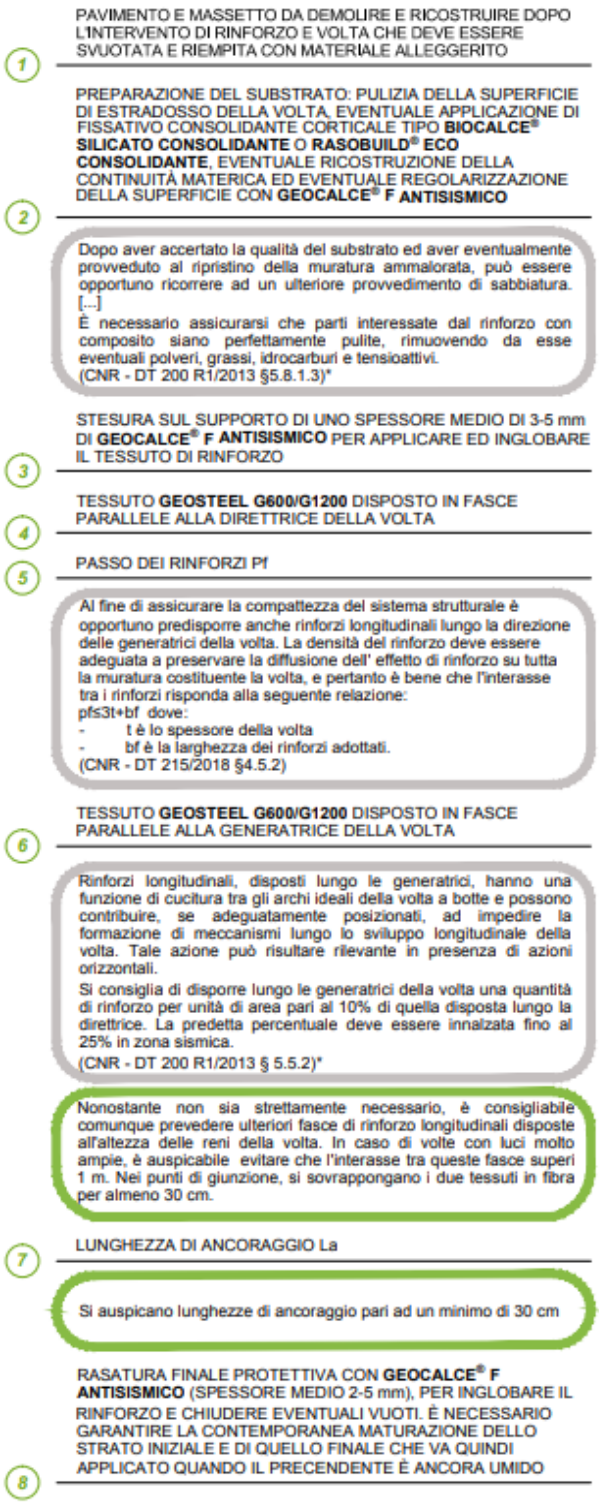


Figura 8: sistema rinforzo

4 Intervento di rinforzo dei maschi murari di collegamento del piano copertura al piano primo mediante la tecnica della MURATURA ARMATA CON PLACCAGGIO A FASCE:

Intervento di rinforzo dei maschi murario portanti, in mattoni pieni, mediante la tecnica della muratura armata .

Interventi di rinforzo a pressoflessione e taglio di maschi murari con placcaggio di fasce

Al fine di aumentare la resistenza alle azioni nel piano e fuori dal piano dei maschi murari interni e/o perimetrali in muratura, che potrebbero essere particolarmente danneggiati o comunque in condizioni conservative non ottimali, si prevede l'eventualità di un rinforzo mediante placcaggio con fasce in fibra di acciaio galvanizzato UHTSS G400, G600/1200 e malta tipo Geomalta ANTISISMICO (prodotto KERAKOLL) o similari a base di calce idraulica naturale NHL.

In particolare, per il caso in esame, si prevede un possibile intervento sulle murature interne di piano primo, , come meglio delineato nella figura e scheda tecnica sottostante.

Tale intervento prevede fasciatura sia con fibre trasversali per l'incremento della resistenza a confinamento e taglio, sia con fibre longitudinali per incremento della resistenza flessionale.

In presenza di fibre disposte in direzione trasversale all'asse longitudinale del muro, il sistema di rinforzo induce sulla superficie di contatto una pressione laterale pressoché uniforme che si oppone all'espansione radiale dell'elemento compresso.

La procedura di intervento prevede prima di tutto la preparazione del supporto: pulizia della superficie sino alla messa a nudo degli elementi strutturali; sigillaturae e rincocciatura delle eventuali lesioni presenti, con scaglie di materiale idoneo e impiego della geomalta tipo Geocalce F Antisismico o similari, compatibile con la malta esistente, in modo da ripristinare la continuità strutturale ed estetica. Eventuale applicazione di fissativo consolidante corticale tipo Biocalce o similari, soffiatura della parete mediante aria compressa e successiva aspirazione dei detriti.

Dopodichè si passa all'applicazione del sistema di rinforzo: stesura di un primo strato di spessore medio di 3-5mm di geomalta tipo Geocalce F Antisismico o prodotti simili, successivamente con malta ancora fresca, si procede con posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato tipo Geosteel 600/1200 o prodotti similari, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto per evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria tali da compromettere l'adesione del tessuto alla matrice. Le fasce disposte verticalmente assorbono le sollecitazioni a flessione, mentre le fasce orizzontali assorbono le sollecitazioni a taglio. L'applicazione si conclude con la rasatura finale protettiva (spessore medio 2-5mm) sempre realizzata con la stessa geomalta al fine di inglobare totalmente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti. Eventuale inserimento di diatoni realizzati con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad alta resistenza, previa realizzazione del foro di ingresso, confezionamento del connettore metallico mediante taglio, "sfiocchettatura" e arrotolamento finale del tessuto, inserimento del connettore nel foro con iniezione complementare di GEOMALTA ANTISISMICA a base di calce o prodotti similari.

Infine si attua l'eventuale intonacatura, mediante intonaco tecnico composito, a matrice minerale, traspirante, applicabile anche in alto spessore.

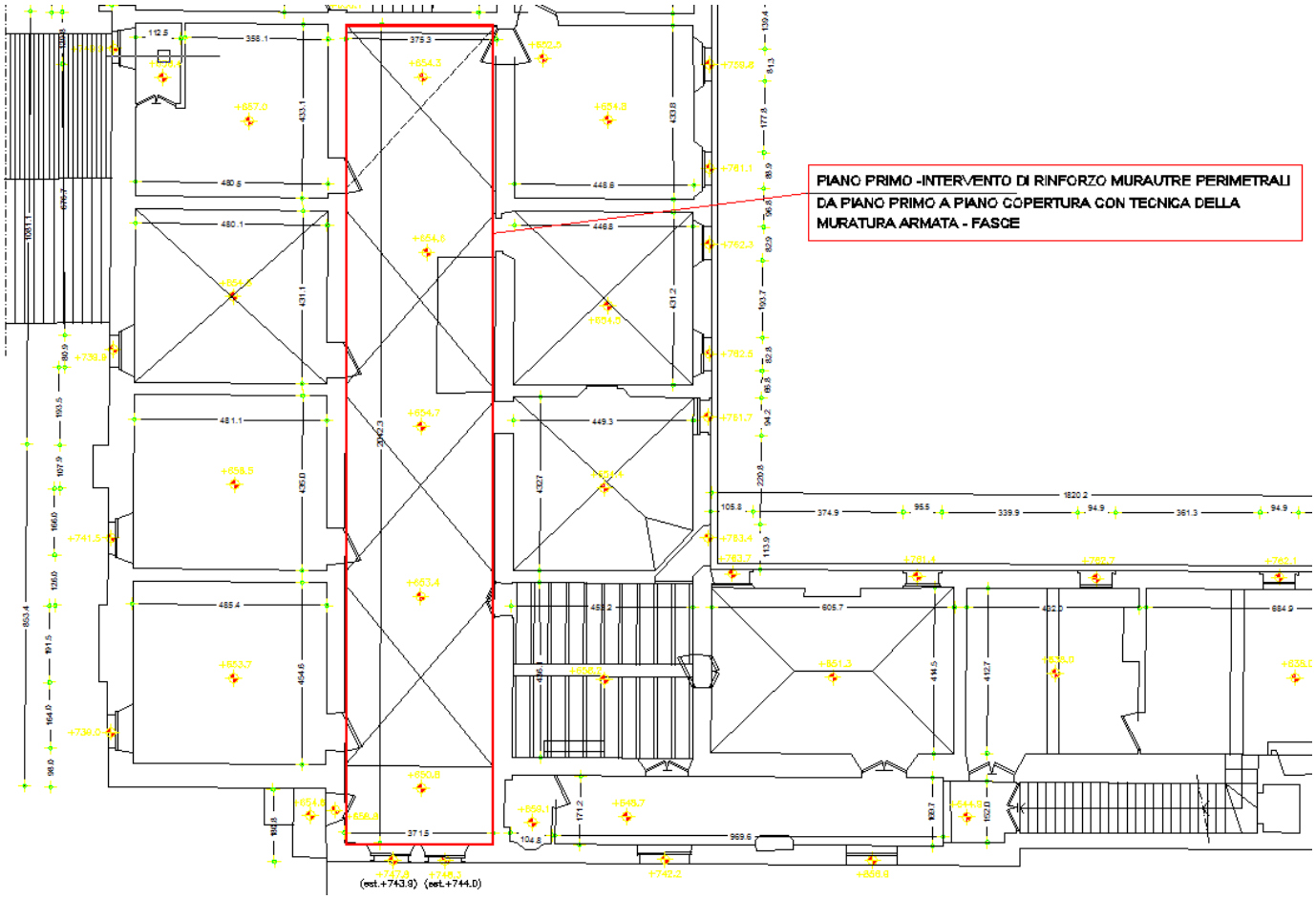


Fig. 5- ***Piano primo*** – intervento di rinforzo murature portanti,fra piano primo e sottotetto, della zona corridoio centrale, con il criterio della muratura armata

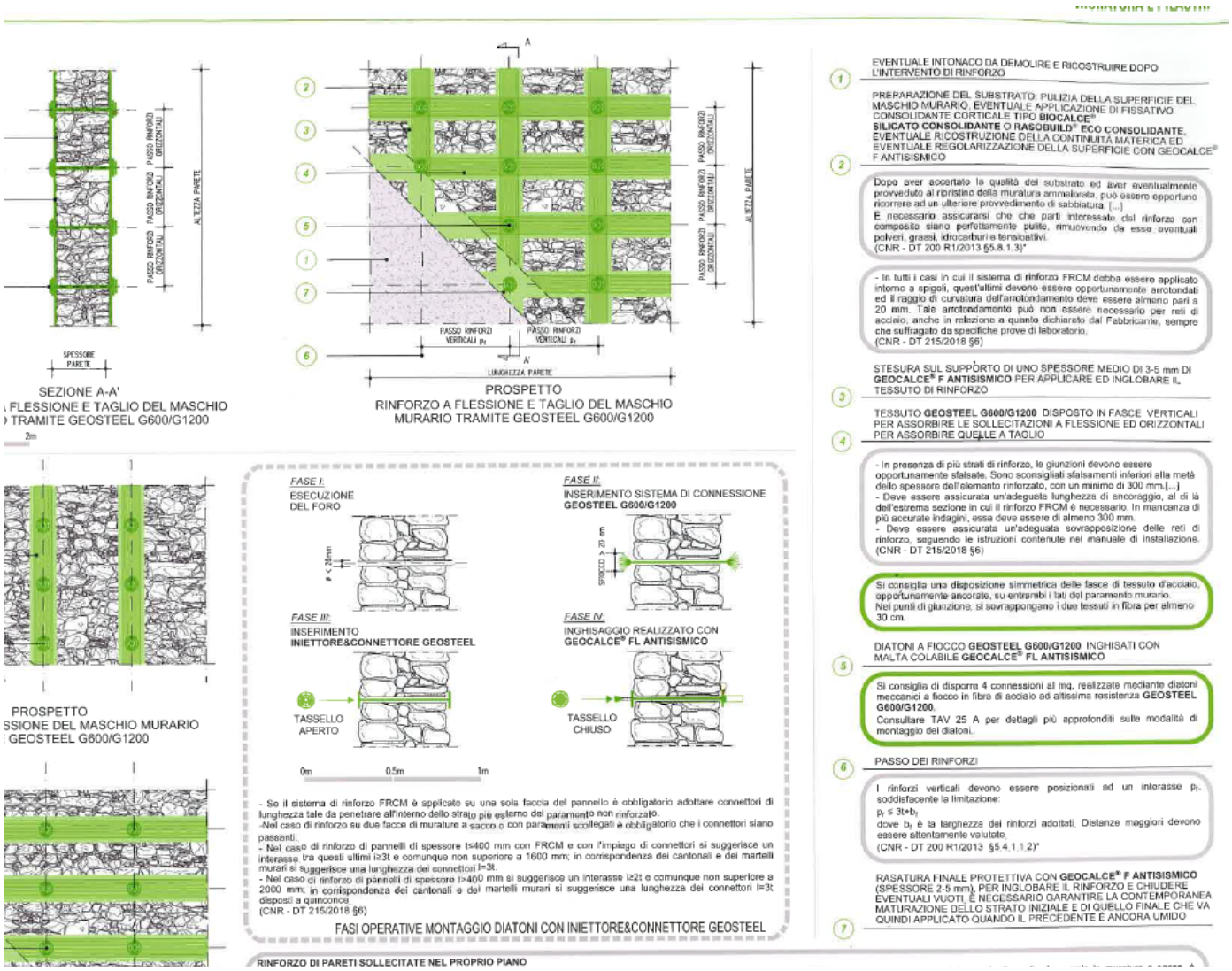


Figura 9 - Rinforzo strutturale muratura mediante placcaggio di fasce di fibra di acciaio galvanizzato e malta a base di calce NHL – Faso operative tipologiche

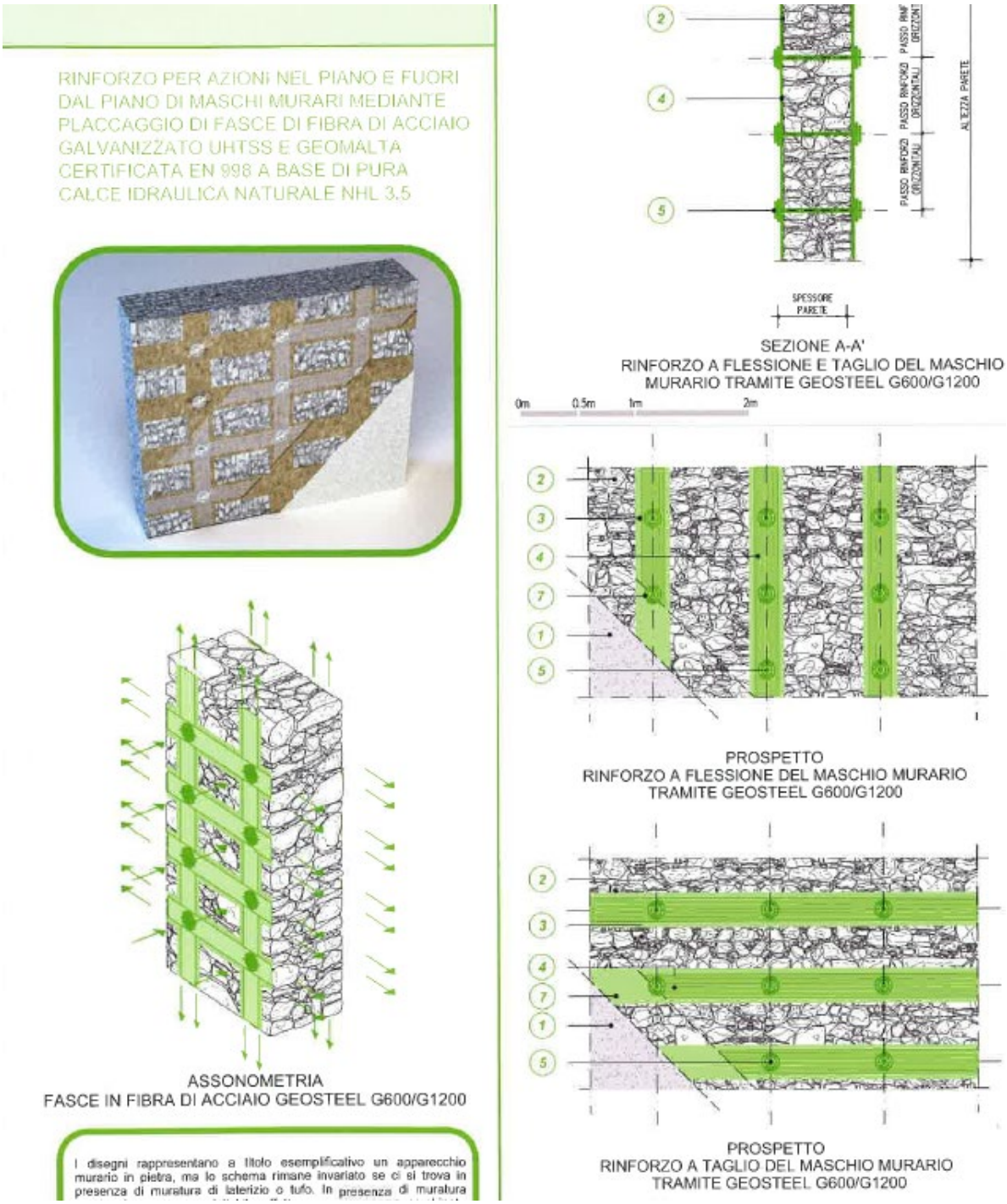


Figura 10 - Rinforzo strutturale muratura mediante placcaggio di fasce di fibra di acciaio galvanizzato

Le superfici interessate del corridoio centrale piano sottotetto e piano primo sono pari a: 20,00ml * 4,50ml * 2 *2 = 360,0 mq.

Intervento di rinforzo strutturale delle murature perimetrali poste a piano primo dell'ambiente

posto nel corridoio centrale 280,0 €/mq + costo di rifacimento intonaco 80,0 €/mq = 360,0 €/mq.

4. Caratteristiche materiali delle nuove strutture

Per le verifiche delle strutture di nuova realizzazione previste per il rinforzo dell'edificio esistente, si utilizzano i seguenti materiali.

4.1 CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione del cordolo in cemento armato al piano fondale è di classe C25/30. Mentre quello utilizzato come basamento delle putrelle all'interno della muratura esistente è di tipo EMACO S33.

Di seguito si elencano le caratteristiche meccaniche di entrambe le tipologie di calcestruzzo.

Classe di resistenza C25/30

- Resistenza cubica caratteristica a compressione R_{ck} = 300 daN/cm^2
- Resistenza cilindrica caratteristica a compressione f_{ck} = 250 daN/cm^2
- Modulo elastico medio E_{cm} = 314'471,61 daN/cm^2
- Peso specifico γ = 2'500 daN/m^3
- Coefficiente di Poisson ν = 0,1

EMACO S33

- Caratteristiche espansive in fase plastica (UNI 8996) $\varepsilon > 0{,}3$ %
- Adesione al calcestruzzo per taglio (UNI EN 12615) $\alpha > 60$ daN/cm^2
- Resistenza allo sfilamento delle barre d'acciaio $r_{barre} > 300$ daN/cm^2
- Modulo elastico E = 300'000±20'000 daN/cm^2
- Resistenza a compressione
  f_{ck} (1g) > 400 daN/cm^2
  f_{ck} (7gg) > 600 daN/cm^2
  f_{ck} (28gg) > 700 daN/cm^2
- Resistenza a trazione
  f_{tk} (1g) > 400 daN/cm^2
  f_{tk} (7gg) > 600 daN/cm^2
  f_{tk} (28gg) > 700 daN/cm^2

4.2 ACCIAIO PER BARRE PER C.A.

Sia le barre (longitudinali e trasversali) utilizzate per il cordolo in cemento armato che le reti metalliche, sono in acciaio tipo B450C ad aderenza migliorata, le cui caratteristiche sono illustrate nel seguito.

B450C

- Resistenza caratteristica di snervamento f_{yk} = 4'500 daN/cm^2
- Tensione ammissibile σ_{amm} = 2'550 daN/cm^2
- Modulo elastico E = 2'060'000,00 daN/cm^2
- Peso specifico γ = 7'850 daN/m^3

4.3 ACCIAIO PER CARPENTERIA

Escludendo i tiranti, che sono in acciaio tipo Y1050H, i nuovi elementi metallici, quali travi e piastre di ancoraggio, sono in acciaio tipo S355.

S355

- Resistenza caratteristica di snervamento f_y = 3'500 daN/cm^2
- Resistenza caratteristica ultima f_t = 5'100 daN/cm^2
- Modulo elastico E = 2'100'000,00 daN/cm^2
- Peso specifico γ = 7'850 daN/m^3
- Coefficiente di Poisson ν = 0,30

Y1050H

- Resistenza caratteristica di snervamento f_y = 9'500 daN/cm^2
- Resistenza caratteristica ultima f_t = 10'500 daN/cm^2

4.4 BULLONI PER CARPENTERIA

Le caratteristiche dei bulloni utilizzati per le giunzioni delle putrelle e per il rinforzo delle capriate, risultano:

Bulloni 10.9

- Classe di resistenza 10.9 (Alta Resistenza)
- Resistenza allo snervamento f_{yb} = 9'000 daN/cm^2
- Resistenza a rottura f_{tb} = 10'000 daN/cm^2

Bulloni 8.8

- Classe di resistenza 8.8 (Alta Resistenza)
- Resistenza allo snervamento f_{yb} = 6'400 daN/cm^2
- Resistenza a rottura f_{tb} = 8'000 daN/cm^2

4.5 LEGNO

Di seguito le caratteristiche dei nuovi elementi in legno a sostegno della copertura.

Legno lamellare GL24h

- Peso specifico γ = 420 daN/m^3
- Modulo elastico E = 115'000,00 daN/cm^2
- Resistenza caratteristica per flessione $f_{m,k}$ = 240 daN/cm^2
- Resistenza caratteristica per trazione parallela alle fibre $f_{t,0,k}$ = 192 daN/cm^2
- Resistenza caratteristica per trazione ortogonale alle fibre $f_{t,90,k}$ = 5 daN/cm^2
- Resistenza caratteristica per compressione parallela alle fibre $f_{c,0,k}$ = 240 daN/cm^2
- Resistenza caratteristica per compressione ortogonale alle fibre $f_{c,90,k}$ = 25 daN/cm^2
- Resistenza caratteristica a taglio $f_{v,k}$ = 35 daN/cm^2

ALLEGATO

REPORT - FOTOGRAFICO

13/11/2022, 09:37
Foto 1, 2 – vista locali interni piano primo

Messaggio: Foto 3 – volta a crociera solaio piano sottotetto

Foto 4,5,6 Quadro fessurativo, murature portanti piano primo e volte a crociera del piano sottotetto nella zona – corridoio centrale

Foto 7,8 Quadro fessurativo, murature portanti piano primo e volte a crociera del piano sottotetto nella zona – corridoio centrale