



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

Scuola di Architettura Urbanistica  
Ingegneria delle Costruzioni

Corso di laurea magistrale in Ingegneria Edile-Architettura

## **Riqualificazione energetica ed architettonica della sede del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco a Sondrio**

Relatore: Prof. Ing. Graziano SALVALAI

Tesi di Laurea di:  
Federico BORDOLI Matr. 819011  
Davide CASTELNUOVO Matr. 817864

Anno Accademico 2017 - 2018

**CAPITOLO 1 - ANALISI PRELIMINARI**

- 01 - Inquadramento territoriale
- 02 - Clima sondriese
- 03 - Clima sondriese
- 04 - Vincoli paesaggistici
- 05 - Analisi contesto urbano
- 06 - Inquadramento provinciale
- 07 - Casi studio
- 08 - OverCladding
- 09 - Analisi sistemi prefabbricati
- 10 - Rivestimenti esterni
- 11 - Rivestimenti esterni
- 12 - Tipologie di legno
- 13 - Tipologie di pietra
- 14 - Piante Mese
- 15 - Prospetti Mese
- 16 - Piante Morbegno
- 17 - Prospetti Morbegno
- 18 - Piante Valdisotto
- 19 - Prospetti Valdisotto
- 20 - Caserma di Tirano

**CAPITOLO 2 - STATO DI FATTO ARCHITETTONICO**

- 01 - Schede fotografiche
- 02 - Schede fotografiche
- 03 - Schede fotografiche
- 04 - Schede fotografiche
- 05 - Schede fotografiche
- 06 - Schede fotografiche
- 07 - Schede fotografiche
- 08 - Schede fotografiche
- 09 - Schede fotografiche
- 10 - Schede fotografiche
- 11 - Schede fotografiche
- 12 - Schede fotografiche
- 13 - Schede fotografiche
- 14 - Schede fotografiche
- 15 - Schede fotografiche
- 16 - Planivolumetrico
- 17 - Piante Piano Interrato
- 18 - Pianta Piano Terra A
- 19 - Pianta Piano Terra B
- 20 - Pianta Piano Terra C
- 21 - Pianta Piano Primo A
- 22 - Pianta Piano Primo B

- 23 - Pianta Piano Primo C
- 24 - Pianta Piano Secondo A
- 25 - Pianta Piano Secondo B
- 26 - Pianta funzionale Piano Terra
- 27 - Pianta funzionale Piano Primo
- 28 - Pianta funzionale Piano Secondo
- 29 - Prospetti Nord e Sud
- 30 - Prospetti Est e Ovest
- 31 - Sezioni A-A' e B-B'
- 32 - Sezioni C-C' e D-D'
- 33 - Sezione tecnologica

**CAPITOLO 3 - PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO**

- 01 - Stratigrafie Piano interrato
- 02 - Stratigrafie Piano Terra A
- 03 - Stratigrafie Piano Terra B
- 04 - Stratigrafie Piano Terra C
- 05 - Stratigrafie Piano Primo A
- 06 - Stratigrafie Piano Primo B
- 07 - Stratigrafie Piano Primo C
- 08 - Stratigrafie Piano Secondo A
- 09 - Stratigrafie Piano Secondo B
- 10 - Trasmittanze stratigrafie CV01 e CV02
- 11 - Trasmittanze stratigrafie CV03 e CV04
- 12 - Trasmittanze stratigrafie CV05 e CV06
- 13 - Trasmittanze stratigrafie CV07 e CV08
- 14 - Trasmittanze stratigrafie PV01 e PV02
- 15 - Trasmittanze stratigrafie CV09 e CV10
- 16 - Trasmittanze stratigrafie PV03 e CV11
- 17 - Trasmittanze stratigrafie CV12 e CV13
- 18 - Stratigrafie sezioni A-A' e B-B'
- 19 - Stratigrafie sezioni C-C' e D-D'
- 20 - Trasmittanze stratigrafie CO01 e CO02
- 21 - Trasmittanze stratigrafie CO03 e CO04
- 22 - Trasmittanze stratigrafie PO01 e PO02
- 23 - Trasmittanze stratigrafie CO05 e CO06
- 24 - Trasmittanze stratigrafie CO07 e CO08
- 25 - Trasmittanze stratigrafie CO09 e CO10
- 26 - Trasmittanze stratigrafie CO11 e PO03
- 27 - Trasmittanze stratigrafie CO12 e CO13
- 28 - Trasmittanze stratigrafie CO14 e CO15
- 29 - Serramenti esterni
- 30 - Serramenti esterni
- 31 - Serramenti esterni
- 32 - Serramenti esterni
- 33 - Trasmittanze serramenti esterni



**CAPITOLO 4 - PROGETTO ARCHITETTONICO**

- 01 - Analisi SWOT
- 02 - ConceptPlan
- 03 - Gialli e Rossi
- 04 - Esploso concettuale
- 05 - Planivolumetrico
- 06 - Piante Piano Terra A
- 07 - Piante Piano Terra B
- 08 - Piante Piano Terra C
- 09 - Piante Piano Primo A
- 10 - Piante Piano Primo B
- 11 - Piante Piano Primo C
- 12 - Pianta Piano Secondo B
- 13 - Pianta Piano Terzo B
- 14 - Prospetti Nord e Sud
- 15 - Prospetti Est e Ovest
- 16 - Sezioni A-A' e B-B'
- 17 - Sezioni C-C' e D-D'
- 18 - Tipologie pannelli
- 19 - Sezione verticale zinco
- 20 - Giunto tra pannelli zinco
- 21 - Dettaglio imbotte zinco
- 22 - Angolare zinco - zinco
- 23 - Sezione verticale legno
- 24 - Giunto tra pannelli legno
- 25 - Dettaglio imbotte legno
- 26 - Angolare legno - legno
- 27 - Angolare zinco - legno
- 28 - Render
- 29 - Render
- 30 - Render
- 31 - Render
- 32 - Render
- 33 - Confronto di progetto

**CAPITOLO 5 - ANALISI STRUTTURALE**

- 01 - Strutturale stato di fatto A (-4,00 m)
- 02 - Strutturale stato di fatto A (+0,40 m)
- 03 - Strutturale stato di fatto A (+5,40 m)
- 04 - Strutturale stato di fatto A (+9,23 m)
- 05 - Strutturale stato di fatto B (-4,00 m)
- 06 - Strutturale stato di fatto B (+0,40 m)
- 07 - Strutturale stato di fatto B (+5,40 m)
- 08 - Strutturale stato di fatto B (+9,23 m)
- 09 - Strutturale stato di fatto B (+12,47 m)

- 10 - Strutturale stato di fatto C (-4,00 m)
- 11 - Strutturale stato di fatto C (+0,40 m)
- 12 - Strutturale stato di fatto C (+4,40 m)
- 13 - Strutturale stato di fatto C (+8,40 m)
- 14 - Fissaggi legno-cemento
- 15 - Fissaggi legno-cemento
- 16 - Fissaggi legno-cemento
- 17 - Fissaggi legno-cemento
- 18 - Fissaggi legno-cemento
- 19 - Struttura progettata
- 20 - Struttura progettata

**CAPITOLO 6 - ANALISI ENERGETICA**

- 01 - Stratigrafie di progetto
- 02 - Stratigrafie di progetto
- 03 - Stratigrafie di progetto
- 04 - Stratigrafie di progetto
- 05 - Stratigrafie di progetto
- 06 - Stratigrafie di progetto
- 07 - Stratigrafie di progetto
- 08 - Stratigrafie di progetto
- 09 - Stratigrafie di progetto
- 10 - Stratigrafie di progetto
- 11 - Serramenti di progetto
- 12 - Impianti
- 13 - Classe energetica
- 14 - Calcolo dinamico zona termica "Ala A"
- 15 - Calcolo dinamico zona termica "Sala operativa"
- 16 - Calcolo dinamico zona termica "Ala B"
- 17 - Confronto diagrammi

**CAPITOLO 7 - GESTIONE DI CANTIERE**

- 01 - Trasporto dei pannelli
- 02 - Movimentazione dei pannelli
- 03 - Fissaggio dei pannelli
- 04 - Pannelli N e S
- 05 - Pannelli E e W
- 06 - Pannelli AE e AW
- 07 - Ipotesi replicabilità Mese
- 08 - Ipotesi replicabilità Morbegno



## INQUADRAMENTO REGIONALE



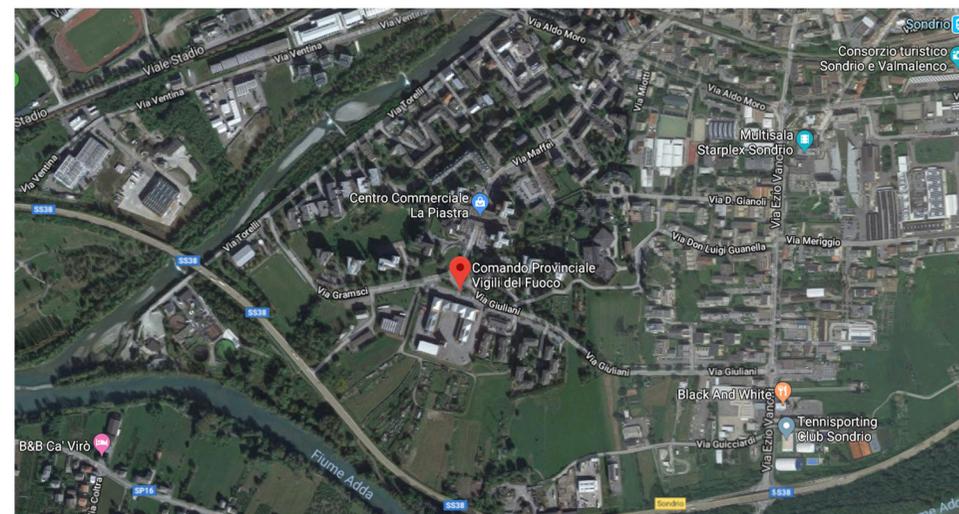
## INQUADRAMENTO PROVINCIALE



## INQUADRAMENTO COMUNALE



## INQUADRAMENTO URBANO



### SONDRIO

**ABITANTI:** 21.558 (dato del 30-09-2017)  
**SUPERFICIE:** 20,88 km<sup>2</sup>  
**ALTITUDINE:** 307 m s.l.m.  
**DENSITA':** 1.032 ab./km<sup>2</sup>  
**FRAZIONI:** Arquino, Colda, Ligari, Moroni, Mossini, Ponchiera, Sant'Anna, Sassella, Triangia, Gualtieri  
**COORDINATE:** 46°10'11"N 9°52'12"E

### INQUADRAMENTO TERRITORIALE E BREVE ANALISI DELLA VIABILITA'

La sede del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco si trova a Sondrio in via Giuliani 27. Il lotto di intervento si trova sul confine meridionale del comune lombardo ed è facilmente raggiungibile da fuori città. Si trova infatti in prossimità dell'imbocco alla SS 38, che collega la Valtellina con l'altoatesina Val Venosta attraverso il Passo dello Stelvio, per proseguire in Val d'Adige fino a raggiungere Bolzano. Proprio la recente realizzazione di questa opera viaria permette al lotto di nostro interesse di avere una rapida via di connessione con molti altri paesi della provincia di Sondrio. L'importanza della celerità dei trasporti è legata ovviamente al ruolo stesso dei Vigili del Fuoco, i quali hanno la necessità di raggiungere nel minor tempo possibile i luoghi in cui scoppia un'emergenza.

1. ANALISI PRELIMINARI

2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

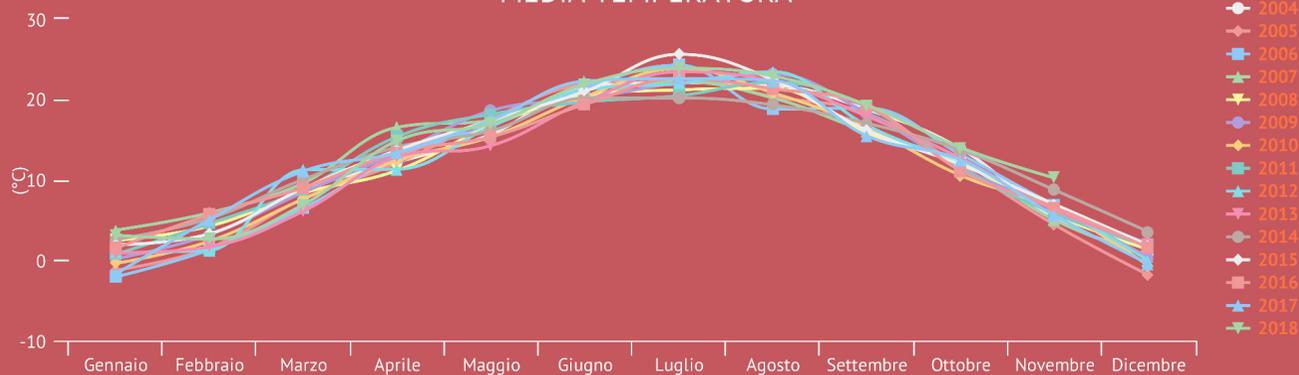
4. PROGETTO ARCHITETTONICO

5. ANALISI STRUTTURALE

6. ANALISI ENERGETICA

7. GESTIONE DI CANTIERE

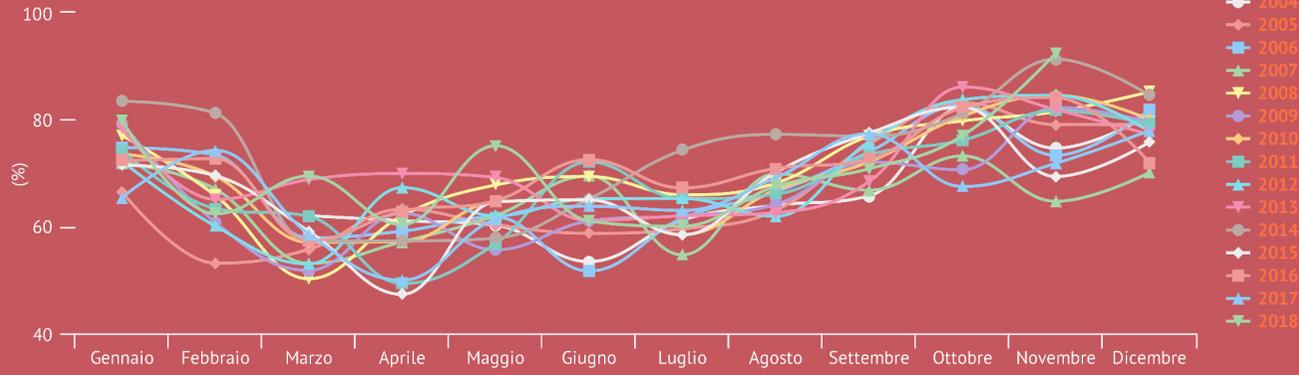
MEDIA TEMPERATURA



Temperatura

La temperatura media annua, pesata sugli ultimi 15 anni di rilevazione, è pari a 12.3°C; mentre quelle mensili variano tra gli 0.86°C di Dicembre, il mese più freddo, e i 22.57°C di Luglio, il mese più caldo. Nello stesso arco temporale i valori estremi registrati sono stati i -12.1°C del 30 Dicembre 2005 come minimo e i 36.3°C del 28 Giugno 2005 come massimo. I mesi generalmente più freddi dell'inverno sono quelli compresi tra gli inizi di Dicembre e la prima metà di Gennaio, giorni in cui il fondovalle Valtellinese permane all'ombra per molte ore, se non per l'intera giornata nel caso delle località più a ridosso delle Alpi Orobie, intensificando il fenomeno dell'inversione termica. Il mese con la massima differenza tra i suoi estremi è Marzo, che contrappone una minima assoluta di -8.2°C ad una massima assoluta di 28°C.

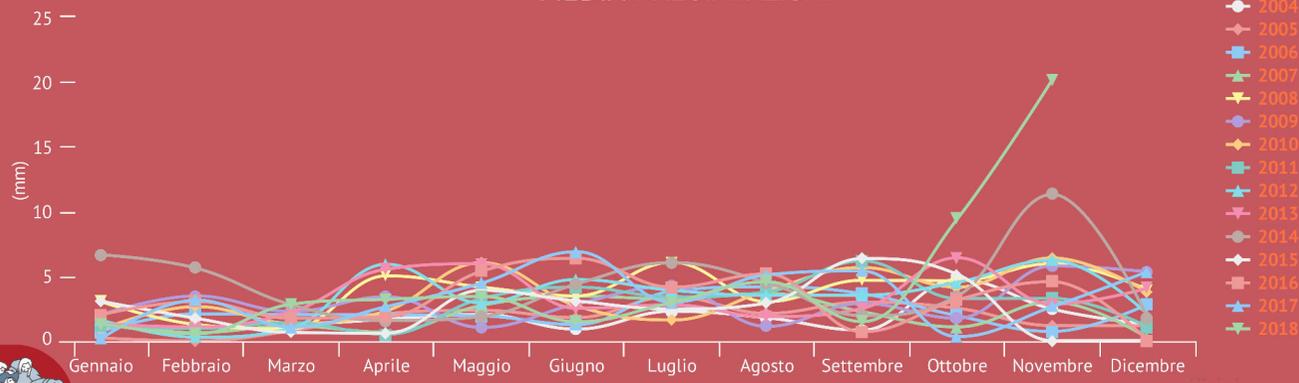
MEDIA UMIDITÀ



Umidità

L'umidità relativa media annua, pesata sugli ultimi 15 anni di rilevazione, è pari al 68.6%; mentre quelle mensili variano tra il 58.1% di Marzo, il mese più secco, e il 79.2% di Ottobre, il mese più umido. Nello stesso arco temporale i valori estremi registrati sono stati il 6% del 10 Marzo 2017 come minimo e il 100% del 22 Novembre 2016 come massimo. I mesi generalmente più umidi dell'anno sono quelli dell'inverno, stessa stagione in cui si verificano i picchi di umidità minima, concomitanti con le giornate favoniche, caratteristica tipica delle vallate alpine. Il mese con la massima differenza tra i suoi estremi è Marzo, che contrappone una minima assoluta del 6% ad una massima assoluta del 98.8%.

MEDIA PRECIPITAZIONI



Precipitazioni

La quantità di precipitazioni annua media, pesata sugli ultimi 15 anni di rilevazione, è pari a 1064.6mm; mentre quelle mensili variano tra i 49.4mm di Marzo, il mese più asciutto, e i 122.2mm di Novembre, il mese più piovoso. Nello stesso arco temporale il massimo accumulo giornaliero di pioggia è stato di 103.4mm l'11 Dicembre 2017. I mesi generalmente più piovosi dell'anno sono quelli autunnali, ad opera di correnti atlantiche, e estivi, per via di fenomeni convettivi frequenti in area alpina. La nevosità annua media è pari a 48.5cm, mentre i giorni con precipitazioni nevose sono mediamente 7.6 all'anno. Il massimo accumulo stagionale di neve registrato è 136.5cm, caduti tra il 2012 e il 2013. La nevicata più prematura è avvenuta il 28 Ottobre 2012, mentre la più tardiva il 23 Marzo 2008 e 2014.

1. ANALISI PRELIMINARI

2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

4. PROGETTO ARCHITETTONICO

5. ANALISI STRUTTURALE

6. ANALISI ENERGETICA

7. GESTIONE DI CANTIERE



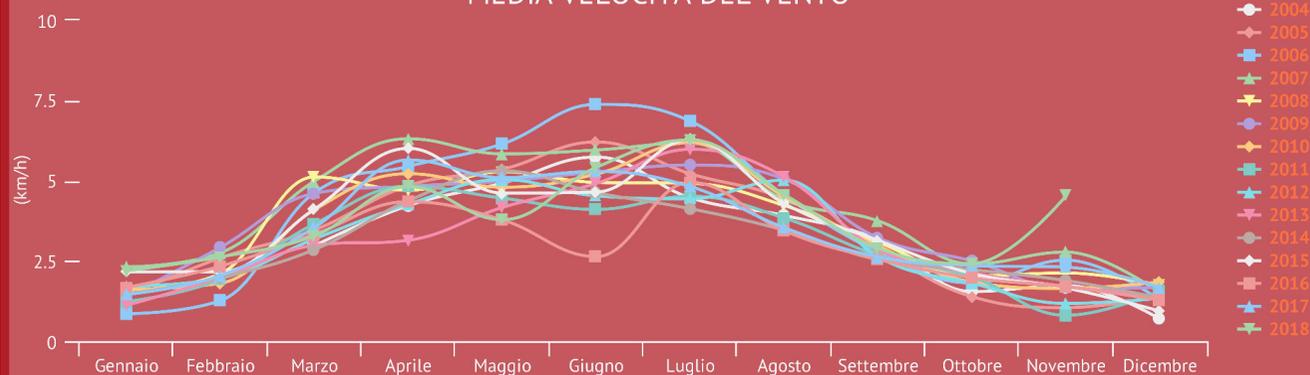
MEDIA PRESSIONE



Pressione

La pressione media su base annuale, pesata sugli ultimi 15 anni di rilevazione, è pari a 1014.2hPa; mentre quelle su basi mensili variano tra i 1012.0hPa di Aprile, il mese con il tempo migliore, e i 1018.9hPa di Dicembre, il mese con il tempo peggiore. Nello stesso arco temporale i valori estremi registrati sono stati i 973.9hPa del 30 Gennaio 2015 come minimo e i 1042.3hPa del 17 Febbraio 2008 come massimo. Il mese con la massima differenza tra i suoi estremi è Gennaio, che contrappone una minima assoluta di 973.9hPa ad una massima assoluta di 1038.0hPa.

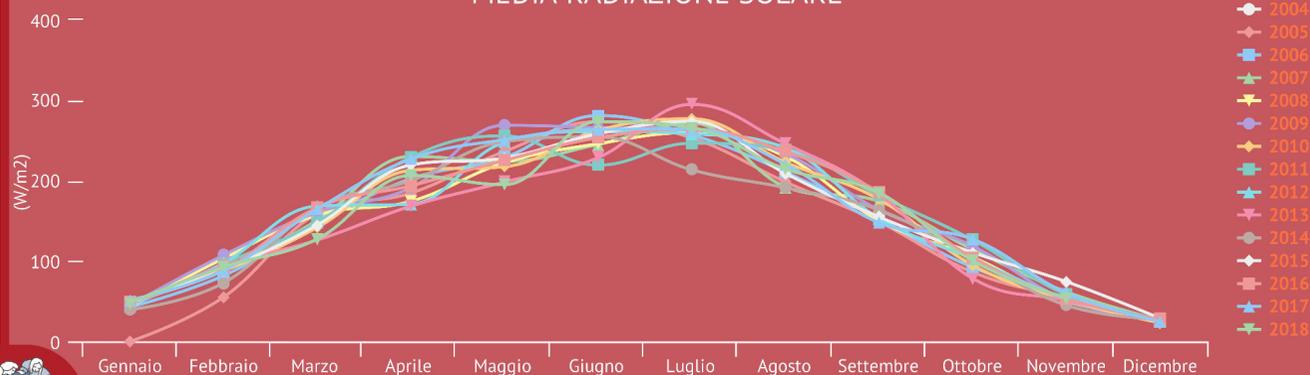
MEDIA VELOCITÀ DEL VENTO



Vento

La velocità del vento media su base annuale, pesata sugli ultimi 15 anni di rilevazione, è pari a 3.4km/h; mentre quelle su basi mensili variano tra l'1.4km/h di Dicembre, il mese più quieto, e i 5.4km/h di Luglio, il mese più turbolento. Nello stesso arco temporale la massima raffica registrata è stata di 64.6km/h il 5 Marzo 2015, durante una giornata di favonio, vento di ricaduta caratterizzato da una massa d'aria molto secca. La direzione più ricorrente della ventilazione è l'Ovest, da cui spira la Brevia, vento termico che risale il Lago di Como per percorrere poi la Valtellina fino alle porte dell'Alta Valle.

MEDIA RADIAZIONE SOLARE



Radiazione solare

La radiazione solare media su base annuale, pesata sugli ultimi 15 anni di rilevazione, è pari a 153.1W/m²; mentre quelle su basi mensili variano tra i 26.5W/m² di Dicembre, il mese meno luminoso, e i 261.6W/m² di Luglio, il mese più luminoso. Le ampie differenze tra i mesi invernali e quelli estivi non sono date soltanto dalle variazioni del percorso stagionale del sole ma anche dall'orografia locale, che incide notevolmente sulle ore di radiazione solare diretta. Negli anni di osservazione considerati il massimo valore raggiunto è stato di 1440.0W/m² il 17 Maggio 2014.

1. ANALISI PRELIMINARI

2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

4. PROGETTO ARCHITETTONICO

5. ANALISI STRUTTURALE

6. ANALISI ENERGETICA

7. GESTIONE DI CANTIERE

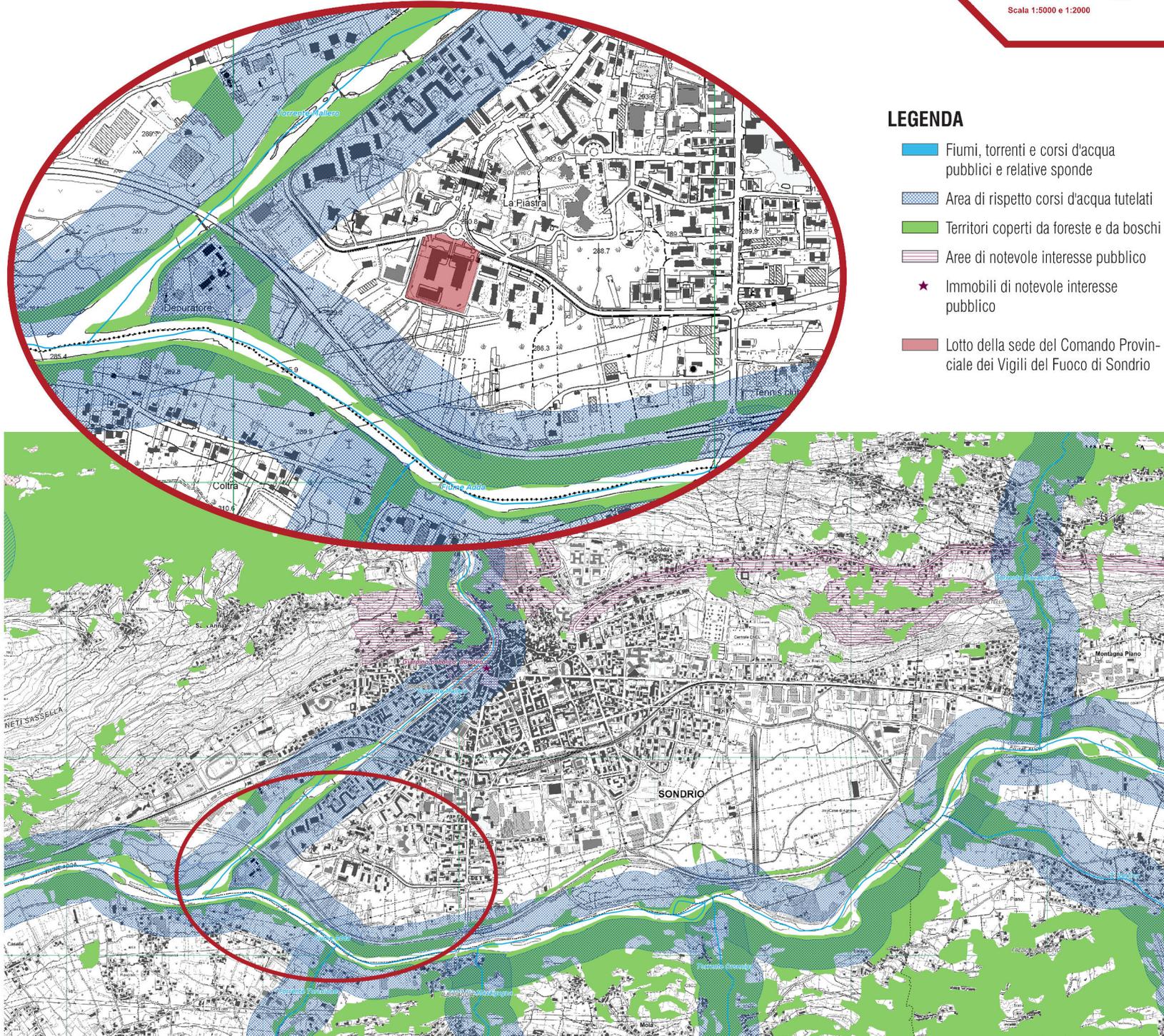


## VINCOLI PAESAGGISTICI

Il vincolo paesaggistico è uno strumento previsto dalla legislazione italiana per tutelare gli immobili e le aree di maggior pregio paesaggistico. La finalità è quella di mitigare l'inserimento di opere edilizie e infrastrutture in questi spazi: non si preclude comunque del tutto la possibilità di costruire, ampliare ed edificare, ma tutto ciò va fatto secondo indicazioni e parametri tali che gli interventi non possano danneggiare il pregio paesaggistico e ambientale della zona, ma invece ne rispettino e ne preservino il valore. Per queste aree tutelate il Comune non è più l'unico ente preposto a decidere riguardo gli interventi edilizi: occorre l'autorizzazione paesaggistica rilasciata da enti gerarchicamente sovraordinati, come la Regione, su parere vincolante della Soprintendenza ai Beni paesaggistici e ambientali.

Il riferimento normativo per l'identificazione dei vincoli paesaggistici nella nostra area è stato costituito dall'articolo 142 del Codice dei beni culturali e del paesaggio (Decreto legislativo 22 gennaio 2004, n° 42) in cui vengono elencate le aree tutelate per legge a causa del loro rilevante valore paesaggistico.

Nell'ingrandimento a destra è possibile osservare i vincoli presenti nel quartiere in cui si colloca l'edificio oggetto di questa tesi. Si tratta del vincolo di rispetto dei corsi d'acqua (150 metri), che in questo caso specifico sono il fiume Adda e il torrente Mallero, e del vincolo di tutela dei territori ricoperti da foreste e da boschi. Va comunque sottolineato che nessuno dei vincoli appena citati ricade nell'area del lotto in cui sorge la sede del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco.

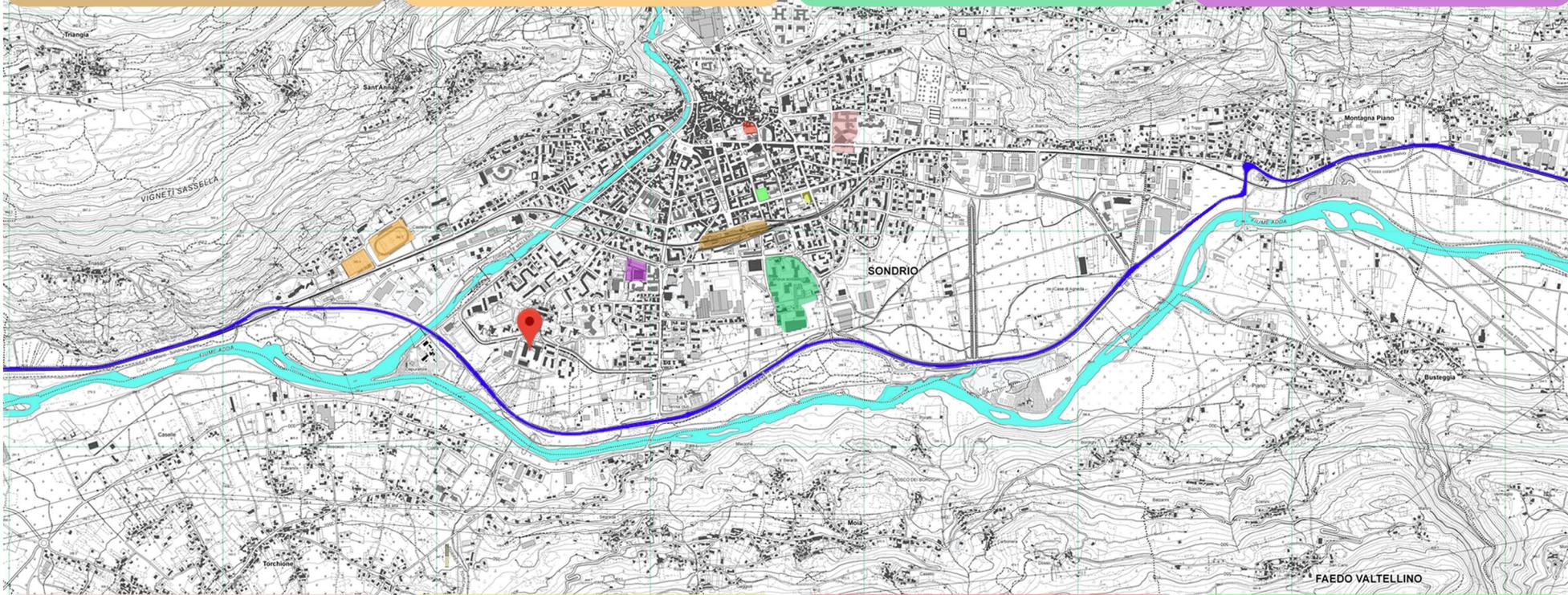


### LEGENDA

- Fiumi, torrenti e corsi d'acqua pubblici e relative sponde
- Area di rispetto corsi d'acqua tutelati
- Territori coperti da foreste e da boschi
- Aree di notevole interesse pubblico
- Immobili di notevole interesse pubblico
- Lotto della sede del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Sondrio



Su questa CTR sono stati messi in evidenza i punti più importanti del territorio di Sondrio. Il valore espresso in legenda tra le parentesi rappresenta il tempo necessario per uno dei mezzi di soccorso per raggiungere i vari punti della città a partire dalla sede del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco (tempo determinato con Google Maps). Come si può osservare, nel caso di un'emergenza sul territorio del comune di Sondrio, i mezzi dei Vigili del Fuoco sono in grado di arrivare tempestivamente, al massimo nel giro di 6 minuti.



**LEGENDA**

Strada Statale 38  
Corsi d'acqua

Stazione ferroviaria (5 min)  
Ospedale civile (6 min)

Impianti sportivi (4 min)  
Questura (5 min)

Campus di Sondrio (4 min)  
Palazzo Sertoli (6 min)

Palazzetto dello sport (2 min)  
Parco delle Rimembranze (6 min)

1. ANALISI PRELIMINARI

2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

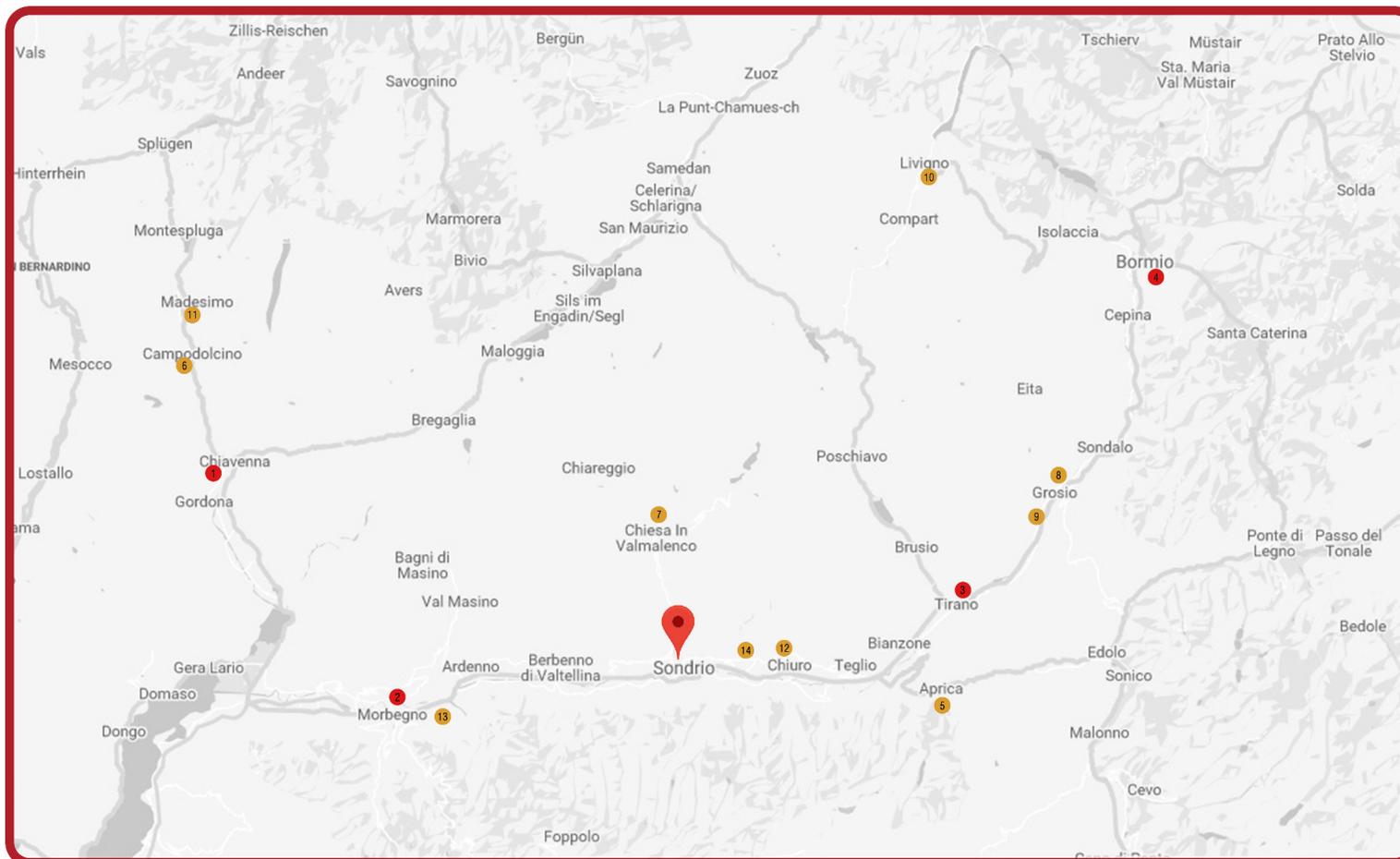
4. PROGETTO ARCHITETTONICO

5. ANALISI STRUTTURALE

6. ANALISI ENERGETICA

7. GESTIONE DI CANTIERE





LEGENDA

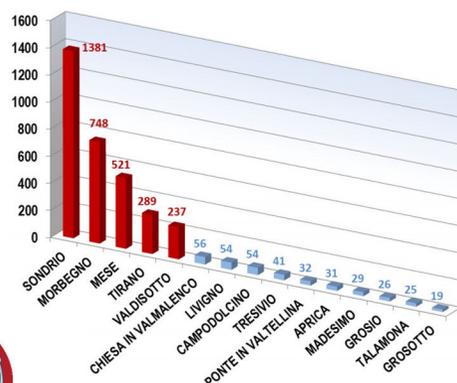
📍	<b>Comando V.V.F. di Sondrio</b> Via Giuliani, 27/a, b, c 23100 Sondrio
1	<b>Distaccamento Provinciale di Mese</b> Via Trivulzia, 58 23020 Mese
2	<b>Distaccamento Provinciale di Morbegno</b> Via Comunale di Campagna, 3 23017 Morbegno
3	<b>Distaccamento Provinciale di Tirano</b> Via Garibaldi 23037 Tirano
4	<b>Distaccamento Provinciale di Valdisotto</b> Via Alute, s.n.c. 23030 Valdisotto
5	<b>Distaccamento Volontari di Aprica</b> Via Magnotta 23031 Aprica
6	<b>Distaccamento Volontari di Campodolcino</b> Piazza dei Ministrali, 2 23021 Campodolcino
7	<b>Distaccamento Volontari di Chiesa in Valmalenco</b> Via Roma 23100 Chiesa in Valmalenco
8	<b>Distaccamento Volontari di Grosio</b> Largo Santa Barbara 1 23033 Grosio
9	<b>Distaccamento Volontari di Grosotto</b> Via dei Mulini 23034 Grosotto
10	<b>Distaccamento Volontari di Livigno</b> Via Teola 23030 Livigno
11	<b>Distaccamento Volontari di Madesimo</b> Via delle Scuole 23020 Madesimo
12	<b>Distaccamento Volontari di Ponte in Valtellina</b> Piazza Luini, 4 23026 Ponte in Valtellina
13	<b>Distaccamento Volontari di Talamona</b> Via Provinciale 23018 Talamona
14	<b>Distaccamento Volontari di Tresivio</b> Via Roma, 11 23020 Tresivio



Sede del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Sondrio

DISTANZE

- Berbenno di Valtellina (13 min)
- Chiuro (15 min)
- Teglio (28 min)
- Morbegno (28 min)
- Tirano (32 min)
- Val Masino (33 min)
- Aprica (38 min)
- Chiesa in Valmalenco (40 min)
- Grosio (44 min)
- Bormio (61 min)
- Chiavenna (79 min)
- Campodolcino (85 min)
- Livigno (91 min)
- Madesimo (99 min)



Nel grafico a sinistra, rielaborato dal Comando Provinciale di Sondrio, è possibile visualizzare il numero di interventi portati a termine da ogni sede di servizio nell'anno 2017. Il numero maggiore degli interventi viene svolto dalla sede Centrale, seguita dai Distaccamenti permanenti di Morbegno e Mese, in linea con il passato. I Distaccamenti volontari di Livigno, Campodolcino e Chiesa in Valmalenco guidano per numero d'interventi i 14 distaccamenti volontari, che, complessivamente, svolgono circa il 10% degli interventi complessivi. Da sottolineare comunque l'importanza strategica delle sedi volontarie più periferiche, Campodolcino - Madesimo, Livigno e Aprica, che costituiscono presidi fondamentali per assicurare un immediato ed efficace interven-

delle sedi permanenti più vicine. L'intervento congiunto delle sedi permanenti e volontarie consente di rispondere con immediatezza a tutte le richieste di soccorso che pervengono dal territorio provinciale. Importanti risultano anche le componenti costituite dai raggruppamenti Grosio-Grosotto nel comprensorio di Tirano, e Tresivio - Ponte in Valtellina nel comprensorio di Sondrio. Nella colonna a destra sono state riportate le principali città della provincia di Sondrio con il tempo previsto per un mezzo dei Vigili del Fuoco per raggiungerle partendo dalla sede del Comando Provinciale a Sondrio.

1. ANALISI PRELIMINARI

2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

4. PROGETTO ARCHITETTONICO

5. ANALISI STRUTTURALE

6. ANALISI ENERGETICA

7. GESTIONE DI CANTIERE





Nuova sede dei Vigili del Fuoco di Verona

- Collocazione in un punto della città più periferico ma meglio connesso con il sistema viario provinciale, in modo da rendere più celeri i trasferimenti degli automezzi in casi di emergenza. Tale area è destinata a diventare centrale a livello trans-regionale.
- Spazi previsti: autorimessa, mensa, camerate, garage, magazzino, castello di manovra, uffici, aule, aula magna, biblioteca, spogliatoi, ...
- La fine dei lavori di realizzazione e il collaudo sono previsti per dicembre 2022.

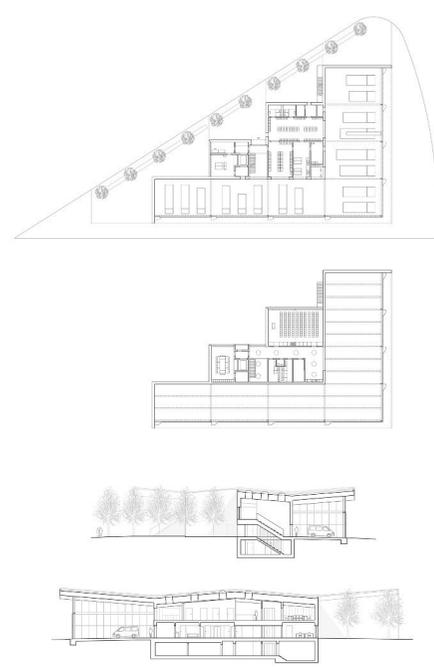
Arch. D. Faelli, Arch. F. Mangano e Geom. M. Scozzari



Caserma dei pompieri di Weinfelden, Svizzera | 2017

- L'edificio si trova sulla strada che conduce alla città, su un lotto triangolare affusolato.
- Travi in acciaio estremamente robuste assicurano che il garage non sia interrotto da pilastri e possa quindi essere utilizzato in modo flessibile.
- L'uso di una ampia gamma di materiali da costruzione (acciaio, legno e elementi solidi) consente il trattamento differenziato delle varie superfici mantenendo sempre i necessari livelli di confort termico.
- Grande attenzione verso l'isolamento termico e l'efficiamento energetico.
- Sul tetto è stato installato un impianto fotovoltaico.

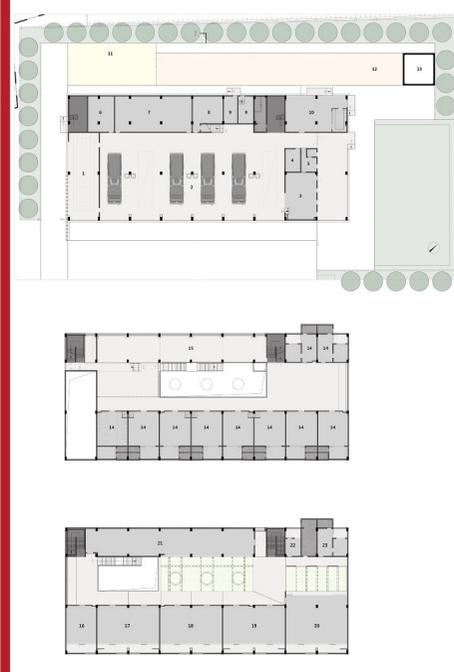
Kit



Caserma dei pompieri di Guangzhou, Cina | 2013

- Notevole rilevanza all'efficiamento energetico.
- Spazi previsti: autorimessa, centro di comando, deposito delle attrezzature, mensa, sale di attesa, sale per l'allenamento fisico, l'incontro, la recreazione, la lettura, ufficio, vasca per esercitazioni, campo di allenamento, castello di manovra.
- Con due scale di emergenza e una scala principale diritta, tutti i piani sono collegati al garage, il che garantisce massima tempestività e sicurezza degli interventi dei vigili del fuoco.
- Ampio spazio al piano terra per consentire le manovre degli automezzi.

Atelier Y



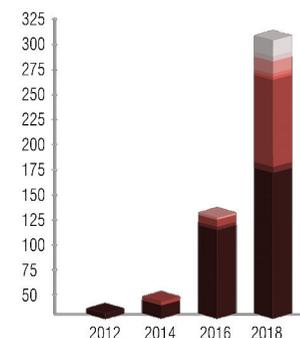
Caserma dei pompieri di Pymont, Australia | 2016

- Progetto di recupero di una vecchia caserma a Pymont, città suburbana di Sidney. La caserma originale era risalente al 1906.
- Nel 2013 è stato commissionato al Gruppo GSA il rinnovo e l'ampliamento della caserma e dei piani superiori abbandonati per migliorare le condizioni e per creare degli uffici.
- I lavori hanno garantito anche un adeguamento sismico della struttura dell'edificio.
- La scelta dei materiali di interfaccia (vetro, acciaio e zinco) tra l'edificio esistente e l'estensione produce una forte connessione tra il vecchio e il nuovo.

GroupGSA

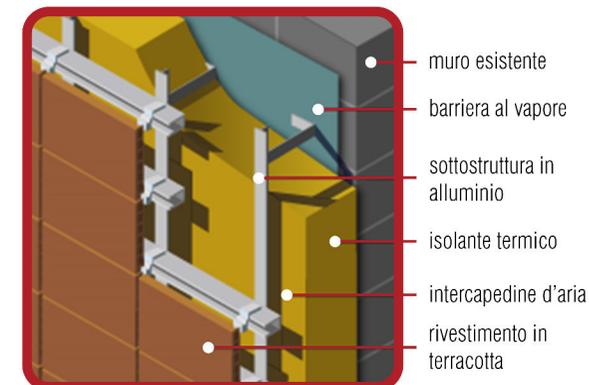
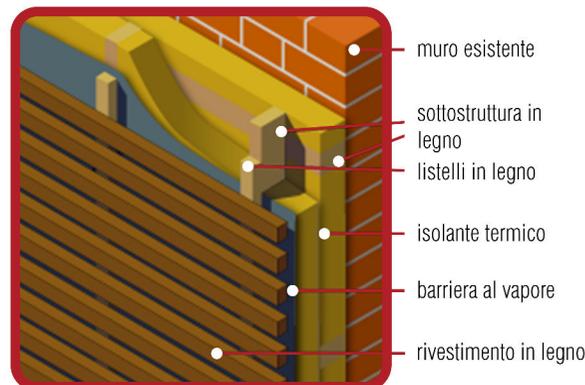
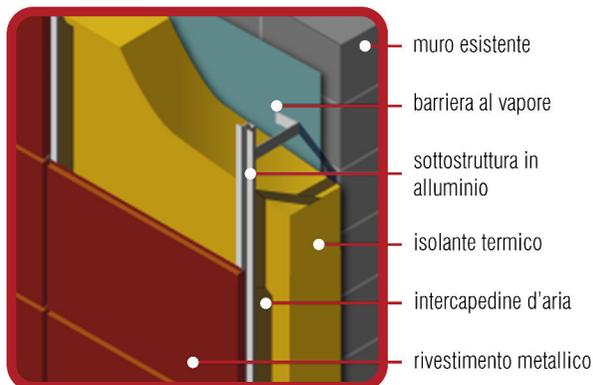


Per incrementare le performance energetiche di un edificio è possibile adottare molteplici soluzioni, una tra le quali è rappresentata dall'intervenire rendendo più prestante il suo involucro. Al fine di coniugare l'azione di riqualificazione energetica con quella architettonica, tra i possibili metodi d'intervento vi è quello di anteporre alle vecchie facciate nuove strutture metalliche su cui trovano sostegno elementi di rivestimento, l'intercapedine così creata viene riempita, parzialmente o completamente, da nuovo materiale termicamente isolante. Tale sistema può essere montato nelle sue parti direttamente sul luogo di cantiere oppure arrivare già composto in grandi elementi di facciata dopo essere stato lavorato seguendo un processo industriale in aziende specializzate. Quest'ultimi sistemi permettono notevoli velocità di posa, seppure fortemente vincolate nell'installazione da limiti viabilistici ed aerei. Progetto pilota in tale processo di retrofitting è Energiesprong, che nel solo ultimo anno ha realizzato la trasformazione di oltre 300 edifici in costruzioni Net Zero Energy intervenendo, principalmente in Olanda dove è nato, ripagato dalla differenza di importo in bolletta tra le spese necessarie a riscaldare e raffreddare l'involucro edilizio prima e dopo la riqualificazione energetica, senza richiedere quindi un investimento diretto da parte dei possessori dell'immobile che negli anni successivi, a fronte di un edificio rinnovato, si troveranno a pagare gli stessi importi precedentemente legati al consumo di energia. Tale modello, sia perchè funzionante dal punto di vista economico sia perchè in grado di fornire al patrimonio edilizio un rinnovo energetico e architettonico, sta prendendo sempre più piede, come visibile dal grafico riportato a lato, indicante il numero di progetti realizzati annualmente da Energiesprong.



Legend for the bar chart:

- Olanda
- Regno Unito
- Francia
- Germania
- Italia
- New York
- Ontario
- British Columbia



L'applicazione di tali sistemi di facciata può differenziarsi nella scelta tra più materiali costituenti la sottostruttura e il rivestimento, come rappresentato nelle immagini sovrastanti.

Vario può essere anche il tipo di isolante termico interposto, ma con vantaggi e svantaggi in comune tipici all'applicarlo esternamente all'edificio, qui di seguito riportati.

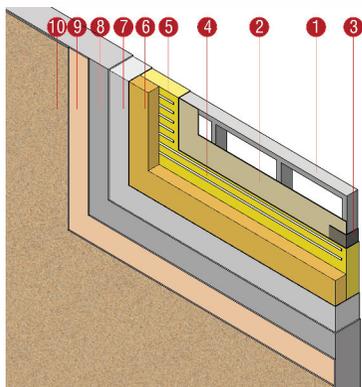
Nelle fotografie sottostanti sono immortalate alcune fasi della riqualificazione architettonica ed energetica di un complesso abitativo situato a Nieuw-Buinen, Olanda; in tal caso si è intervenuti utilizzando grandi elementi fabbricati per intero con processo industriale e successivamente collocati in breve tempo in loco.

- ↑ L'applicazione di un nuovo isolante termico esterno implica il rinnovo dell'aspetto di facciata dell'edificio in cui si interviene.
- ↑ Isolare esternamente permette al progettista un'ottima flessibilità nella scelta di materiali isolanti e relativi spessori.
- ↑ La risoluzione dei ponti termici è agevole, sia in termini di progettazione sia esecutivi.
- ↑ La massa termica interna esistente viene preservata facilitando la regolazione della temperatura nei locali.
- ↑ I lavori di riqualificazione energetica non creano problemi di fruibilità degli ambienti interni durante l'intervento.
- ↑ Gli spazi interni non subiscono ridimensionamenti.

- ↓ Necessità di specifici permessi d'intervento, andando ad interessare le facciate di un edificio.
- ↓ Le giunzioni tra l'isolante termico aggiunto e gli elementi preesistenti, quali aperture e gronde, vanno in molti casi riprogettate.
- ↓ I locali interni necessitano di tempistiche relativamente lunghe per essere scaldati.
- ↓ La sostituzione di serramenti esterni, successivamente all'intervento di riqualificazione energetica, è di difficile applicazione.
- ↓ Ha costi di messa in opera relativamente elevati.



Sistema con telaio in acciaio



Stopanel Classic ci | Sto

- 1 - Telaio in acciaio
- 2 - Guaina in gesso
- 3 - Membrana per il trattamento dei giunti
- 4 - Barriera vapore
- 5 - Collante
- 6 - Isolante
- 7 - Tessuto in fibra di vetro per far resistere il rivestimento agli urti
- 8 - Rasante minerale modificato a base polimerica
- 9 - Collante per adesione della finitura
- 10 - Finitura

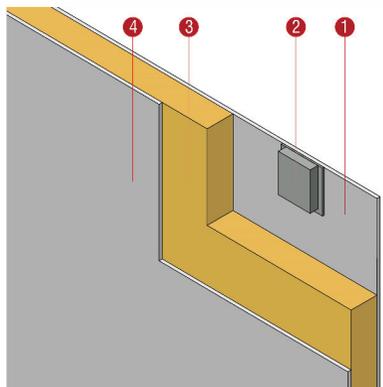
Descrizione della soluzione e caso applicativo

Si tratta di pannello esterno prefabbricato a basso consumo energetico con isolamento continuo, barriera vapore continua e differenti opzioni di finitura decorativa. I principali vantaggi di questa specifica soluzione, oltre a tutti quelli in comune con tutte le soluzioni prefabbricate, sono ben sottolineati anche dal produttore stesso. Si ha infatti un tempo di realizzazione pari a un quinto rispetto ai metodi costruttivi tradizionali, un decimo del peso e un decimo della forza lavoro.



Hilton Home 2 Suites, Philadelphia (USA)

Sistema in cemento rinforzato



Pannello in TRC | progetto EASEE

- 1 - Lastra da 12,5 mm di cemento fibrorinforzato con fibre polimeriche (Textile Reinforced Concrete)
- 2 - Sistema di ancoraggio del pannello alla struttura esistente
- 3 - Strato isolante da 10 cm in EPS
- 4 - Lastra da 12,5 mm di cemento fibrorinforzato con fibre polimeriche (Textile Reinforced Concrete)

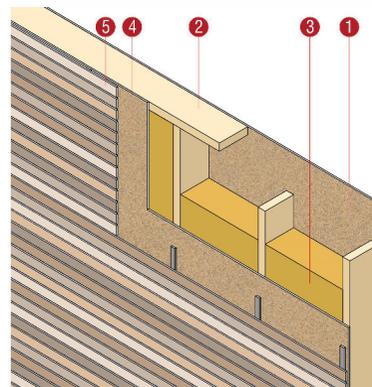
Descrizione della soluzione e caso applicativo

Sono dei pannelli che possono essere prodotti in dimensioni, spessori e forme diverse per adattarsi alla ristrutturazione di una varietà di edifici e non richiedono l'uso di ponteggi per il loro montaggio in opera. I pannelli sono stati progettati per essere fissati esternamente alla parete esistente attraverso quattro connessioni puntuali. Nel caso studio analizzato, l'utilizzo di questi elementi prefabbricati ha portato a una diminuzione del 36% del fabbisogno energetico dell'edificio.



Edificio residenziale, Cinisello Balsamo (MI)

Sistema con telaio in legno



Modulo con telaio in legno | Renggli HolzbauWeise

- 1 - Pannello OSB di chiusura
- 2 - Telaio in legno
- 3 - Strato isolante in lana naturale
- 4 - Pannello OSB di chiusura
- 5 - Rivestimento in listelli di legno applicati a delle guide metalliche verticali fissate all'OSB

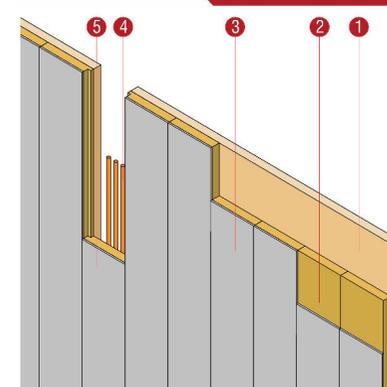
Descrizione della soluzione e caso applicativo

Si tratta di elementi modulari con telaio in legno, nei quali vengono integrati i tubi di ventilazione e i condotti elettrici. Per montare i 24 moduli sulle facciate del caso studio proposto ci sono voluti solo due giorni. Il montaggio degli elementi pesanti è fatto da una gru. È necessaria un'impalcatura come piattaforma di lavoro. È importante che gli elementi siano ben bilanciati e appesi verticalmente. Solo piccole regolazioni dovrebbero essere necessarie per il loro posizionamento finale.



Edificio scolastico, Krummbach (Svizzera)

Sistema in X-LAM



Rhinoceros Wall | Wood Beton

- 1 - Pannello in X-LAM
- 2 - Strato isolante
- 3 - Finitura in intonaco
- 4 - Cavedio ispezionabile per rete di distribuzione impiantistica verticale
- 5 - Pannello di tamponamento con telaio leggero in alluminio

Descrizione della soluzione e caso applicativo

Il metodo Rhinoceros Wall, applicabile a edifici fino a tre piani di altezza, prevede la realizzazione di elementi prefabbricati accostati tra loro, incastrati nelle fondazioni, accostati puntualmente all'involucro esistente e ancorati mediante un giunto metallico ai cordoli delle solette dell'edificio. L'efficiamento energetico è assicurato dallo strato di isolamento esterno della nuova parete prefabbricata, la quale ha anche il compito di assorbire l'intera azione sismica in caso di terremoto.



Casa privata, Pizzo (BG)





Firestation 30 | 2011

Progettata da Schacht Aslani Architects e strategicamente collocata tra l'area industriale della Rainier Avenue e quella residenziale di Mt. Baker, questa caserma dei vigili del fuoco rappresenta un vero e proprio landmark per il territorio in cui è situata. Caratterizzata da una struttura il più possibile leggera, per far fronte al terreno sottostante soggetto a liquefazione, la Firestation 30 è stata costruita utilizzando materiali sostenibili dal punto di vista ambientale e da bassi costi di manutenzione. Internamente essa è composta, oltre che da locali tecnici, da dormitori, mense e luoghi ricreativi in cui praticare attività sportive o rilassarsi.

Rame



Seattle, WA, USA



Guarulhos Airport Fire Department | 2015

Disegnata da MM18 Arquitetura e posta all'interno dell'aeroporto internazionale di Guarulhos, questo dipartimento antincendio è strutturato su di elementi metallici e rivestito in lastre di cemento. All'interno dell'edificio trovano posto un ampio garage per i mezzi d'intervento, una torre d'avvistamento e di esercitazione, un dormitorio, una palestra, una libreria ed un bar. Volumetricamente, la caserma può essere scomposta in due blocchi di altezze e cromature diverse, quella rossa contenente gli ambienti legati alla macchina operativa del soccorso e quella grigia legata all'ospitare i vigili del fuoco.

Cemento



São Paulo, Brazil



Fire Station | 2011

Questa caserma, che porta la firma di progetto di BDG Architecten Ingenieurs Zwolle, è stata realizzata in un'area molto ristretta, sulle fondamenta di un edificio con la stessa funzione. Particolarmente da un rivestimento in ghisa richiamante il fuoco, di cui porta inciso una serie di immagini stilizzate, l'involucro di questa costruzione trasmette un'idea di durezza e durabilità. Al suo interno trovano spazio, oltre che i locali tecnici, un'aula per l'insegnamento, una stanza per il fitness ed una caffetteria. Nonostante la compattezza volumetrica dell'ambiente, risultano molto funzionali i vari collegamenti interni ad esso.

Ghisa



Weert, The Netherlands



Firemen House | 2012

Collocata in un'area in passato dalla vocazione fortemente industriale, questa caserma cerca di rievocare nei suoi esterni, progettati da Coll-Barreu Arquitectos, la storia del luogo. Rivestito esternamente con tavole di legno e lastre di alluminio, l'edificio mostra al suo interno ambienti molto spaziosi e minimalisti. Tra i locali interni, oltre a quelli funzionali per le attività antincendio, trovano posto dormitori, un'ampia sala multiuso e zone attrezzate al mantenersi allenati fisicamente e agli interventi a cui chiamati a rispondere.

Alluminio



Miribilla, Spain



1. ANALISI PRELIMINARI

2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

4. PROGETTO ARCHITETTONICO

5. ANALISI STRUTTURALE

6. ANALISI ENERGETICA

7. GESTIONE DI CANTIERE





Fire Station of Metzeral | 2017

Progettata da Schacht Aslani Architects e collocata all'interno della riserva naturale Ballon des Vosges, là dove un tempo trovava posto un'antica cava, questa caserma dei vigili del fuoco è stata pensata per mimetizzarsi all'interno dell'ambiente in cui è posta. Suddiviso in due blocchi con funzioni e rivestimenti esterni diversi, il primo relativo alle attrezzature e mezzi di soccorso rivestito in lastre metalliche ed il secondo contenente la parte amministrativa ricoperto con listelli in legno, l'edificio si mostra armonicamente definito. I volumi interni mostrano, in maniera nuda, tutti gli elementi tecnici che li definiscono.

Legno



Kleinfeld, France



Fire Station in Vilnius | 2012

Disegnata da Laimos ir Ginto Projektai e posta a diretto contatto con il fiume Neris, questa costruzione ospita il centro cittadino di gestione delle emergenze e un dipartimento antincendio. L'edificio cerca di inserirsi nel contesto naturale per mezzo di coperture verdi, a ricordare le circostanti colline, e viceversa di inserire i suoi occupanti simbolicamente a diretto contatto con la natura, grazie ad ampie vetrate e terrazze prospicienti il corso fluviale. Il rivestimento, in ceramica dal colore grigio scuro, si pone volutamente in contrasto con quello dei bianchi edifici limitrofi, mettendo così in luce l'indipendenza funzionale del dipartimento.

Ceramica



Vilnius, Lithuania



Libourne Fire Station | 2009

Questa caserma, che porta la firma di progetto di Atelier des Architectes Mazières & Agence Ragueneau et Roux, è stata realizzata in un'area molto frequentata, dove trovo luogo anche un campo sportivo di interesse extralocale. Il dipartimento è composto da due blocchi diversi nel loro aspetto e nelle funzioni in essi contenute, amministrative in quello rosso e tecniche in quello argentato, in entrambi i casi il rivestimento utilizzato è lo stesso, lastre in acciaio con ondulazioni impresse a richiamare le fiamme. Proprio grazie a questo materiale, che riflette i raggi solari senza assorbirne il calore, durante l'estate non è necessaria l'aria condizionata.

Acciaio



Libourne, France



Freiwillige Feuerwehr Willingen | 2016

Collocata in un'area commerciale, questa caserma cerca di richiamare nella sua forma semplice e longitudinale, disegnata da Georg - Scheel - Wetzel Architekten, gli stabili locali. Rivestito esternamente in pietra naturale, l'edificio mostra al suo interno un layout il più possibile funzionale, in grado di ottimizzare al meglio l'area ristretta su cui si adagia. Tra le peculiarità della costruzione ci sono un'ampia sala di comando, locali amministrativi, spaziosi depositi per i mezzi e le attrezzature d'intervento, dormitori ed una torre d'esercitazione. Proprio quest'ultimo elemento, alto 15 metri, definisce un landmark diurno e notturno nel quartiere.

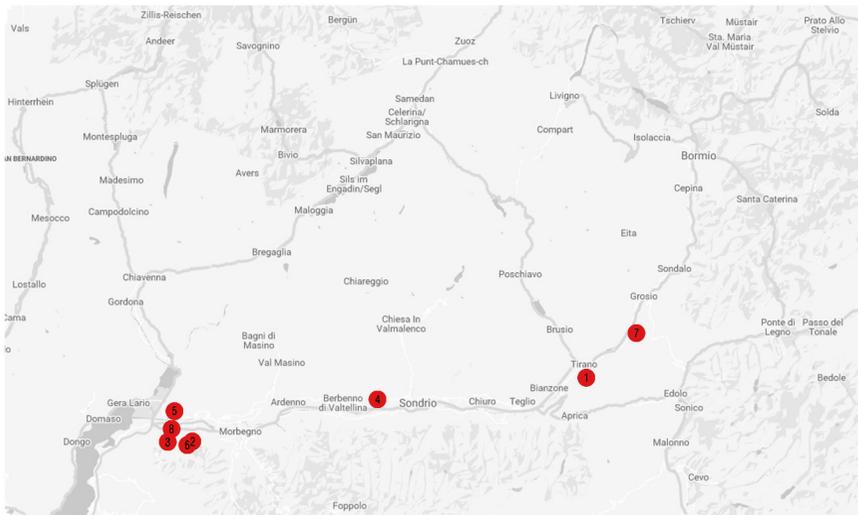
Pietra naturale



Tuttlingen, Germany



PRINCIPALI SEGHERIE DELLA PROVINCIA DI SONDRIO



- 1. Industria Legnami Tirano - Tirano (SO)
- 2. Segheria De Rossi - Andalo Valtellino (SO)
- 3. De Donati Segheria - Delebio (SO)
- 4. Rainoldi Legnami - Castione Andevenno (SO)
- 5. Segheria Bertolini - Nuova Olonio (SO)
- 6. Mariana Franco - Andalo Valtellino (SO)
- 7. De Prada Legnami - Mazzo di Valtellina (SO)
- 8. Legnami Sciseti - Delebio (SO)



Larice Europeo



Abete Douglas/  
rosso/bianco



Pino Silvestre



Castagno



Rovere

Segheria	Larice Europeo	Abete Douglas/ rosso/bianco	Pino Silvestre	Castagno	Rovere
Segheria 1	✓	✓	✓	✗	✓
Segheria 2	✓	✓	✗	✗	✗
Segheria 3	✓	✓	✓	✗	✗
Segheria 4	✓	✓	✓	✓	✗
Segheria 5	✗	✓	✗	✗	✗
Segheria 6	✓	✓	✗	✗	✗
Segheria 7	✓	✓	✗	✗	✗
Segheria 8	✓	✓	✓	✓	✗

LEGNO COMUNEMENTE UTILIZZATO IN EDILIZIA

LARICE EUROPEO



**Nome botanico:** Larix decidua  
**Massa volumica secca:** pesante 550 kg/m<sup>3</sup>  
**Durezza:** mediamente duro 19 N/mm<sup>2</sup>  
**Impieghi:** strutture portanti, imbarcazioni, ponti, infissi, rivestimenti, pavimenti, mobilio.

ABETE DI DOUGLAS



**Nome botanico:** Pseudotsuga menziesii  
**Massa volumica secca:** mediamente pesante 470 kg/m<sup>3</sup>  
**Durezza:** mediamente duro 20 N/mm<sup>2</sup>  
**Impieghi:** balconi, finestre, porte, facciate, impianti idraulici.

PINO SILVESTRE



**Nome botanico:** Pinus sylvestris  
**Massa volumica secca:** mediamente pesante 510 kg/m<sup>3</sup>  
**Durezza:** mediamente duro 19 N/mm<sup>2</sup>  
**Impieghi:** legno da opera per falegnameria in lavori di carpenteria, pannelli, pali, combustibile.

CASTAGNO



**Nome botanico:** Castanea sativa  
**Massa volumica secca:** mediamente pesante 530 kg/m<sup>3</sup>  
**Durezza:** mediamente duro 18 N/mm<sup>2</sup>  
**Impieghi:** legno da costruzione per esterni ed interni, imbarcazioni, rivestimenti, pavimenti.

QUERCIA



**Nome botanico:** Quercus robur  
**Massa volumica secca:** pesante 670 kg/m<sup>3</sup>  
**Durezza:** duro 34 N/mm<sup>2</sup>  
**Impieghi:** infissi, rivestimenti, mobilio, scale, botti.

ROBINIA



**Nome botanico:** Robinia pseudoacacia  
**Massa volumica secca:** molto pesante 730 kg/m<sup>3</sup>  
**Durezza:** molto duro 48 N/mm<sup>2</sup>  
**Impieghi:** strutture esterne a contatto con il terreno, pavimenti, infissi, botti, legna da ardere.

ABETE ROSSO



**Nome botanico:** Picea abies  
**Massa volumica secca:** leggero 410 kg/m<sup>3</sup>  
**Durezza:** tenero 12 N/mm<sup>2</sup>  
**Impieghi:** da costruzione, rivestimenti esterni, imballaggi, mobili, strumenti musicali, combustibile.

ABETE BIANCO



**Nome botanico:** Abies alba  
**Massa volumica secca:** leggero 440 kg/m<sup>3</sup>  
**Durezza:** tenero 15 N/mm<sup>2</sup>  
**Impieghi:** pali, infissi, arredamento di interni, imballaggi, lana di legno, pannelli, carta e cellulosa.

OLMO



**Nome botanico:** Ulmus  
**Massa volumica secca:** pesante 640 kg/m<sup>3</sup>  
**Durezza:** duro 30 N/mm<sup>2</sup>  
**Impieghi:** impiallacci, pavimenti, mobili, rivestimenti.

ROVERE



**Nome botanico:** Quercus petraea  
**Massa volumica secca:** pesante 640 kg/m<sup>3</sup>  
**Durezza:** duro 35 N/mm<sup>2</sup>  
**Impieghi:** infissi, rivestimenti, mobilio, scale, strutture portanti, imbarcazioni.

1. ANALISI PRELIMINARI

2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

4. PROGETTO ARCHITETTONICO

5. ANALISI STRUTTURALE

6. ANALISI ENERGETICA

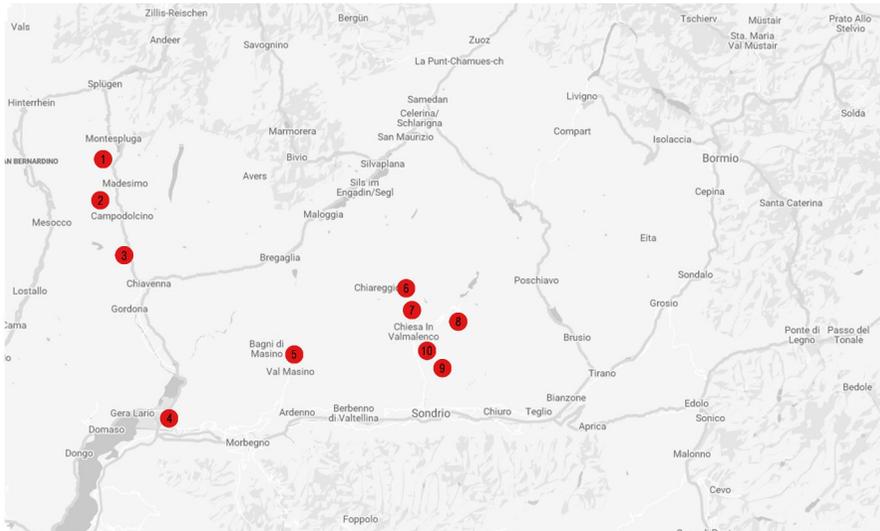
7. GESTIONE DI CANTIERE



**PRINCIPALI CAVE DELLA PROVINCIA DI SONDRIO**



In provincia di Sondrio vi sono 36 cave attive di cui 28 per l'estrazione di pietra ornamentale situate in Valchiavenna, Valmasino e Valmalenco. Le rocce estratte sono granito, gneiss, quarzite e serpentino. Le aziende operanti nel settore sono riunite nel Consorzio Estrattori Pietre Ornamentali Provincia di Sondrio che ha dato vita al marchio di qualità e tutela d'origine Pietre di Valtellina.



Area 1	Madesimo	2 cave di quarzite	Quarzite Verde Spluga
Area 2	Campodolcino	1 cava di gneiss	Beola / Beola grigia
Area 3	San Giacomo Filippo	1 cava di granito	Granito Bianco Stellato / del Truzzo / Beola grigia
Area 4	Dubino	2 cave di granito	Serizzo Dubino / Granito San Fedelino
Area 5	Valmasino	6 cave di granito	Serizzo Valmasino / Ghiandone Valmasino
Area 6	Chiesa Valmalenco	6 cave di serpentino	Serpentino classico / Serpentinoscisto
Area 7	Chiesa Valmalenco	2 cave di gneiss	Dorato Valmalenco
Area 8	Lanzada	5 cave di serpentino	Verde Vittoria / Verde Mare / Verde Perlato / Verde Principe
Area 9	Torre Santa Maria	1 cava di gneiss	Beola Argentata
Area 10	Torre Santa Maria	2 cave di serpentino	Verde Torre Santa Maria

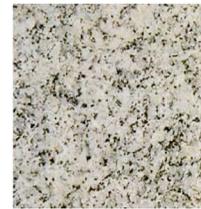
**PIETRE ESTRATTE**



**QUARZITE VERDE SPLUGA**  
Area 1  
Densità: 2650 kg/m<sup>3</sup>



**BEOLA**  
Area 2  
Densità: 2670 kg/m<sup>3</sup>



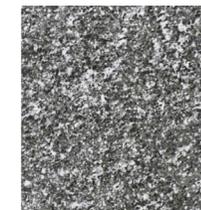
**GRANITO BIANCO STELLATO**  
Area 3  
Densità: 2750 kg/m<sup>3</sup>



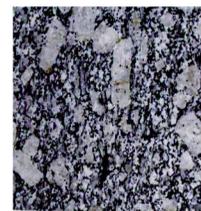
**SERIZZO DUBINO**  
Area 4  
Densità: 2680 kg/m<sup>3</sup>



**GRANITO DI SAN FEDELINO**  
Area 4  
Densità: 2750 kg/m<sup>3</sup>



**SERIZZO VALMASINO**  
Area 5  
Densità: 2630 kg/m<sup>3</sup>



**GHIANDONE VALMASINO**  
Area 5  
Densità: 2700 kg/m<sup>3</sup>



**SERPENTINO CLASSICO**  
Area 6  
Densità: 2550 kg/m<sup>3</sup>



**SERPENTINOSCISTO**  
Area 6  
Densità: 2800 kg/m<sup>3</sup>



**DORATO VALMALENCO**  
Area 7  
Densità: 2680 kg/m<sup>3</sup>



**SERPENTINO VERDE VITTORIA**  
Area 8  
Densità: 2600 kg/m<sup>3</sup>



**BEOLA ARGENTATA**  
Area 9  
Densità: 2650 kg/m<sup>3</sup>

1. ANALISI PRELIMINARI

2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

4. PROGETTO ARCHITETTONICO

5. ANALISI STRUTTURALE

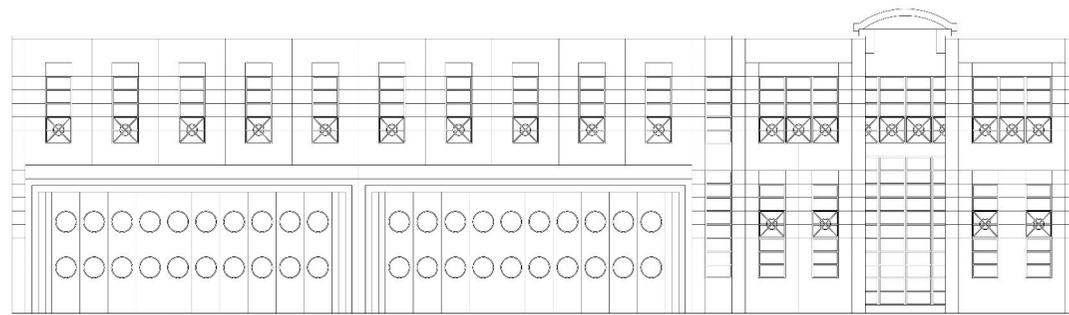
6. ANALISI ENERGETICA

7. GESTIONE DI CANTIERE

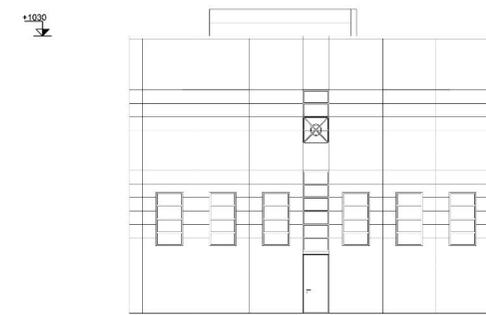




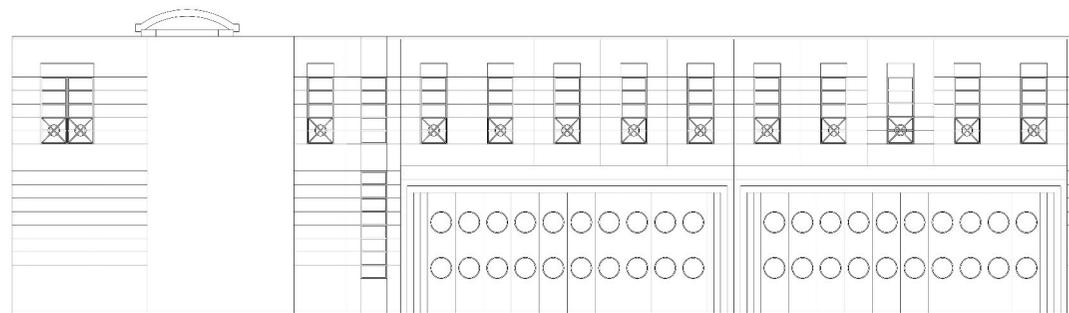
Alcune viste della sede del Distaccamento Provinciale di Mese



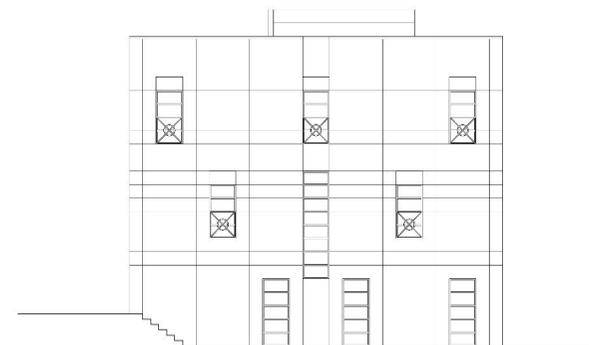
PROSPETTO OVEST



PROSPETTO NORD



PROSPETTO EST



PROSPETTO SUD

1. ANALISI PRELIMINARI

2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

4. PROGETTO ARCHITETTONICO

5. ANALISI STRUTTURALE

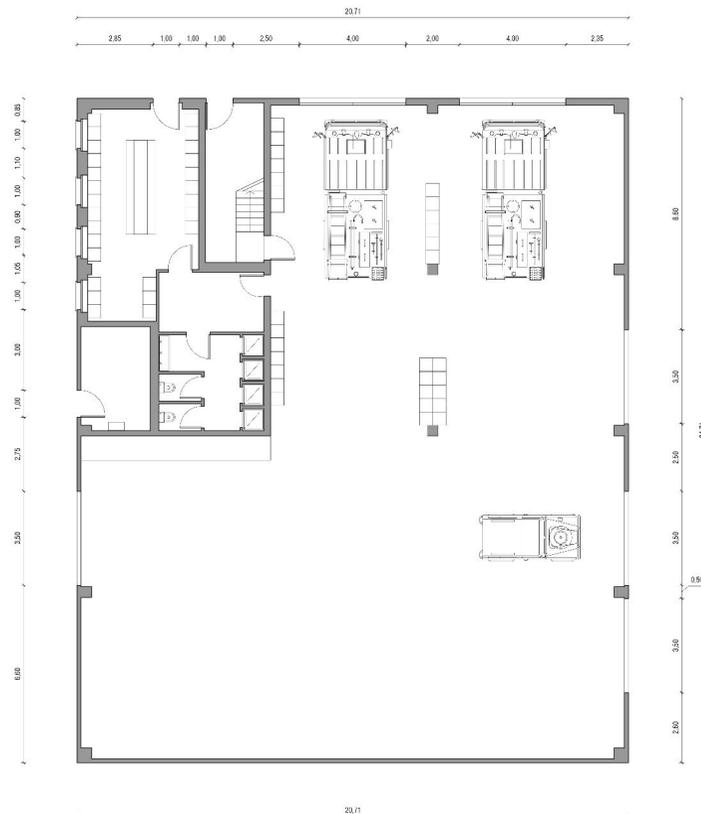
6. ANALISI ENERGETICA

7. GESTIONE DI CANTIERE





Il Distaccamento Provinciale dei Vigili del Fuoco di Morbegno ha sede in via Comunale di Campagna 3. L'edificio si presenta come un blocco compatto che si sviluppa su due piani, ha un'architettura semplice, ma pulita e razionale. Il piano terra è quasi totalmente adibito ad autorimessa, mentre al secondo piano ci sono le camerate e le aule per lo svago. La struttura è predisposta per dare alloggio fino a un massimo di nove persone alla volta.



PIANO TERRA



PIANO PRIMO

1. ANALISI PRELIMINARI

2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

4. PROGETTO ARCHITETTONICO

5. ANALISI STRUTTURALE

6. ANALISI ENERGETICA

7. GESTIONE DI CANTIERE



Alcune viste della sede del Distaccamento Provinciale di Morbegno



1. ANALISI PRELIMINARI

2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

4. PROGETTO ARCHITETTONICO

5. ANALISI STRUTTURALE

6. ANALISI ENERGETICA

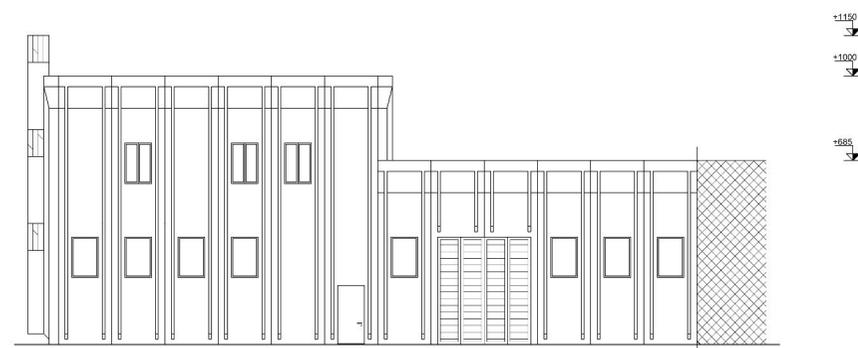
7. GESTIONE DI CANTIERE



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO NORD



PROSPETTO EST





Alcune viste della sede del Distaccamento Provinciale di Valdisotto



PROSPETTO NORD-EST



PROSPETTO SUD-EST



PROSPETTO NORD-OVEST



PROSPETTO SUD-OVEST





La nuova sede del Distaccamento Provinciale di Tirano si trova in località Piazzun, fuori dal centro abitato e immerso nelle coltivazioni di mele. Rispetto alla precedente sede di via Garibaldi (vedi foto a destra), ha una posizione strategica per ridurre i tempi di percorrenza e di intervento delle squadre dei soccorritori, essendo collocata a poche centinaia di metri dalla statale 38 dello Stelvio.

L'edificio, che mostra chiaramente nei suoi caratteri architettonici la volontà dei vigili del fuoco di ammodernare le proprie caserme, sembra volersi nascondere nella natura in cui è inserita attraverso l'impiego di un tetto giardino che mimetizza l'edificio con l'ambiente circostante. Le murature seguono un profilo decisamente irregolare. È stato inaugurato nel mese di ottobre 2018 e, al contrario di molte altre caserme un po' antiche della zona, fornisce ottime prestazioni dal punto di vista energetico. Per questa sede perciò non è necessario alcun intervento di riqualificazione. L'edificio comprende una sala operativa, una sala riunioni, locali per il personale e un'autorimessa coperta per un totale di superficie costruita di 530 m<sup>2</sup>. Le aree esterne coprono una superficie di circa 1000 m<sup>2</sup>.



1. ANALISI PRELIMINARI

2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

4. PROGETTO ARCHITETTONICO

5. ANALISI STRUTTURALE

6. ANALISI ENERGETICA

7. GESTIONE DI CANTIERE



FOTO: F\_01



## DATI:

Codice foto: F\_01

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Prospetto Nord

Edificio: Amministrativo

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva frontale

Data e ora: 21/12/2018 10:53

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

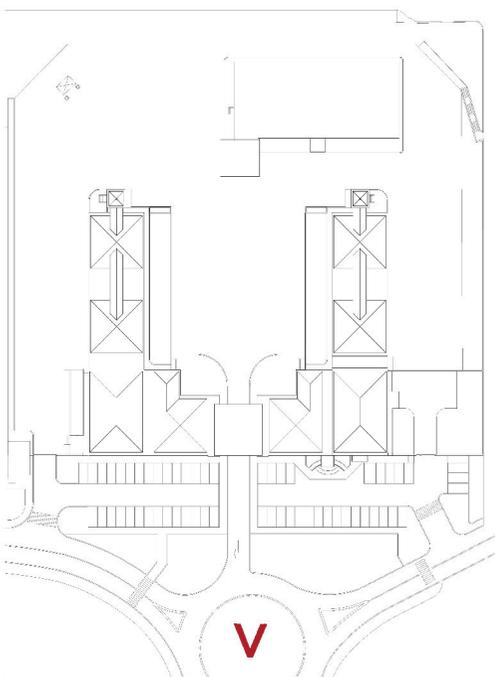


FOTO: F\_02



## DATI:

Codice foto: F\_02

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Prospetto Est

Edificio: Autorimessa

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 12:16

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

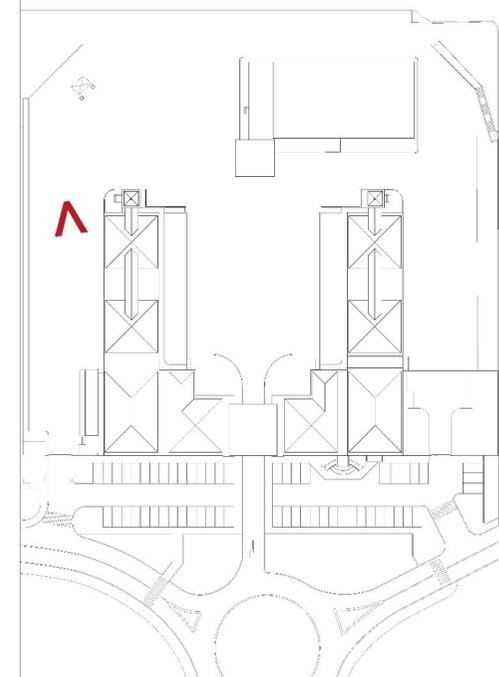


FOTO: F\_03



FOTO: F\_04



## DATI:

Codice foto: F\_03

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Prospetto Sud

Edificio: Amministrativo, autorimesse e dormitorio

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 12:03

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

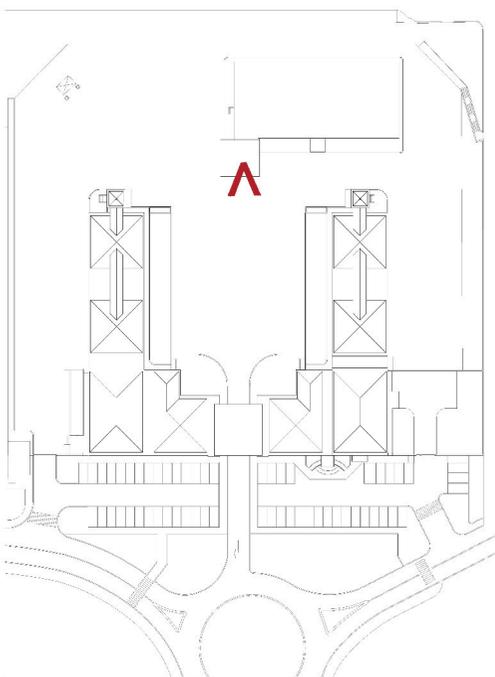
Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:



## DATI:

Codice foto: F\_04

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Prospetto Ovest interno

Edificio: Autorimessa e dormitori

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva frontale

Data e ora: 21/12/2018 12:48

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

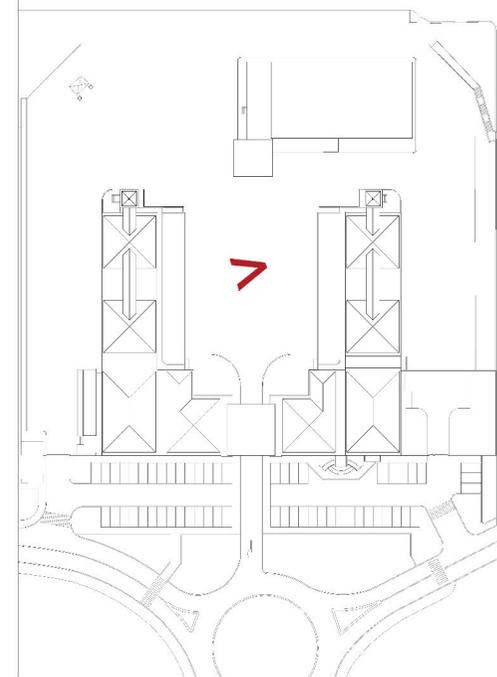


FOTO: F\_05



## DATI:

Codice foto: F\_05  
 Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)  
 Soggetto: Prospetto Sud  
 Edificio: Torre distributiva  
 Operatore: Davide Castelnuovo  
 Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale  
 Data e ora: 21/12/2018 12:15  
 Modello fotocamera: Canon EOS 450D  
 Risoluzione: 72dpi  
 Dimensione: 4272px x 2848px  
 Colore: sRGB  
 Messa a fuoco: Automatica  
 Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

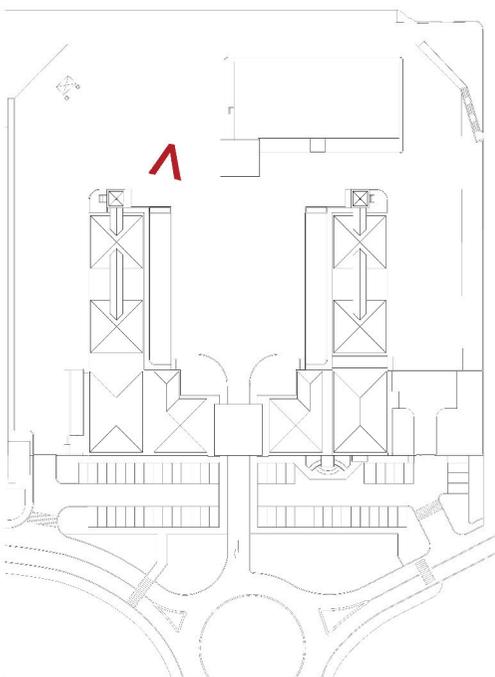


FOTO: F\_06



## DATI:

Codice foto: F\_06  
 Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)  
 Soggetto: Prospetto Sud interno  
 Edificio: Amministrativo e autorimesse  
 Operatore: Davide Castelnuovo  
 Tipo di ripresa: Prospettiva frontale  
 Data e ora: 21/12/2018 11:58  
 Modello fotocamera: Canon EOS 450D  
 Risoluzione: 72dpi  
 Dimensione: 4272px x 2848px  
 Colore: sRGB  
 Messa a fuoco: Automatica  
 Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

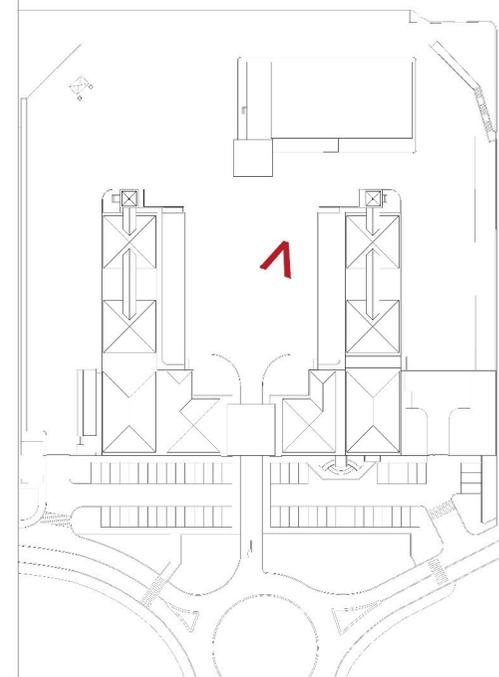


FOTO: F\_07



## DATI:

Codice foto: F\_07

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Prospetto Est interno

Edificio: Autorimessa e amministrativo

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva frontale

Data e ora: 21/12/2018 12:55

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

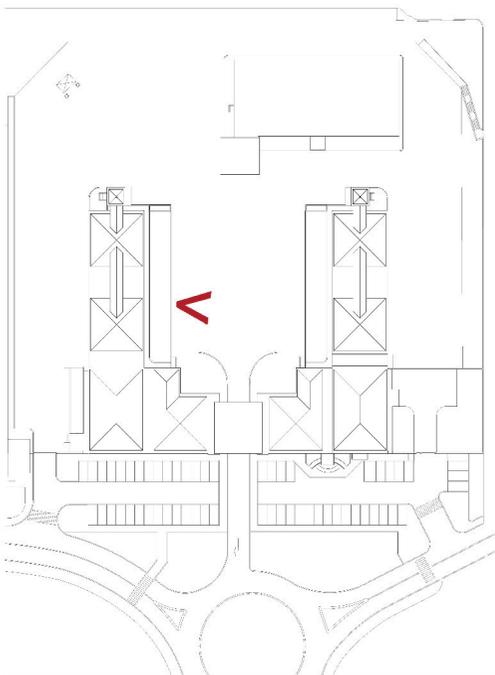


FOTO: F\_08



## DATI:

Codice foto: F\_08

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Prospetto Ovest

Edificio: Amministrativo, residenza e autorimessa

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 10:56

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

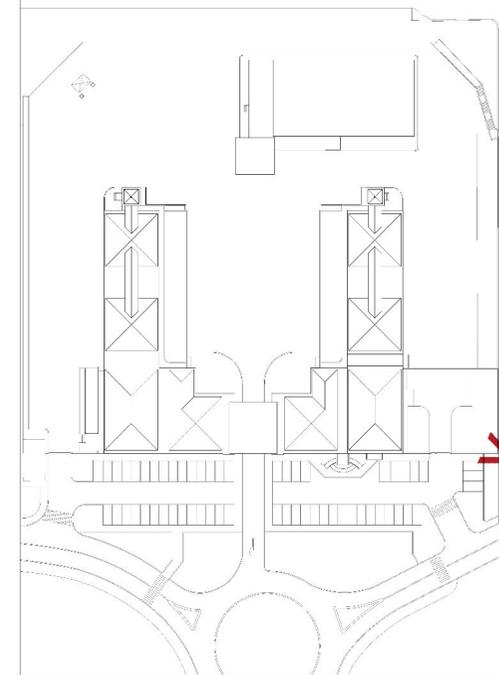


FOTO: F\_09



## DATI:

Codice foto: F\_09

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Prospetto Est

Edificio: Tecnico

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva frontale

Data e ora: 21/12/2018 12:14

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

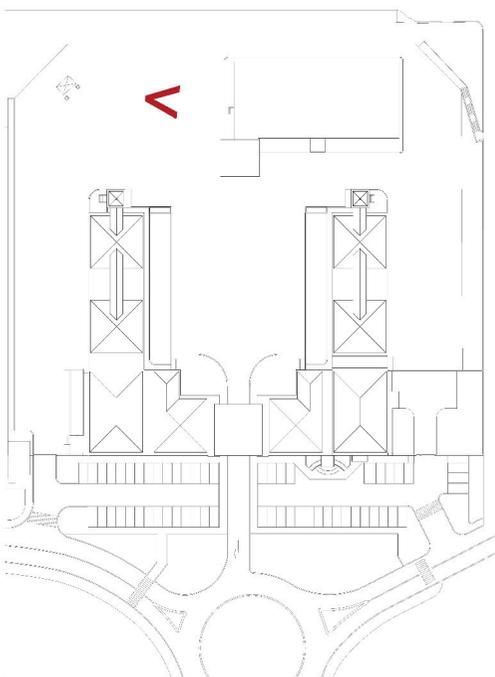


FOTO: F\_10



## DATI:

Codice foto: F\_10

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Prospetto Nord-Ovest

Edificio: Torre per esercitazioni

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 11:56

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

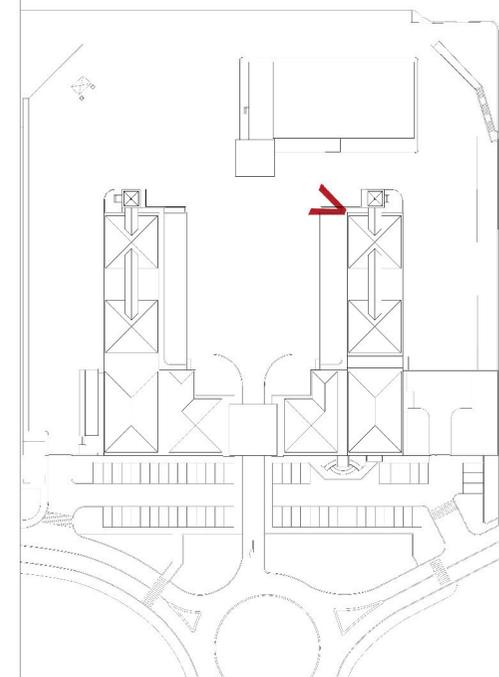


FOTO: F\_11



## DATI:

Codice foto: F\_11  
 Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)  
 Soggetto: Prospetto Nord-Ovest  
 Edificio: Palestra  
 Operatore: Davide Castelnuovo  
 Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale  
 Data e ora: 21/12/2018 12:10  
 Modello fotocamera: Canon EOS 450D  
 Risoluzione: 72dpi  
 Dimensione: 4272px x 2848px  
 Colore: sRGB  
 Messa a fuoco: Automatica  
 Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

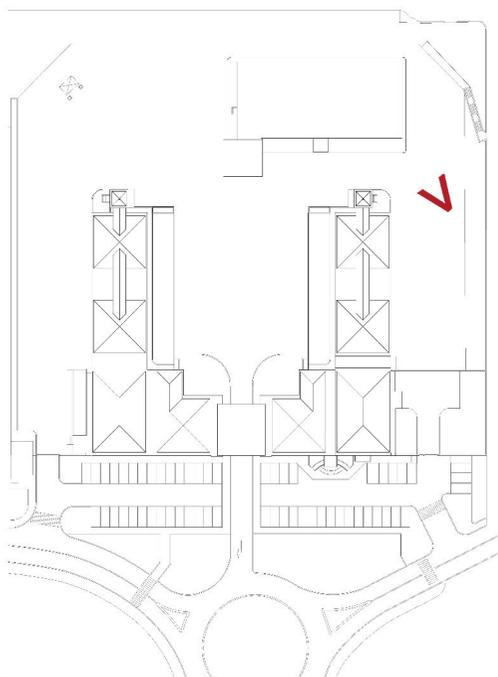


FOTO: F\_12



## DATI:

Codice foto: F\_12  
 Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)  
 Soggetto: Prospetto Sud  
 Edificio: Tecnico e palestra  
 Operatore: Davide Castelnuovo  
 Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale  
 Data e ora: 21/12/2018 12:14  
 Modello fotocamera: Canon EOS 450D  
 Risoluzione: 72dpi  
 Dimensione: 4272px x 2848px  
 Colore: sRGB  
 Messa a fuoco: Automatica  
 Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

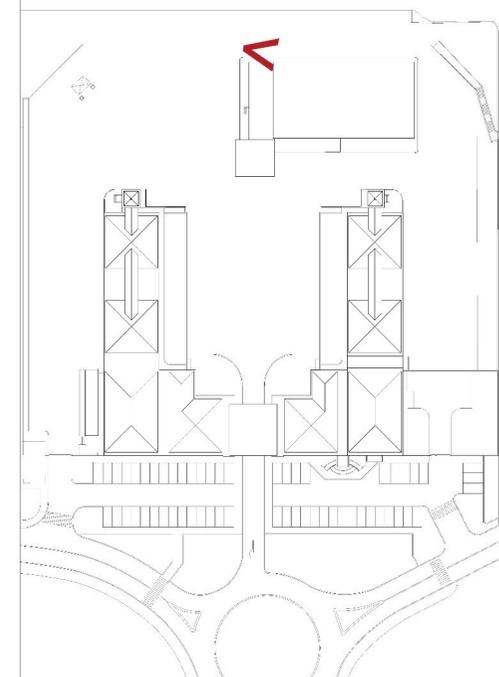
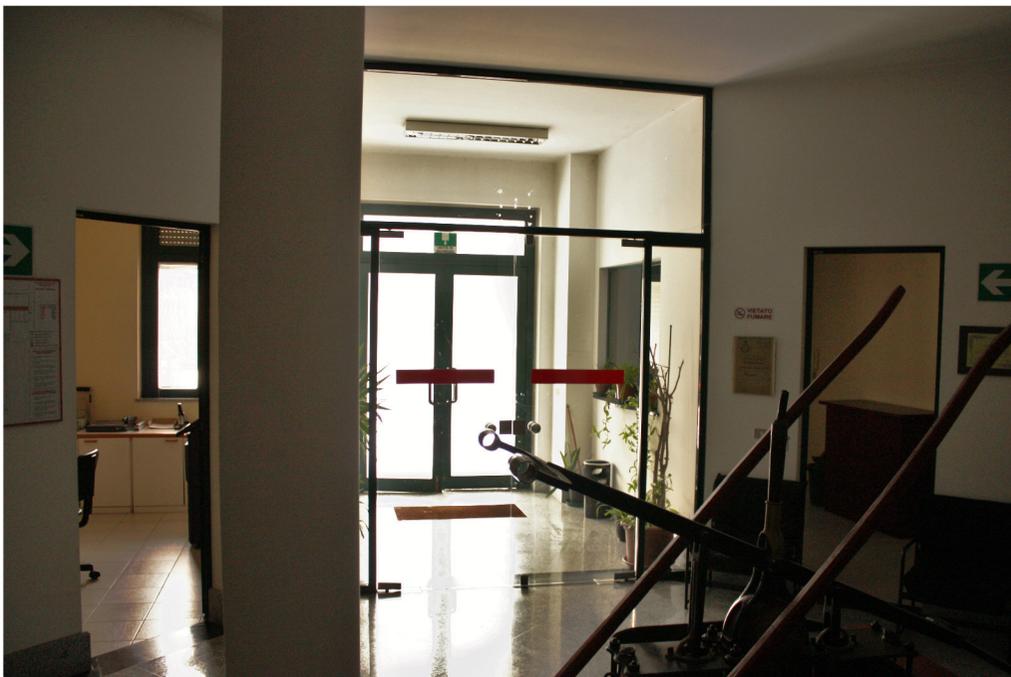


FOTO: F\_13



## DATI:

Codice foto: F\_13

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Ingresso

Edificio: Amministrativo

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 12:37

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

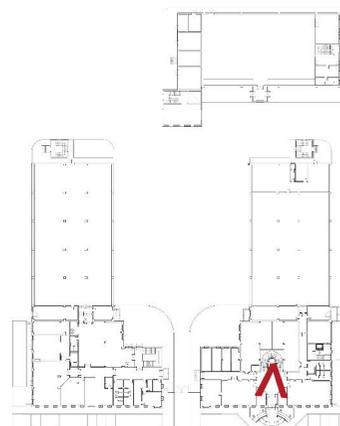


FOTO: F\_14



## DATI:

Codice foto: F\_14

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Portineria

Edificio: Amministrativo

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 12:27

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

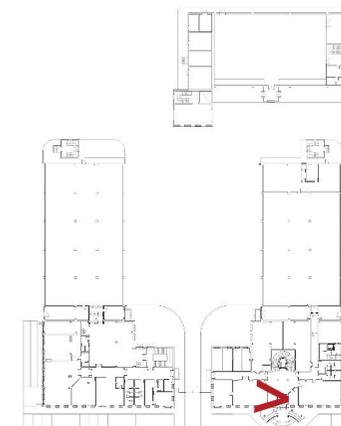
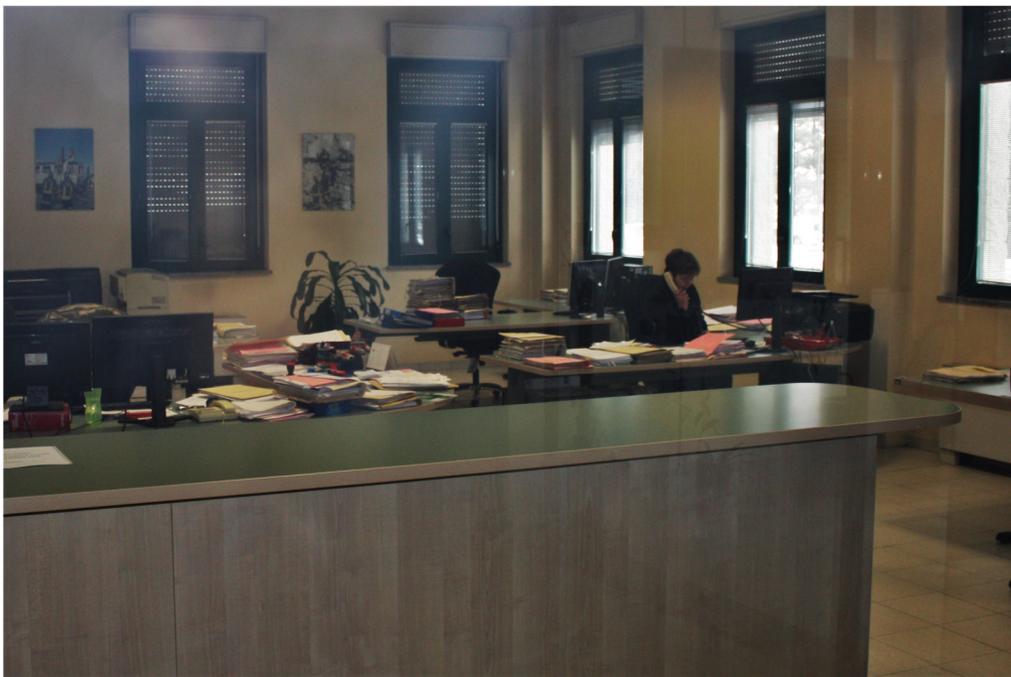


FOTO: F\_15



## DATI:

Codice foto: F\_15  
 Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)  
 Soggetto: Segreteria  
 Edificio: Amministrativo  
 Operatore: Davide Castelnuovo  
 Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale  
 Data e ora: 21/12/2018 12:38  
 Modello fotocamera: Canon EOS 450D  
 Risoluzione: 72dpi  
 Dimensione: 4272px x 2848px  
 Colore: sRGB  
 Messa a fuoco: Automatica  
 Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

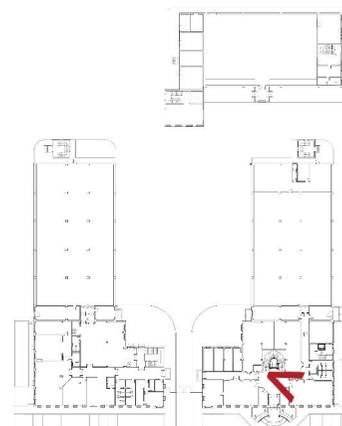


FOTO: F\_16



## DATI:

Codice foto: F\_16  
 Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)  
 Soggetto: Corridoio  
 Edificio: Amministrativo  
 Operatore: Davide Castelnuovo  
 Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale  
 Data e ora: 21/12/2018 12:27  
 Modello fotocamera: Canon EOS 450D  
 Risoluzione: 72dpi  
 Dimensione: 4272px x 2848px  
 Colore: sRGB  
 Messa a fuoco: Automatica  
 Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

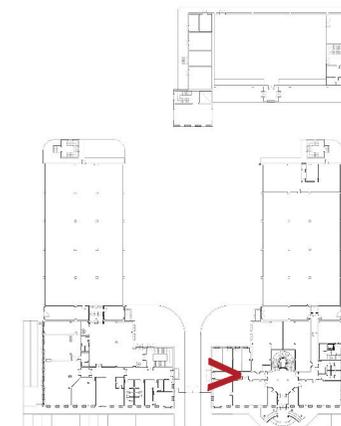


FOTO: F\_17



## DATI:

Codice foto: F\_17  
 Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)  
 Soggetto: Bar  
 Edificio: Amministrativo  
 Operatore: Davide Castelnuovo  
 Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale  
 Data e ora: 21/12/2018 12:29  
 Modello fotocamera: Canon EOS 450D  
 Risoluzione: 72dpi  
 Dimensione: 4272px x 2848px  
 Colore: sRGB  
 Messa a fuoco: Automatica  
 Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

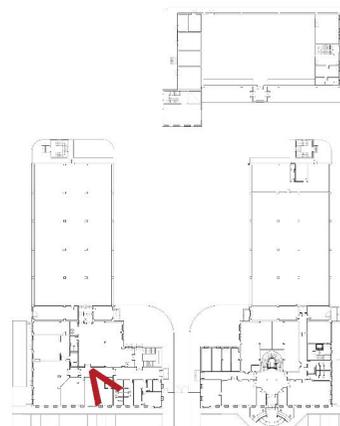


FOTO: F\_18



## DATI:

Codice foto: F\_18  
 Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)  
 Soggetto: Sala relax  
 Edificio: Amministrativo  
 Operatore: Davide Castelnuovo  
 Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale  
 Data e ora: 21/12/2018 12:28  
 Modello fotocamera: Canon EOS 450D  
 Risoluzione: 72dpi  
 Dimensione: 4272px x 2848px  
 Colore: sRGB  
 Messa a fuoco: Automatica  
 Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

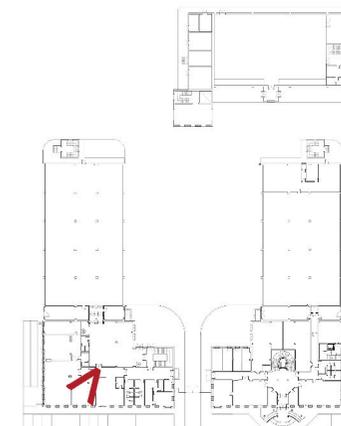


FOTO: F\_19



## DATI:

Codice foto: F\_19

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Sala mensa

Edificio: Amministrativo

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 12:28

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

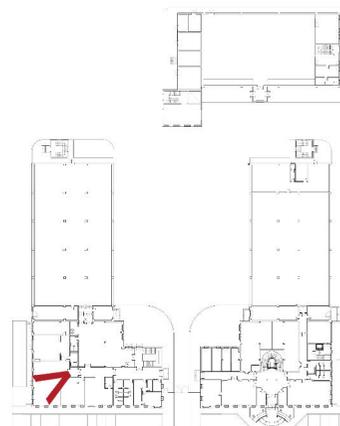


FOTO: F\_20



## DATI:

Codice foto: F\_20

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Palo di discesa

Edificio: Amministrativo

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 12:26

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

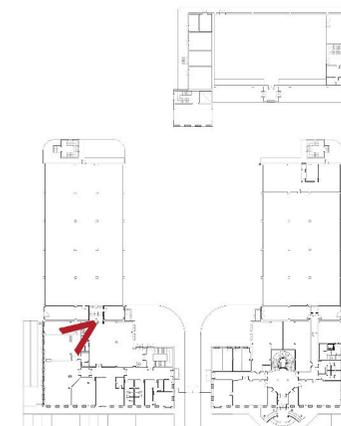


FOTO: F\_21



## DATI:

Codice foto: F\_21

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Spogliatoio

Edificio: Autorimessa

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 12:26

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

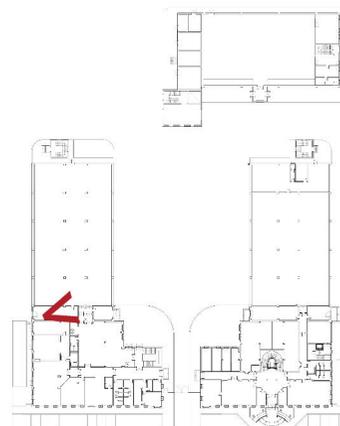


FOTO: F\_22



## DATI:

Codice foto: F\_22

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Garage

Edificio: Autorimessa

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 12:24

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

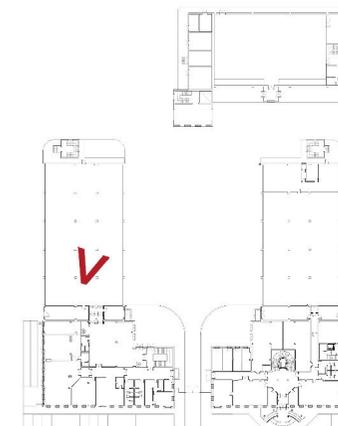


FOTO: F\_23



## DATI:

Codice foto: F\_23

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Officina meccanica

Edificio: Autorimessa

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 12:46

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:



FOTO: F\_24



## DATI:

Codice foto: F\_24

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Locale lavaggio tubi

Edificio: Tecnico

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 12:07

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

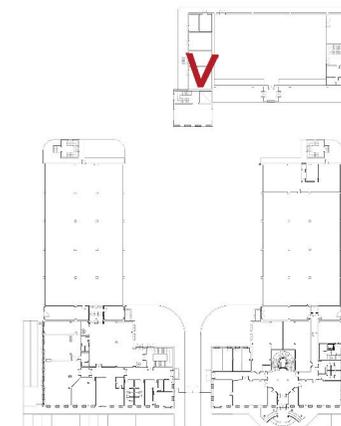


FOTO: F\_25



## DATI:

Codice foto: F\_25  
 Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)  
 Soggetto: Corridoio  
 Edificio: Dormitorio  
 Operatore: Davide Castelnuovo  
 Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale  
 Data e ora: 21/12/2018 12:30  
 Modello fotocamera: Canon EOS 450D  
 Risoluzione: 72dpi  
 Dimensione: 4272px x 2848px  
 Colore: sRGB  
 Messa a fuoco: Automatica  
 Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

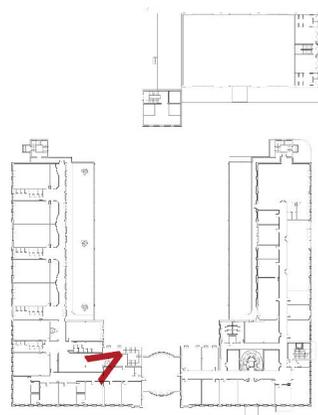


FOTO: F\_26



## DATI:

Codice foto: F\_26  
 Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)  
 Soggetto: Camera  
 Edificio: Dormitorio  
 Operatore: Davide Castelnuovo  
 Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale  
 Data e ora: 21/12/2018 12:30  
 Modello fotocamera: Canon EOS 450D  
 Risoluzione: 72dpi  
 Dimensione: 4272px x 2848px  
 Colore: sRGB  
 Messa a fuoco: Automatica  
 Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

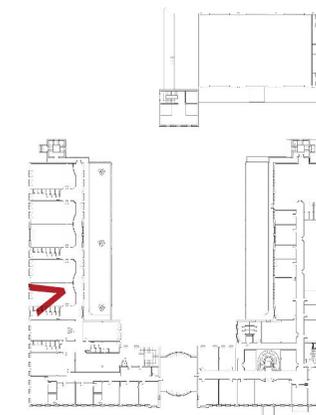


FOTO: F\_27



## DATI:

Codice foto: F\_27

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Sala di comando

Edificio: Amministrativo

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 12:33

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

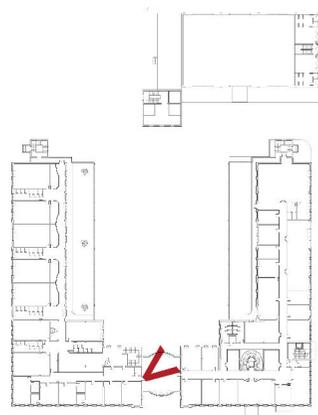


FOTO: F\_28



## DATI:

Codice foto: F\_28

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Ufficio automezzi

Edificio: Amministrativo

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 12:33

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

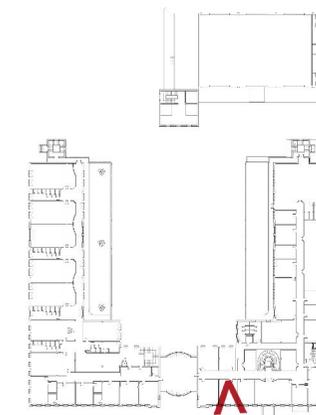


FOTO: F\_29



## DATI:

Codice foto: F\_29

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Ufficio

Edificio: Amministrativo

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 12:36

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

Dimensione: 4272px x 2848px

Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:

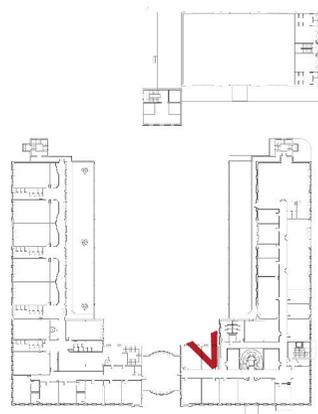


FOTO: F\_30



## DATI:

Codice foto: F\_30

Luogo: Via Giuliani, 27 - 23100 Sondrio (SO)

Soggetto: Ufficio del Comandante

Edificio: Amministrativo

Operatore: Davide Castelnuovo

Tipo di ripresa: Prospettiva accidentale

Data e ora: 21/12/2018 12:02

Modello fotocamera: Canon EOS 450D

Risoluzione: 72dpi

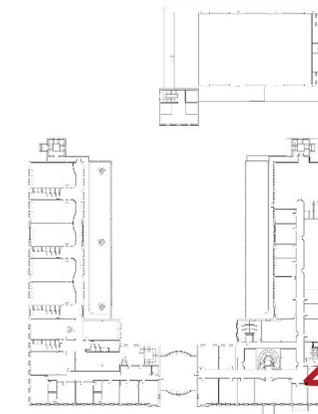
Dimensione: 4272px x 2848px

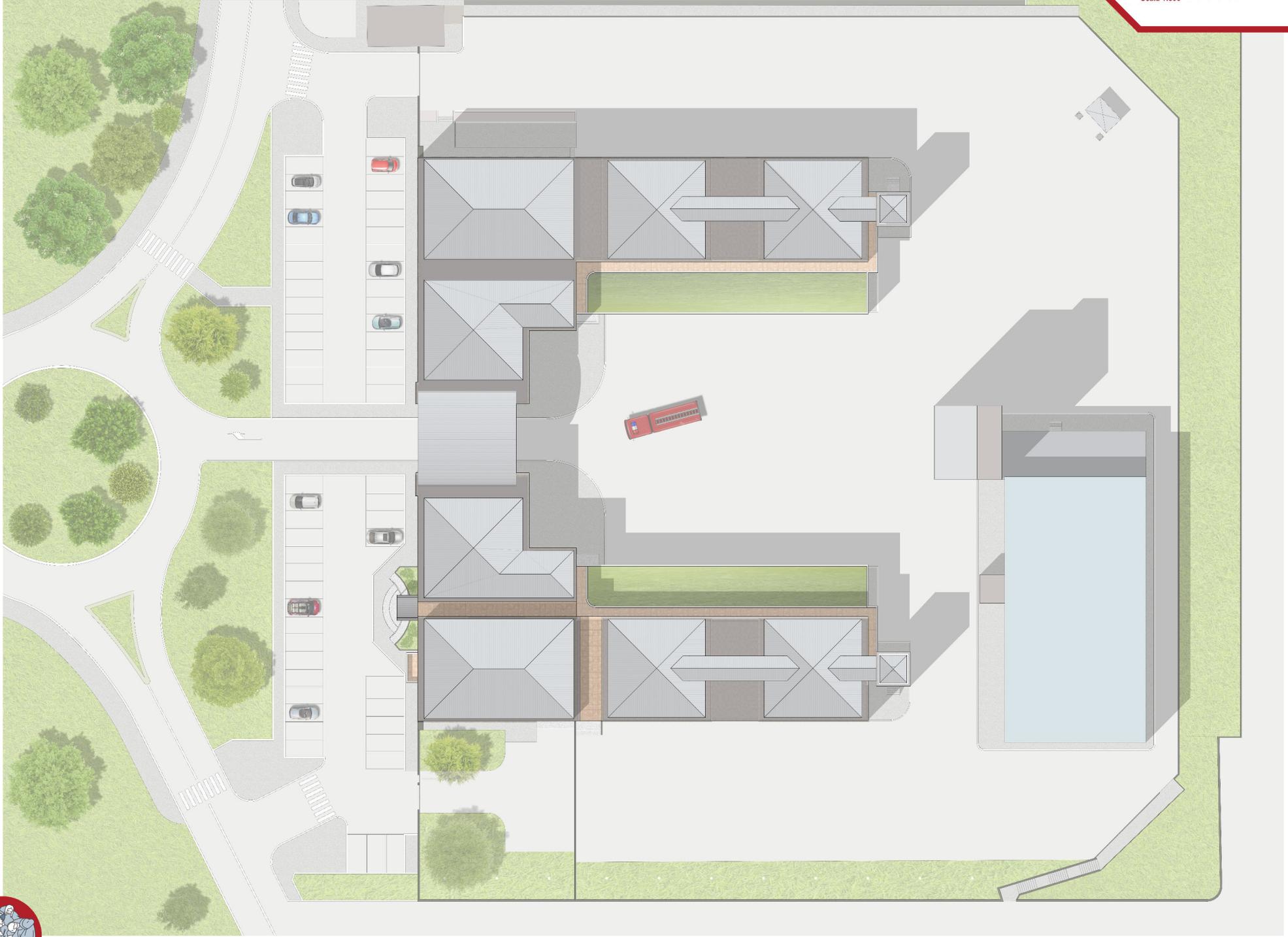
Colore: sRGB

Messa a fuoco: Automatica

Esposizione: Automatica

## LOCALIZZAZIONE:





2. STATO DI FATTO  
ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI  
INVOLUCRO  
STATO DI FATTO

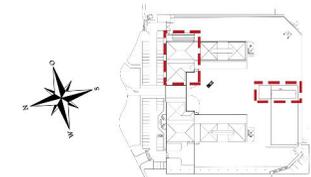
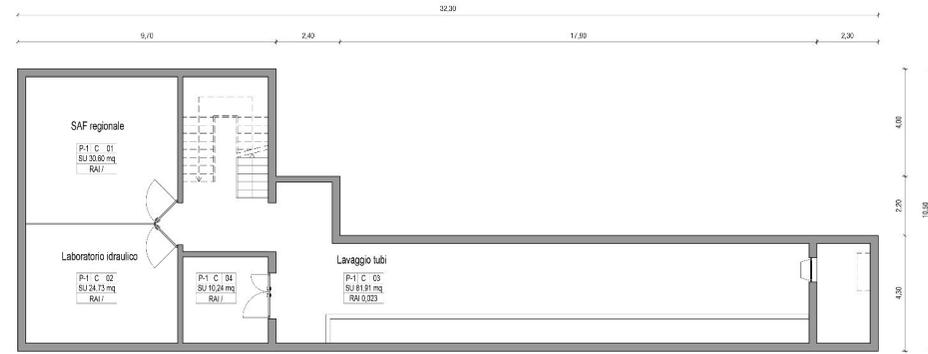
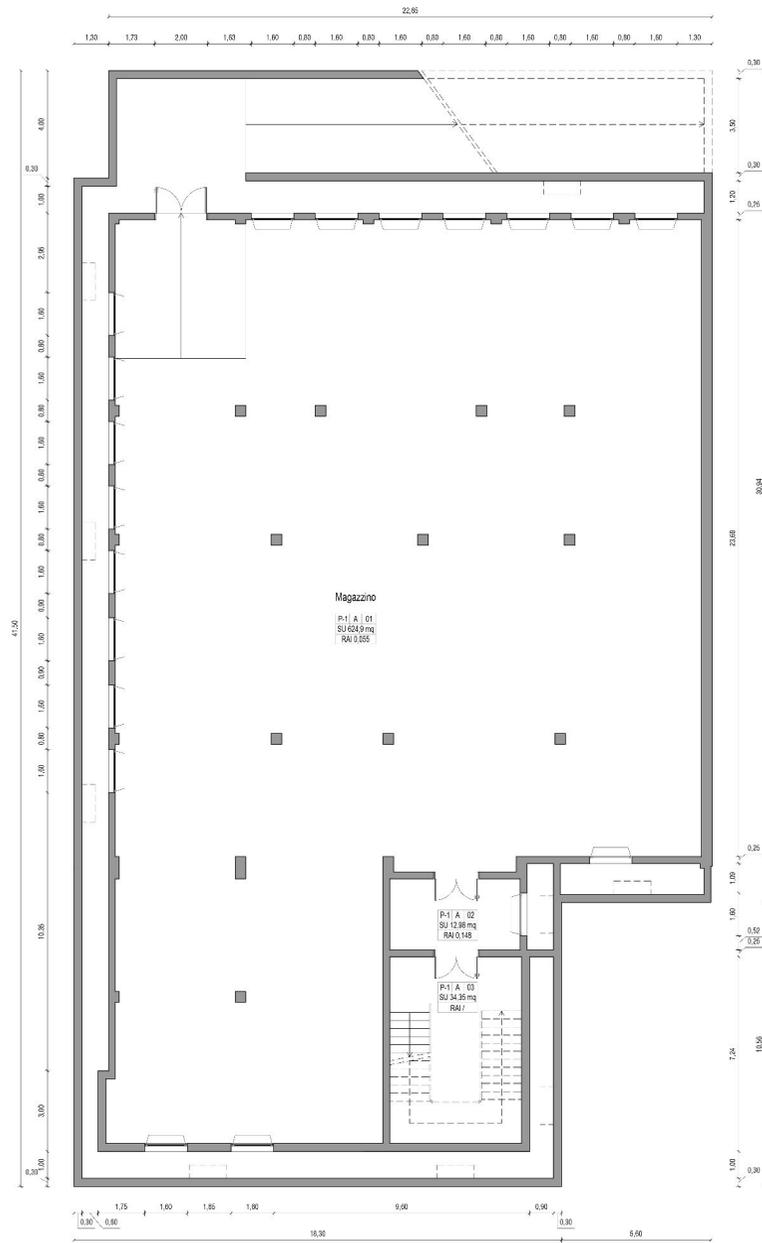
4. PROGETTO  
ARCHITETTONICO

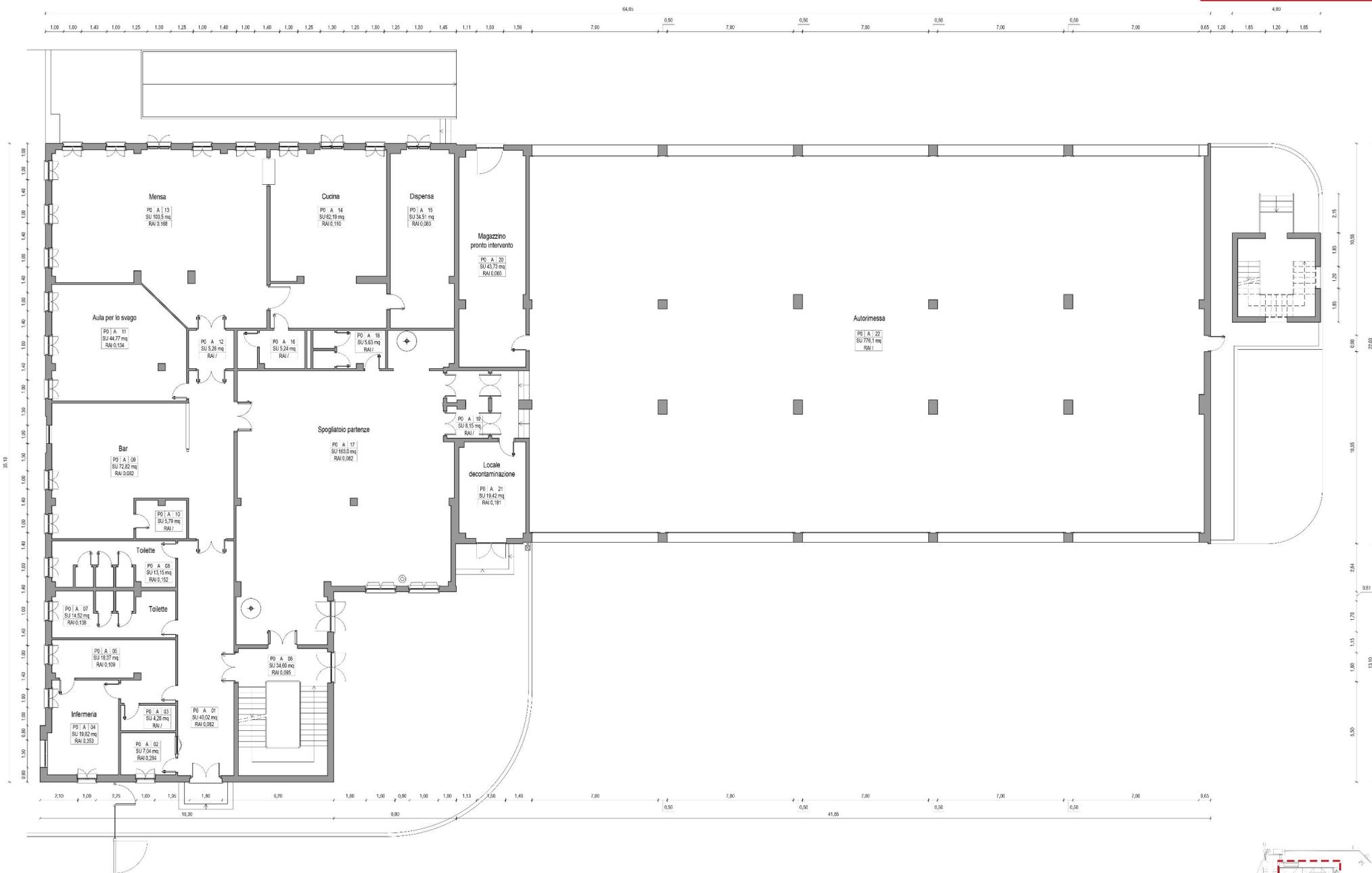
5. ANALISI  
STRUTTURALE

6. ANALISI  
ENERGETICA

7. GESTIONE  
DI CANTIERE







2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

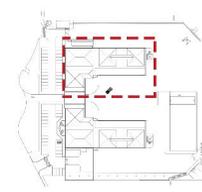
3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

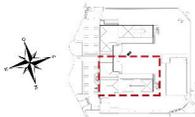
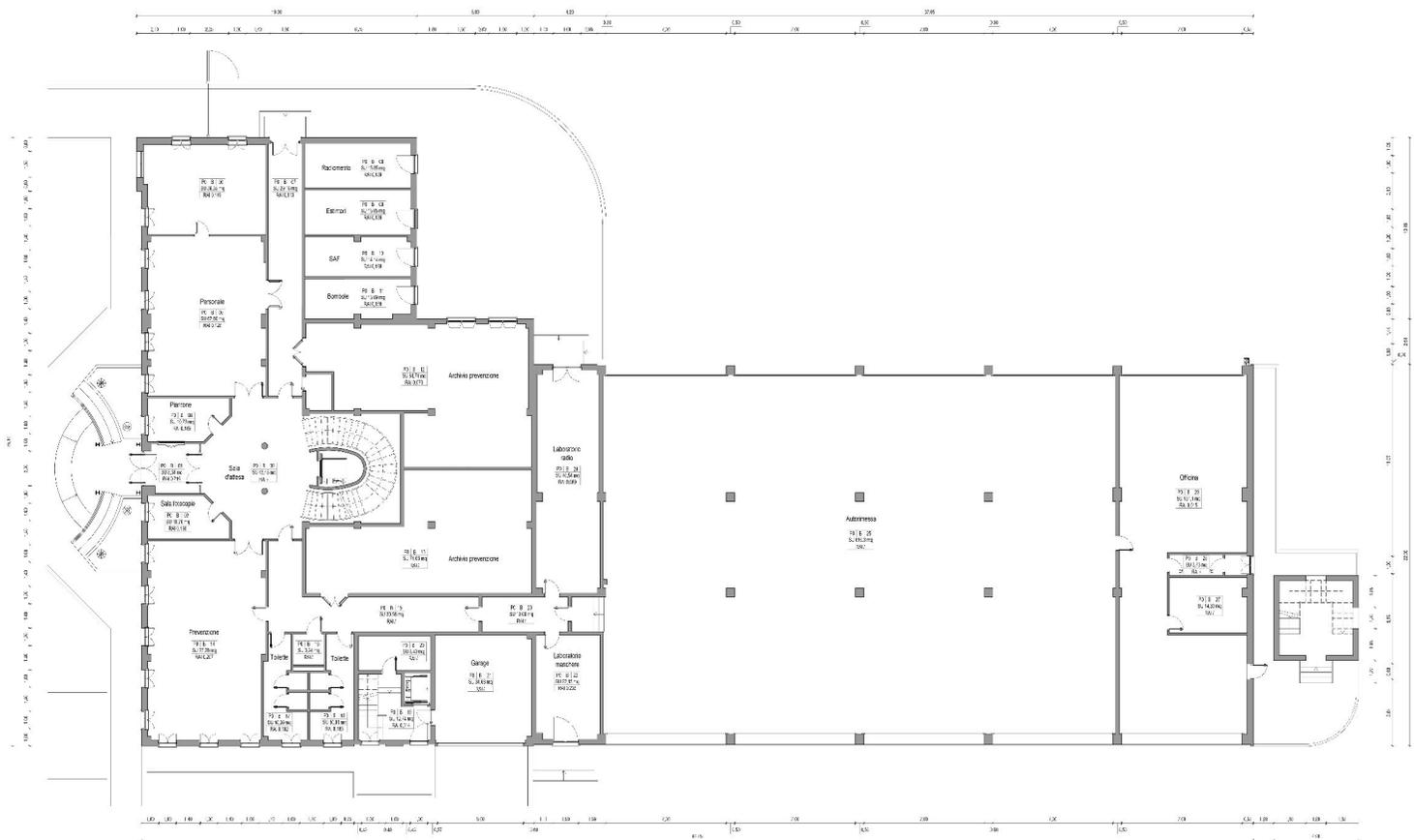
4. PROGETTO ARCHITETTONICO

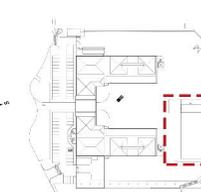
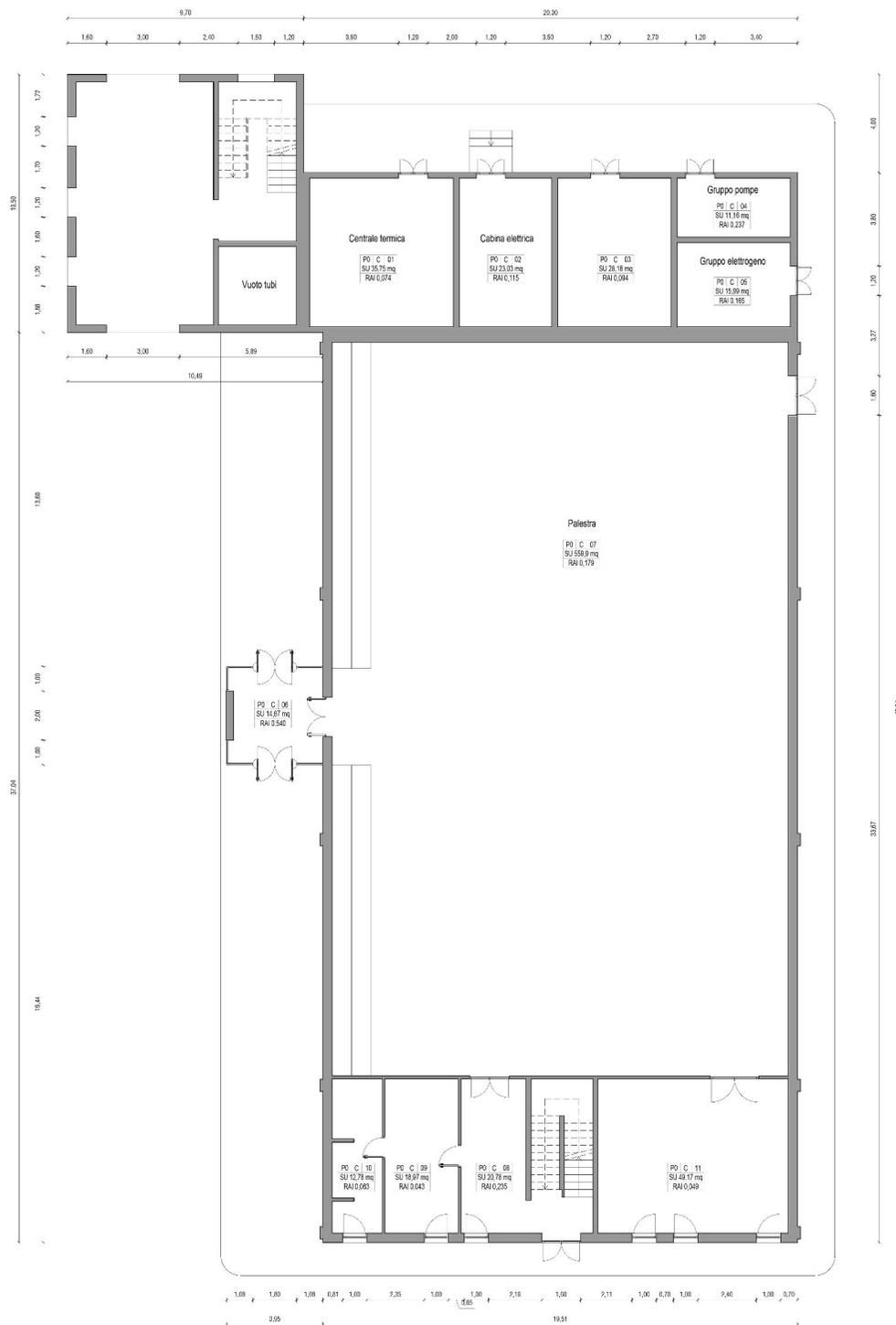
5. ANALISI STRUTTURALE

6. ANALISI ENERGETICA

7. GESTIONE DI CANTIERE







2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

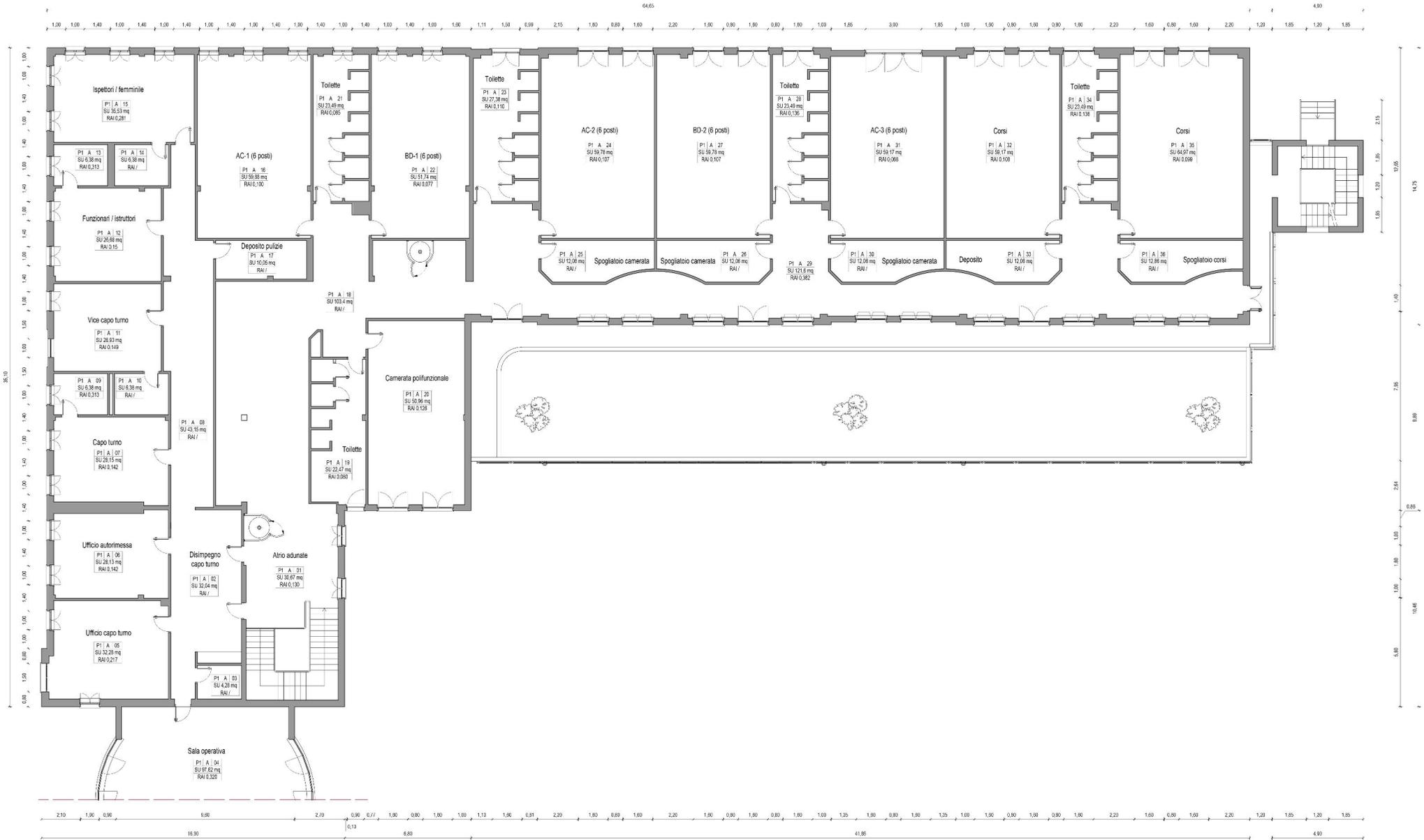
4. PROGETTO ARCHITETTONICO

5. ANALISI STRUTTURALE

6. ANALISI ENERGETICA

7. GESTIONE DI CANTIERE





2. STATO DI FATTO  
ARCHITETTONICO

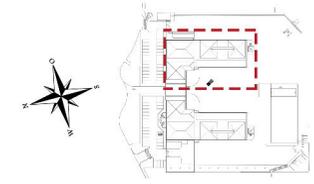
3. PRESTAZIONI  
INVOLUCRO  
STATO DI FATTO

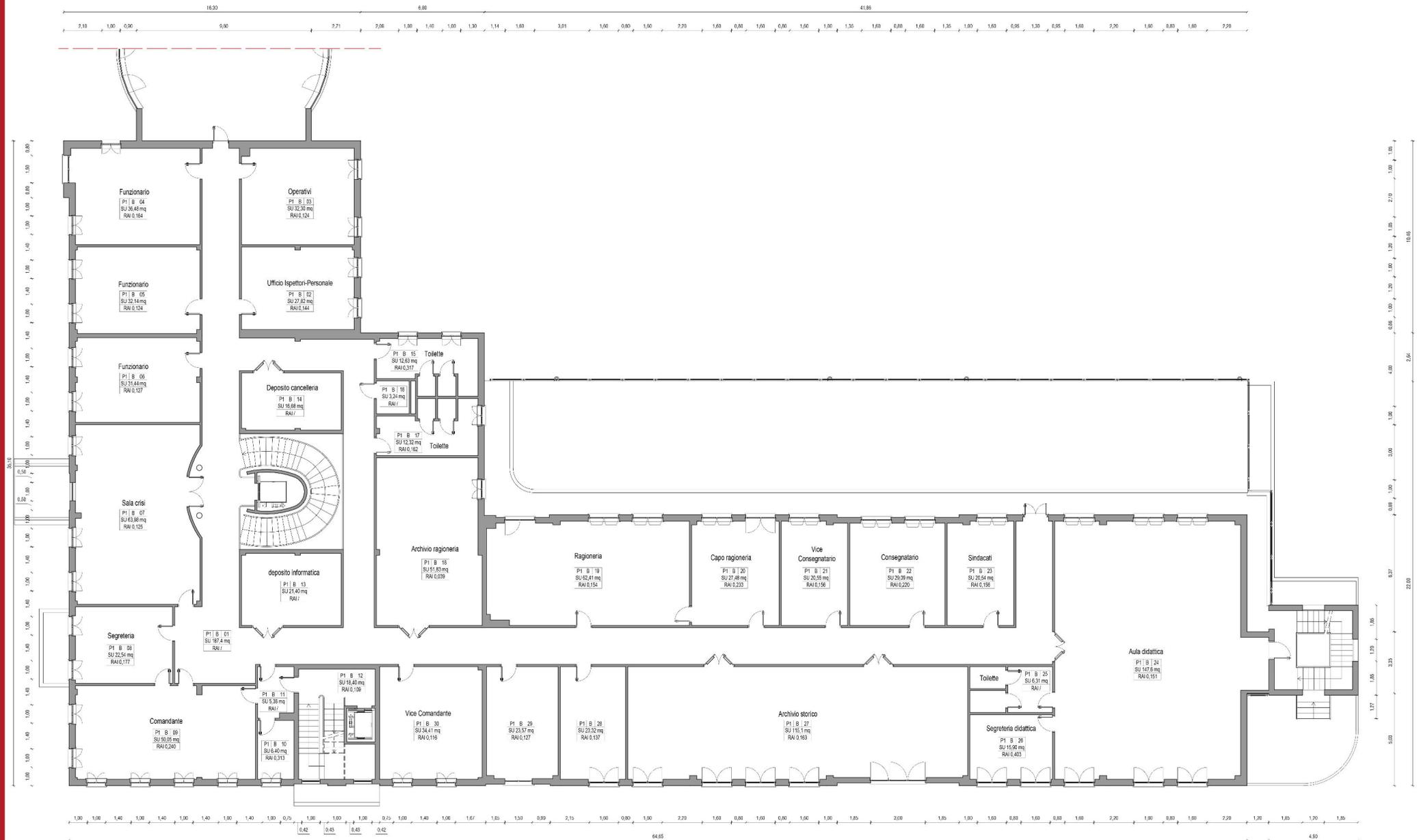
4. PROGETTO  
ARCHITETTONICO

5. ANALISI  
STRUTTURALE

6. ANALISI  
ENERGETICA

7. GESTIONE  
DI CANTIERE





2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

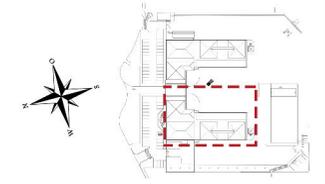
3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

4. PROGETTO ARCHITETTONICO

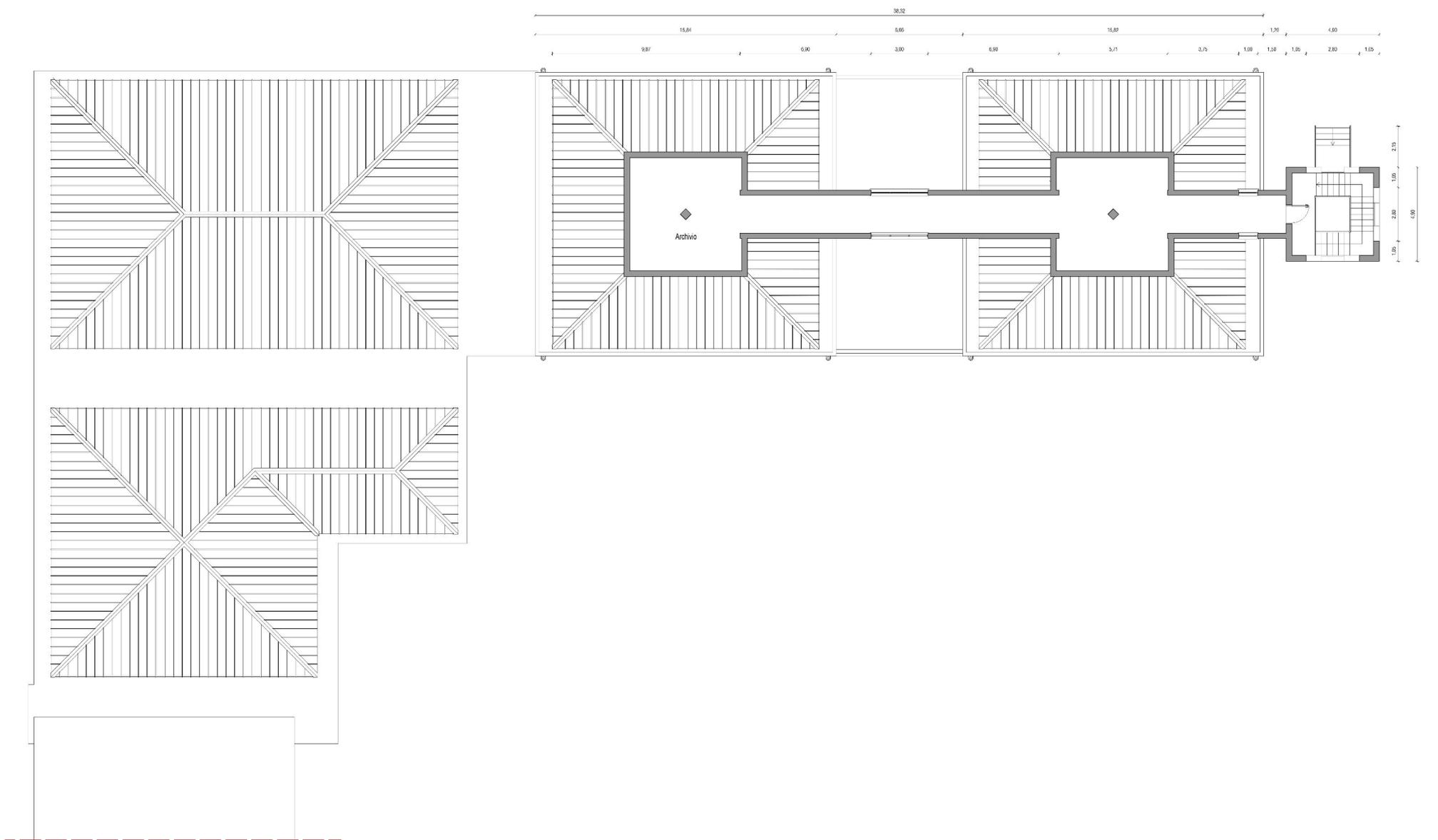
5. ANALISI STRUTTURALE

6. ANALISI ENERGETICA

7. GESTIONE DI CANTIERE







2. STATO DI FATTO  
ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI  
INVOLUCRO  
STATO DI FATTO

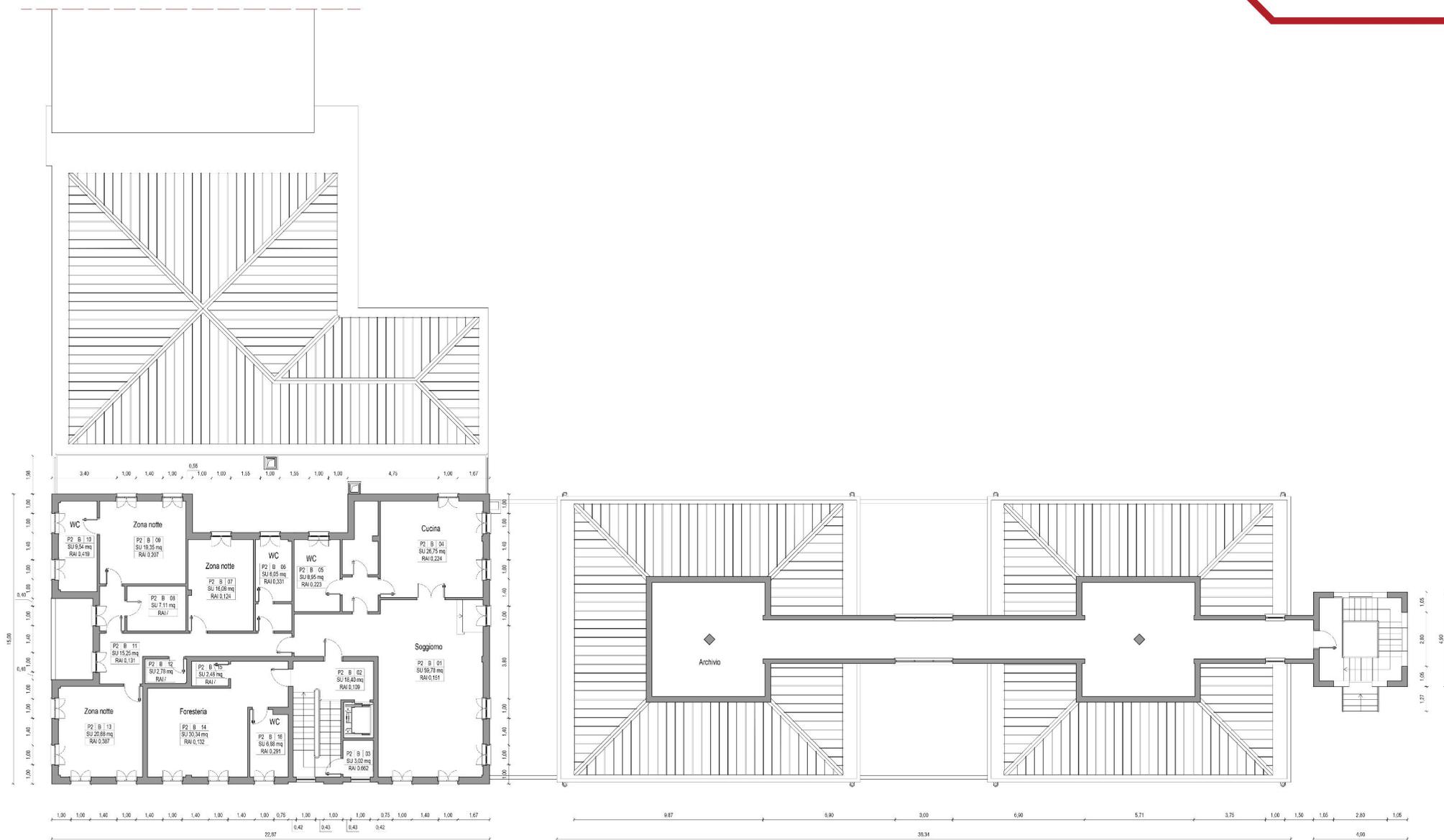
4. PROGETTO  
ARCHITETTONICO

5. ANALISI  
STRUTTURALE

6. ANALISI  
ENERGETICA

7. GESTIONE  
DI CANTIERE





2. STATO DI FATTO ARCHITETTONICO

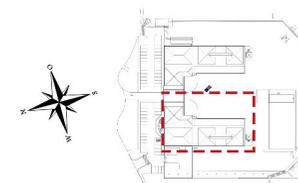
3. PRESTAZIONI INVOLUCRO STATO DI FATTO

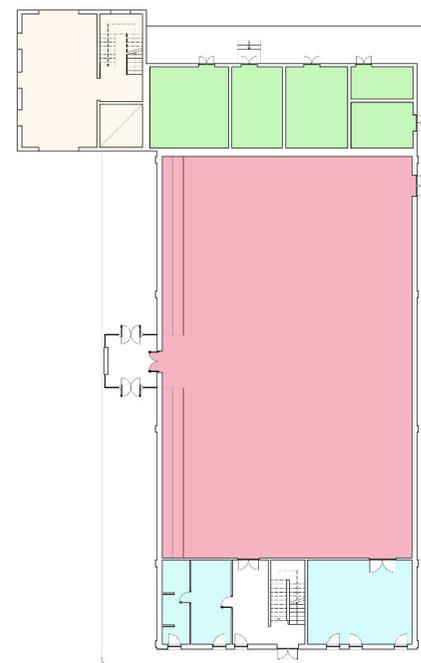
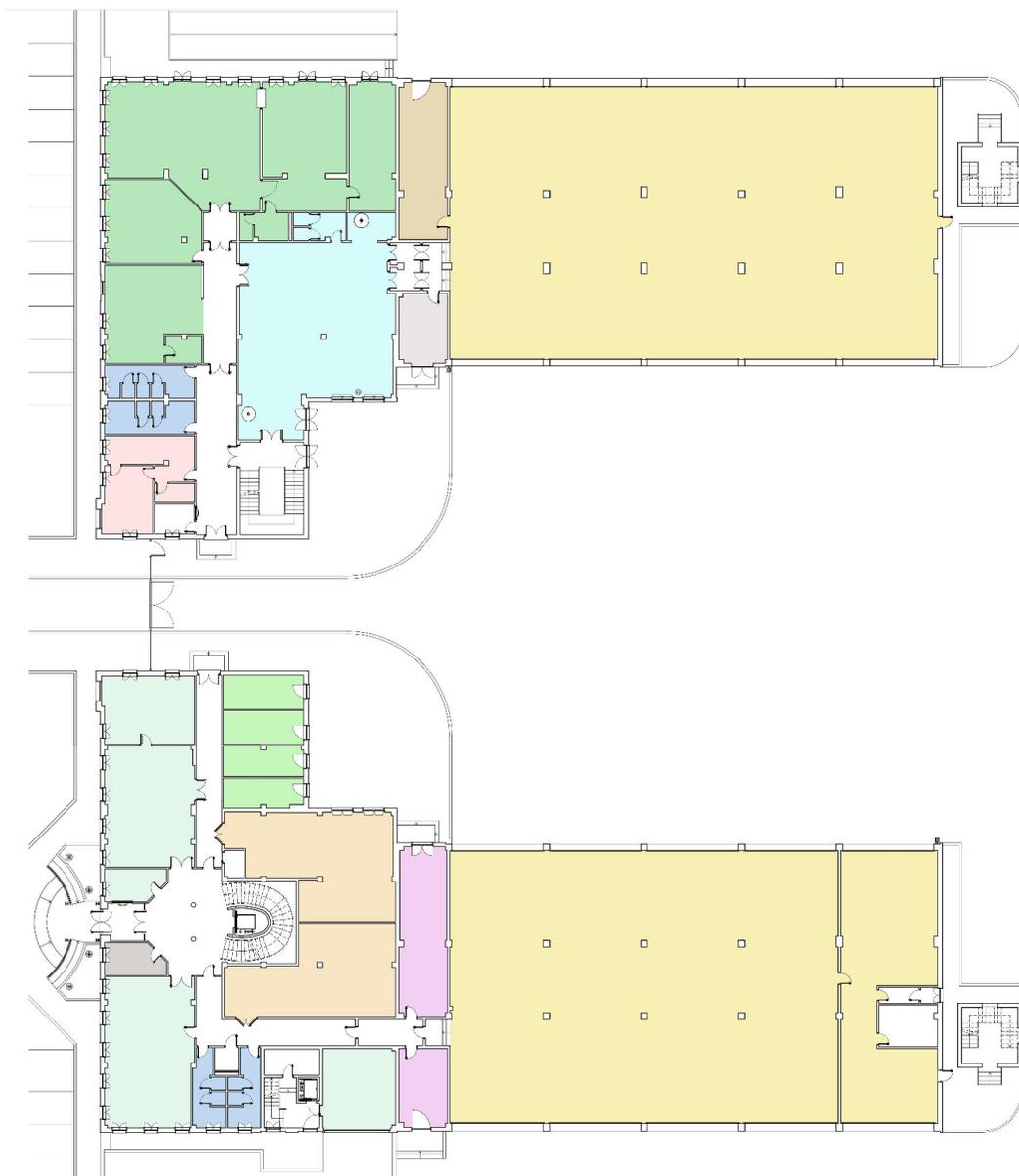
4. PROGETTO ARCHITETTONICO

5. ANALISI STRUTTURALE

6. ANALISI ENERGETICA

7. GESTIONE DI CANTIERE





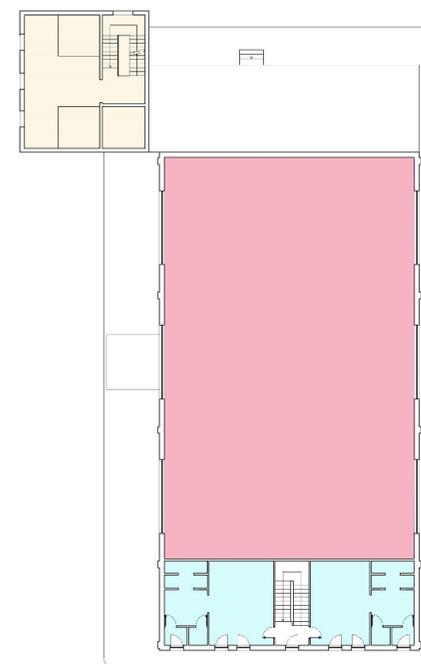
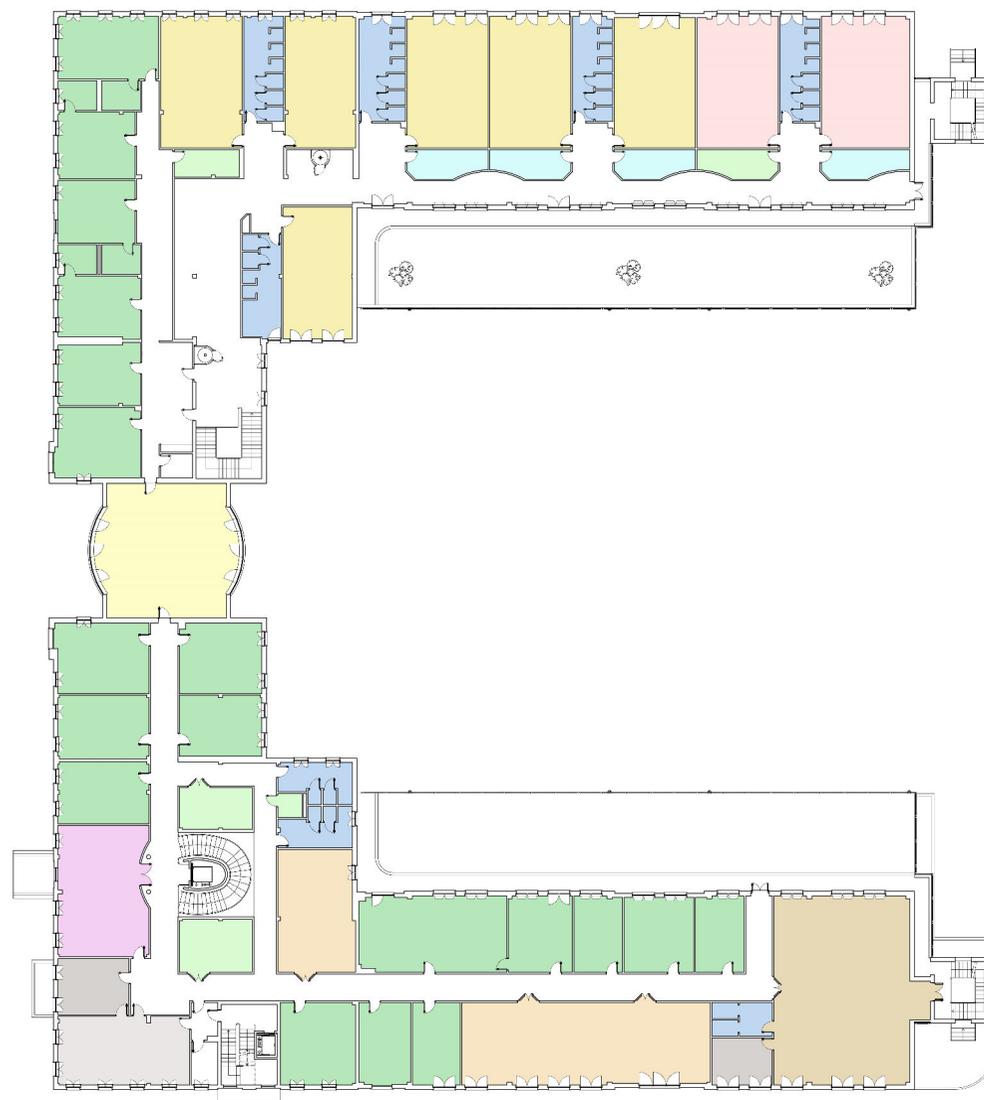
**LEGENDA**

- Autorimessa
- Palestra
- Bagni
- Bar, mensa, cucina e dispensa
- Locali per il personale
- Spogliatoi
- Locali tecnici
- Archivio
- Sala fotocopie
- Locale decontaminazione
- Magazzino pronto intervento
- Laboratori
- Infermeria
- Torre per esercitazioni



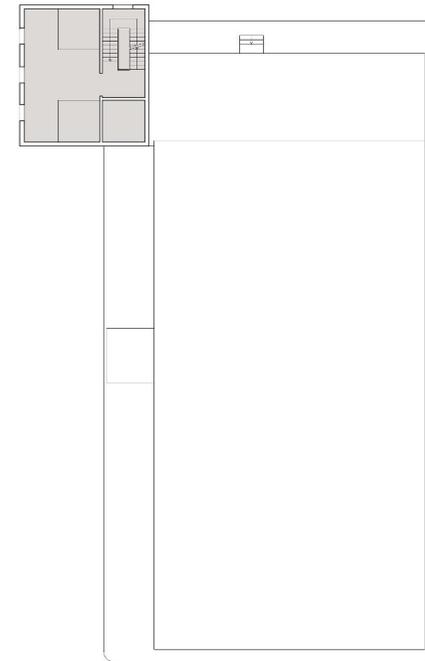
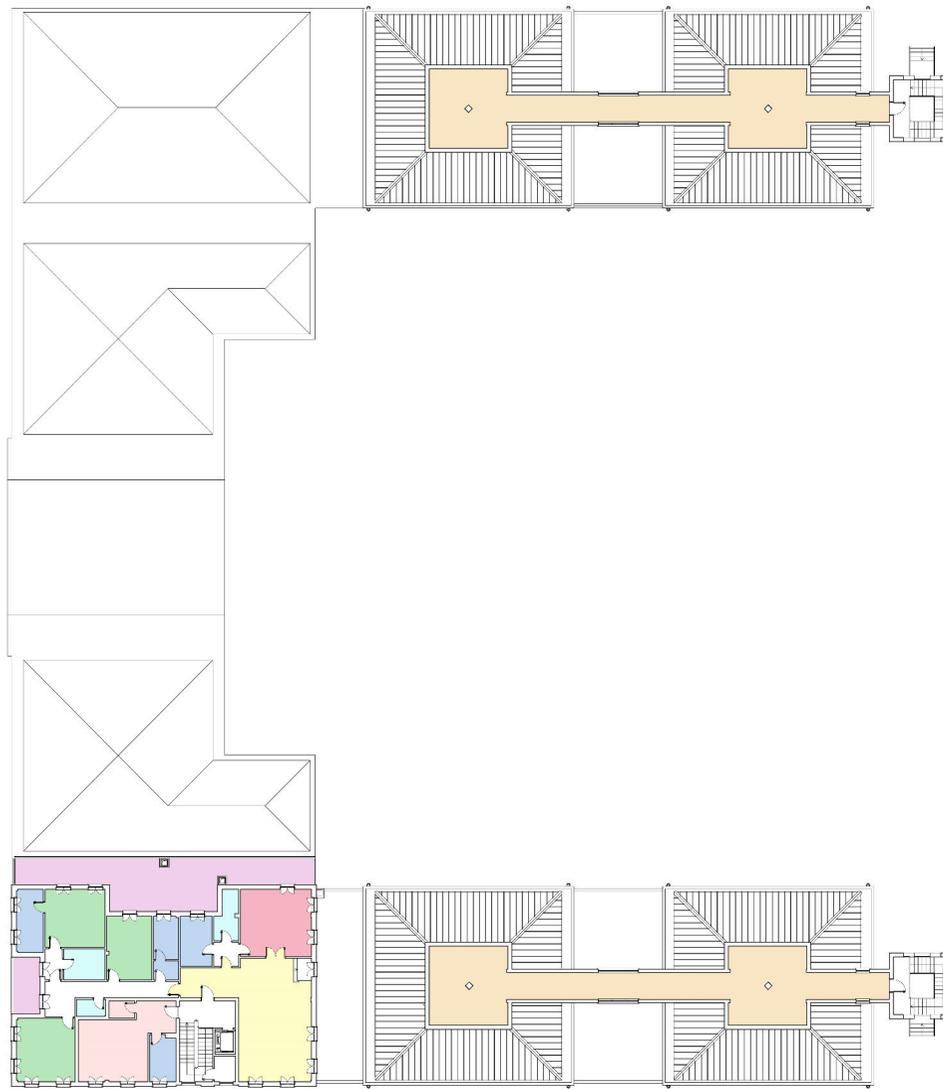
**LEGENDA**

- Camerata
- Palestra
- Bagni
- Uffici per il personale
- Corsi
- Spogliatoi
- Deposito
- Archivio
- Segreteria
- Ufficio del Comandante
- Aula didattica
- Sala crisi
- Sala operativa
- Torre per esercitazioni



**LEGENDA**

- Soggiorno
- Cucina
- Bagni
- Zona notte
- Foresteria
- Deposito
- Archivio
- Terrazzo
- Torre per esercitazioni



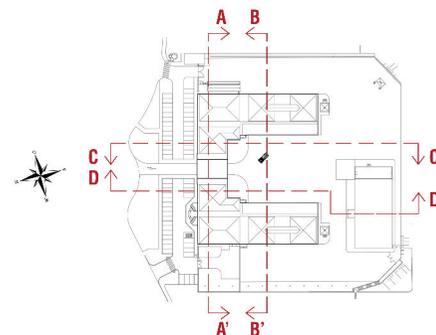
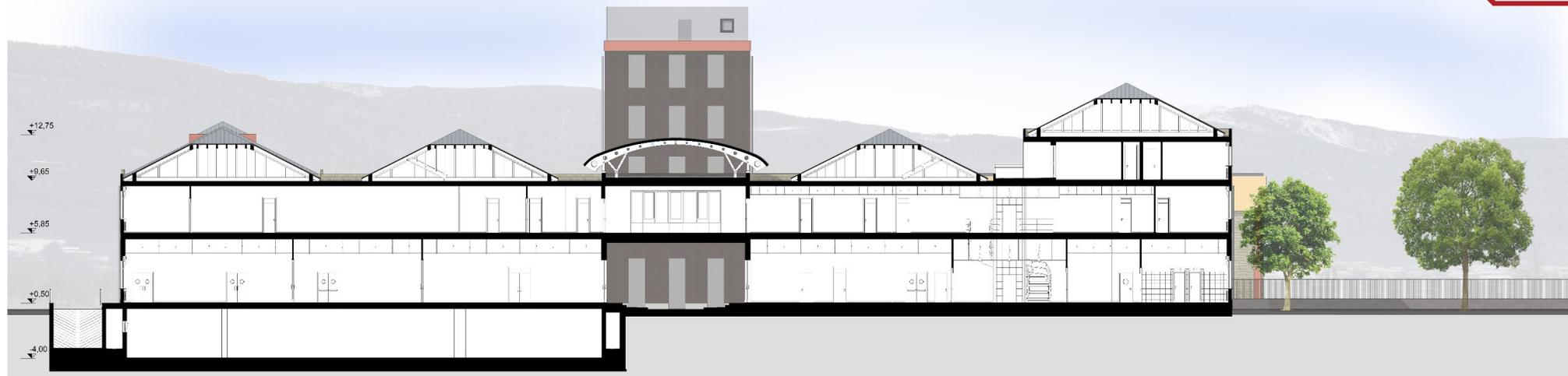


PROSPETTO EST



PROSPETTO OVEST



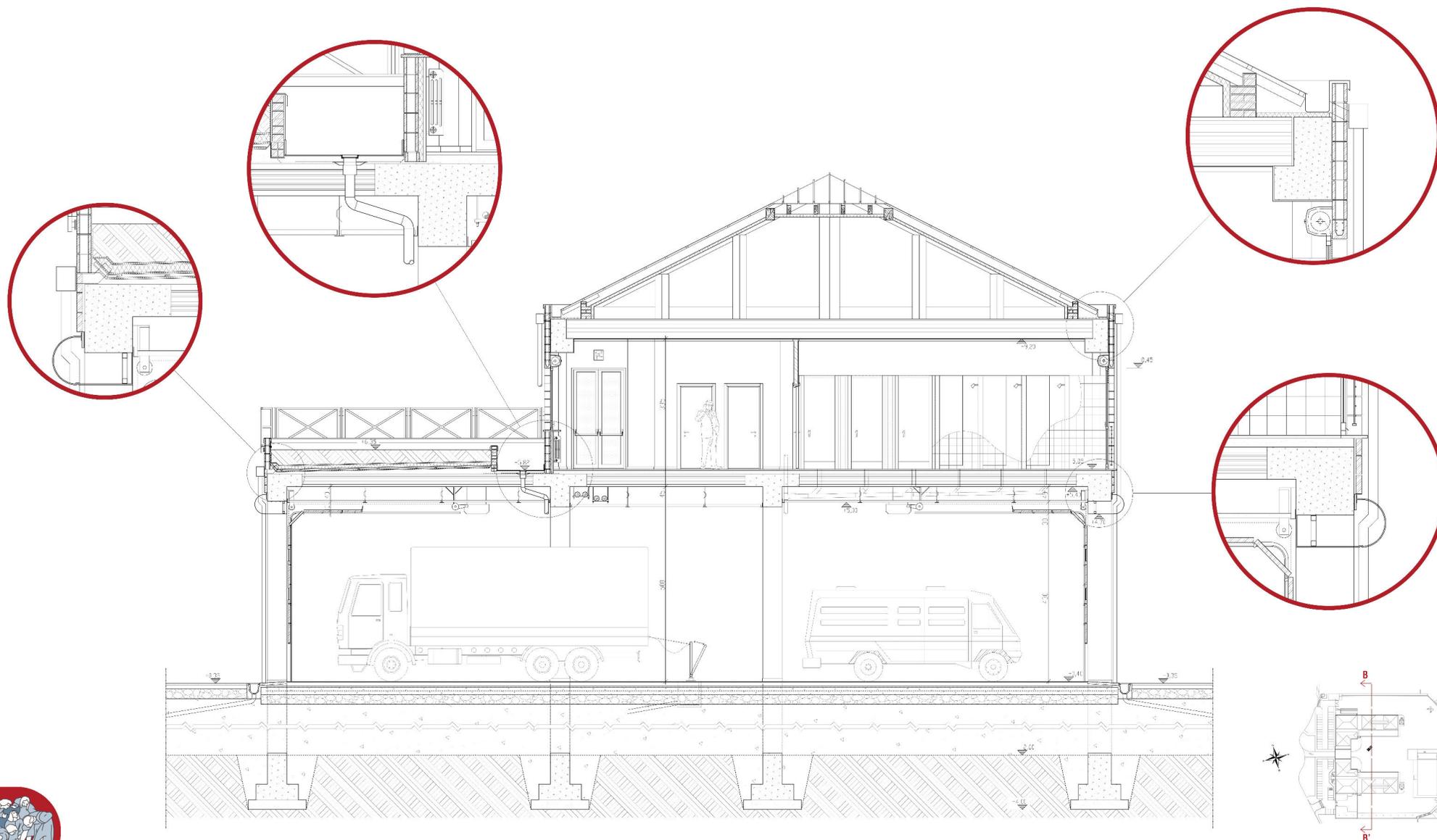




SEZIONE B-B'



PROSPETTO EST



2. STATO DI FATTO  
ARCHITETTONICO

3. PRESTAZIONI  
INVOLUCRO  
STATO DI FATTO

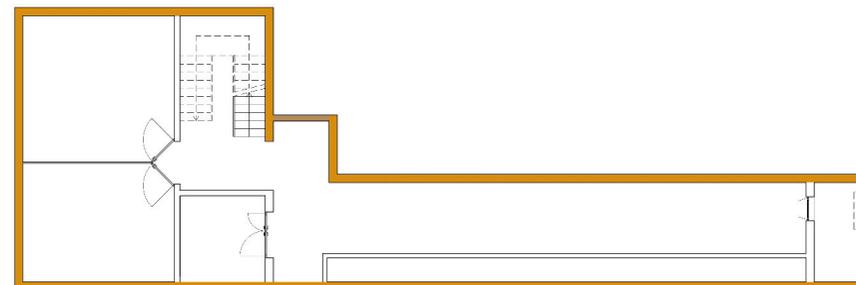
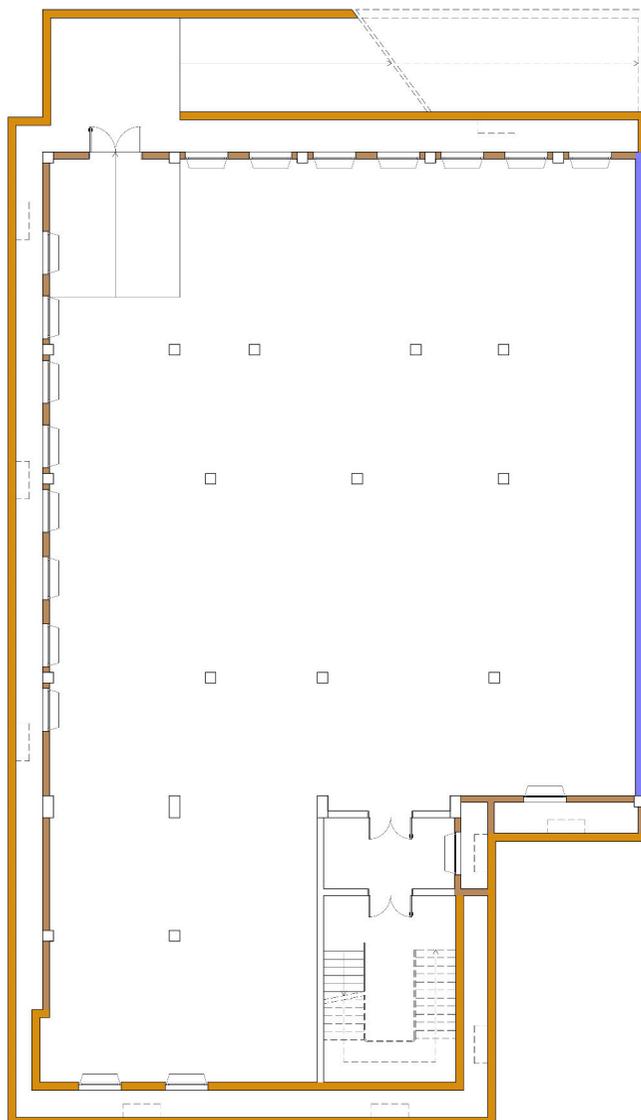
4. PROGETTO  
ARCHITETTONICO

5. ANALISI  
STRUTTURALE

6. ANALISI  
ENERGETICA

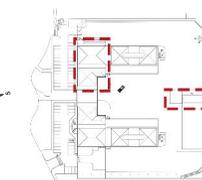
7. GESTIONE  
DI CANTIERE

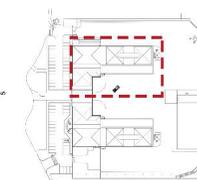
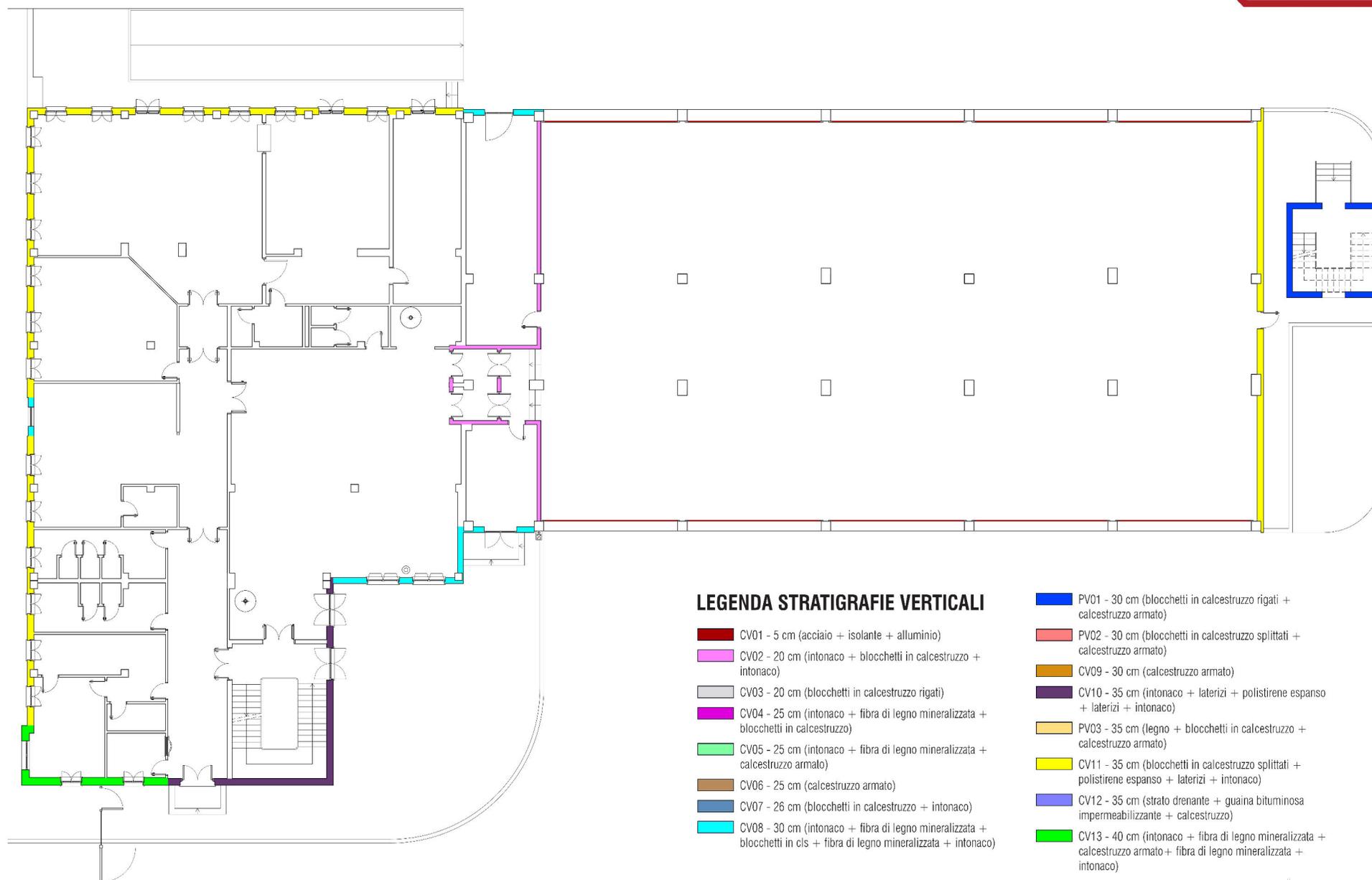




### LEGENDA STRATIGRAFIE VERTICALI

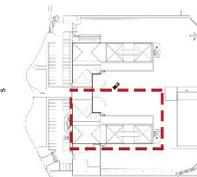
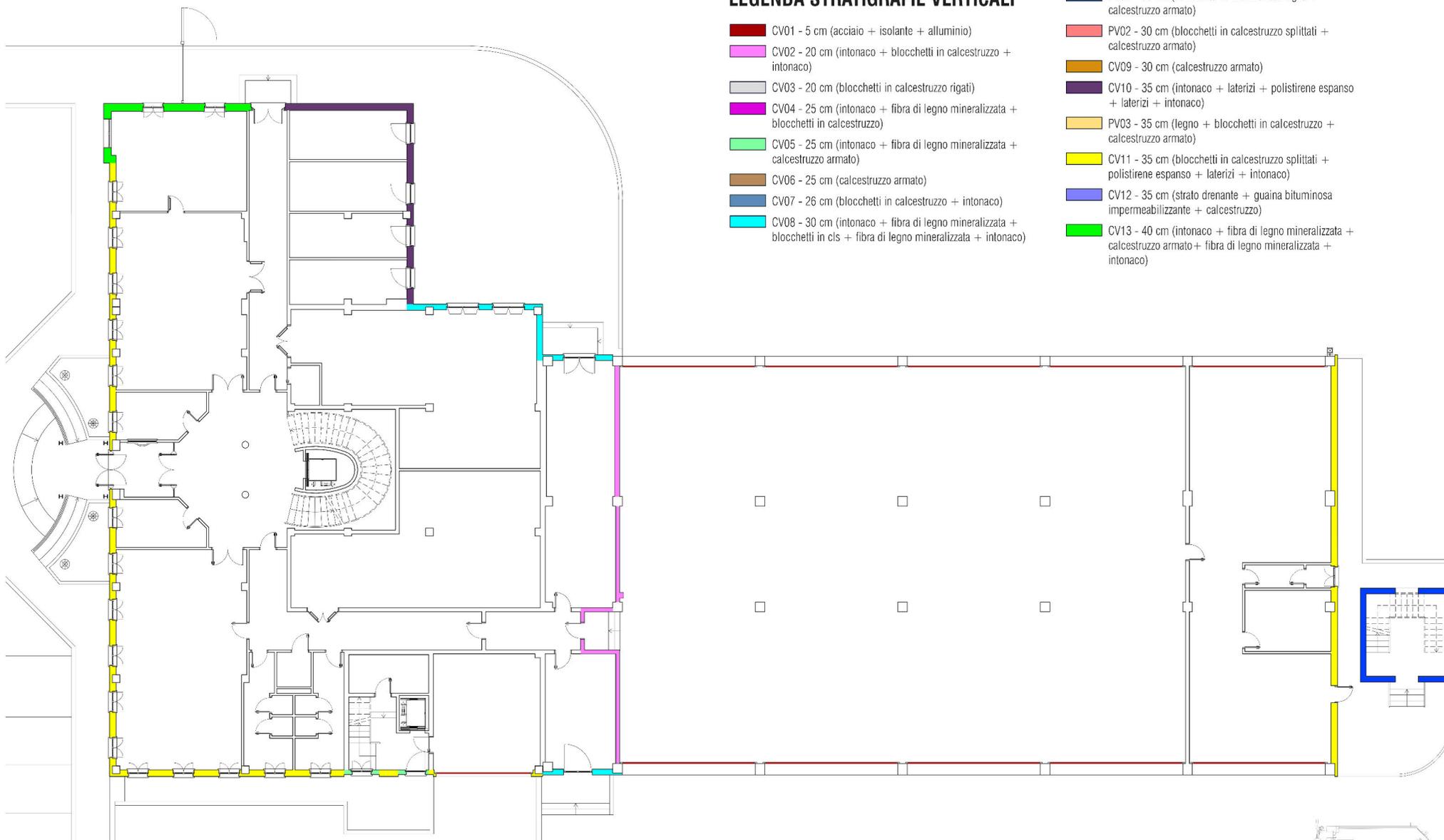
- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|    | CV01 - 5 cm (acciaio + isolante + alluminio)   |    | PV01 - 30 cm (blocchetti in calcestruzzo rigati + calcestruzzo armato)   |
|    | CV02 - 20 cm (intonaco + blocchetti in calcestruzzo + intonaco)  |    | PV02 - 30 cm (blocchetti in calcestruzzo splittati + calcestruzzo armato)  |
|    | CV03 - 20 cm (blocchetti in calcestruzzo rigati)   |    | CV09 - 30 cm (calcestruzzo armato)   |
|   | CV04 - 25 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + blocchetti in calcestruzzo)                                  |    | CV10 - 35 cm (intonaco + laterizi + polistirene espanso + laterizi + intonaco)   |
|  | CV05 - 25 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + calcestruzzo armato)   |  | PV03 - 35 cm (legno + blocchetti in calcestruzzo + calcestruzzo armato)  |
|  | CV06 - 25 cm (calcestruzzo armato)   |  | CV11 - 35 cm (blocchetti in calcestruzzo splittati + polistirene espanso + laterizi + intonaco)                        |
|  | CV07 - 25 cm (blocchetti in calcestruzzo + intonaco)   |  | CV12 - 35 cm (strato drenante + guaina bituminosa impermeabilizzante + calcestruzzo)                                   |
|  | CV08 - 30 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + blocchetti in cls + fibra di legno mineralizzata + intonaco) |  | CV13 - 40 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + calcestruzzo armato + fibra di legno mineralizzata + intonaco) |

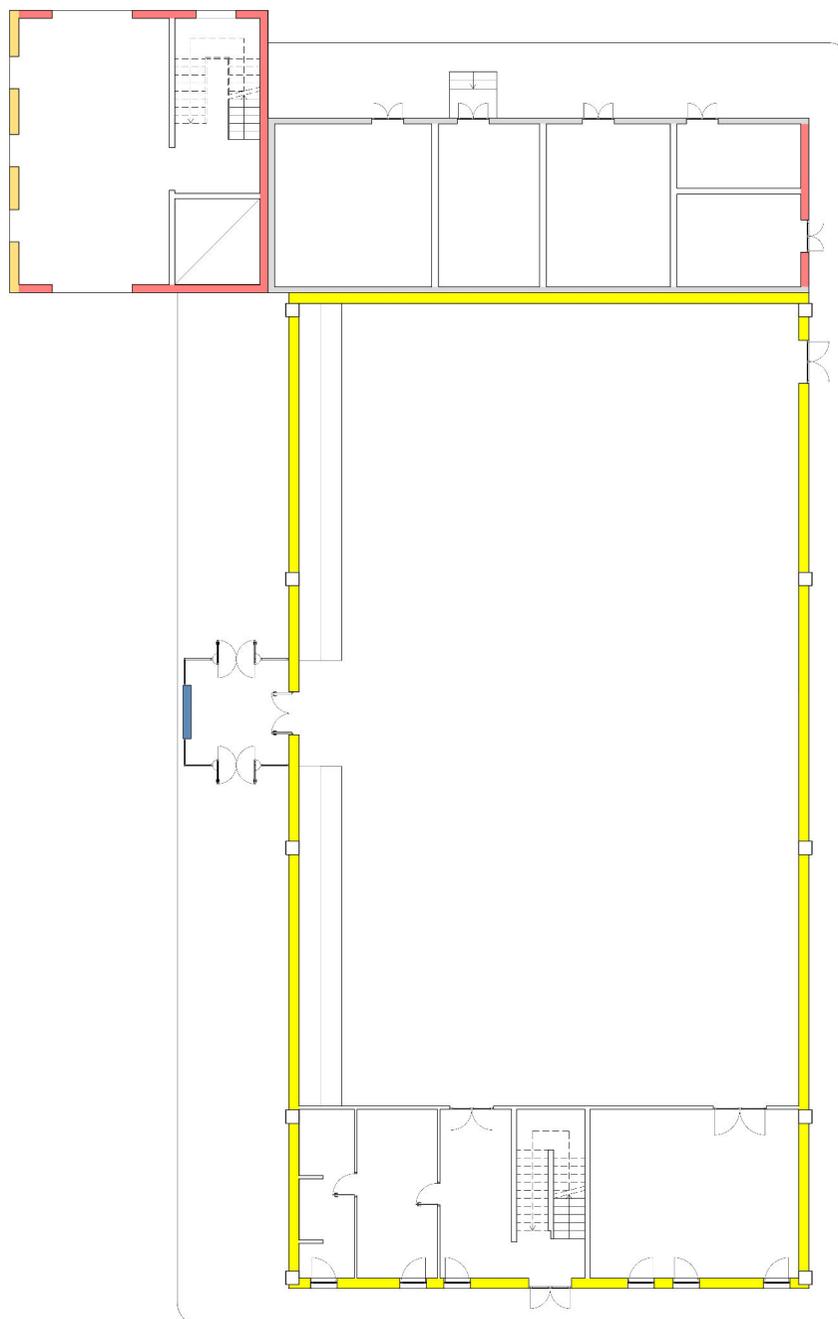




## LEGENDA STRATIGRAFIE VERTICALI

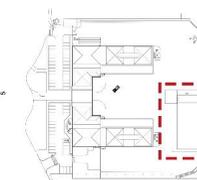
	CV01 - 5 cm (acciaio + isolante + alluminio)		PV01 - 30 cm (blocchetti in calcestruzzo rigati + calcestruzzo armato)
	CV02 - 20 cm (intonaco + blocchetti in calcestruzzo + intonaco)		PV02 - 30 cm (blocchetti in calcestruzzo splittati + calcestruzzo armato)
	CV03 - 20 cm (blocchetti in calcestruzzo rigati)		CV09 - 30 cm (calcestruzzo armato)
	CV04 - 25 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + blocchetti in calcestruzzo)		CV10 - 35 cm (intonaco + laterizi + polistirene espanso + laterizi + intonaco)
	CV05 - 25 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + calcestruzzo armato)		PV03 - 35 cm (legno + blocchetti in calcestruzzo + calcestruzzo armato)
	CV06 - 25 cm (calcestruzzo armato)		CV11 - 35 cm (blocchetti in calcestruzzo splittati + polistirene espanso + laterizi + intonaco)
	CV07 - 26 cm (blocchetti in calcestruzzo + intonaco)		CV12 - 35 cm (strato drenante + guaina bituminosa impermeabilizzante + calcestruzzo)
	CV08 - 30 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + blocchetti in cls + fibra di legno mineralizzata + intonaco)		CV13 - 40 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + calcestruzzo armato + fibra di legno mineralizzata + intonaco)

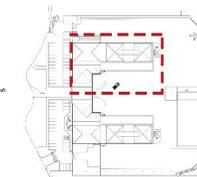
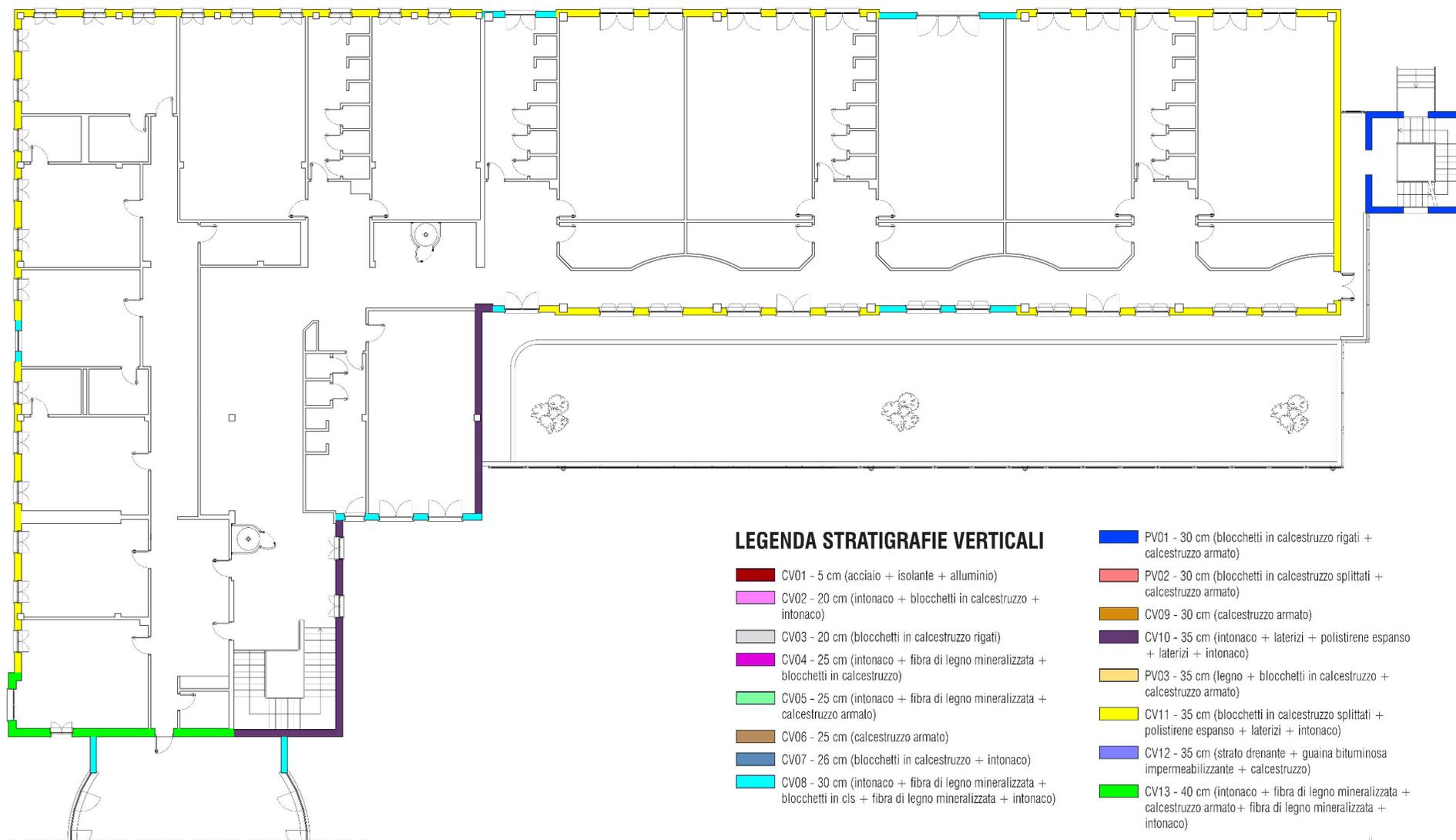




### LEGENDA STRATIGRAFIE VERTICALI

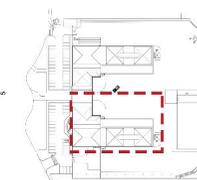
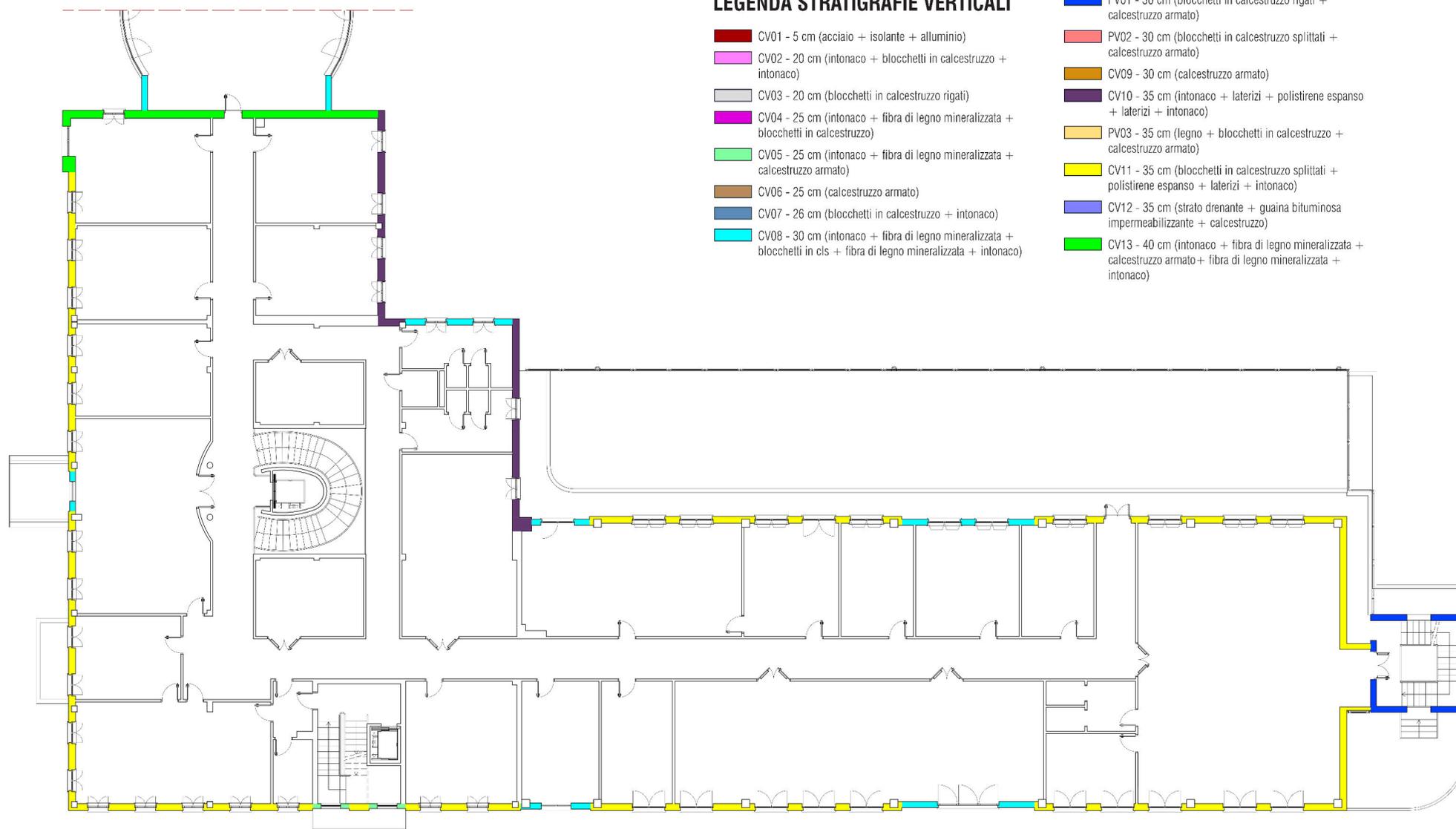
- CV01 - 5 cm (acciaio + isolante + alluminio)
- CV02 - 20 cm (intonaco + blocchetti in calcestruzzo + intonaco)
- CV03 - 20 cm (blocchetti in calcestruzzo rigati)
- CV04 - 25 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + blocchetti in calcestruzzo)
- CV05 - 25 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + calcestruzzo armato)
- CV06 - 25 cm (calcestruzzo armato)
- CV07 - 26 cm (blocchetti in calcestruzzo + intonaco)
- CV08 - 30 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + blocchetti in cls + fibra di legno mineralizzata + intonaco)
- PV01 - 30 cm (blocchetti in calcestruzzo rigati + calcestruzzo armato)
- PV02 - 30 cm (blocchetti in calcestruzzo splittati + calcestruzzo armato)
- CV09 - 30 cm (calcestruzzo armato)
- CV10 - 35 cm (intonaco + laterizi + polistirene espanso + laterizi + intonaco)
- PV03 - 35 cm (legno + blocchetti in calcestruzzo + calcestruzzo armato)
- CV11 - 35 cm (blocchetti in calcestruzzo splittati + polistirene espanso + laterizi + intonaco)
- CV12 - 35 cm (strato drenante + guaina bituminosa impermeabilizzante + calcestruzzo)
- CV13 - 40 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + calcestruzzo armato + fibra di legno mineralizzata + intonaco)

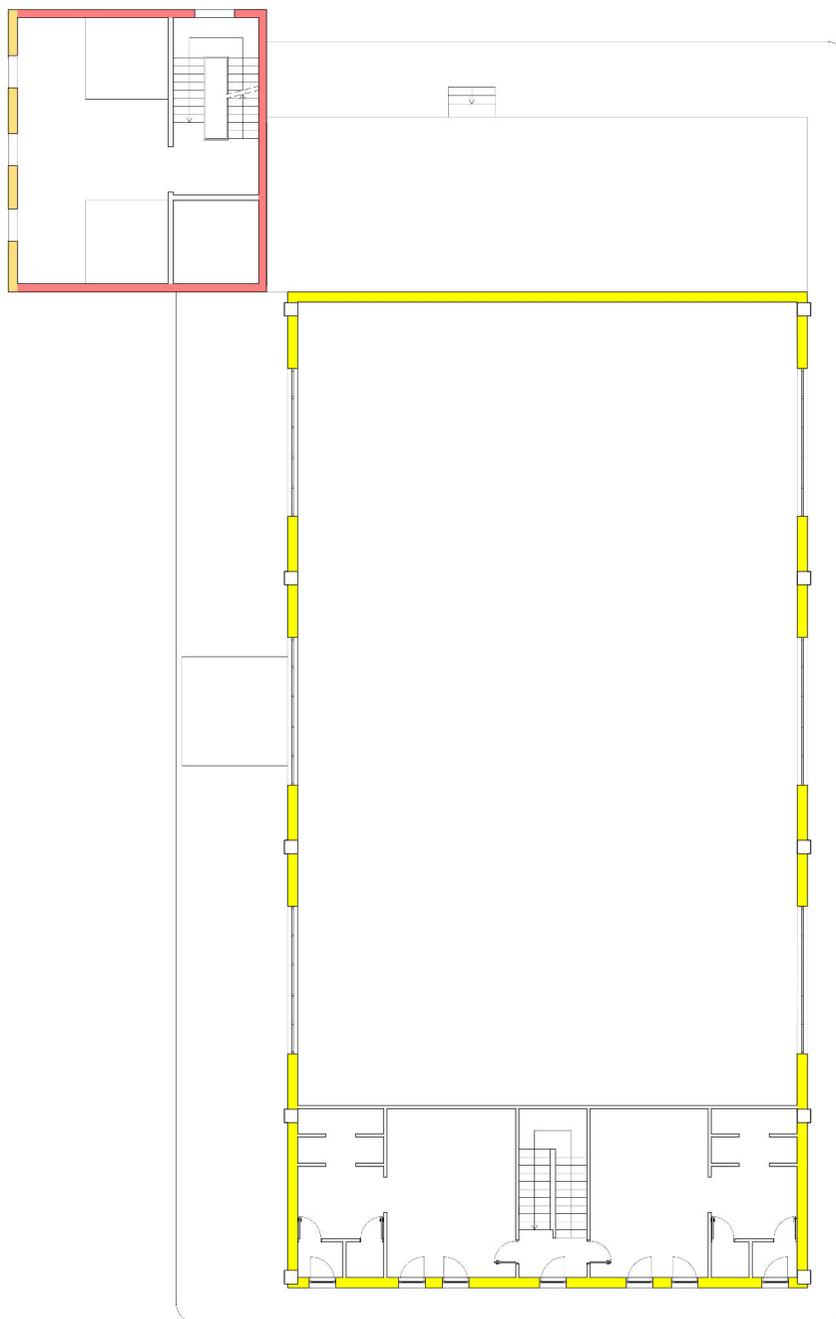




## LEGENDA STRATIGRAFIE VERTICALI

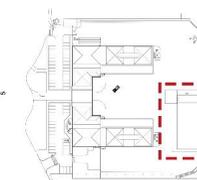
- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|  | CV01 - 5 cm (acciaio + isolante + alluminio)   |  | PV01 - 30 cm (blocchetti in calcestruzzo rigati + calcestruzzo armato)   |
|  | CV02 - 20 cm (intonaco + blocchetti in calcestruzzo + intonaco)  |  | PV02 - 30 cm (blocchetti in calcestruzzo splittati + calcestruzzo armato)  |
|  | CV03 - 20 cm (blocchetti in calcestruzzo rigati)   |  | CV09 - 30 cm (calcestruzzo armato)   |
|  | CV04 - 25 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + blocchetti in calcestruzzo)                                  |  | CV10 - 35 cm (intonaco + laterizi + polistirene espanso + laterizi + intonaco)   |
|  | CV05 - 25 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + calcestruzzo armato)   |  | PV03 - 35 cm (legno + blocchetti in calcestruzzo + calcestruzzo armato)  |
|  | CV06 - 25 cm (calcestruzzo armato)   |  | CV11 - 35 cm (blocchetti in calcestruzzo splittati + polistirene espanso + laterizi + intonaco)                        |
|  | CV07 - 26 cm (blocchetti in calcestruzzo + intonaco)   |  | CV12 - 35 cm (strato drenante + guaina bituminosa impermeabilizzante + calcestruzzo)                                   |
|  | CV08 - 30 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + blocchetti in cls + fibra di legno mineralizzata + intonaco) |  | CV13 - 40 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + calcestruzzo armato + fibra di legno mineralizzata + intonaco) |





### LEGENDA STRATIGRAFIE VERTICALI

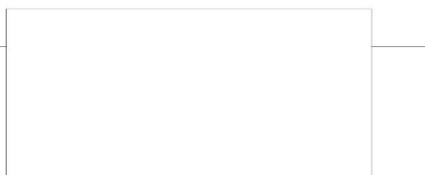
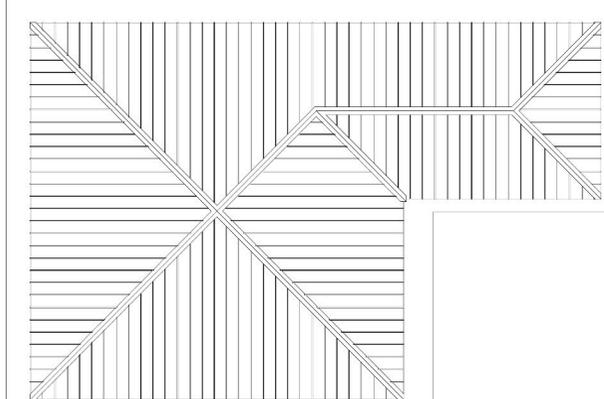
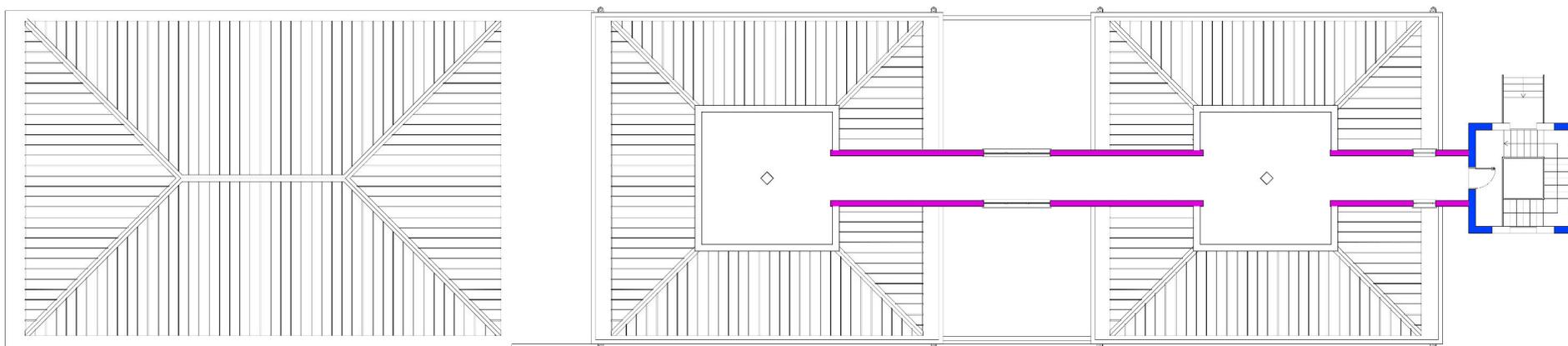
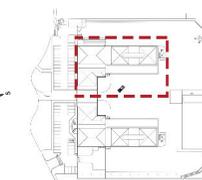
- CV01 - 5 cm (acciaio + isolante + alluminio)
- CV02 - 20 cm (intonaco + blocchetti in calcestruzzo + intonaco)
- CV03 - 20 cm (blocchetti in calcestruzzo rigati)
- CV04 - 25 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + blocchetti in calcestruzzo)
- CV05 - 25 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + calcestruzzo armato)
- CV06 - 25 cm (calcestruzzo armato)
- CV07 - 26 cm (blocchetti in calcestruzzo + intonaco)
- CV08 - 30 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + blocchetti in cls + fibra di legno mineralizzata + intonaco)
- PV01 - 30 cm (blocchetti in calcestruzzo rigati + calcestruzzo armato)
- PV02 - 30 cm (blocchetti in calcestruzzo splittati + calcestruzzo armato)
- CV09 - 30 cm (calcestruzzo armato)
- CV10 - 35 cm (intonaco + laterizi + polistirene espanso + laterizi + intonaco)
- PV03 - 35 cm (legno + blocchetti in calcestruzzo + calcestruzzo armato)
- CV11 - 35 cm (blocchetti in calcestruzzo splittati + polistirene espanso + laterizi + intonaco)
- CV12 - 35 cm (strato drenante + guaina bituminosa impermeabilizzante + calcestruzzo)
- CV13 - 40 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + calcestruzzo armato + fibra di legno mineralizzata + intonaco)



## LEGENDA STRATIGRAFIE VERTICALI

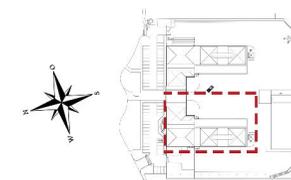
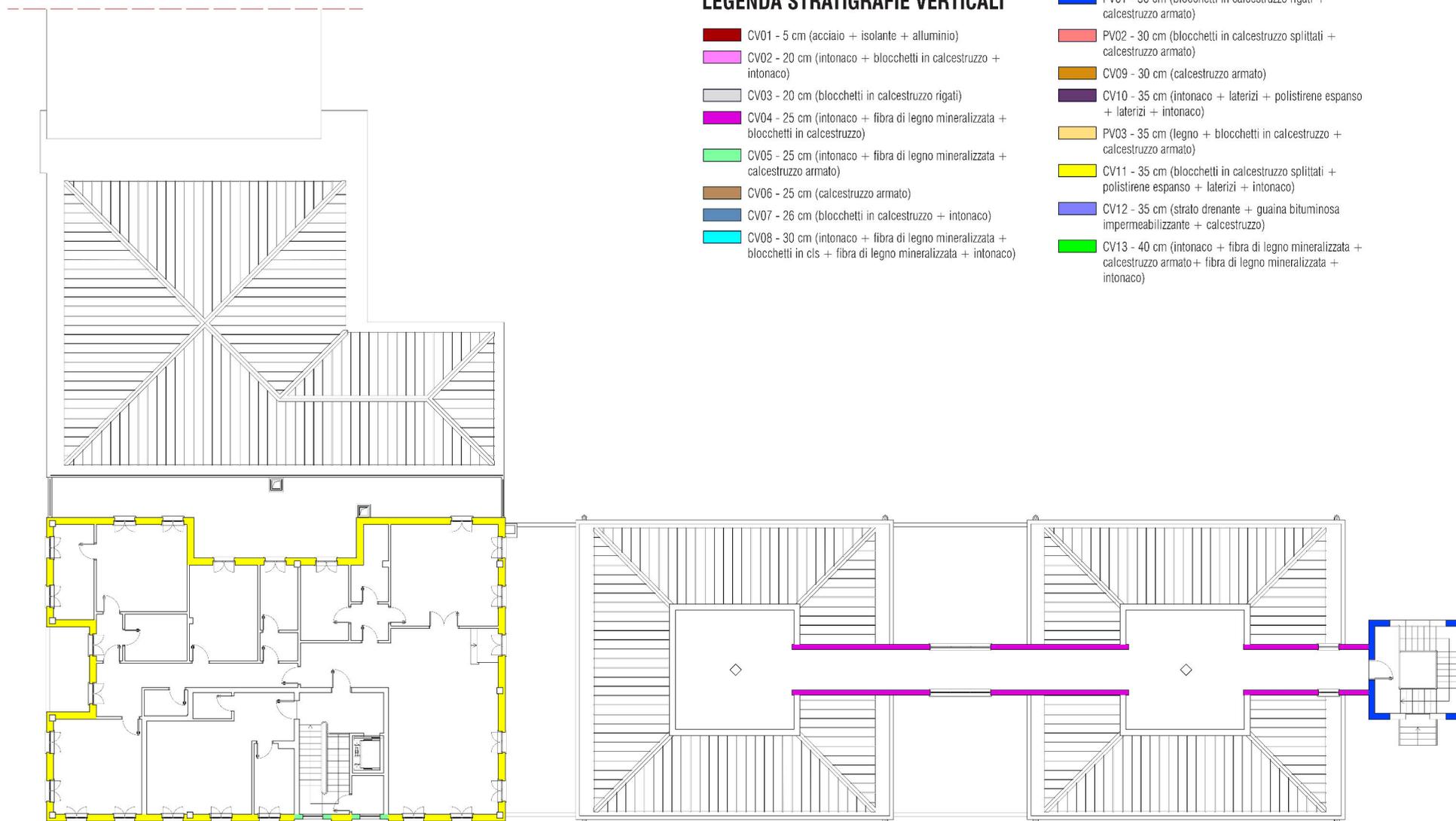
- CV01 - 5 cm (acciaio + isolante + alluminio)
- CV02 - 20 cm (intonaco + blocchetti in calcestruzzo + intonaco)
- CV03 - 20 cm (blocchetti in calcestruzzo rigati)
- CV04 - 25 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + blocchetti in calcestruzzo)
- CV05 - 25 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + calcestruzzo armato)
- CV06 - 25 cm (calcestruzzo armato)
- CV07 - 26 cm (blocchetti in calcestruzzo + intonaco)
- CV08 - 30 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + blocchetti in cls + fibra di legno mineralizzata + intonaco)

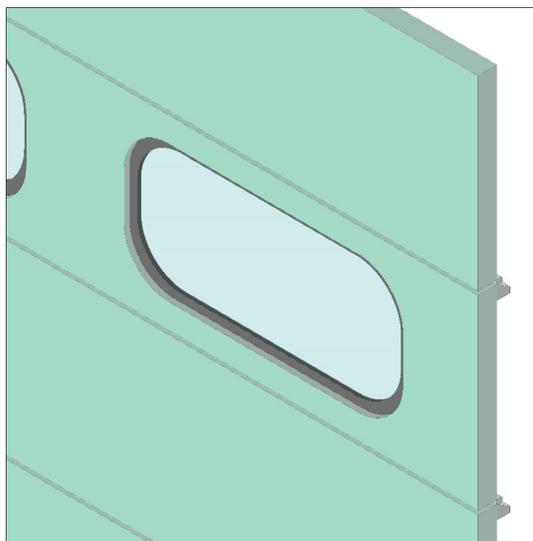
- PV01 - 30 cm (blocchetti in calcestruzzo rigati + calcestruzzo armato)
- PV02 - 30 cm (blocchetti in calcestruzzo splittati + calcestruzzo armato)
- CV09 - 30 cm (calcestruzzo armato)
- CV10 - 35 cm (intonaco + laterizi + polistirene espanso + laterizi + intonaco)
- PV03 - 35 cm (legno + blocchetti in calcestruzzo + calcestruzzo armato)
- CV11 - 35 cm (blocchetti in calcestruzzo splittati + polistirene espanso + laterizi + intonaco)
- CV12 - 35 cm (strato drenante + guaina bituminosa impermeabilizzante + calcestruzzo)
- CV13 - 40 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + calcestruzzo armato + fibra di legno mineralizzata + intonaco)



## LEGENDA STRATIGRAFIE VERTICALI

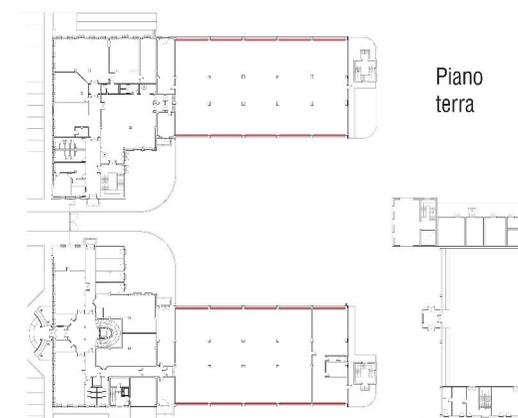
- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|  | CV01 - 5 cm (acciaio + isolante + alluminio)   |  | PV01 - 30 cm (blocchetti in calcestruzzo rigati + calcestruzzo armato)   |
|  | CV02 - 20 cm (intonaco + blocchetti in calcestruzzo + intonaco)  |  | PV02 - 30 cm (blocchetti in calcestruzzo splittati + calcestruzzo armato)  |
|  | CV03 - 20 cm (blocchetti in calcestruzzo rigati)   |  | CV09 - 30 cm (calcestruzzo armato)   |
|  | CV04 - 25 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + blocchetti in calcestruzzo)                                  |  | CV10 - 35 cm (intonaco + laterizi + polistirene espanso + laterizi + intonaco)   |
|  | CV05 - 25 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + calcestruzzo armato)   |  | PV03 - 35 cm (legno + blocchetti in calcestruzzo + calcestruzzo armato)  |
|  | CV06 - 25 cm (calcestruzzo armato)   |  | CV11 - 35 cm (blocchetti in calcestruzzo splittati + polistirene espanso + laterizi + intonaco)                        |
|  | CV07 - 26 cm (blocchetti in calcestruzzo + intonaco)   |  | CV12 - 35 cm (strato drenante + guaina bituminosa impermeabilizzante + calcestruzzo)                                   |
|  | CV08 - 30 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + blocchetti in cls + fibra di legno mineralizzata + intonaco) |  | CV13 - 40 cm (intonaco + fibra di legno mineralizzata + calcestruzzo armato + fibra di legno mineralizzata + intonaco) |



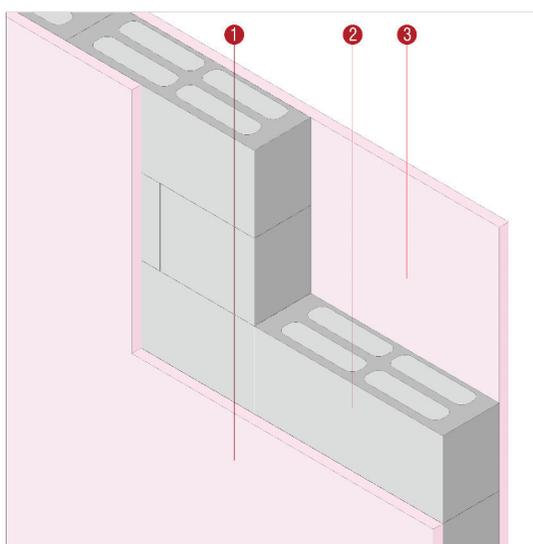


### CV01 - Serranda avvolgibile per chiusura autorimesse

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Conduktività termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m <sup>2</sup> ·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	acciaio	0,2	7800	52	0,000
2	isolante	4,6	100	0,04	1,150
3	alluminio	0,2	2700	290	0,000
	(lato interno)				0,123

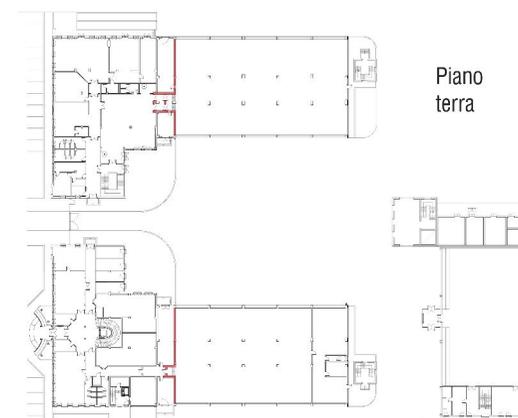


Spessore complessivo: 5 cm  
 Densità superficiale: 25,6 kg/m<sup>2</sup>  
 Resistenza termica complessiva: 1,316 m<sup>2</sup>·K/W  
 Trasmissione termica della stratigrafia: 0,760 W/(m<sup>2</sup>·K)



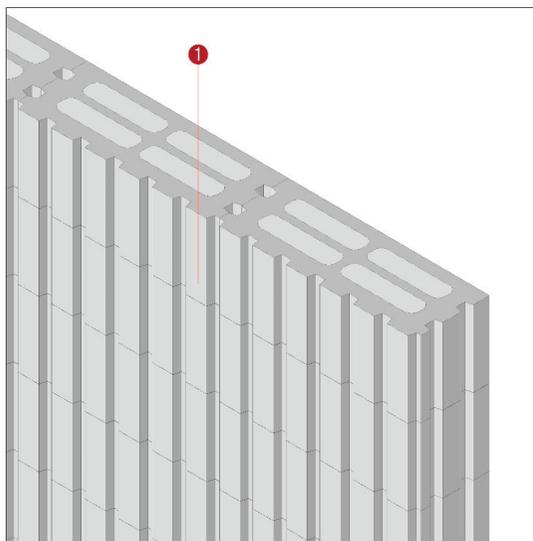
### CV02 - Divisorio tra autorimessa e locali riscaldati

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Conduktività termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m <sup>2</sup> ·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	intonaco	2,5	1800	1	0,025
2	blocchetti in cls	15	850	0,26	0,577
3	intonaco	2,5	1800	1	0,025
	(lato interno)				0,123



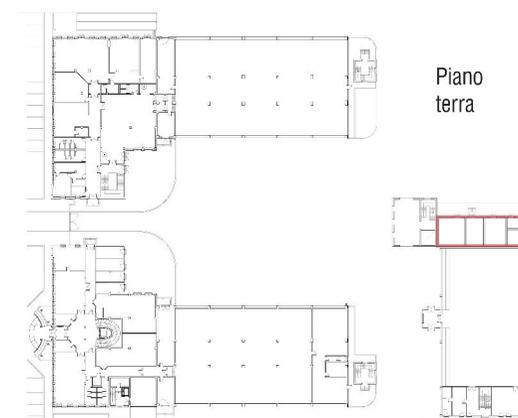
Spessore complessivo: 20 cm  
 Densità superficiale: 217,5 kg/m<sup>2</sup>  
 Resistenza termica complessiva: 0,793 m<sup>2</sup>·K/W  
 Trasmissione termica della stratigrafia: 1,261 W/(m<sup>2</sup>·K)



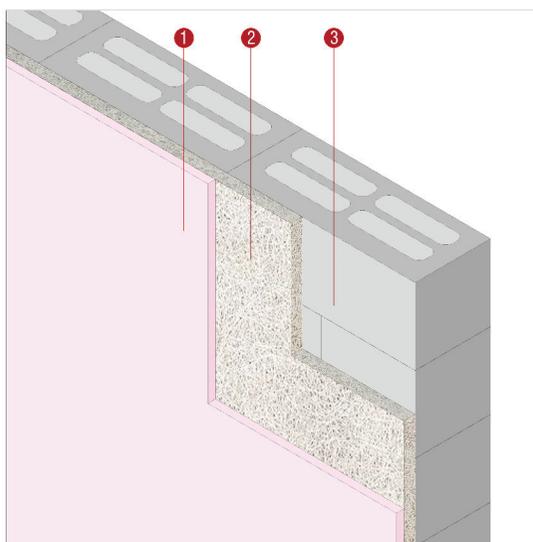


### CV03 - Chiusura verticale del blocco degli impianti

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Conduktività termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m <sup>2</sup> ·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	blocchetti in cls rigati	20	680	0,34	0,588
	(lato interno)				0,123

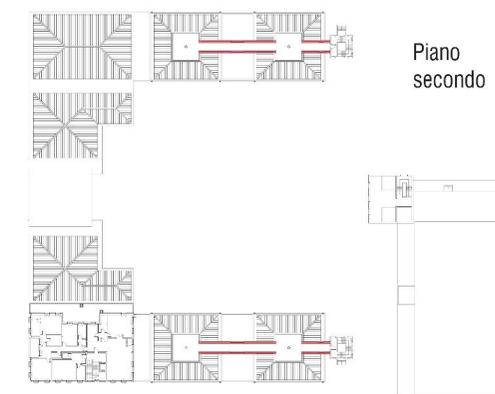


Spessore complessivo: 20 cm  
 Densità superficiale: 136 kg/m<sup>2</sup>  
 Resistenza termica complessiva: 0,754 m<sup>2</sup>·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 1,326 W/(m<sup>2</sup>·K)



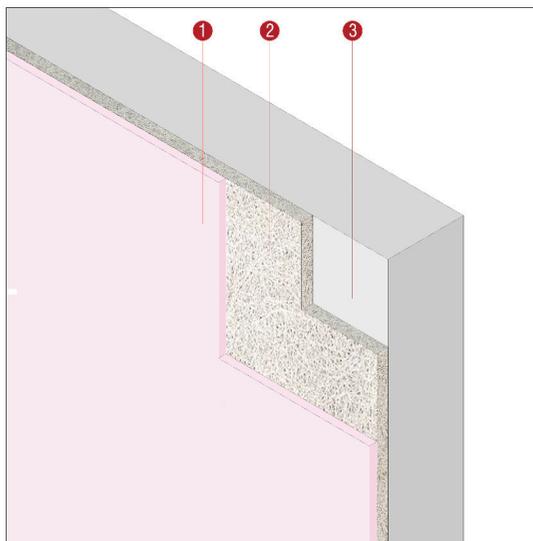
### CV04 - Chiusura verticale corridoio archivio

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Conduktività termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m <sup>2</sup> ·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	intonaco	2	1800	1	0,020
2	fibra di legno mineralizzata	3	420	0,08	0,375
3	blocchetti in cls	20	680	0,34	0,588
	(lato interno)				0,123



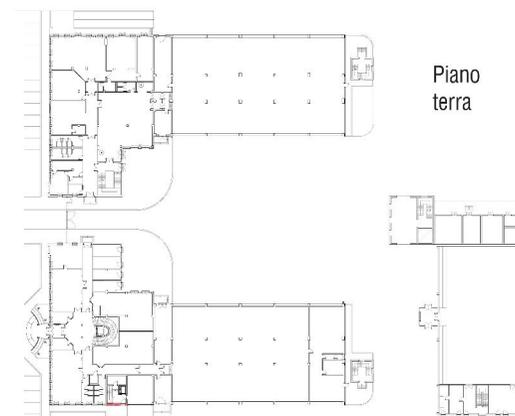
Spessore complessivo: 25 cm  
 Densità superficiale: 184,6 kg/m<sup>2</sup>  
 Resistenza termica complessiva: 1,149 m<sup>2</sup>·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,870 W/(m<sup>2</sup>·K)



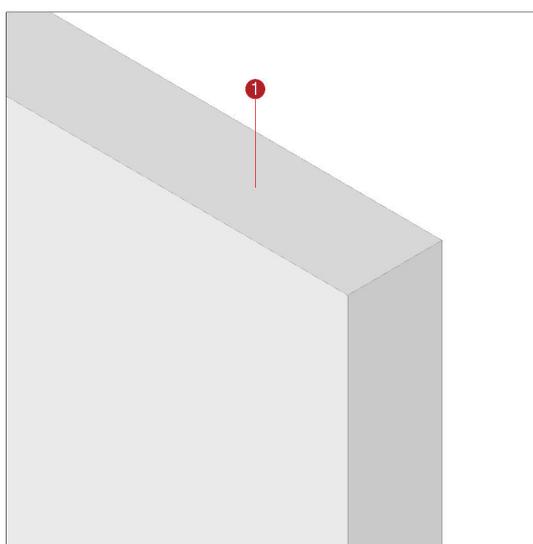


### CV05 - Chiusura verticale ingresso comandante

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	intonaco	2	1800	1	0,020
2	fibra di legno mineralizzata	3	420	0,08	0,375
3	calcestruzzo armato	20	2400	2,3	0,087
	(lato interno)				0,123

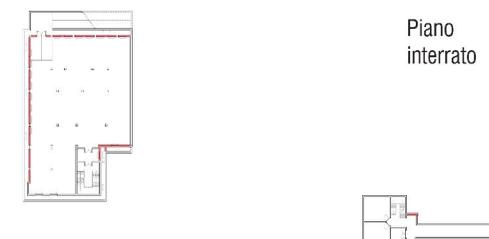


Spessore complessivo: 25 cm  
 Densità superficiale: 528,6 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 0,648 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 1,543 W/(m²·K)



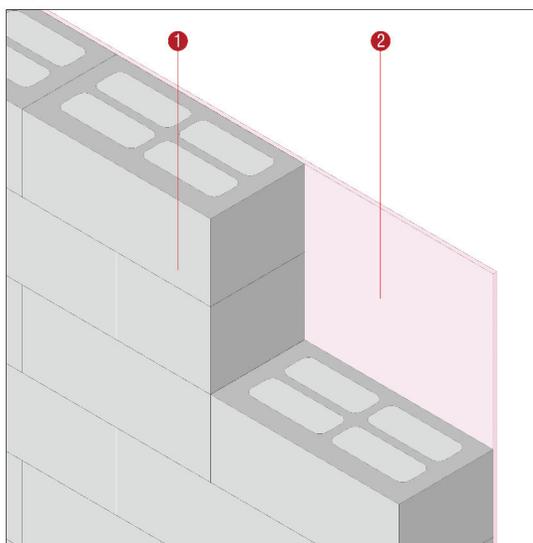
### CV06 - Chiusura verticale corridoio piano interrato

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	calcestruzzo armato	25	2400	2,3	0,109
	(lato interno)				0,123



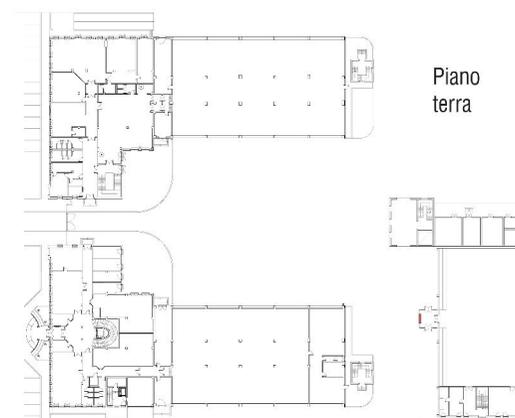
Spessore complessivo: 25 cm  
 Densità superficiale: 600 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 0,275 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 3,640 W/(m²·K)



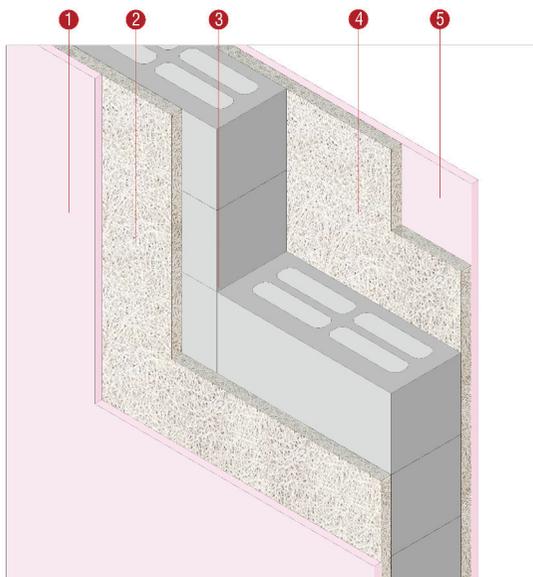


### CV07 - Chiusura verticale dell'ingresso alla palestra

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	blocchetti in cls split-tati	25	900	0,43	0,581
2	intonaco	1	1800	1	0,010
	(lato interno)				0,123

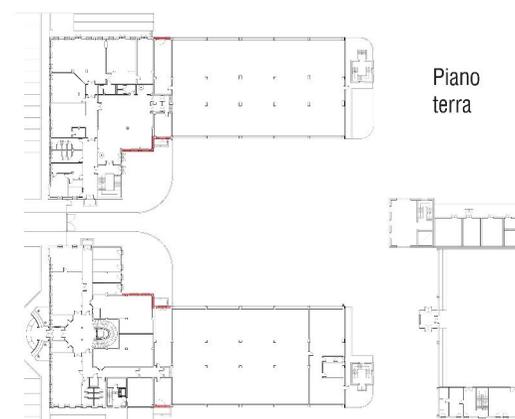


Spessore complessivo: 26 cm  
 Densità superficiale: 243 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 0,757 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 1,320 W/(m²·K)



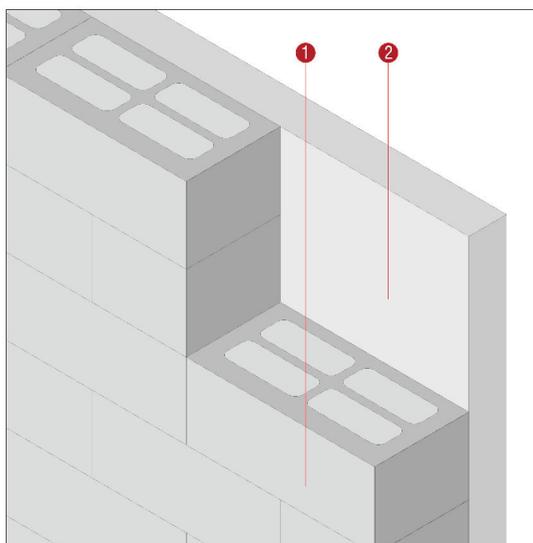
### CV08 - Chiusura verticale degli ingressi secondari

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	intonaco	2	1800	1	0,020
2	fibra di legno mineralizzata	3	420	0,08	0,375
3	blocchetti in cls	20	680	0,34	0,588
4	fibra di legno mineralizzata	3	420	0,08	0,375
5	intonaco	2	1800	1	0,020
	(lato interno)				0,123



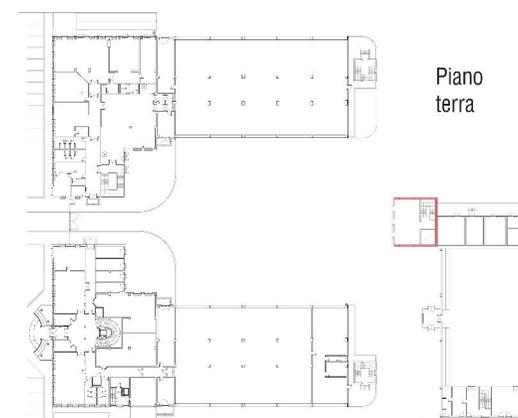
Spessore complessivo: 30 cm  
 Densità superficiale: 457,2 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 1,544 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,648 W/(m²·K)



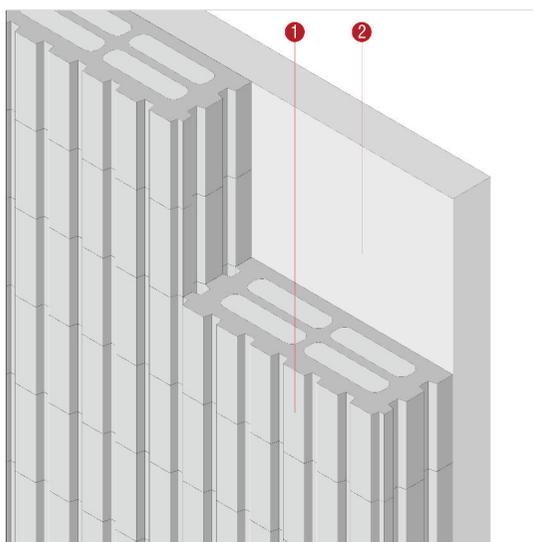


### PV01 - Muratura laterale della torre per esercitazioni

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m <sup>2</sup> ·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	blocchetti in cls split-tati	20	680	0,34	0,588
2	calcestruzzo armato	10	2400	2,3	0,043
	(lato esterno)				0,043

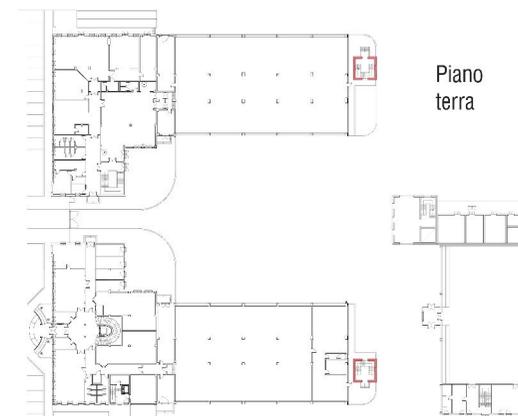


Spessore complessivo: 30 cm  
 Densità superficiale: 376 kg/m<sup>2</sup>  
 Resistenza termica complessiva: 0,718 m<sup>2</sup>·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 1,393 W/(m<sup>2</sup>·K)



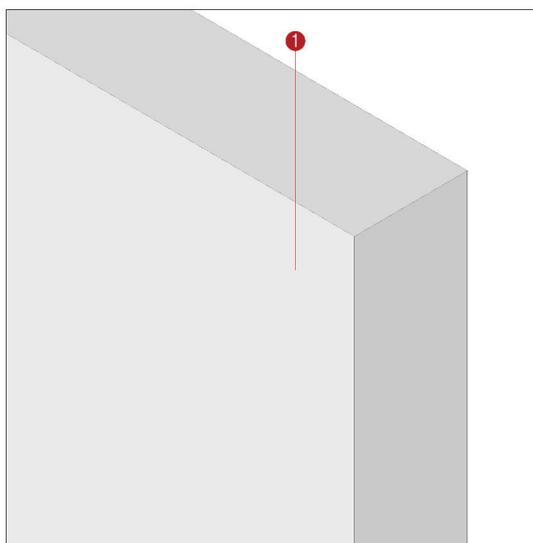
### PV02 - Muratura delle torri secondarie

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m <sup>2</sup> ·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	blocchetti in cls rigati	20	680	0,34	0,588
2	calcestruzzo armato	10	2400	2,3	0,043
	(lato esterno)				0,043



Spessore complessivo: 30 cm  
 Densità superficiale: 376 kg/m<sup>2</sup>  
 Resistenza termica complessiva: 0,718 m<sup>2</sup>·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 1,393 W/(m<sup>2</sup>·K)





### CV09 - Chiusura verticale controterra

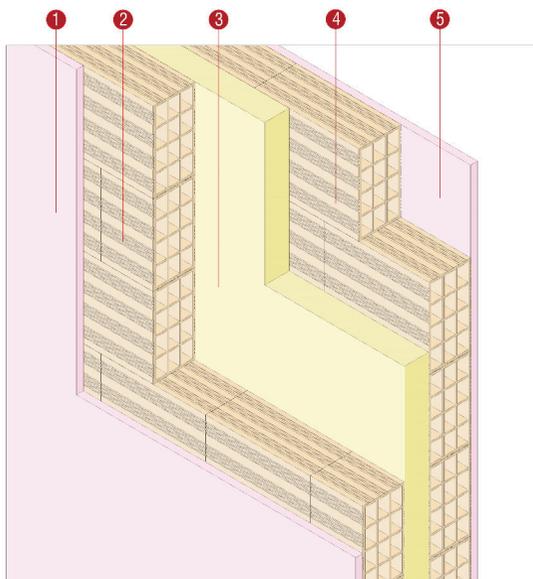
N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	calcestruzzo armato	30	2400	2,3	0,130
	(lato interno)				0,123



Piano interrato

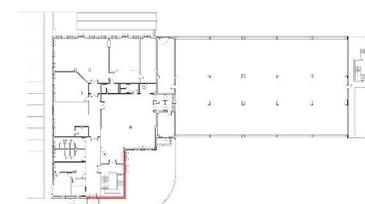


Spessore complessivo: 30 cm  
 Densità superficiale: 720 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 0,296 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 3,373 W/(m²·K)

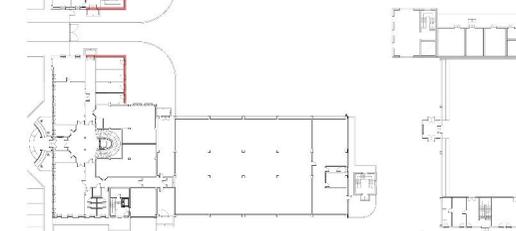


### CV10 - Chiusura verticale isolata

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	intonaco	2	1800	1	0,020
2	laterizi forati	12	580	0,39	0,308
3	polistirene espanso	7	20	0,04	1,750
4	laterizi forati	12	580	0,39	0,308
5	intonaco	2	1800	1	0,020
	(lato interno)				0,123

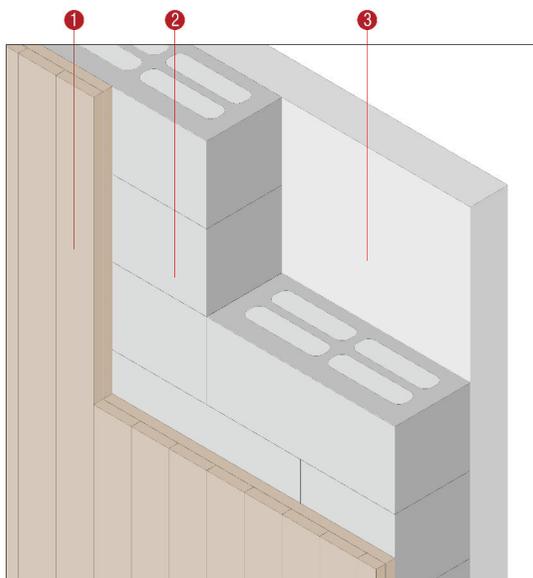


Piano terra



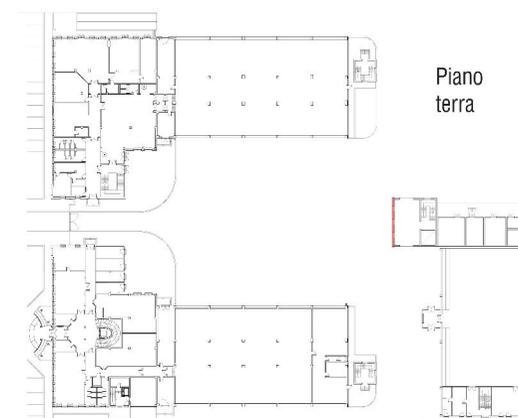
Spessore complessivo: 35 cm  
 Densità superficiale: 212,6 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 2,571 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,389 W/(m²·K)



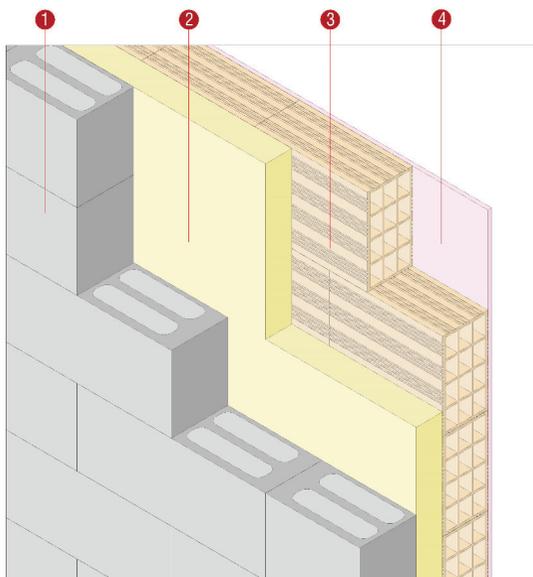


### PV03 - Muratura principale della torre per esercitazioni

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	legno	5	670	0,18	0,278
2	blocchetti in cls	20	680	0,34	0,588
3	calcestruzzo armato	10	2400	2,3	0,043
	(lato esterno)				0,043

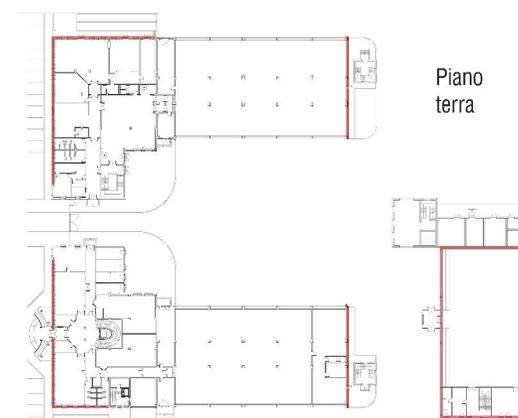


Spessore complessivo: 35 cm  
 Densità superficiale: 409,5 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 0,995 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 1,005 W/(m²·K)



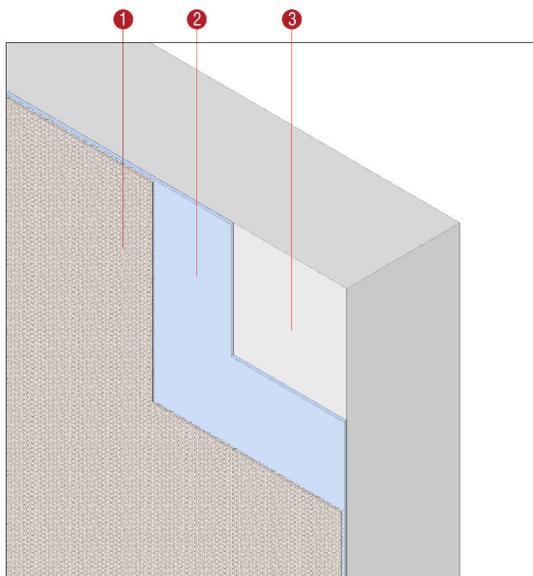
### CV11 - Chiusura verticale isolata

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	blocchetti in cls split-tati	15	850	0,26	0,577
2	polistirene espanso	7	20	0,04	1,750
3	laterizi forati	12	580	0,39	0,308
4	intonaco	1	1800	1	0,010
	(lato interno)				0,123



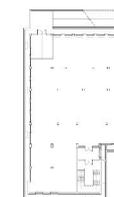
Spessore complessivo: 35 cm  
 Densità superficiale: 216,5 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 2,811 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,356 W/(m²·K)





### CV12 - Chiusura verticale controterra

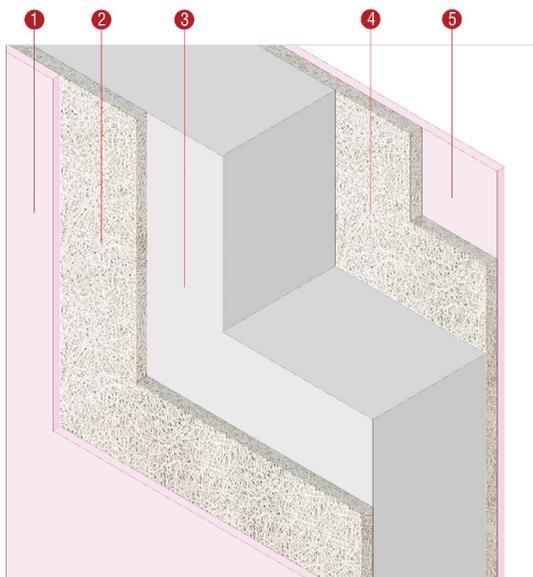
N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conducibilità termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	guaina bugnata per il drenaggio	1	500	0,8	0,013
2	guaina impermeabilizzante	1	1200	0,17	0,059
3	calcestruzzo armato	33	2400	2,3	0,143
	(lato interno)				0,123



Piano interrato

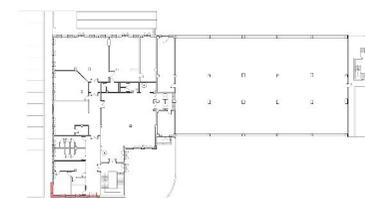


Spessore complessivo: 35 cm  
 Densità superficiale: 809 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 0,381 m²·K/W  
 Trasmissione termica della stratigrafia: 2,626 W/(m²·K)

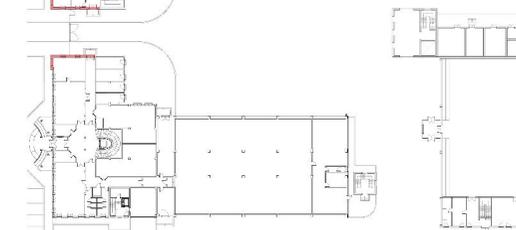


### CV13 - Chiusura verticale dell'ingresso principale

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conducibilità termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	intonaco	2	1800	1	0,020
2	fibra di legno mineralizzata	3	420	0,08	0,375
3	calcestruzzo armato	30	2400	2,3	0,130
4	fibra di legno mineralizzata	3	420	0,08	0,375
5	intonaco	2	1800	1	0,020
	(lato interno)				0,123



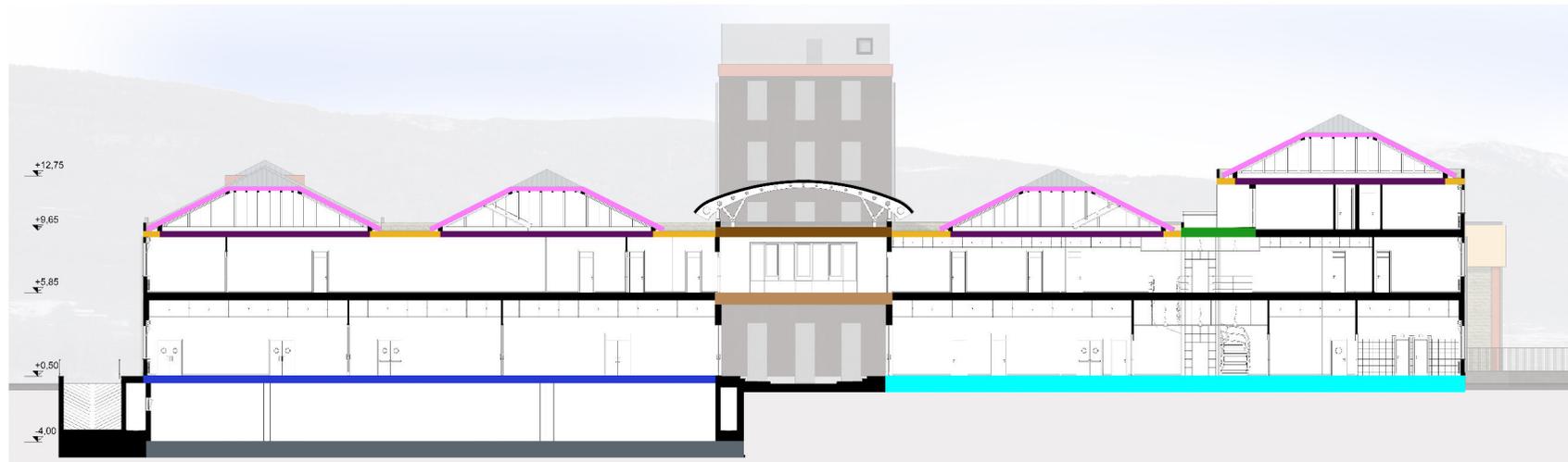
Piano terra



Spessore complessivo: 40 cm  
 Densità superficiale: 817,2 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 1,086 m²·K/W  
 Trasmissione termica della stratigrafia: 0,920 W/(m²·K)



SEZIONE A-A'

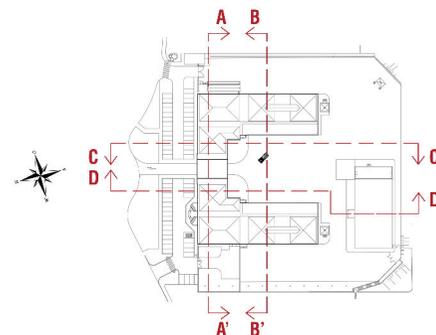


SEZIONE B-B'



LEGENDA STRATIGRAFIE ORIZZONTALI

- C001 - falde degli archivi
- C002 - falde non degli archivi
- C003 - tetto piano alle estremità delle falde degli archivi
- C004 - tetto piano alle estremità delle falde non degli archivi
- P001 - solai degli archivi
- P002 - solai non degli archivi
- C005 - tetto piano sopra sala operativa
- C006 - solaio sotto sala operativa
- C007 - percorsi pedonali dormitori
- C008 - tetti giardini
- C009 - terrazzo casa comandante
- C010 - chiusura controllera autorimesse
- C011 - chiusura controllera edifici tranne autorimesse e tranne interrato
- P003 - solaio tra piano terra e interrato non riscaldato
- C012 - chiusura controllera interrato
- C013 - copertura palestra
- C014 - chiusura controllera palestra
- C015 - copertura ingresso palestra



SEZIONE C-C'

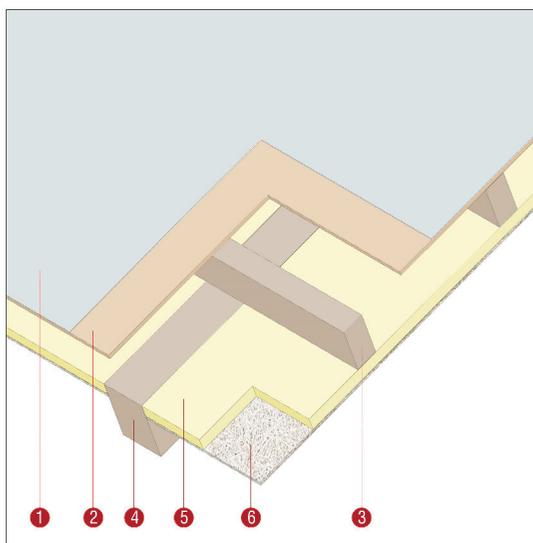


LEGENDA STRATIGRAFIE ORIZZONTALI

- C001 - falde degli archivi
- C002 - falde non degli archivi
- C003 - tetto piano alle estremità delle falde degli archivi
- C004 - tetto piano alle estremità delle falde non degli archivi
- P001 - solai degli archivi
- P002 - solai non degli archivi
- C005 - tetto piano sopra sala operativa
- C006 - solaio sotto sala operativa
- C007 - percorsi pedonali dormitori
- C008 - tetti giardini
- C009 - terrazzo casa comandante
- C010 - chiusura controterra autorimesse
- C011 - chiusura controterra edifici tranne autorimesse e tranne interrato
- P003 - solaio tra piano terra e interrato non riscaldato
- C012 - chiusura controterra interrato
- C013 - copertura palestra
- C014 - chiusura controterra palestra
- C015 - copertura ingresso palestra

SEZIONE D-D'





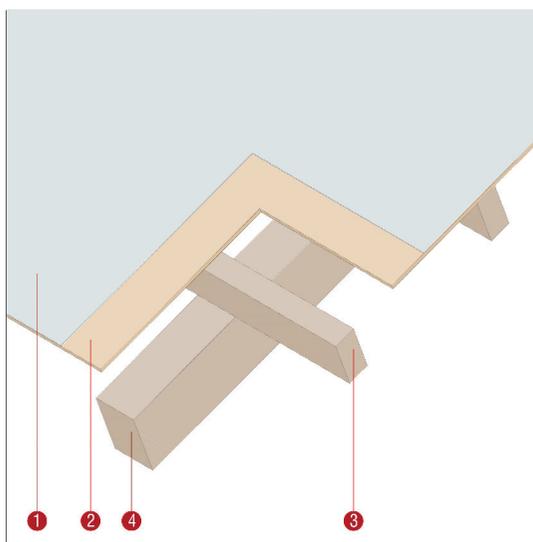
### CO01 - Falde degli archi

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	zinco	0,08	7140	116	0,000
2	assito di abete	2	410	0,1	0,200
3	travetti in abete 10x22	22	410	/	/
4	travi in abete 20x30	30	410	/	/
5	polistirene espanso	6	20	0,04	1,5
6	fibra di legno mineralizzata (lato interno)	1,5	420	0,08	0,188

### Sezione B-B'



Spessore complessivo: 31,5 cm  
 Densità superficiale: 73,1 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 2,039 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,491 W/(m²·K)



### CO02 - Falde non degli archi

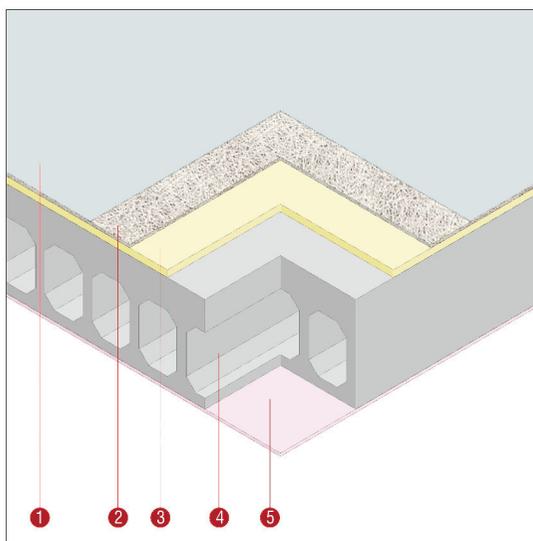
N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	zinco	0,08	7140	116	0,000
2	assito di abete	2	410	0,1	0,200
3	travetti in abete 10x22	22	410	/	/
4	travi in abete 20x30	30	410	/	/
	(lato interno)				0,108

### Sezione A-A'



Spessore complessivo: 2,1 cm  
 Densità superficiale: 65,5 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 0,351 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 2,849 W/(m²·K)





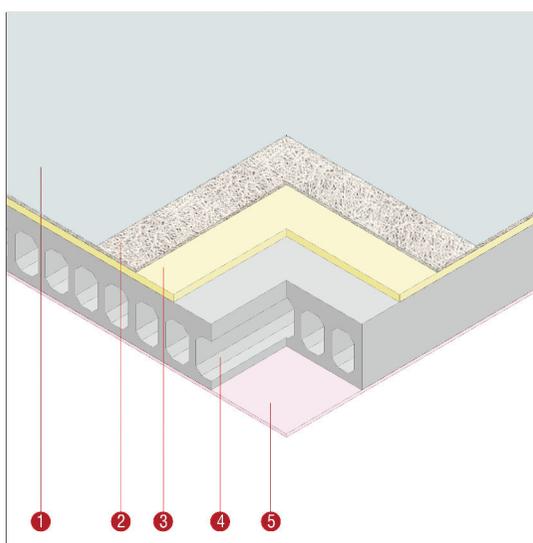
### C003 - Tetto piano alle estremità delle falde degli archi

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m <sup>2</sup> ·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	zinco	0,08	7140	116	0,000
2	fibra di legno mineralizzata	1,5	420	0,08	0,188
3	polistirene espanso	6	20	0,04	1,500
4	soffitto alveolare in cls	50	1080	1,7	0,294
5	intonaco	1,5	1800	1	0,015
	(lato interno)				0,108

#### Sezione B-B'



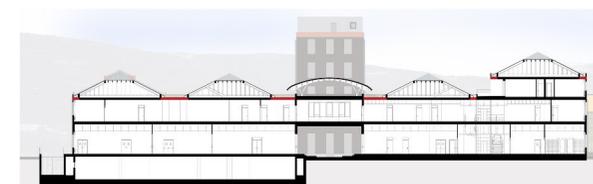
Spessore complessivo: 59 cm  
 Densità superficiale: 580,2 kg/m<sup>2</sup>  
 Resistenza termica complessiva: 2,148 m<sup>2</sup>·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,466 W/(m<sup>2</sup>·K)



### C004 - Tetto piano alle estremità delle falde non degli archi

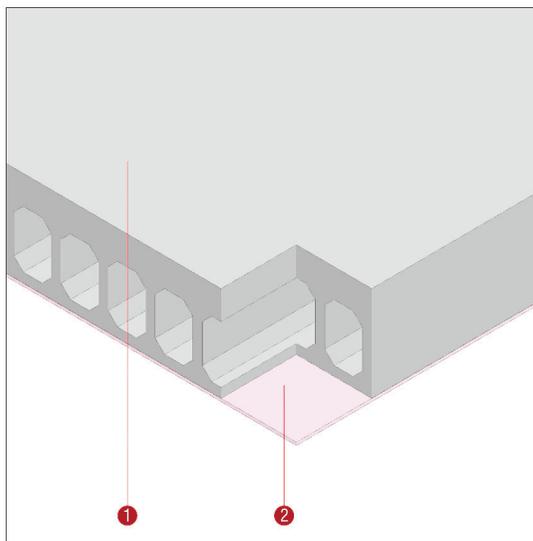
N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m <sup>2</sup> ·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	zinco	0,08	7140	116	0,000
2	fibra di legno mineralizzata	1,5	420	0,08	0,188
3	polistirene espanso	6	20	0,04	1,500
4	soffitto alveolare in cls	30	1080	1,26	0,238
5	intonaco	1,5	1800	1	0,015
	(lato interno)				0,108

#### Sezione A-A'



Spessore complessivo: 39 cm  
 Densità superficiale: 364,2 kg/m<sup>2</sup>  
 Resistenza termica complessiva: 2,092 m<sup>2</sup>·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,478 W/(m<sup>2</sup>·K)





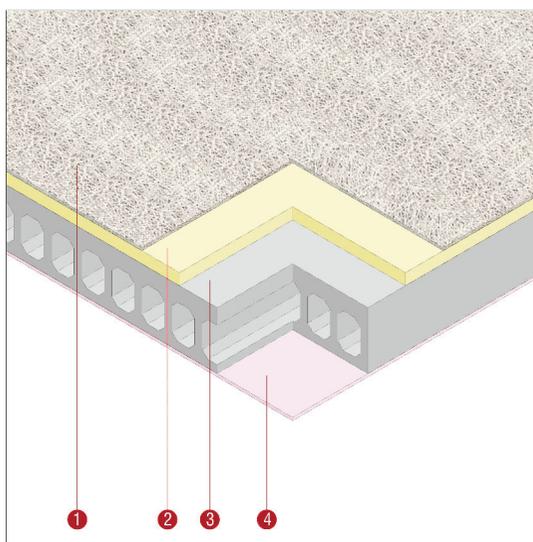
### P001 - Solai degli archivi

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato interno)				0,108
1	solaio alveolare in cls	50	1080	1,7	0,294
2	intonaco	1,5	1800	1	0,015
	(lato interno)				0,108

### Sezione B-B'



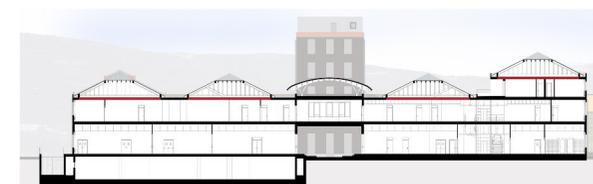
Spessore complessivo: 51,5 cm  
 Densità superficiale: 567 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 0,525 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 1,904 W/(m²·K)



### P002 - Solai non degli archivi

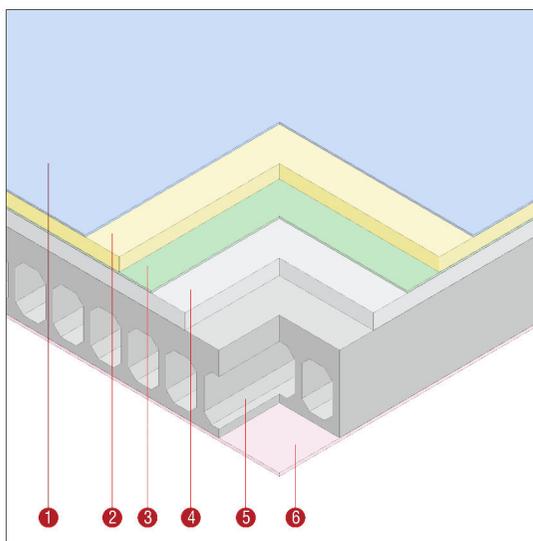
N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato interno)				0,108
1	fibra di legno mineralizzata	1,5	420	0,08	0,188
2	polistirene espanso	6	20	0,04	1,500
3	solaio alveolare in cls	30	1080	1,26	0,238
4	intonaco	1,5	1800	1	0,015
	(lato interno)				0,108

### Sezione A-A'



Spessore complessivo: 39 cm  
 Densità superficiale: 358,5 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 2,157 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,464 W/(m²·K)





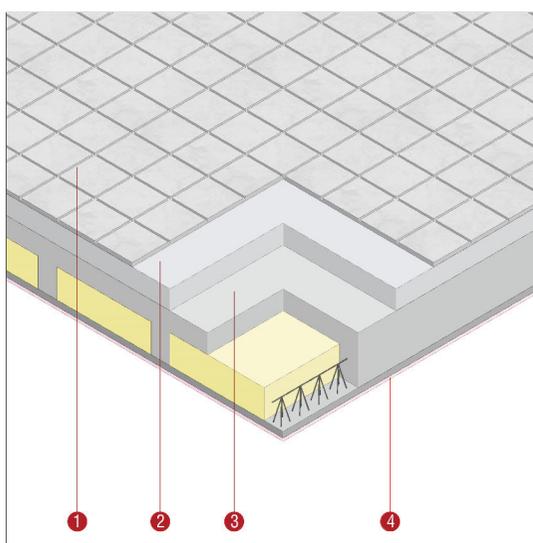
### CO05 - Tetto piano sopra sala operativa

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m² K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	guaina impermeabilizzante	1	1200	0,17	0,059
2	polistirene espanso	7	20	0,04	1,750
3	barriera al vapore in fogli di polietilene	1	950	0,38	0,026
4	massetto in malta di cemento alleggerito	8	400	0,11	0,727
5	solaio alveolare in cls	40	1080	1,47	0,272
6	intonaco	1,5	1800	1	0,015
	(lato interno)				0,108

Sezione A-A'



Spessore complessivo: 58,5 cm  
 Densità superficiale: 514 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 2,958 m²K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,338 W/(m²·K)



### CO06 - Solaio sotto sala operativa

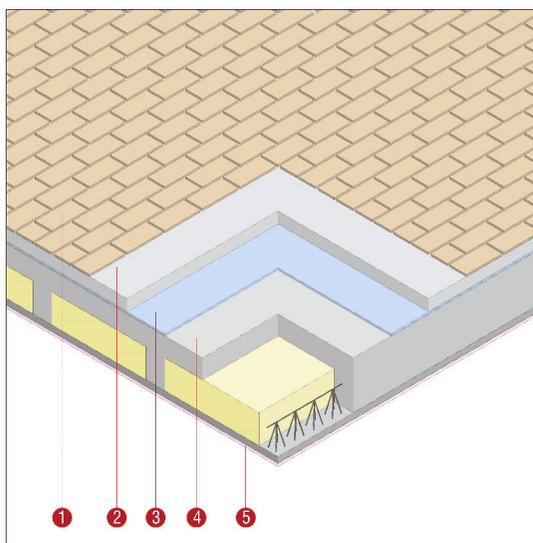
N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m² K/W]
	(lato interno)				0,172
1	piastrelle	2	2000	1	0,020
2	sottofondo in malta di cemento	10	2200	1,4	0,071
3	solaio predalles	33	1200	0,67	0,493
4	intonaco	1,5	1800	1	0,015
	(lato esterno)				0,062

Sezione A-A'



Spessore complessivo: 46,5 cm  
 Densità superficiale: 683 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 0,833 m²K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 1,201 W/(m²·K)





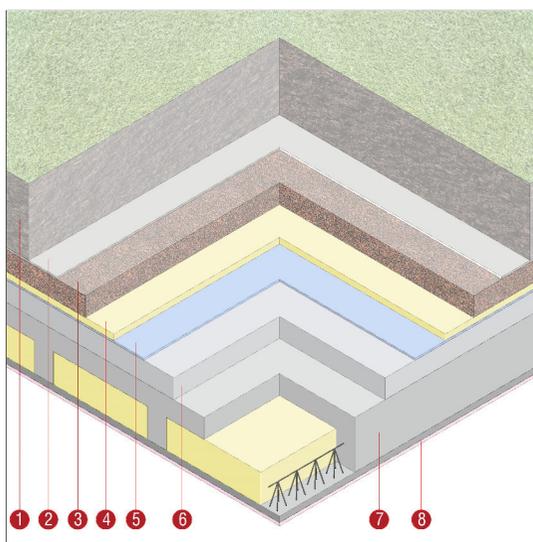
### CO07 - Percorsi pedonali dormitori

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	piastrelle klinker	1	2000	1	0,010
2	sottofondo in malta di cemento	6	2200	1,4	0,043
3	guaina impermeabilizzante	1	1200	0,17	0,059
4	solaio predalles	33	1200	0,67	0,493
5	intonaco	1,5	1800	1	0,015
	(lato interno)				0,108

#### Sezione B-B'



Spessore complessivo: 42,5 cm  
 Densità superficiale: 587 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 0,770 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 1,298 W/(m²·K)



### CO08 - Tetti giardini

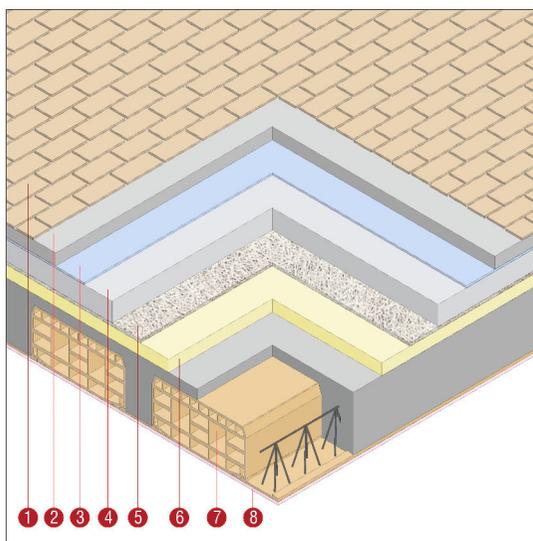
N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	terra di coltivo	35	700	0,32	1,094
2	foglio filtrante in geotessuto	1	1500	0,034	0,294
3	strato drenante in granuli di argilla	10	480	0,1	1,000
4	polistirene espanso	3	20	0,04	0,750
5	guaina impermeabilizzante	1	1200	0,17	0,059
6	massetto in malta di cemento cellulare	10	400	0,11	0,909
7	solaio predalles	33	1200	0,67	0,493
8	intonaco	1,5	1800	1	0,015
	(lato interno)				0,108

#### Sezione B-B'



Spessore complessivo: 94,5 cm  
 Densità superficiale: 784 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 4,764 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,210 W/(m²·K)

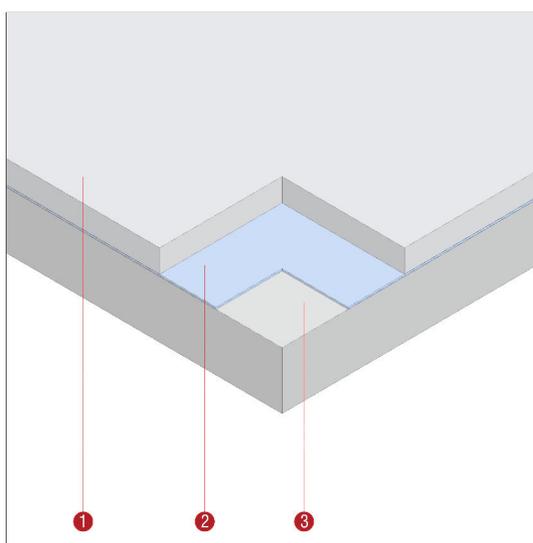


**C009 - Terrazzo casa comandante**

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduttività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	piastrelle klinker	1	2000	1	0,010
2	sottofondo in malta di cemento	6	2200	1,4	0,043
3	guaina impermeabilizzante	1	1200	0,17	0,059
4	massetto in malta di cemento cellulare	10	400	0,11	0,909
5	fibra di legno mineralizzata	1,5	420	0,08	0,188
6	polistirene espanso	6	20	0,04	1,500
7	soffitto in laterocemento	30	1400	0,75	0,400
8	intonaco	1,5	1800	1	0,015
	(lato interno)				0,108

**Sezione A-A'**

Spessore complessivo: 57 cm  
 Densità superficiale: 838,5 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 2,437 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,410 W/(m²·K)

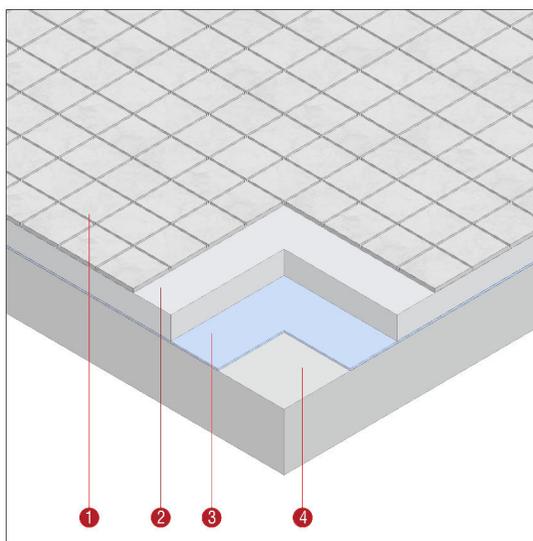
**CO10 - Chiusura controterra autorimesse**

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduttività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato interno)				0,172
1	battuto di cemento con indurente al quarzo	12	1800	1,6	0,075
2	guaina impermeabilizzante	1	1200	0,17	0,059
3	massetto in cls	30	1800	1,6	0,188
	(lato esterno)				0,062

**Sezione B-B'**

Spessore complessivo: 43 cm  
 Densità superficiale: 768 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 0,555 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 1,801 W/(m²·K)





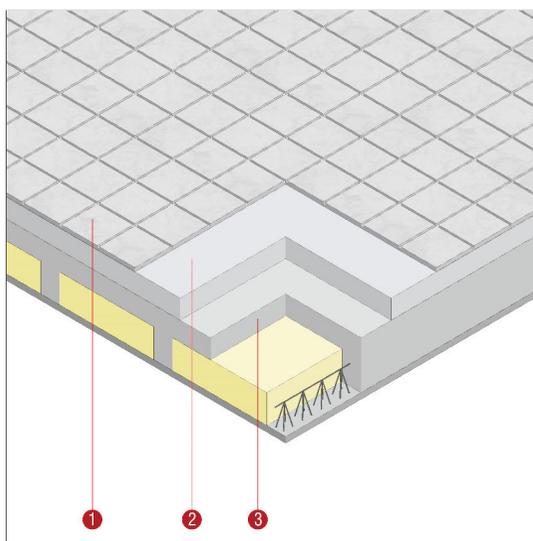
### C011 - Chiusura controterra edifici tranne autorimesse e interrato

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conducibilità termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato interno)				0,172
1	piastrelle	2	2000	1	0,020
2	sottofondo in malta di cemento	10	2200	1,4	0,071
3	guaina impermeabilizzante	1	1200	0,17	0,059
4	massetto in cls	30	1800	1,6	0,188
	(lato esterno)				0,062

#### Sezione A-A'



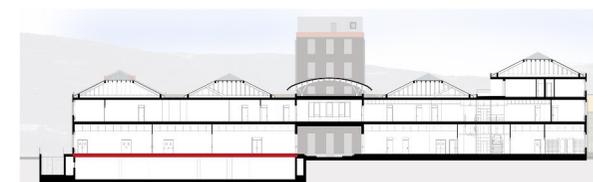
Spessore complessivo: 43 cm  
 Densità superficiale: 812 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 0,572 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 1,749 W/(m²·K)



### P003 - Solaio tra piano terra e interrato non riscaldato

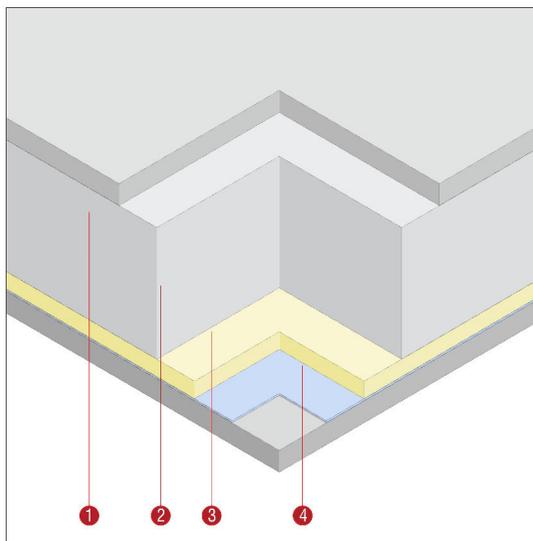
N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conducibilità termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato interno)				0,172
1	piastrelle	2	2000	1	0,020
2	sottofondo in malta di cemento	10	2200	1,4	0,071
3	solaio predalles	33	1200	0,67	0,493
	(lato interno)				0,172

#### Sezione A-A'



Spessore complessivo: 45 cm  
 Densità superficiale: 656 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 0,928 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 1,078 W/(m²·K)





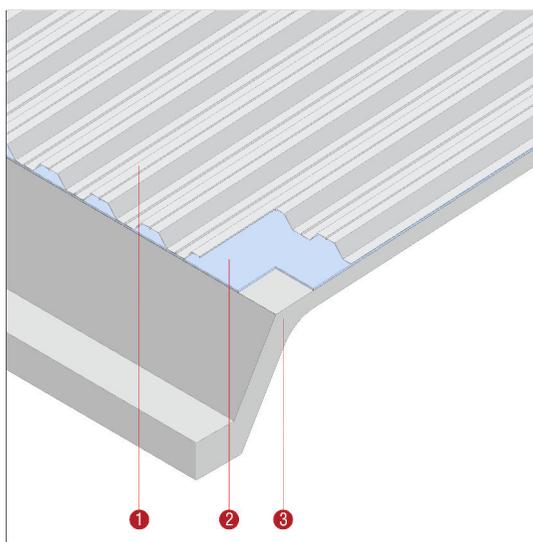
### C012 - Chiusura controterra interrato

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m <sup>2</sup> ·K/W]
	(lato interno)				0,172
1	battuto di cemento con indurente al quarzo	10	1800	1,6	0,063
2	massetto in cls	60	1800	1,6	0,375
3	polistirene espanso	8	20	0,04	2,000
4	guaina impermeabilizzante	1	1200	0,17	0,059
5	magrone	10	1500	1,5	0,067
	(lato esterno)				0,062

Sezione A-A'



Spessore complessivo: 89 cm  
 Densità superficiale: 1424 kg/m<sup>2</sup>  
 Resistenza termica complessiva: 2,797 m<sup>2</sup>·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,358 W/(m<sup>2</sup>·K)



### C013 - Copertura palestra

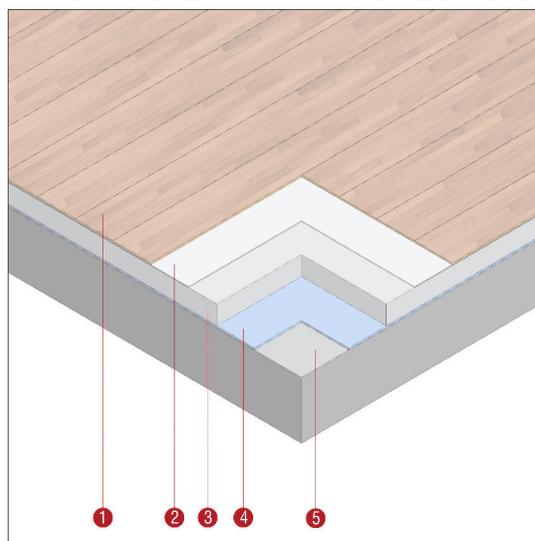
N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m <sup>2</sup> ·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	lamiera grecata in alluminio	0,08	2750	290	0,000
2	guaina impermeabilizzante	1	1200	0,17	0,059
3	tegoli prefabbricati in cls armato (lato interno)	8	2400	2,3	0,035
					0,108

Sezione D-D'



Spessore complessivo: 9,1 cm  
 Densità superficiale: 206 kg/m<sup>2</sup>  
 Resistenza termica complessiva: 0,245 m<sup>2</sup>·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 4,088 W/(m<sup>2</sup>·K)





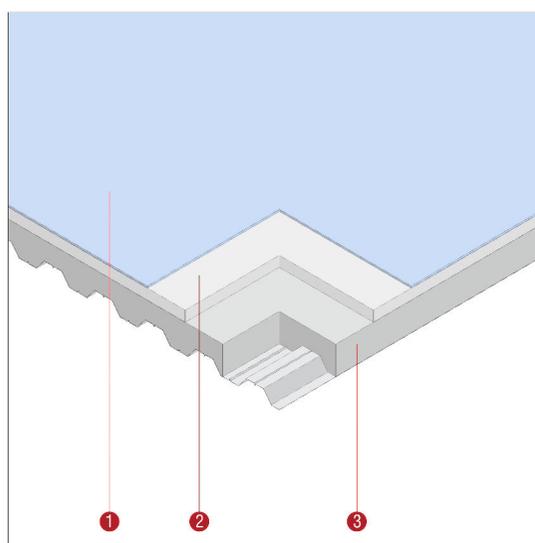
### C014 - Chiusura controterra palestra

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato interno)				0,172
1	pavimento in parquet	1	640	0,17	0,059
2	collante per parquet	0,2	1500	0,5	0,004
3	sottofondo in malta di cemento	10	2200	1,4	0,071
4	guaina impermeabilizzante	1	1200	0,17	0,059
5	massetto in cls	30	1800	1,6	0,188
	(lato esterno)				0,062

Sezione D-D'



Spessore complessivo: 42 cm  
 Densità superficiale: 781 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 0,615 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 1,627 W/(m²·K)



### C015 - Copertura ingresso palestra

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduktività termica $\lambda$ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,043
1	guaina impermeabilizzante	1	1200	0,17	0,059
2	massetto in malta di cemento	5,5	400	0,11	0,500
3	solaio con lamiera grecata collaborante (lato interno)	15	1800	1,6	0,094
					0,108

Sezione D-D'



Spessore complessivo: 21,5 cm  
 Densità superficiale: 304 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 0,804 m²·K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 1,244 W/(m²·K)



PF1	Quantità: 23
<p>APERTURA: ante</p>	
<p>NOTE: - vetro camera neutro - parapetto in ferro e vetro retinato per camere</p>	

US1	Quantità: 1
<p>APERTURA: ante e vasistas</p>	
<p>NOTE: - vetro camera con securit 8 mm. - maniglione antipanico interno</p>	

US2	Quantità: 2
<p>APERTURA: ante e vasistas</p>	
<p>NOTE: - vetro camera con securit 8 mm. - maniglione antipanico interno - maniglia a leva esterna - serratura yale</p>	

US3	Quantità: 1
<p>APERTURA: ante</p>	
<p>NOTE: - vetro camera con securit 8 mm. - maniglione antipanico interno</p>	

P1	Quantità: 2
<p>APERTURA: ante e vasistas</p>	
<p>NOTE: - vetro monostrato retinato - 2 maniglie a leva - porzione cieca coibentata - serratura tipo yale</p>	

P2	Quantità: 2
<p>APERTURA: ventola e vasistas</p>	
<p>NOTE: - vetro camera neutro - 4 maniglioni in resina - autochiusura - porzione cieca coibentata</p>	

P3	Quantità: 6
<p>APERTURA: anta e vasistas</p>	
<p>NOTE: - vetro monostrato retinato - 2 maniglie a leva - porzione cieca coibentata - serratura di secur. tipo yale</p>	

P4	Quantità: 1
<p>APERTURA: ventola e vasistas</p>	
<p>NOTE: - vetro camera acidato - vetro di sicurezza 8 mm - 4 maniglioni in resina - autochiusura a pavimento - serratura di sicurezza tipo yale</p>	

P5	Quantità: 3
<p>APERTURA: ante e vasistas</p>	
<p>NOTE: - vetro camera - vetro di sicurezza 8 mm. - 2 maniglioni in resina - autochiusura a pavimento - serratura di sicurezza tipo yale</p>	

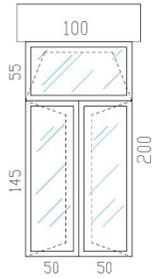
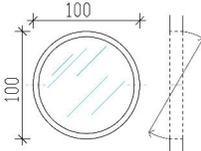
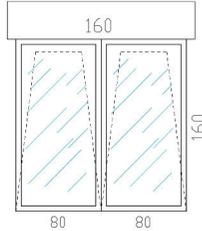
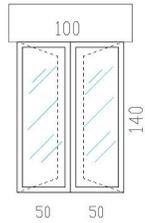
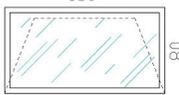
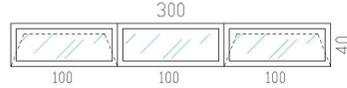
P6	Quantità: 2
<p>APERTURA: anta</p>	
<p>NOTE: - vetro monostrato retinato - 2 maniglie a leva - porzione cieca coibentata - serratura di secur. tipo yale</p>	

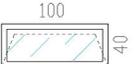
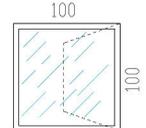
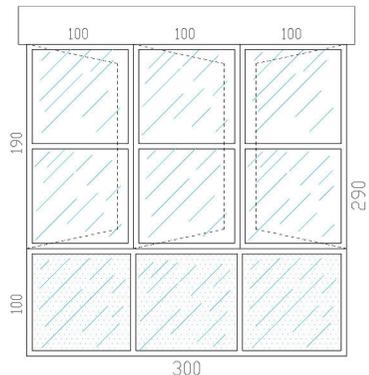
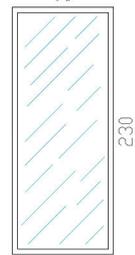
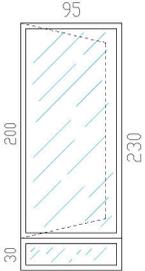
P7	Quantità: 3
<p>APERTURA: anta</p>	
<p>NOTE: - porta tagliafuoco</p>	

P8	Quantità: 5
<p>APERTURA: ante</p>	
<p>NOTE: - porta in ferro - maniglie a leva - ventilazione tutta altezza - serratura tipo yale</p>	

P9	Quantità: 1
<p>APERTURA: ante</p>	
<p>NOTE: - presente in palestra - porta in ferro</p>	



F1	Quantità: 86	F2	Quantità: 7	F3	Quantità: 24	F4	Quantità: 17	F5	Quantità: 19	F6	Quantità: 4
											
APERTURA: ante e vasistas		APERTURA: bilico orizzontale		APERTURA: vasistas		APERTURA: ante		APERTURA: vasistas		APERTURA: vasistas	
NOTE: - vetro camera neutro		NOTE: - vetro camera neutro		NOTE: - vetro camera neutro		NOTE: - presenti nella casa del comandante - vetro camera neutro		NOTE: - presenti al piano interrato - vetro retinato		NOTE: - presenti al secondo piano - vetro camera neutro	

F7	Quantità: 4	F8	Quantità: 13	V1	Quantità: 2	V2	Quantità: 8	V3	Quantità: 6
									
APERTURA: vasistas		APERTURA: anta		APERTURA: ante		APERTURA: fisso		APERTURA: anta	
NOTE: - presenti al secondo piano - vetro camera neutro		NOTE: - presenti in palestra - vetro camera neutro		NOTE: - parapetto h 100 con vetro esterno, coibente e pannello interno cieco		NOTE: - vetro camera neutro		NOTE: -vetro camera neutro	



V4	Quantità: 2	V5	Quantità: 2
<p>APERTURA: fisso ed anta</p>		<p>APERTURA: fisso, anta e vasistas</p>	
<p>NOTE: - porzioni opache con vetro esterno, coibente e pannello interno cieco</p>		<p>NOTE: - porzioni opache con vetro esterno, coibente e pannello interno cieco</p>	

V6	Quantità: 5
<p>APERTURA: vasistas</p>	
<p>NOTE: - presenti in palestra - vetro camera neutro</p>	

V7	Quantità: 1
<p>APERTURA: fisso</p>	
<p>NOTE: - presenti in palestra - vetro camera neutro</p>	



V8	Quantità: 2	V9	Quantità: 1
APERTURA: ante		APERTURA: fisso	
NOTE: - presenti in palestra - vetro camera neutro		NOTE: - presenti in palestra - vetro camera neutro	

### LEGENDA CODICI SERRAMENTI

- PF Porta-finestra
- US Uscita di sicurezza
- P Porta
- F Finestra
- V Vetrate

### CALCOLO DELLA TRASMITTANZA DEI SERRAMENTI

Il calcolo semplificato della trasmittanza termica del componente finestrato  $U_w$  composta da un singolo serramento e relativo vetro (o pannello) si esegue con la formula:

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + I_g \Psi_g}{A_g + A_f}$$

dove:

$A_g$  è l'area del vetro;

$U_g$  è il valore di trasmittanza termica riferito all'area centrale della vetrata, e non include l'effetto del distanziatore del vetro lungo il bordo della vetrata stessa;

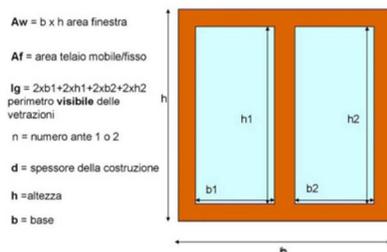
$A_f$  è l'area del telaio;

$U_f$  è il valore di trasmittanza termica del telaio applicabile in assenza della vetrata;

$I_g$  è la lunghezza del perimetro del vetro;

$\Psi_g$  è il valore di trasmittanza termica lineare concernente la conduzione di calore supplementare che avviene a causa dell'interazione tra telaio, vetri e distanziatore dei vetri in funzione delle proprietà termiche di ognuno di questi componenti e si rileva, secondo quanto precisato nell'Annex E della norma UNI EN ISO 10077-1, preferibilmente con il calcolo numerico eseguito in accordo con la norma ISO 10077-2; quando non siano disponibili i risultati di calcolo dettagliati, ci si può riferire ai prospetti seguenti E.1 ed E.2 i quali indicano i valori  $\Psi_g$  di default per le tipiche combinazioni di telai, vetri e distanziatori.

#### DATI GEOMETRICI



Tutti i serramenti precedentemente mostrati presentano un doppio vetro. Per il calcolo della trasmittanza si è quindi scelto il valore tabulato di 3,1 W/m²K che corrisponde alla  $U_g$  di un vetro 4-9-4.

Qui sotto vengono proposte le tabelle della normativa UNI EN ISO 10077 da cui è possibile ottenere i valori di  $U_f$  e  $\Psi_g$ , necessari per poter determinare la trasmittanza del serramento.

Tipo di materiale del telaio		Valore $U_f$ del telaio
Legno duro (rovere, mogano, iroko)	spessore mm. 50	2,4
	spessore mm. 60	2,2
	spessore mm. 70	2,1
Legno tenero (pino, abete, larice, douglas, hemlock)	spessore mm. 50	2,0
	spessore mm. 60	1,9
	spessore mm. 70	1,8
Pvc a due camere		2,2
Pvc a tre camere		2,0
Pvc (telai da 58-80 mm)		compreso tra 1,2 e 1,7
Alluminio senza taglio termico		7,0
Alluminio a taglio termico		compreso tra 2,2 e 3,8

**Prospetto E.1: valori della trasmittanza termica lineare  $\Psi_g$  per i comuni tipi di distanziatori per vetro in alluminio e in acciaio; in caso di vetro singolo o pannello opaco con conducibilità termica inferiore a 0,5 W/(m.K) l'effetto distanziatore per vetro non c'è, pertanto come indicato al punto 5.1.1 - pag. 6 della norma, il valore  $\Psi_g$  è = 0.**

Materiale del telaio	Trasmittanza termica lineare $\Psi_g$ per i differenti tipi di vetro	
	Vetro doppio o triplo, vetro senza trattamenti superficiali, intercapedine con aria o gas	Vetro doppio con trattamento superficiale bassoemissivo, vetro triplo con due trattamenti superficiali bassoemissivi, intercapedine con aria o gas
Telaio in legno o pvc	0,06	0,08
Telaio in metallo con taglio termico	0,08	0,11
Telaio in metallo senza taglio termico	0,02	0,05

La città di Sondrio si trova nella zona climatica E. Nella tabella sottostante è possibile dunque sapere la trasmittanza che dovrà avere il serramento dopo la riqualificazione.



Legenda: GG = gradi giorno

- Zona A**  
GG ≤ 900 (Lampedusa, Porto Empedocle)
- Zona B**  
601 ≤ GG ≤ 900 (Agrigento, Reggio Calabria, Messina, Trapani)
- Zona C**  
901 ≤ GG ≤ 1400 (Napoli, Imperia, Taranto, Cagliari)
- Zona D**  
1401 ≤ GG ≤ 2100 (Frosinone, Foggia, Roma, Ancona, Oristano)
- Zona E**  
2101 ≤ GG ≤ 3000 (Acosta, Torino, Milano, Bologna, L'Aquila)
- Zona F**  
GG ≥ 3001 (Belluno, Cuneo)

Tabella 4 - Trasmittanza termica  $U$  massima delle chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati soggette a riqualificazione

Zona climatica	U (W/m²K)	
	2015 <sup>(1)</sup>	2021 <sup>(2)</sup>
A e B	3,20	3,00
C	2,40	2,00
D	2,10	1,80
E	1,90	1,40
F	1,70	1,00



## CALCOLO DELLE TRASMISSIONI DEI SERRAMENTI ESTERNI

Codice	Trasmissione serramento nota?	Telaio	Trasmissione telaio Uf [W/(m <sup>2</sup> K)]	Vetro	Trasmissione vetro Ug [W/(m <sup>2</sup> K)]	Superficie serramento [m <sup>2</sup> ]	Superficie telaio Af [m <sup>2</sup> ]	Superficie vetro Ag [m <sup>2</sup> ]	Quantità	Superficie complessiva [m <sup>2</sup> ]	Trasmissione serramento [W/(m <sup>2</sup> K)]	Rispetta i limiti imposti da normativa?
PF1	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	4,16	0,94	3,22	23	95,68	4,052	X
US1	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	3,90	1,00	2,90	1	3,90	4,179	X
US2	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	3,90	1,00	2,90	2	7,80	4,179	X
US3	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	3,38	0,85	2,53	1	3,38	4,161	X
P1	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	4,80	1,12	3,68	2	9,60	4,081	X
P2	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	4,80	1,12	3,68	2	9,60	4,081	X
P3	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	3,00	1,38	1,62	6	18,00	4,942	X
P4	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	6,00	1,10	4,90	1	6,00	3,869	X
P5	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	4,80	1,12	3,68	3	14,40	4,081	X
P6	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	2,45	1,24	1,22	2	4,90	5,103	X
P7	si	/	/	/	/	2,10	2,10	0,00	3	6,30	1,37*	✓
P8	no	alluminio senza taglio termico	7,0	/	/	2,88	2,88	0,00	5	14,40	7,000**	X
P9	no	alluminio senza taglio termico	7,0	/	/	3,84	3,84	0,00	1	3,84	7,000	X
F1	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	2,00	0,52	1,48	86	172,00	4,201	X
F2	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	0,79	0,15	0,64	7	5,50	3,913	X
F3	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	2,56	0,46	2,10	24	61,44	3,870	X
F4	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	1,40	0,36	1,04	17	23,80	4,200	X
F5	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	1,20	0,22	0,98	19	22,80	3,885	X
F6	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	1,20	0,39	0,81	4	4,80	4,488	X
F7	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	0,40	0,13	0,27	4	1,60	4,488	X
F8	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	1,00	0,19	0,81	13	13,00	3,913	X
V1	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	8,70	1,46	7,24	2	17,40	3,826	X
V2	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	2,19	0,32	1,87	8	17,48	3,718	X
V3	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	2,19	0,40	1,79	6	13,11	3,884	X
V4	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	10,05	3,05	7,00	2	20,10	4,378	X
V5	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	12,60	4,90	7,70	2	25,20	4,699	X
V6	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	16,95	3,66	13,29	5	84,75	4,009	X
V7	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	13,45	2,02	11,43	1	13,45	3,755	X
V8	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	11,85	3,10	8,75	2	23,70	4,184	X
V9	no	alluminio senza taglio termico	7,0	doppio	3,1	7,24	1,75	5,49	1	7,24	4,106	X

## NOTE

(\*) valore desunto da scheda tecnica di un produttore di porte tagliafuoco

(\*\*) la porta in questione presenta una griglia per la ventilazione quindi la trasmissione reale è molto maggiore di 7 W/(m<sup>2</sup>K)

S

**STRENGTHS**

- Ampi spazi amministrativi e operativi
- Torre per esercitazioni
- Luoghi ricreativi interni all'edificio
- Impianto planimetrico funzionale
- Viabilità in uscita dalla caserma
- Impianto geotermico
- Locali tecnici in edificio separato
- Spazi adibiti alla didattica
- Ingressi separati per personale e utenti pubblici

W

**WEAKNESS**

- Spazi inutilizzati nei sottotetti
- Isolamento termico
- Assenza di luoghi ricreativi esterni
- Rivestimento di facciata deteriorato
- Giunti in vista tra le parti dell'edificio
- Serramenti dalle scarse prestazioni
- Materiali di finitura non peculiari
- Visibilità dalla sala di comando



- Modularità e simmetria dell'involucro
- Localizzazione
- Possibile espansione volumetrica
- Aree verdi in copertura ai garage
- Corridoio perimetrale sotterraneo

**OPPORTUNITIES**

O



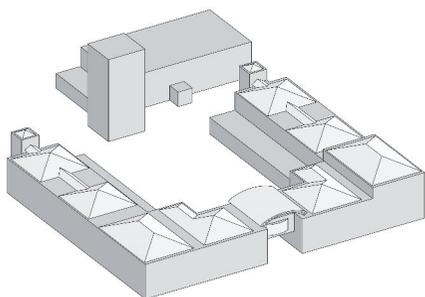
- Impianto distributivo
- Impianti termici inefficienti
- Ponti termici
- Infiltrazioni piovane
- Riscaldamento non ottimizzato
- Mancanza di protezione dagli agenti meteorici all'ingresso dei laboratori

**THREATS**

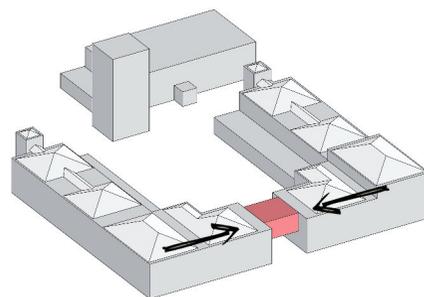
T



### 1. STATO DI FATTO

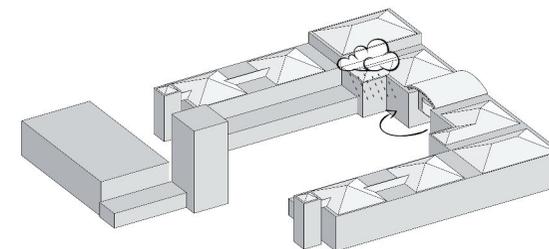


### 2. PRIMA CRITICITA'



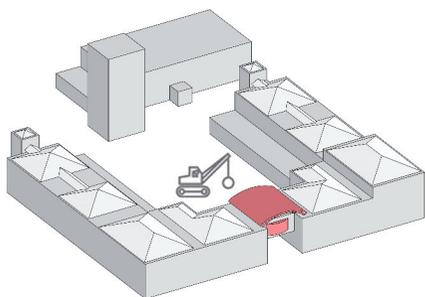
E' presente un unico collegamento interno tra le due ali dell'edificio, proprio in corrispondenza della sala operativa che deve perciò essere continuamente attraversata

### 3. SECONDA CRITICITA'



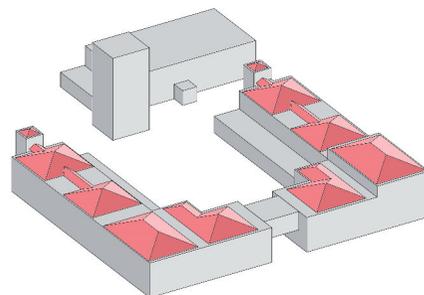
Gli accessi ad alcuni laboratori avviene esclusivamente dall'esterno e risultano perciò molto disagiati in caso di maltempo per via dell'assenza di elementi di riparo.

### 4. RIMOZIONI DEGLI ELEMENTI CURVI



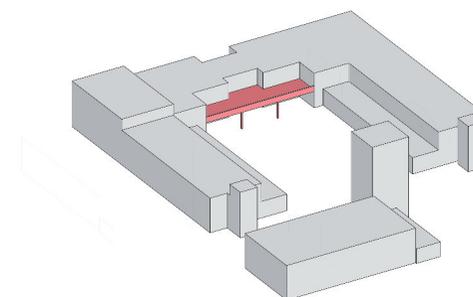
Vengono rimossi gli elementi curvilinei presenti in corrispondenza della sala operativa perché ritenuti poco affini alla geometria rigorosa del resto dell'edificio.

### 5. RIMOZIONE DELLE FALDE



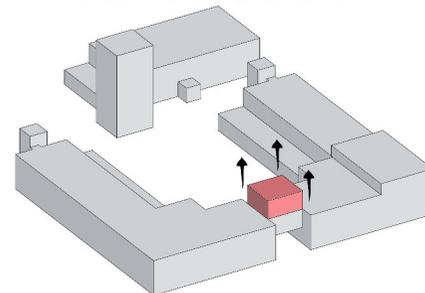
Vengono rimosse anche le coperture a falde con lo scopo di conferire all'edificio un aspetto più moderno e pulito.

### 6. AREA RELAX TERRAZZATA



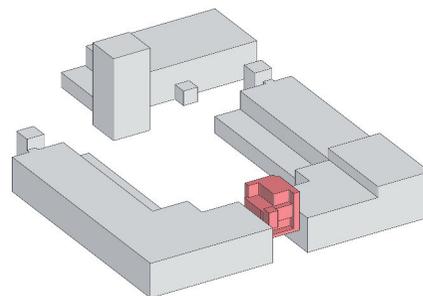
Con lo scopo di armonizzare il più possibile l'architettura dell'edificio e di creare una copertura per gli ingressi ai locali tecnici, si realizza un'area relax terrazzata.

### 7. INNALZAMENTO SALA OPERATIVA



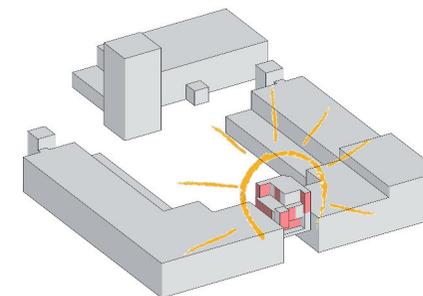
Per lasciare libero il passaggio al piano primo, viene trasferita la sala operativa al piano secondo.

### 8. ELEMENTO DINAMICO



La sala operativa costituisce l'elemento centrale del nuovo progetto e viene caratterizzato in modo da catturare subito l'attenzione dell'osservatore.

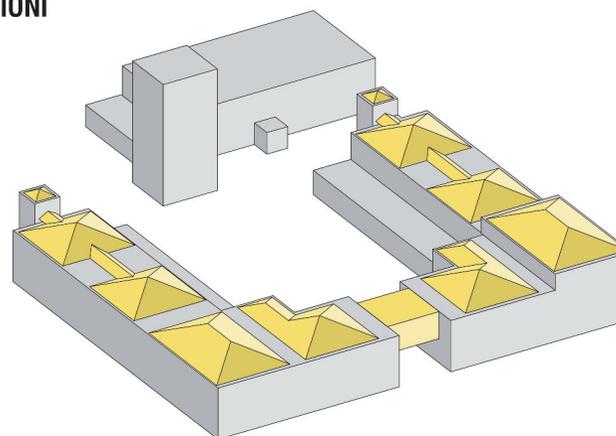
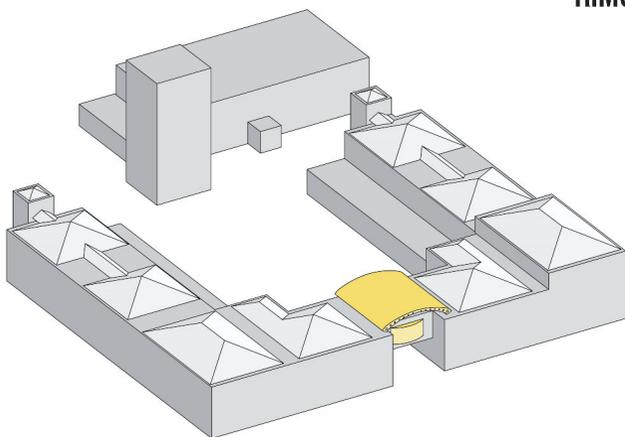
### 9. ELEMENTO LUMINOSO



Di sera, la nuova sala operativa diventa un landmark molto presente e luminoso grazie alle sue facciate continue, richiamando così il fuoco, simbolo dei pompieri.

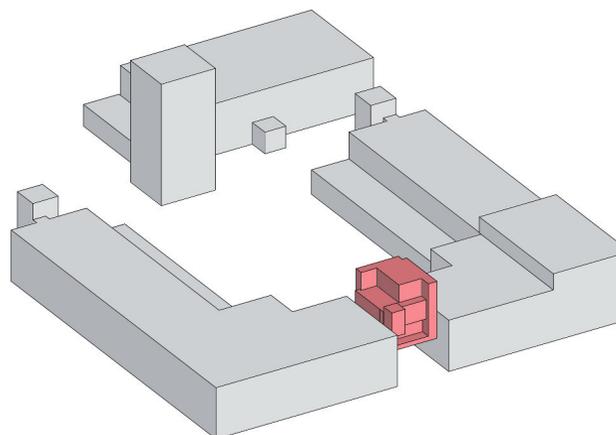
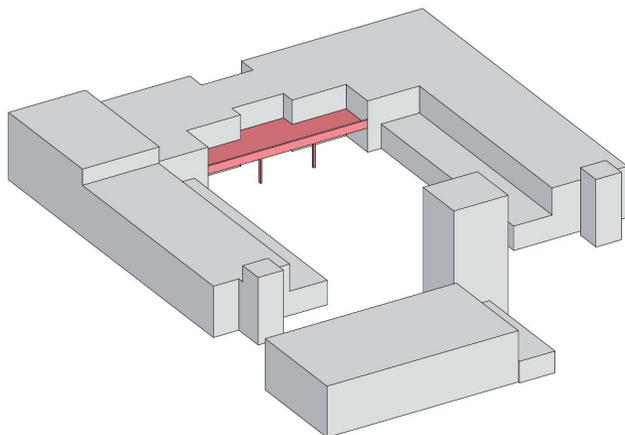


## RIMOZIONI E DEMOLIZIONI



- Rimozione dell'elemento curvilineo a copertura della sala operativa
- Demolizione della sala operativa esistente
- Demolizione di tutte le falde inclinate e dei relativi sottotetti
- Rimozione e sostituzione dei serramenti esterni

## COSTRUZIONI



- Realizzazione di un terrazzo con affaccio sul piazzale interno
- Realizzazione di due pilastri per sostenere il nuovo terrazzo
- Costruzione della nuova sala operativa su più piani

SEZIONE A-A'





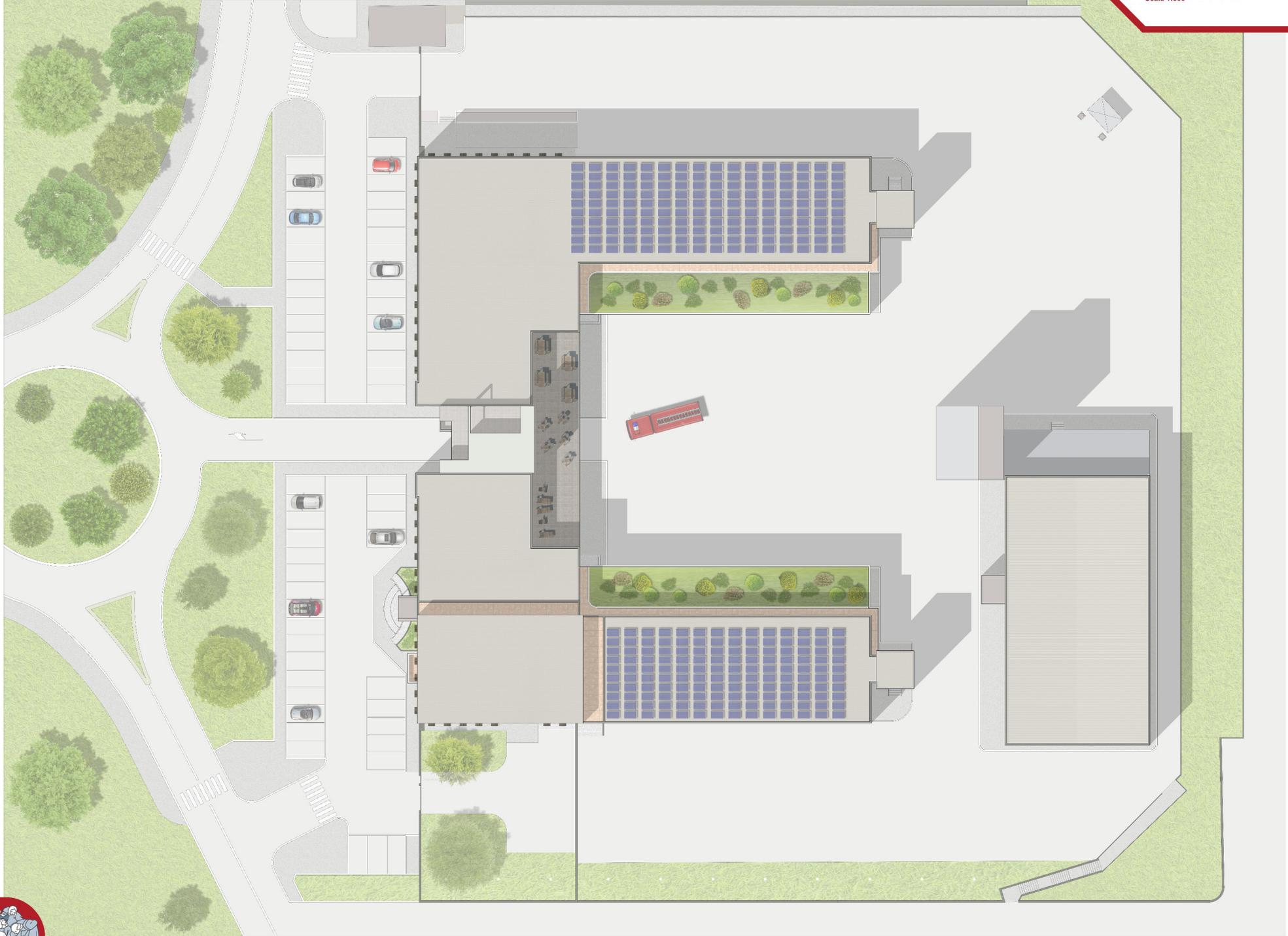
4. PROGETTO  
ARCHITETTONICO

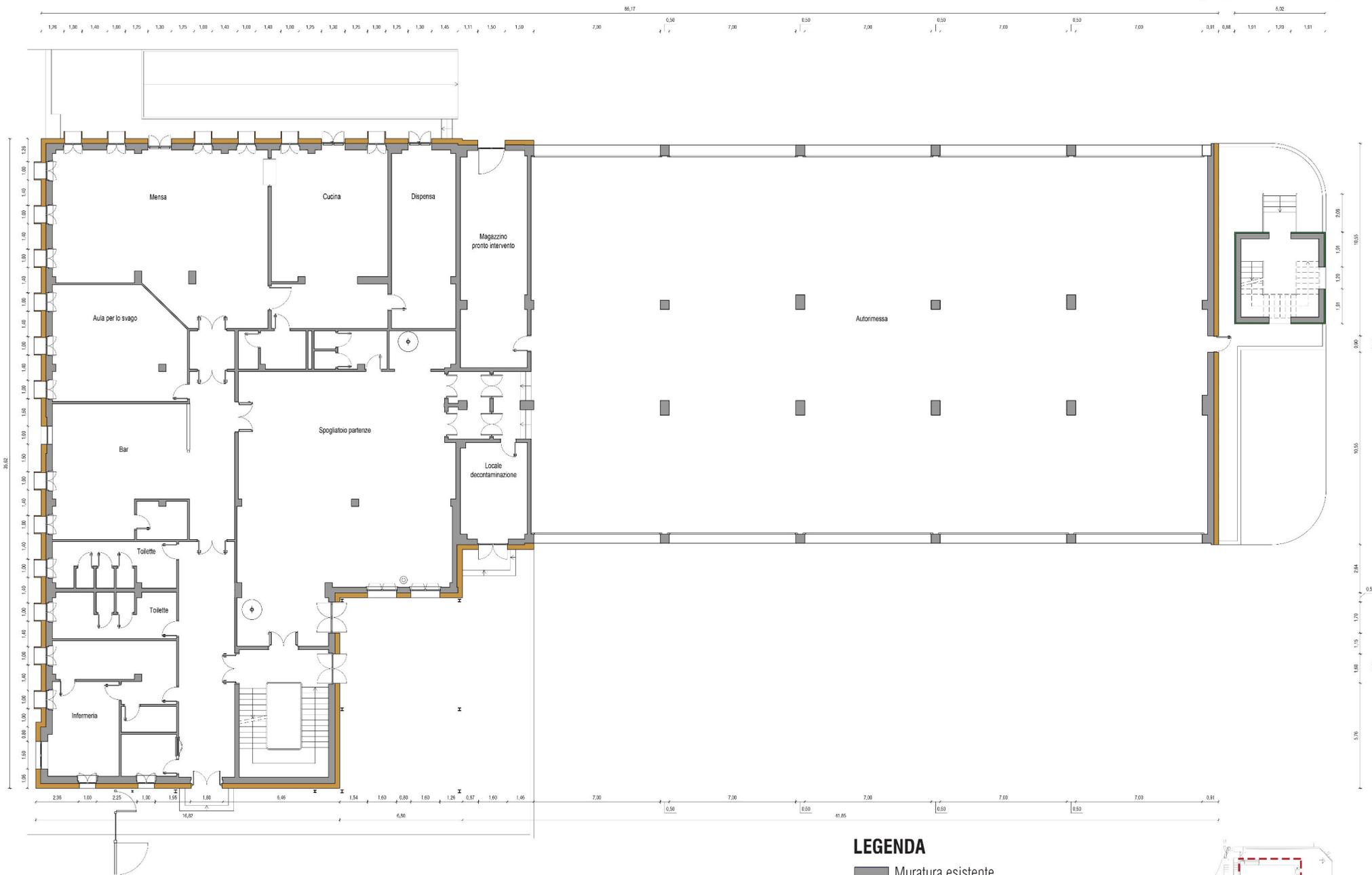
5. ANALISI  
STRUTTURALE

6. ANALISI  
ENERGETICA

7. GESTIONE  
DI CANTIERE

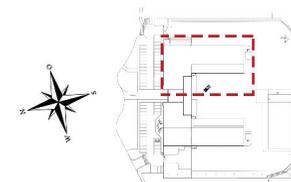


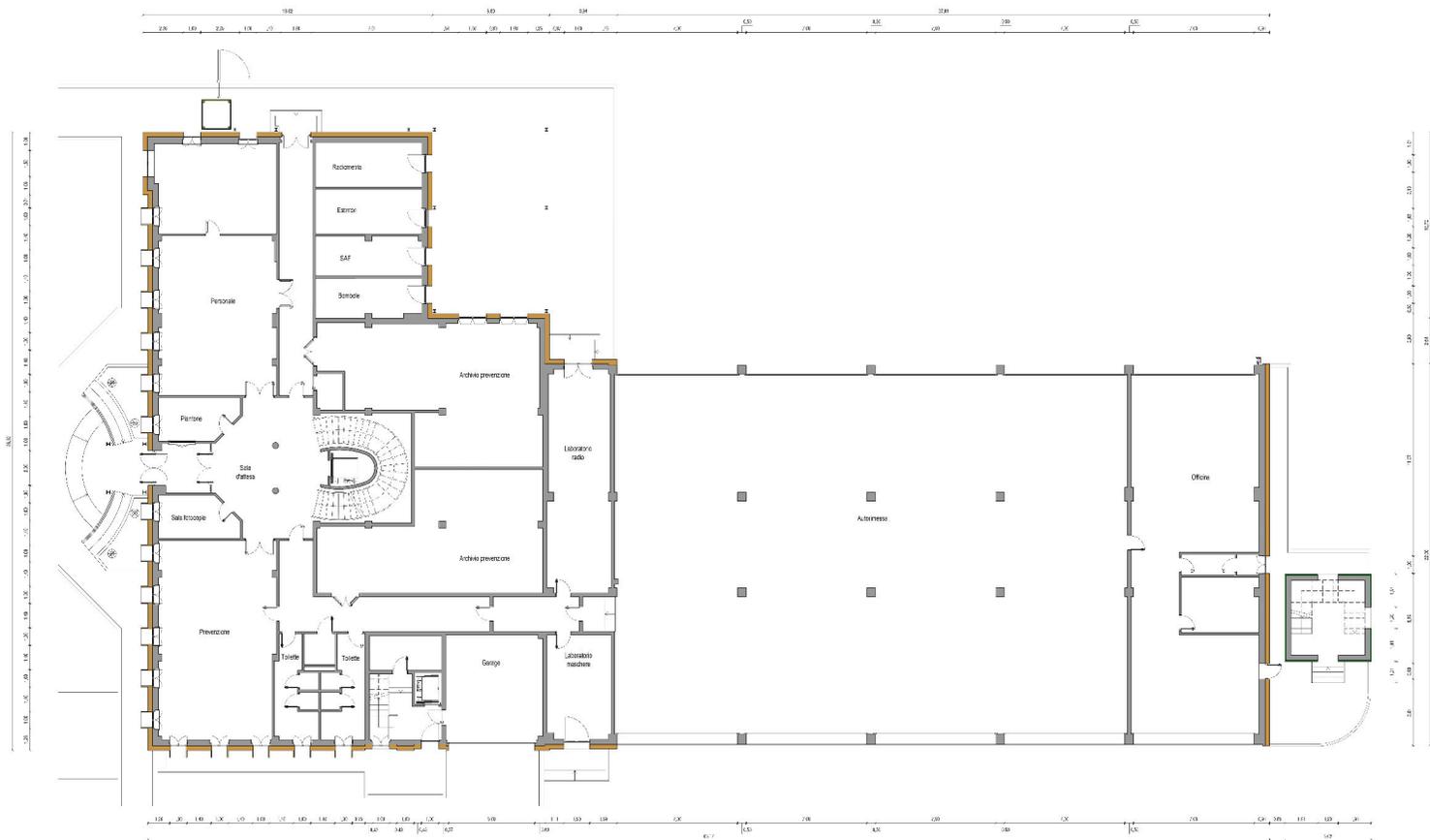




**LEGENDA**

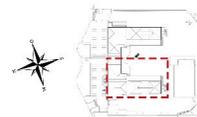
- Muratura esistente
- Muratura nuova
- Pannello in X-LAM
- Nuovo rivestimento

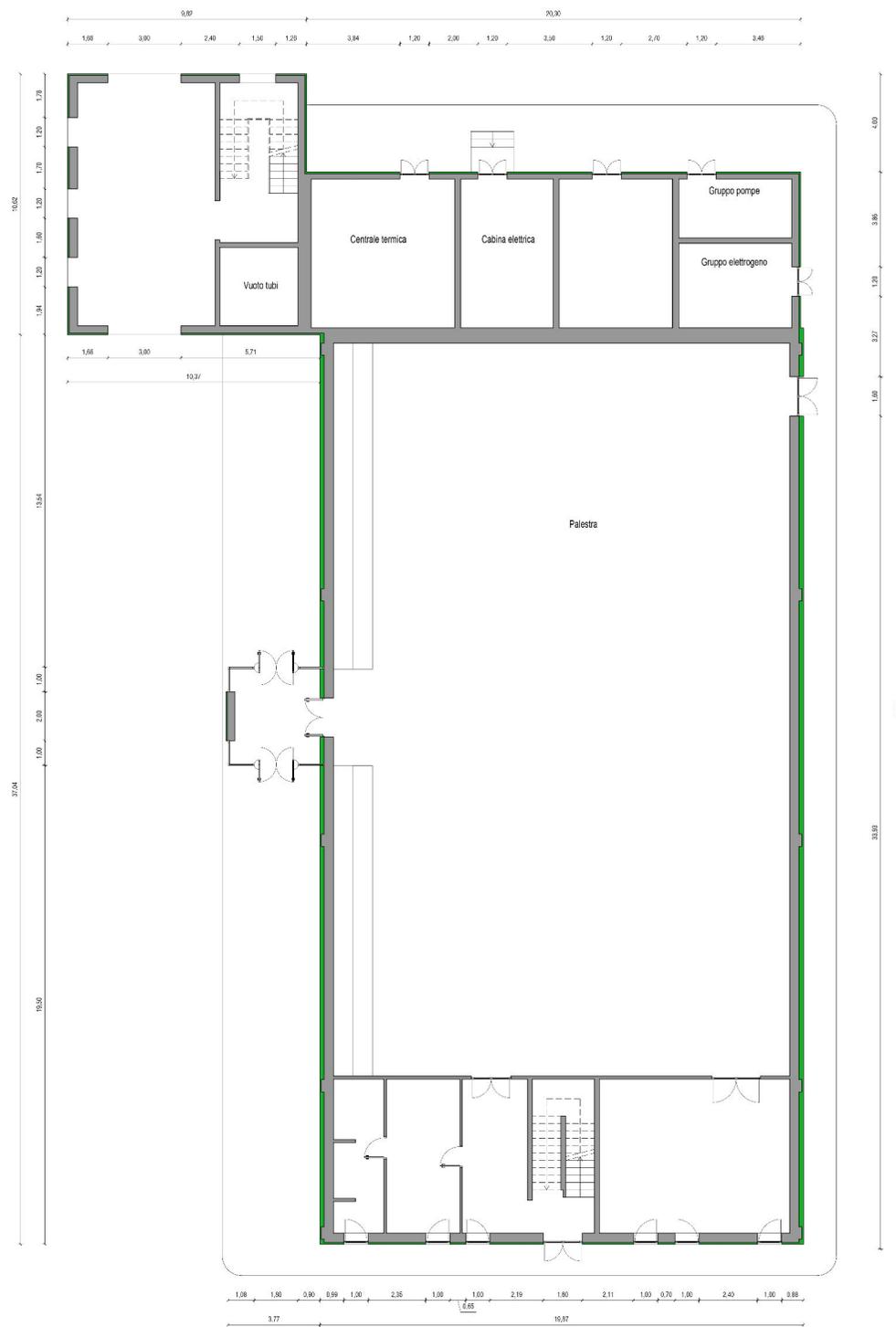




**LEGENDA**

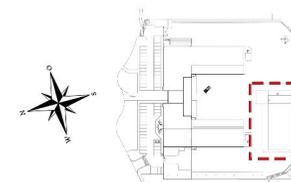
- Muratura esistente
- Muratura nuova
- Pannello in X-LAM
- Nuovo rivestimento

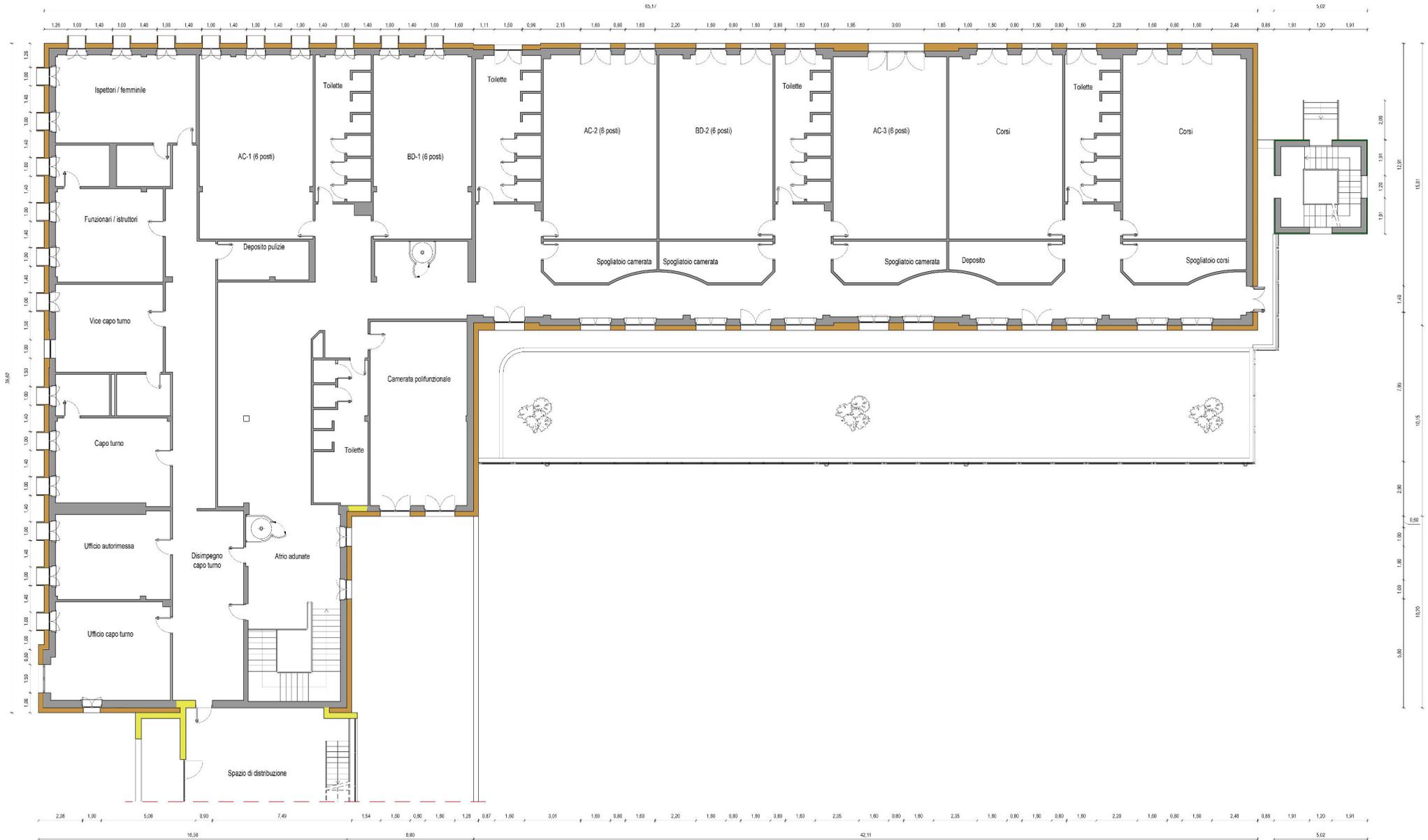




**LEGENDA**

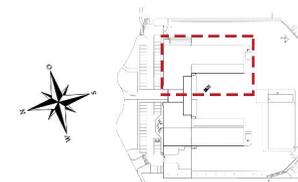
- Muratura esistente
- Muratura nuova
- Pannello in X-LAM
- Nuovo rivestimento

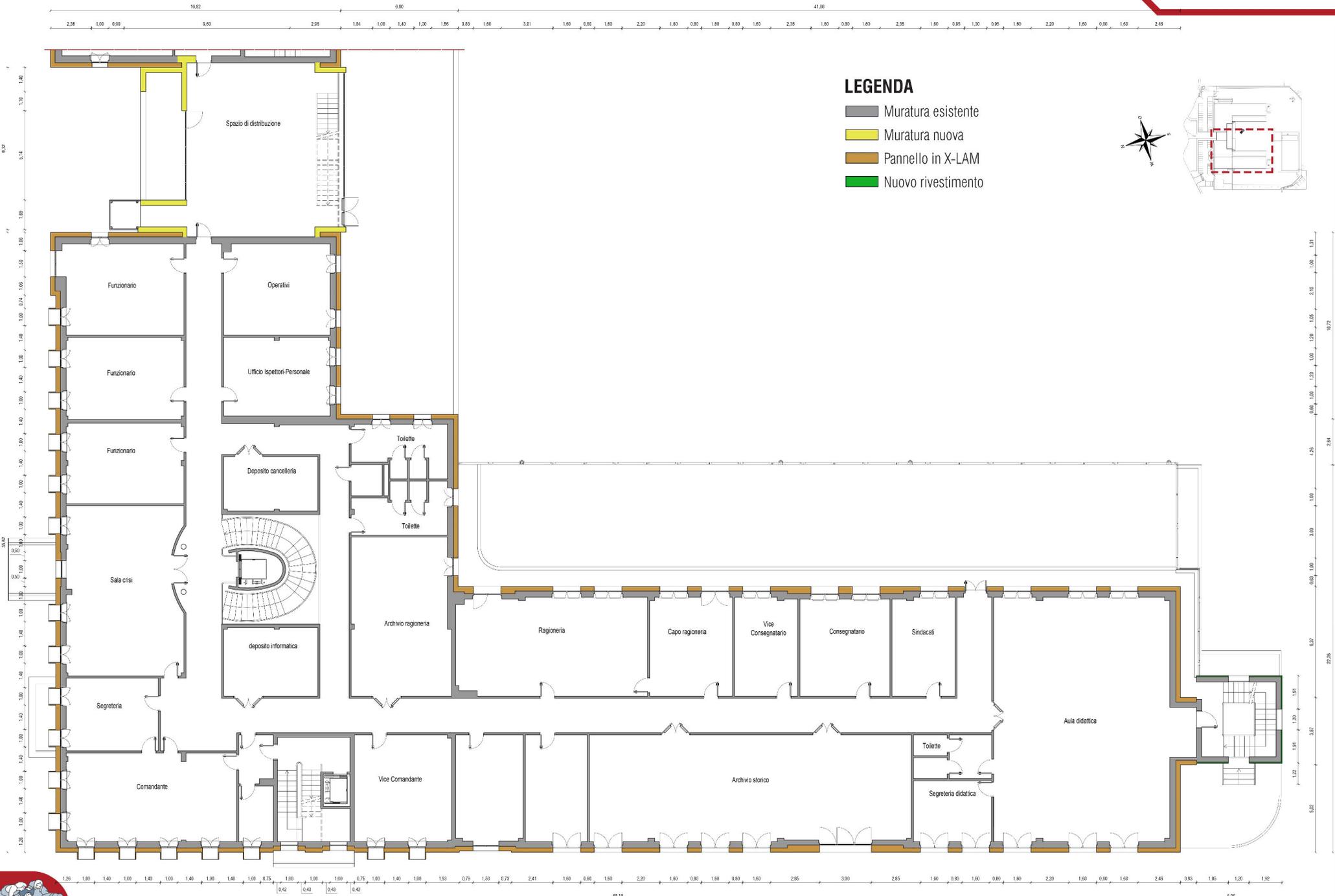


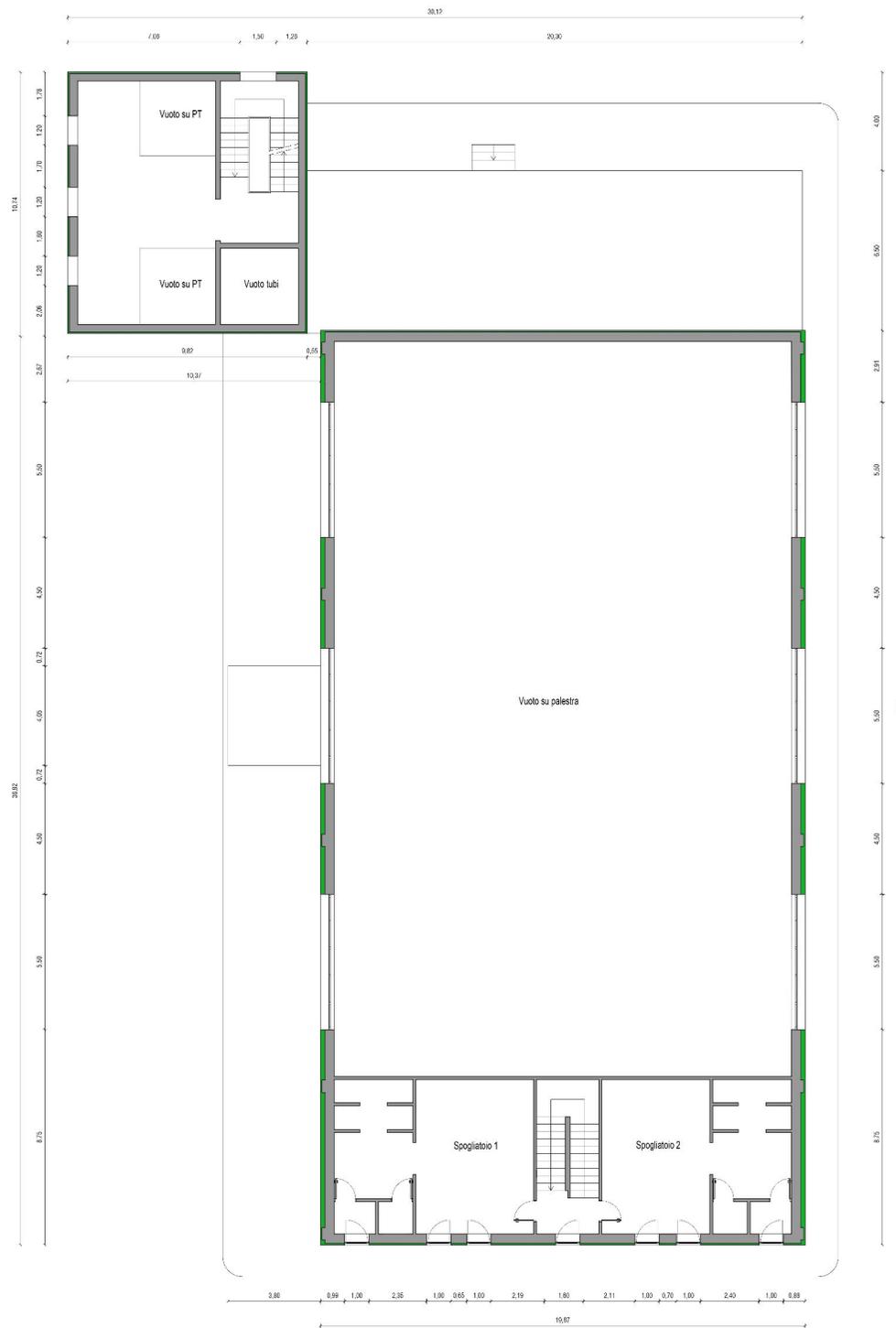


**LEGENDA**

- Muratura esistente
- Muratura nuova
- Pannello in X-LAM
- Nuovo rivestimento

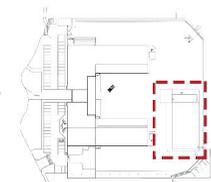


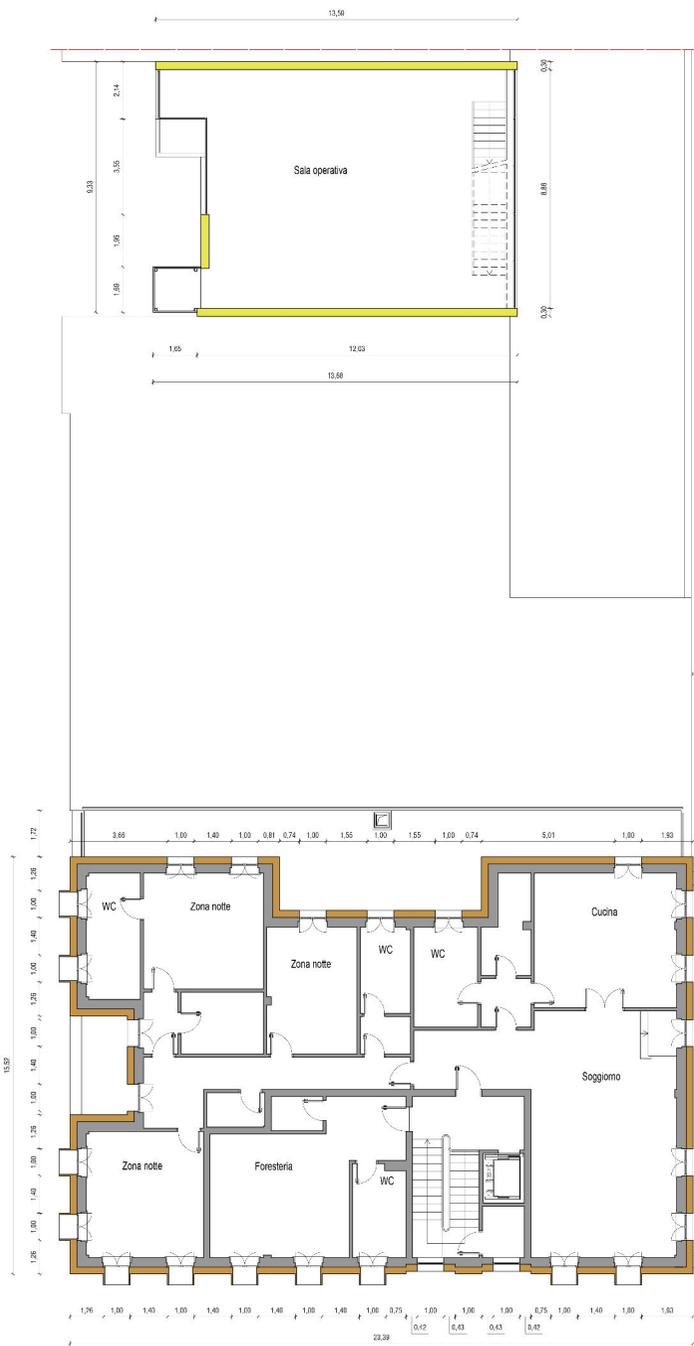




**LEGENDA**

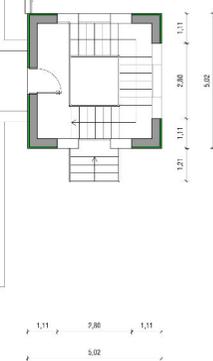
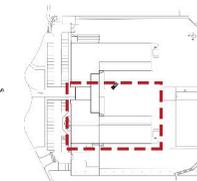
- Muratura esistente
- Muratura nuova
- Pannello in X-LAM
- Nuovo rivestimento

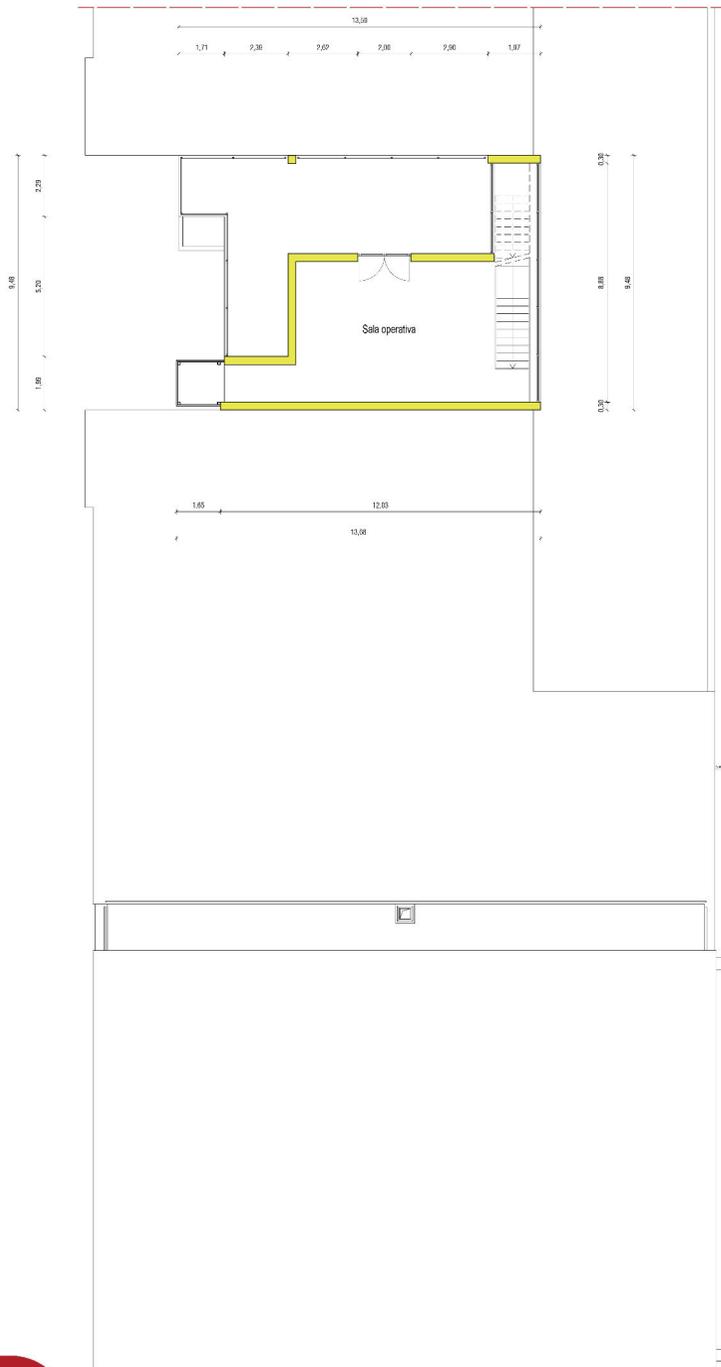




**LEGENDA**

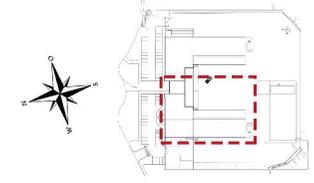
-  Muratura esistente
-  Muratura nuova
-  Pannello in X-LAM
-  Nuovo rivestimento





**LEGENDA**

- Muratura esistente
- Muratura nuova
- Pannello in X-LAM
- Nuovo rivestimento



PROSPETTO NORD



PROSPETTO SUD

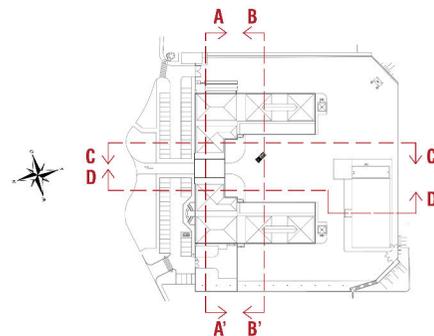


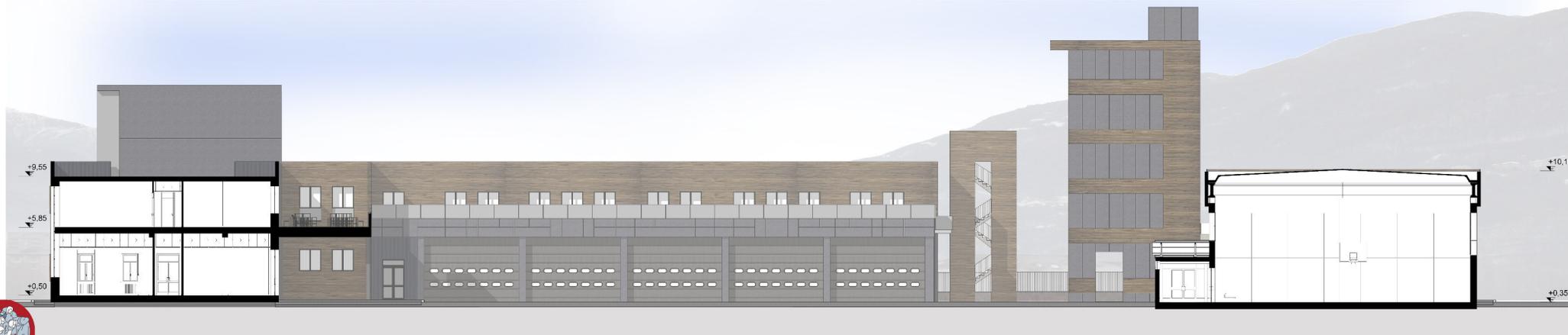
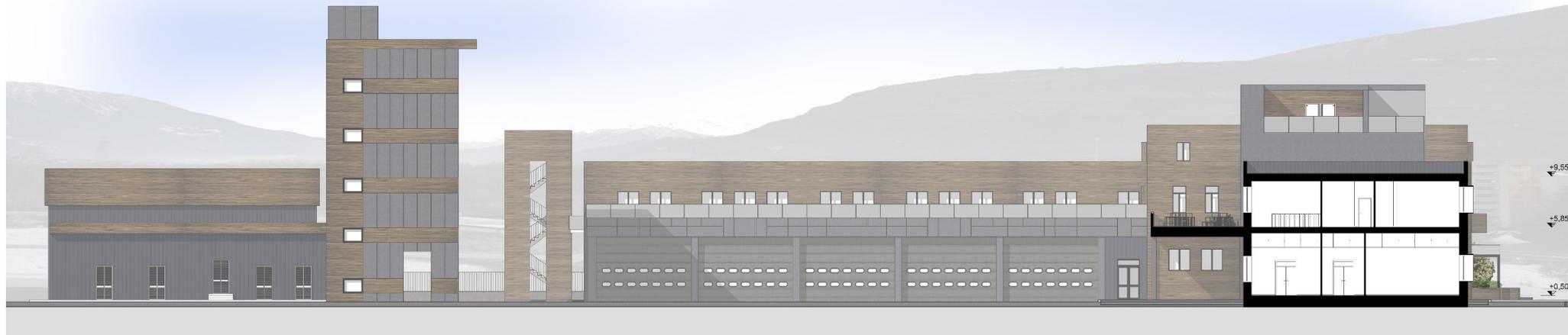
PROSPETTO EST

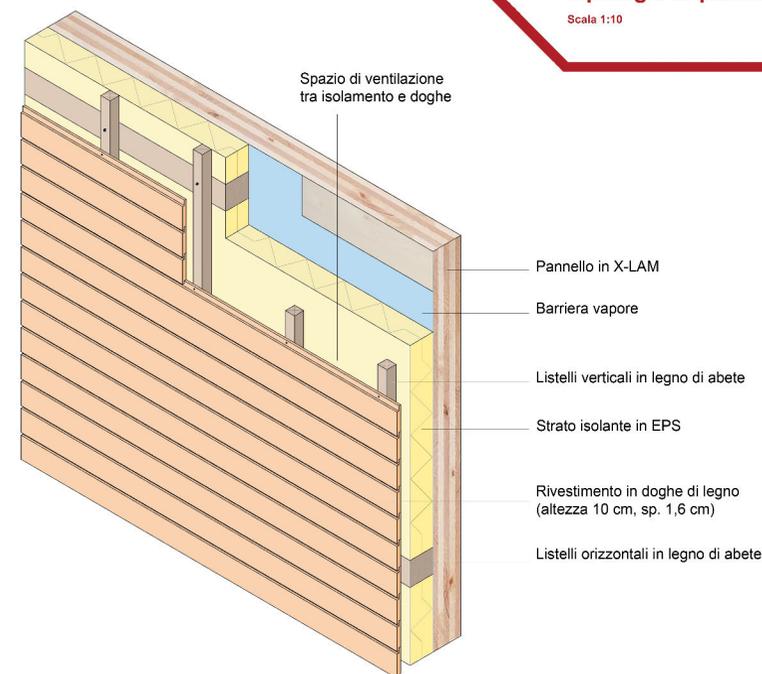
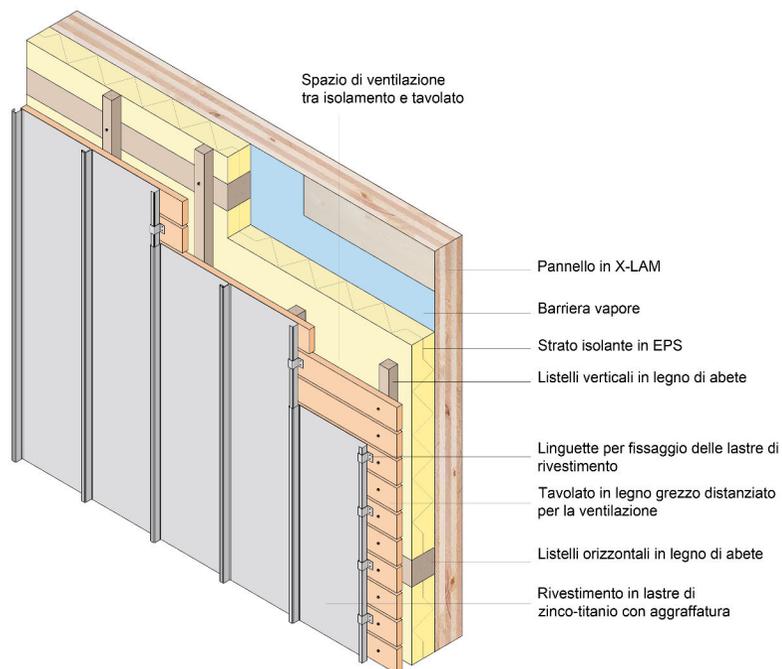


PROSPETTO OVEST

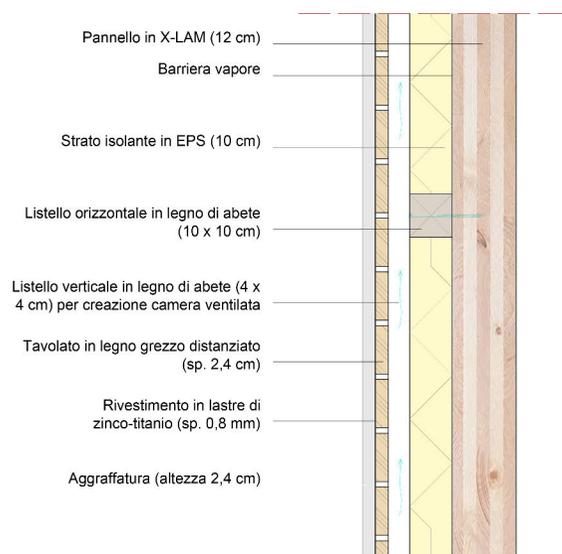




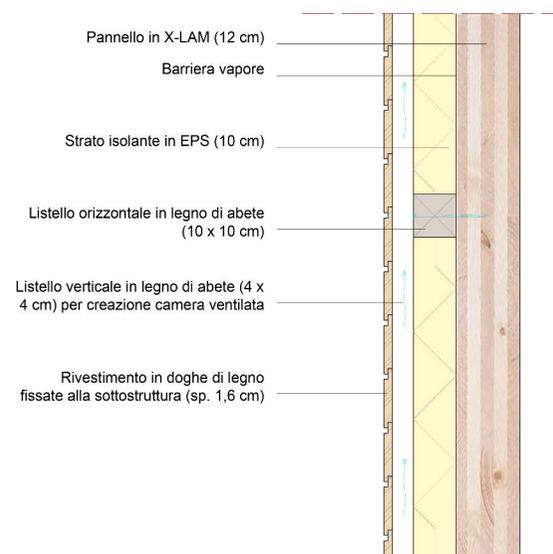




**SEZIONE VERTICALE PANNELLO CON RIVESTIMENTO IN ZINCO**

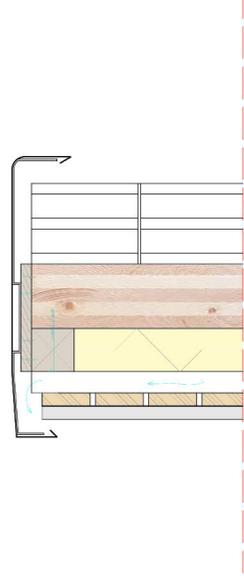


**SEZIONE VERTICALE PANNELLO CON RIVESTIMENTO IN LEGNO**

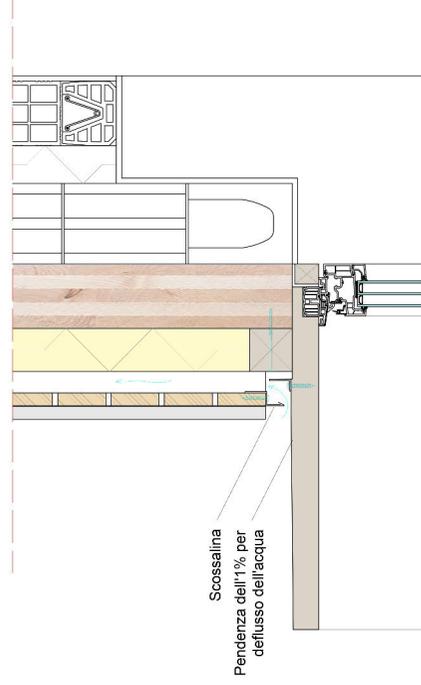
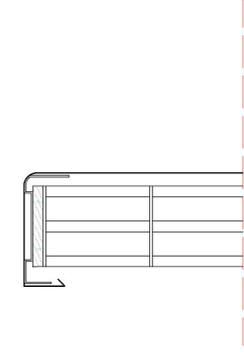




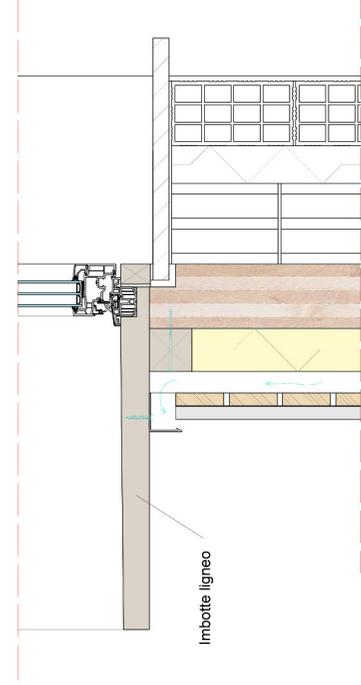
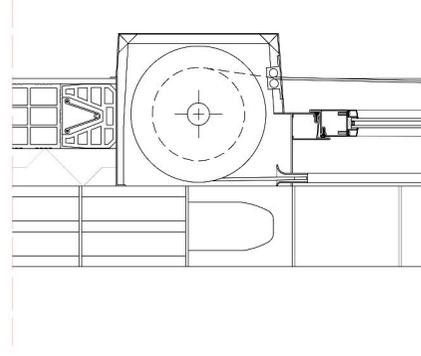
### SEZIONE VERTICALE DI PROGETTO



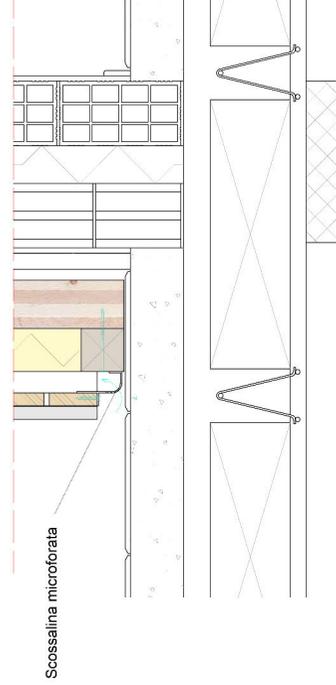
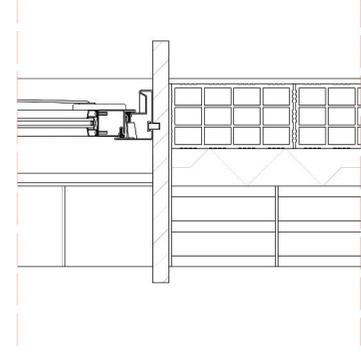
### SEZIONE VERTICALE ESISTENTE



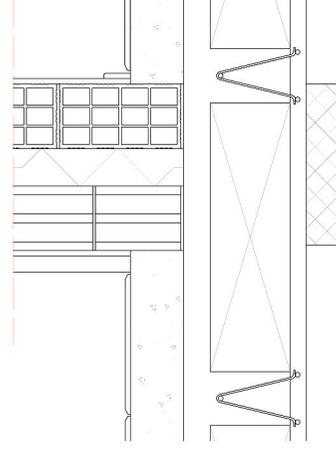
Scossalina  
Pendenza dell'1% per  
deflusso dell'acqua



Imbotite ligneo



Scossalina microforata



### PROSPETTO NORD



## SEZIONE ORIZZONTALE ESISTENTE



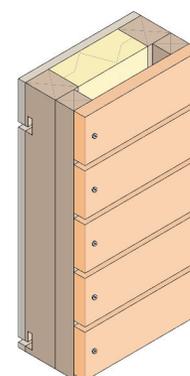
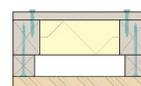
## SEZIONE ORIZZONTALE DI PROGETTO (GIUNTO TRA PANNELLI)



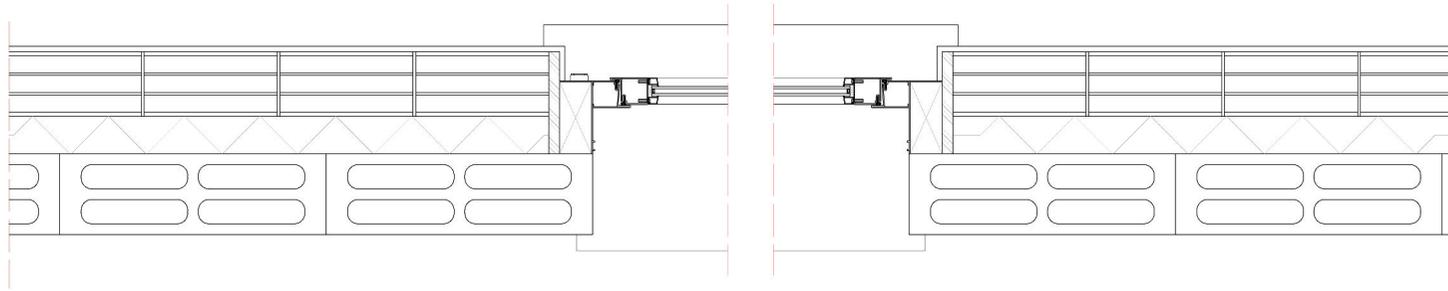
Interspazio verticale per impianti  
Piastre a L per fissaggio del pannello alla  
struttura esistente (12 x 12 cm, sp. 0,3 cm)

Pannello di chiusura

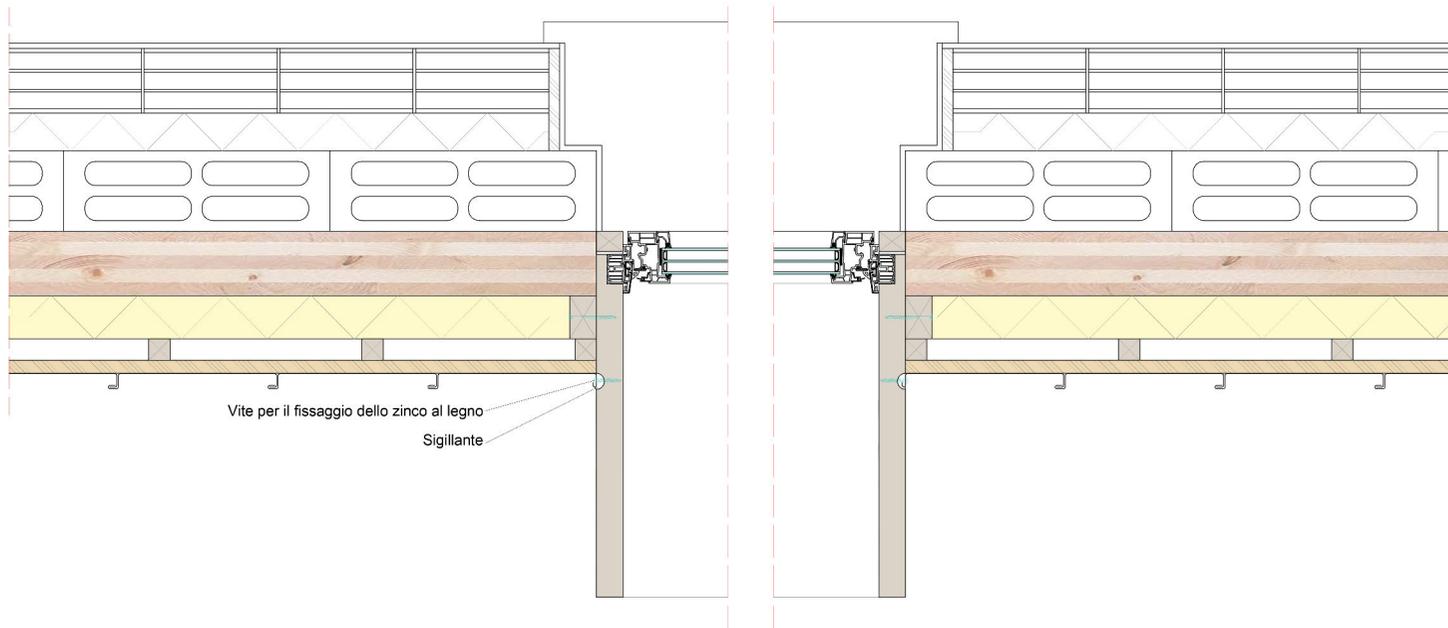
Lastra in zinco-titanio di chiusura



SEZIONE ORIZZONTALE ESISTENTE



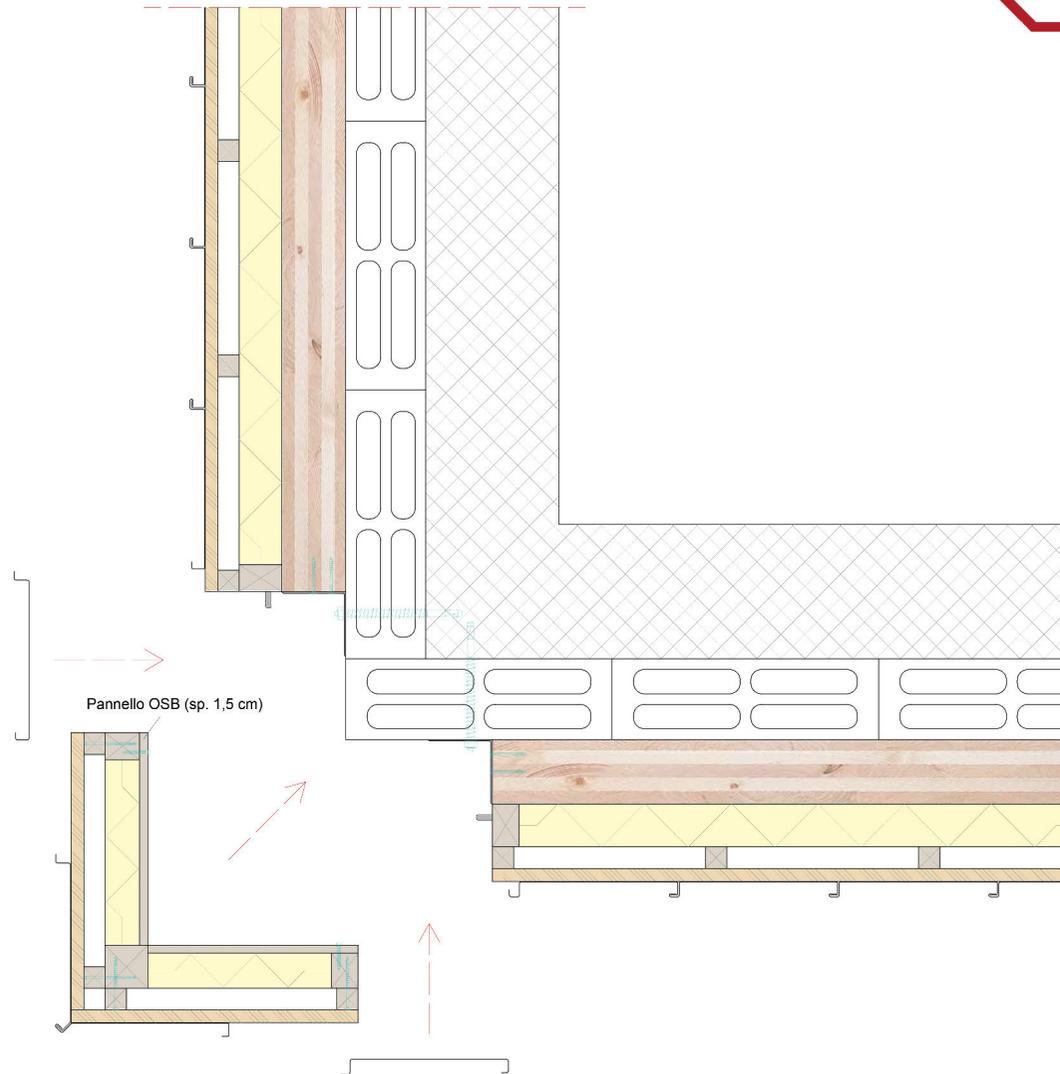
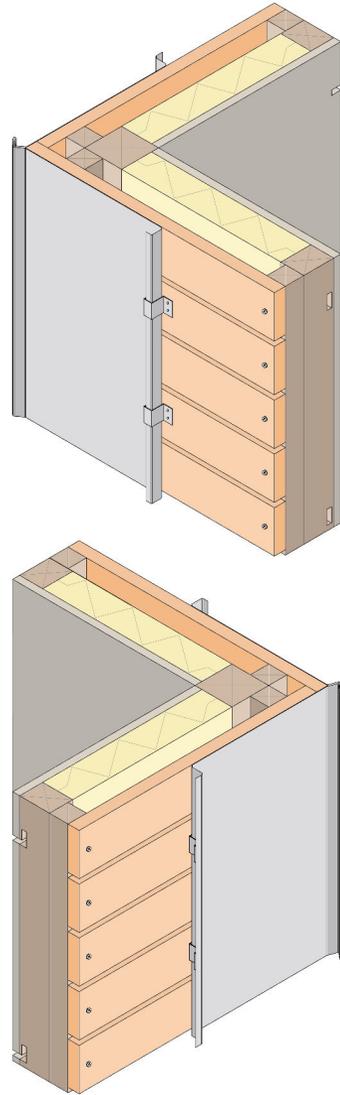
SEZIONE ORIZZONTALE DI PROGETTO (IMBOTTE)



PROSPETTO NORD



SEZIONE ORIZZONTALE (ANGOLARE ZINCO-ZINCO)

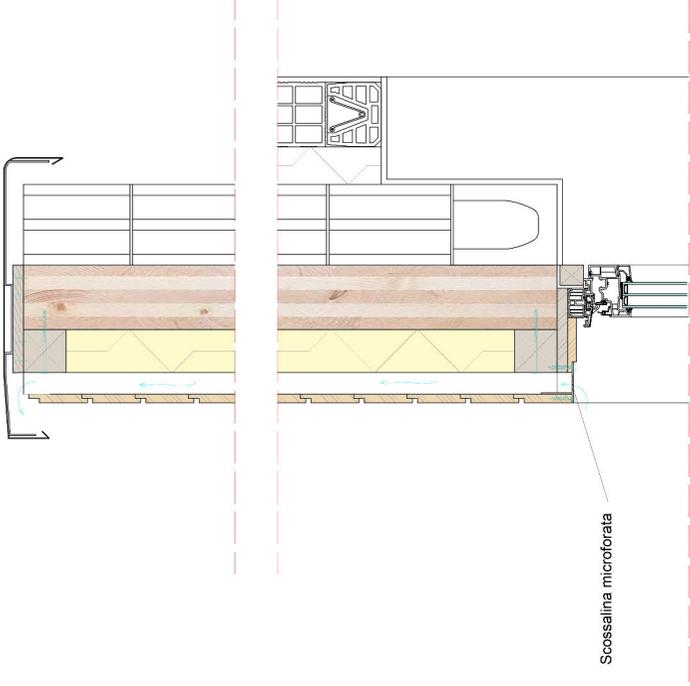


PROSPETTO NORD



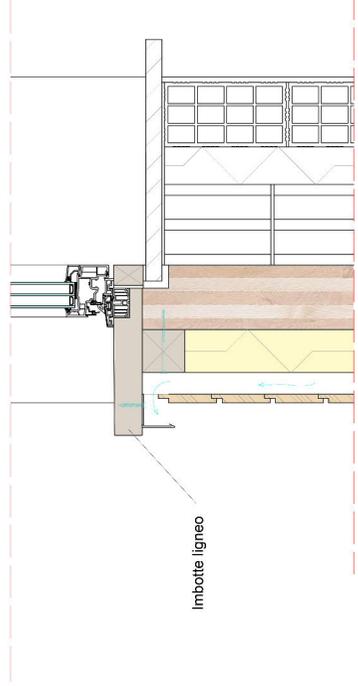
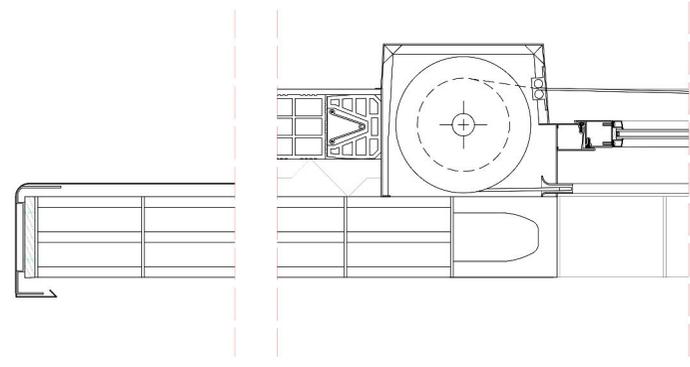


### SEZIONE VERTICALE DI PROGETTO

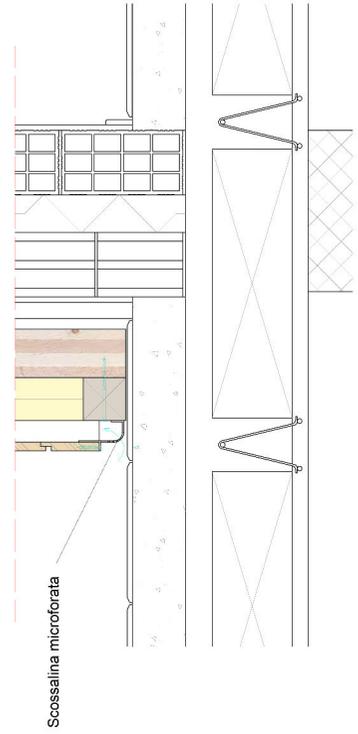
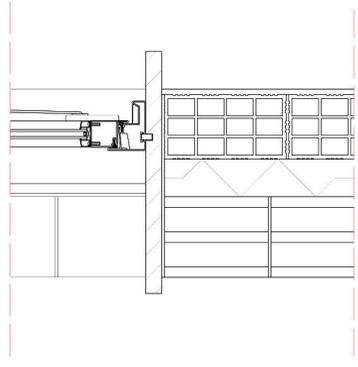


Scossalina microforata

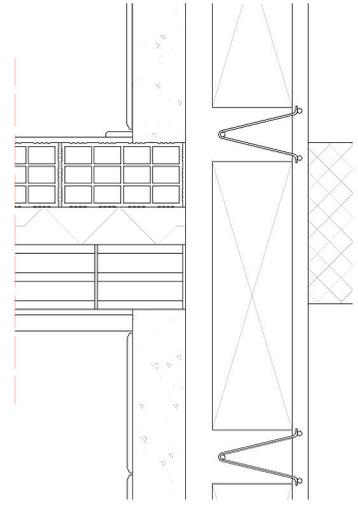
### SEZIONE VERTICALE ESISTENTE



Imbotte ligneo



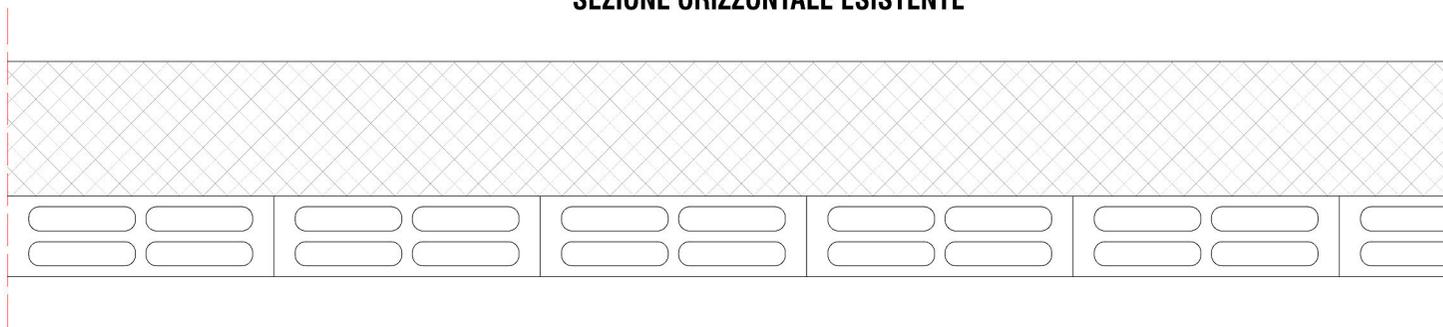
Scossalina microforata



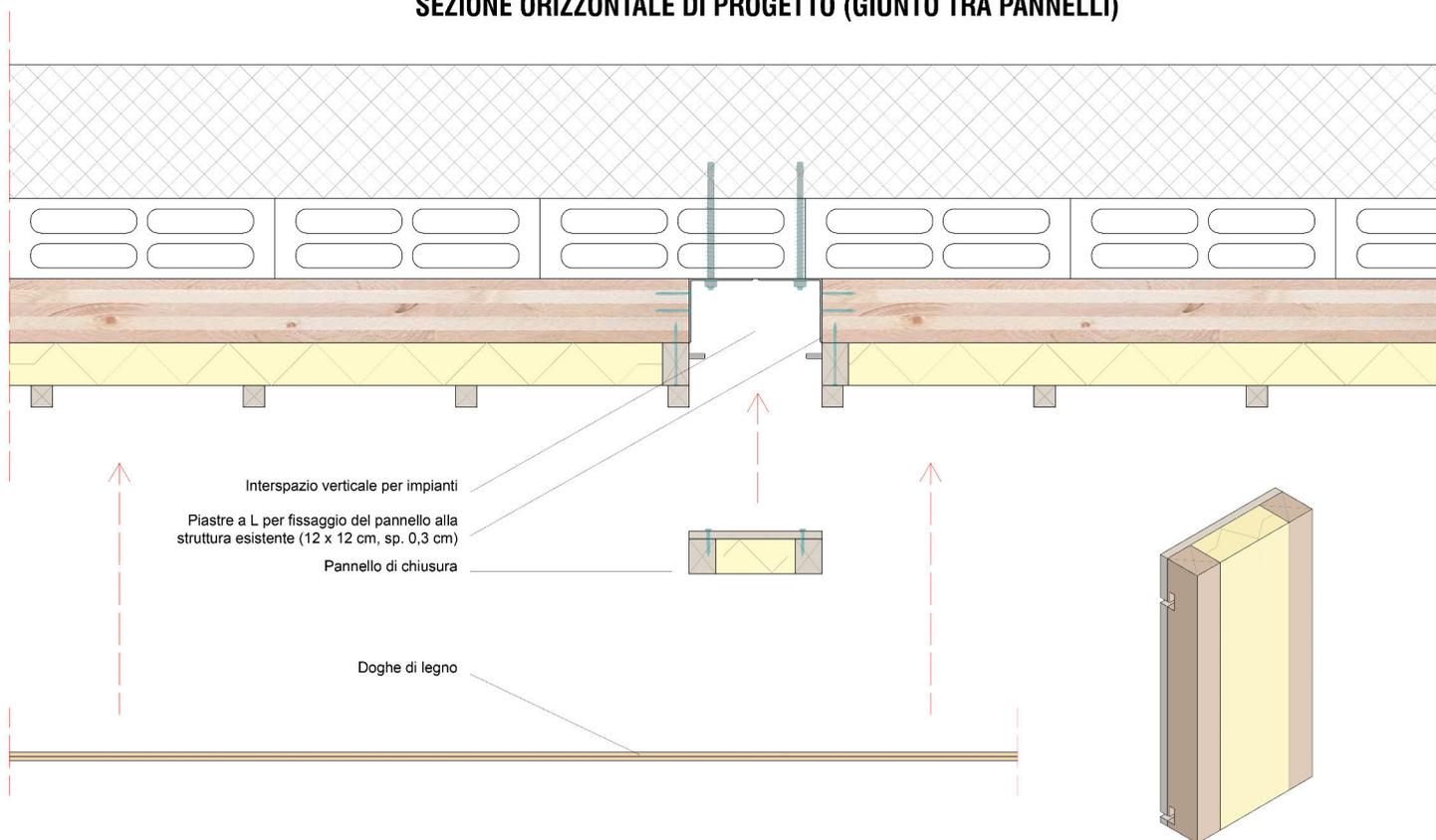
### PROSPETTO NORD



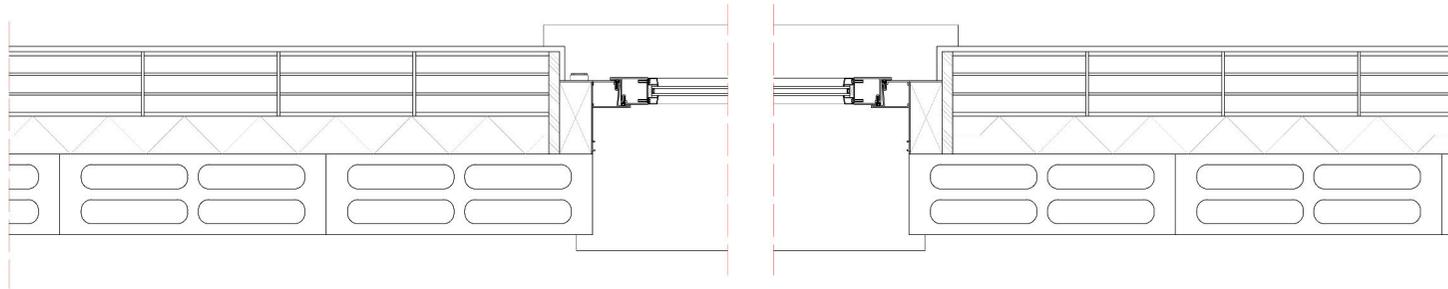
## SEZIONE ORIZZONTALE ESISTENTE



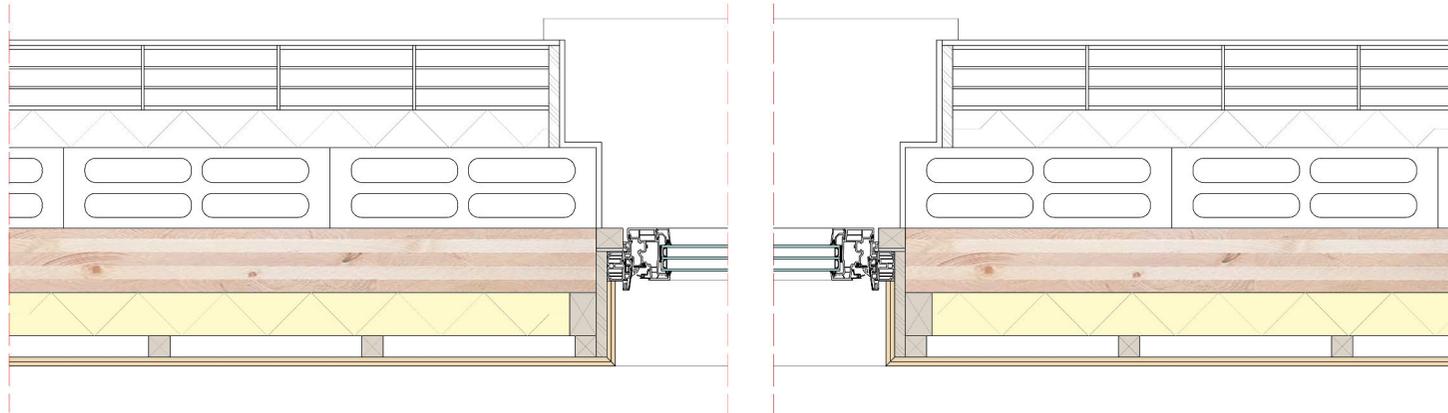
## SEZIONE ORIZZONTALE DI PROGETTO (GIUNTO TRA PANNELLI)



SEZIONE ORIZZONTALE ESISTENTE



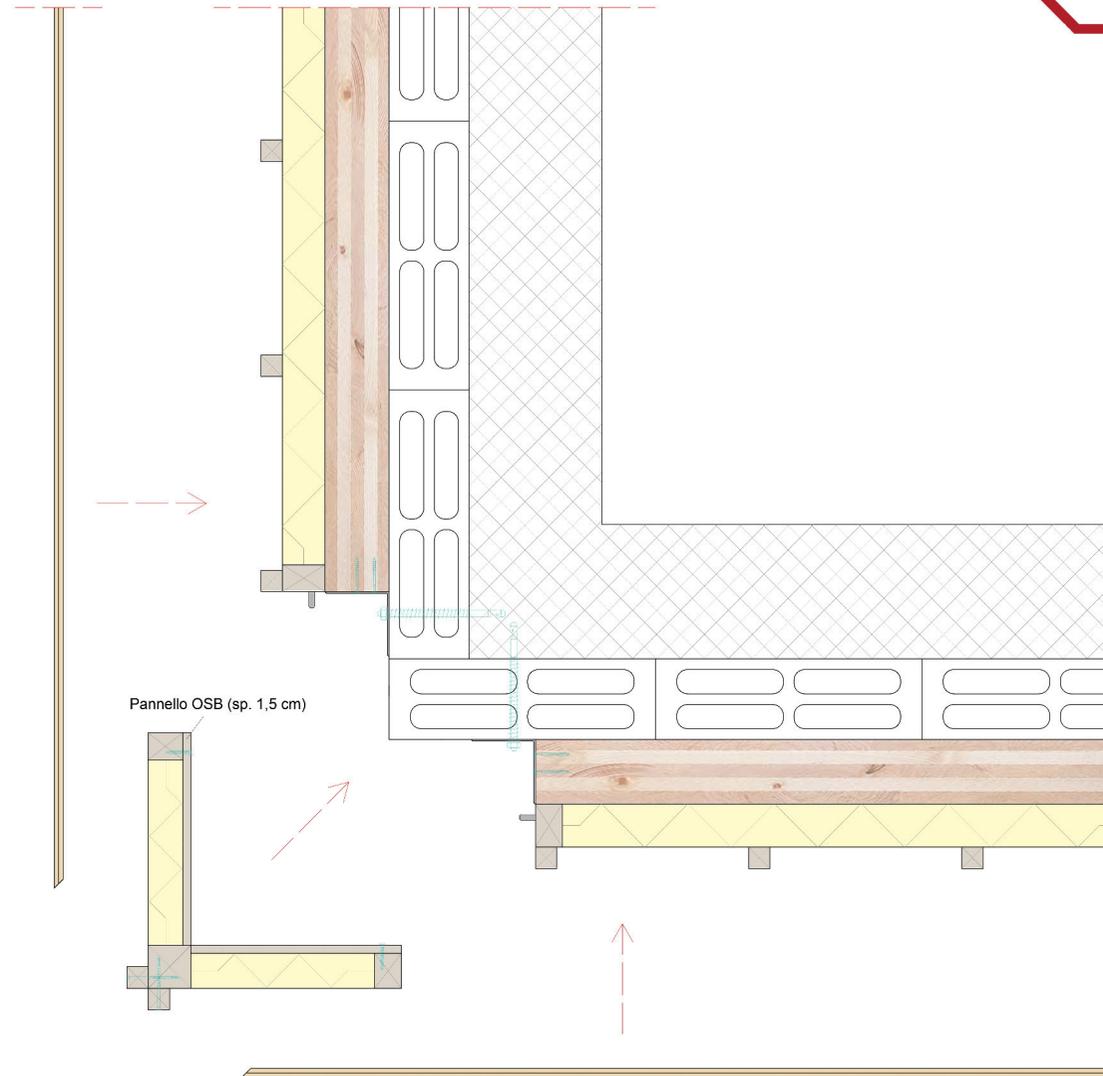
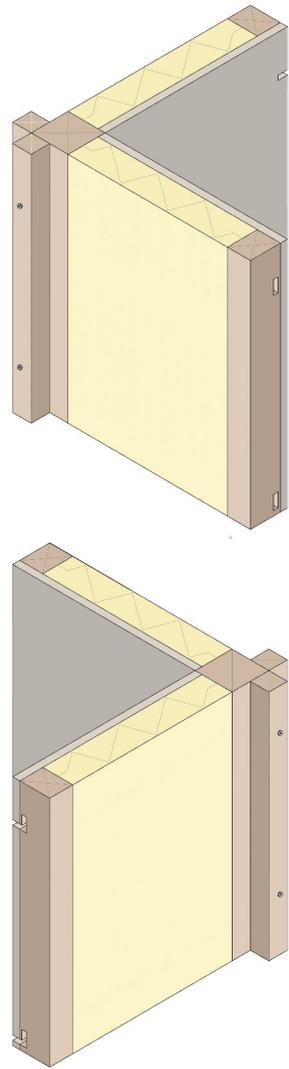
SEZIONE ORIZZONTALE DI PROGETTO (SERRAMENTO)



PROSPETTO NORD



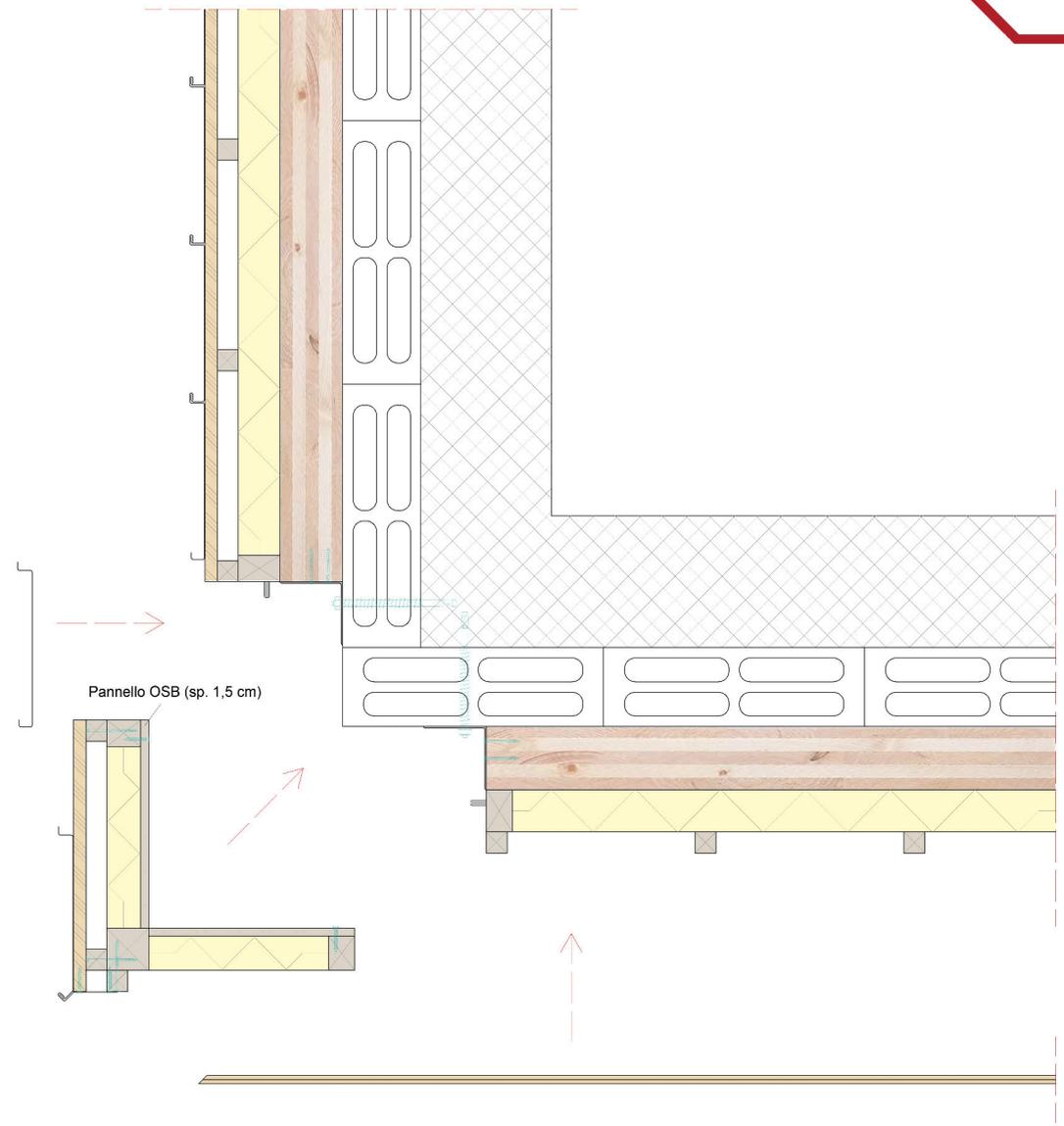
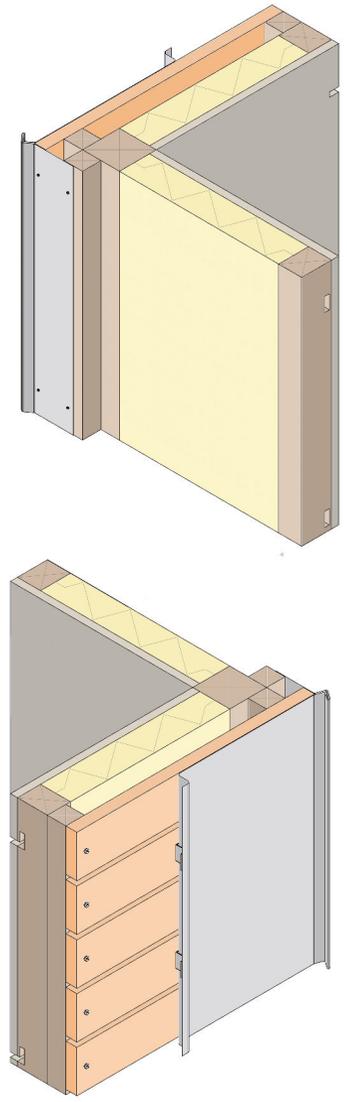
SEZIONE ORIZZONTALE (ANGOLARE LEGNO-LEGNO)



PROSPETTO NORD



# SEZIONE ORIZZONTALE (ANGOLARE ZINCO-LEGNO)



## PROSPETTO NORD





4. PROGETTO  
ARCHITETTONICO

5. ANALISI  
STRUTTURALE

6. ANALISI  
ENERGETICA

7. GESTIONE  
DI CANTIERE





4. PROGETTO  
ARCHITETTONICO

5. ANALISI  
STRUTTURALE

6. ANALISI  
ENERGETICA

7. GESTIONE  
DI CANTIERE





4. PROGETTO  
ARCHITETTONICO

5. ANALISI  
STRUTTURALE

6. ANALISI  
ENERGETICA

7. GESTIONE  
DI CANTIERE





4. PROGETTO  
ARCHITETTONICO

5. ANALISI  
STRUTTURALE

6. ANALISI  
ENERGETICA

7. GESTIONE  
DI CANTIERE







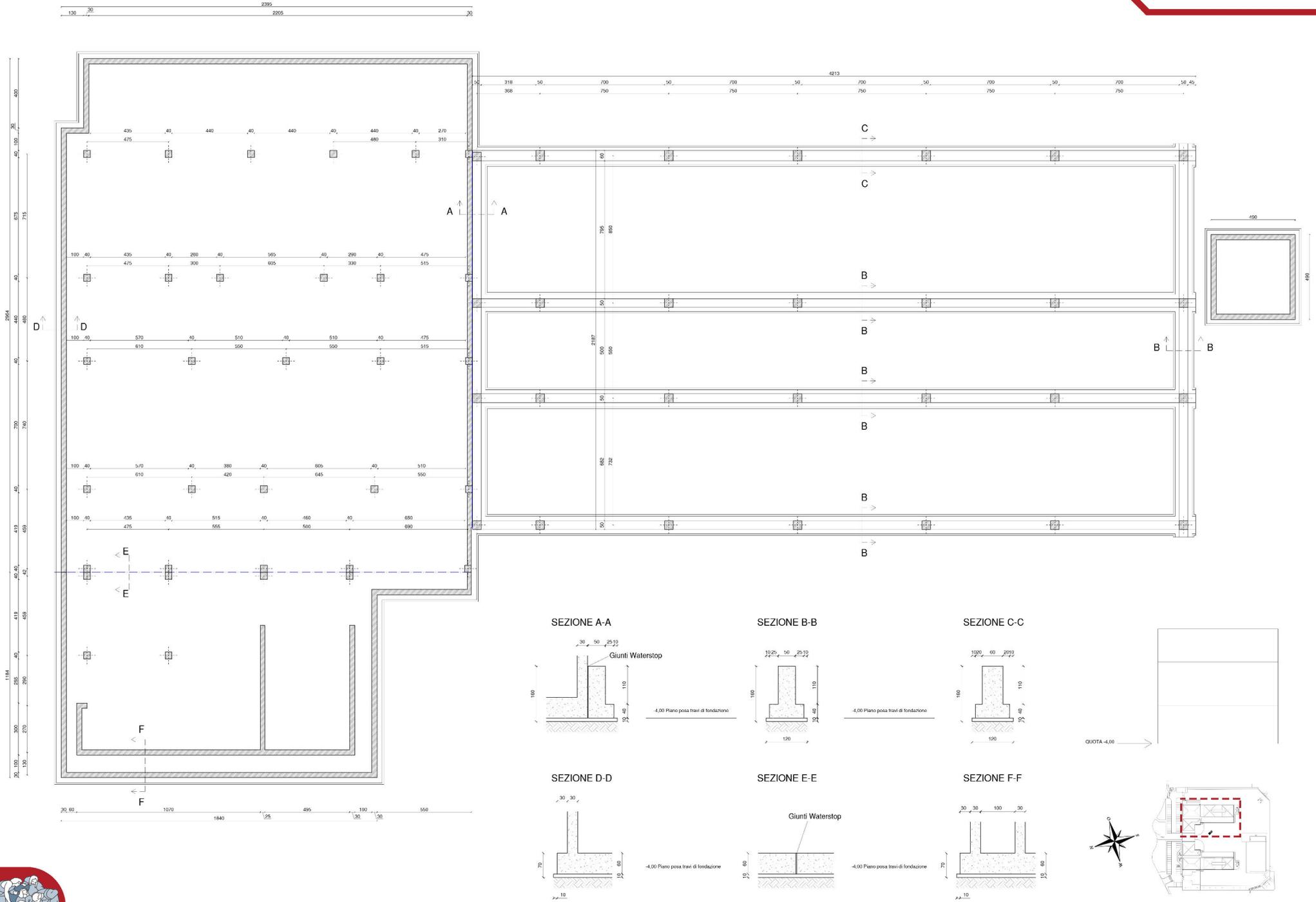
4. PROGETTO  
ARCHITETTONICO

5. ANALISI  
STRUTTURALE

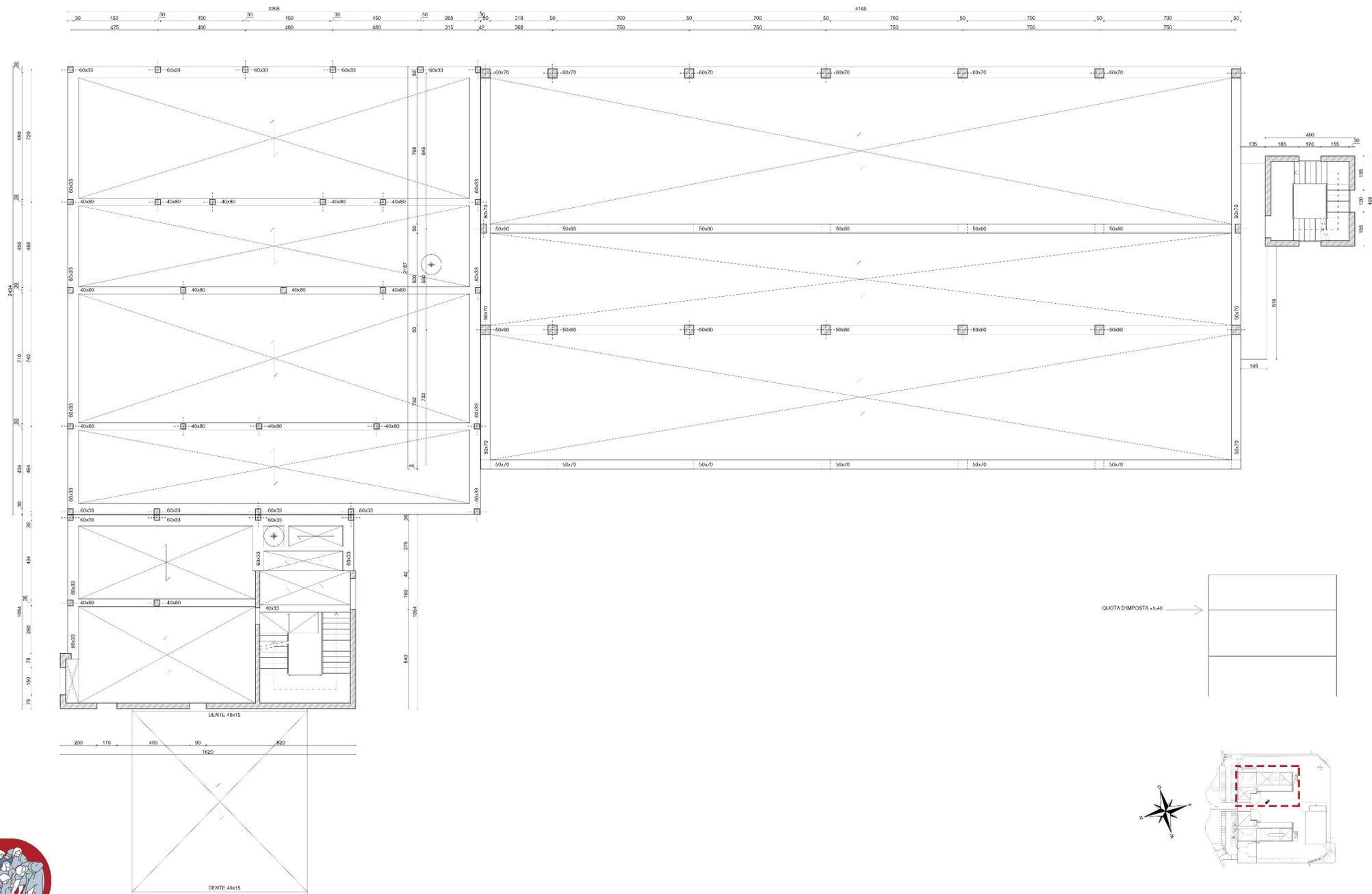
6. ANALISI  
ENERGETICA

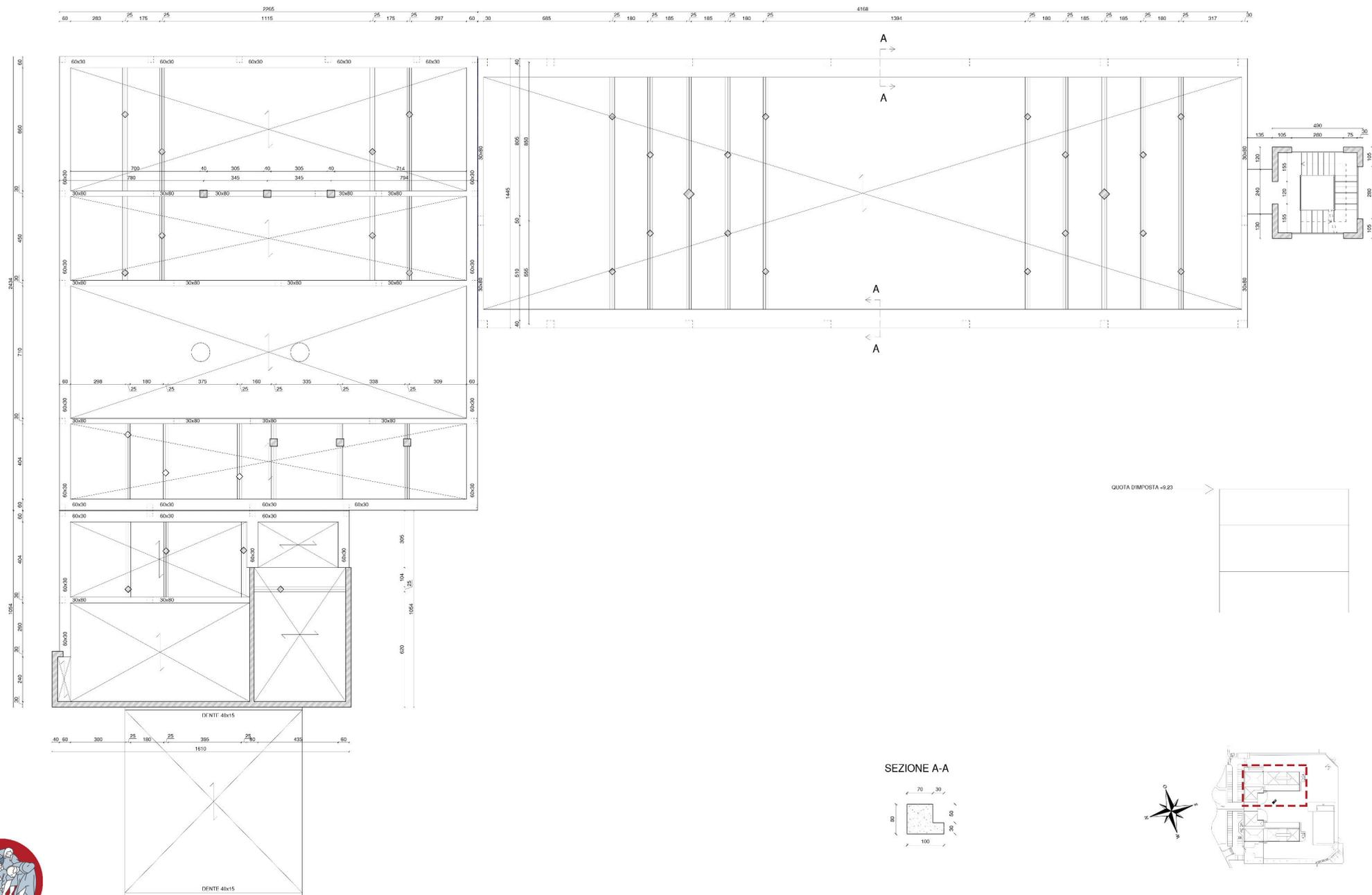
7. GESTIONE  
DI CANTIERE



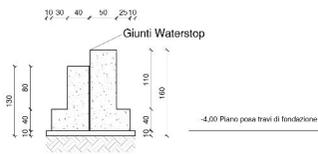




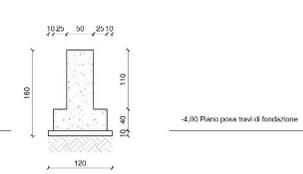




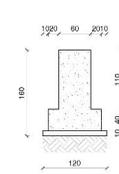
SEZIONE A-A



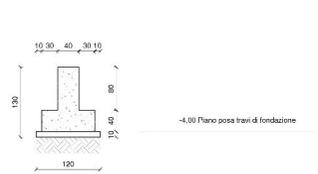
SEZIONE B-B



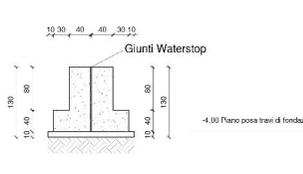
SEZIONE C-C



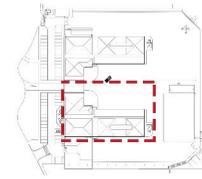
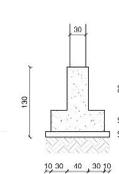
SEZIONE D-D



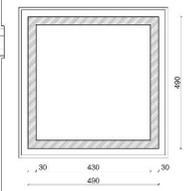
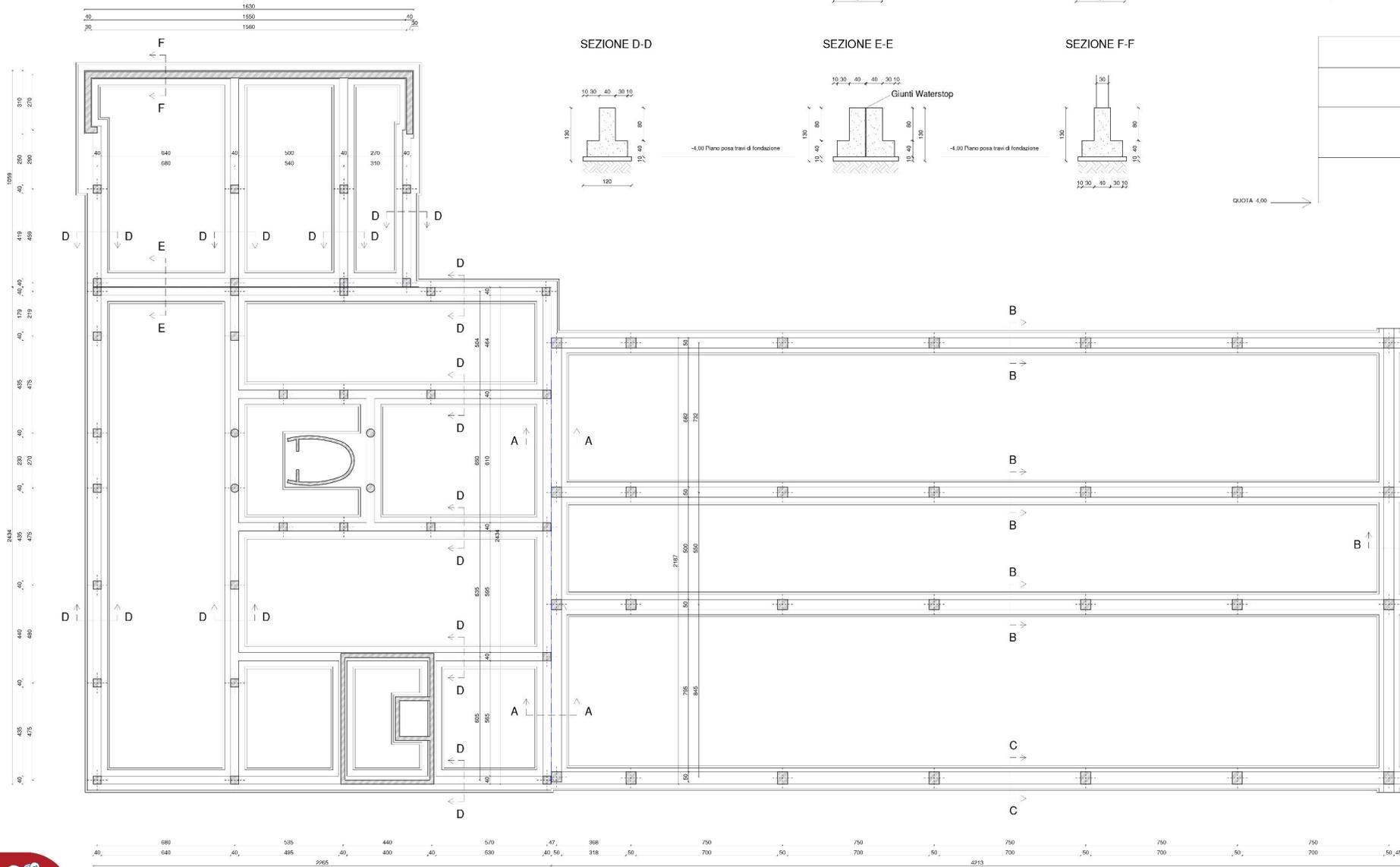
SEZIONE E-E

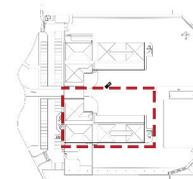


SEZIONE F-F

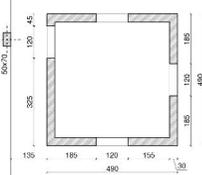
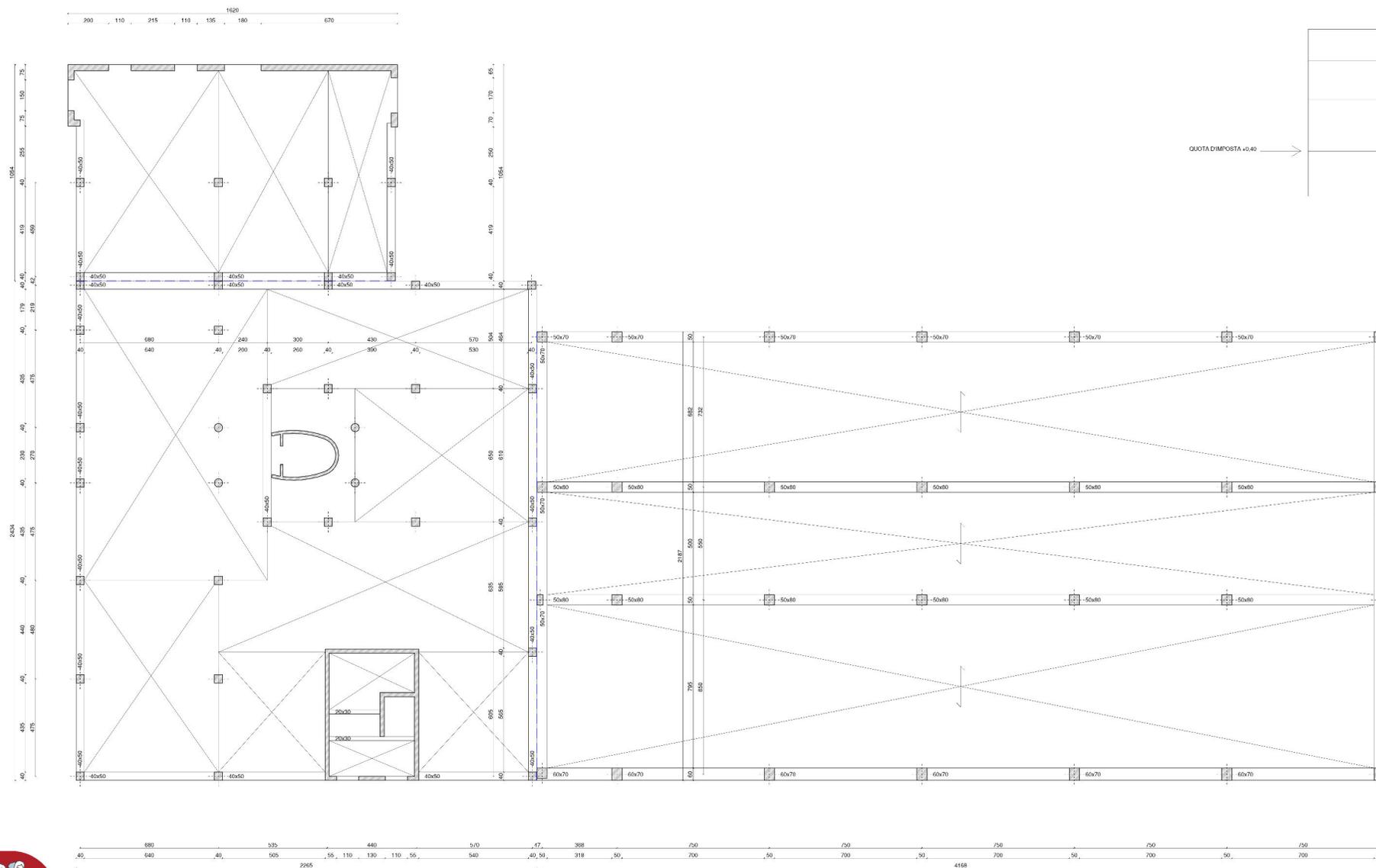
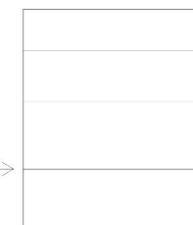


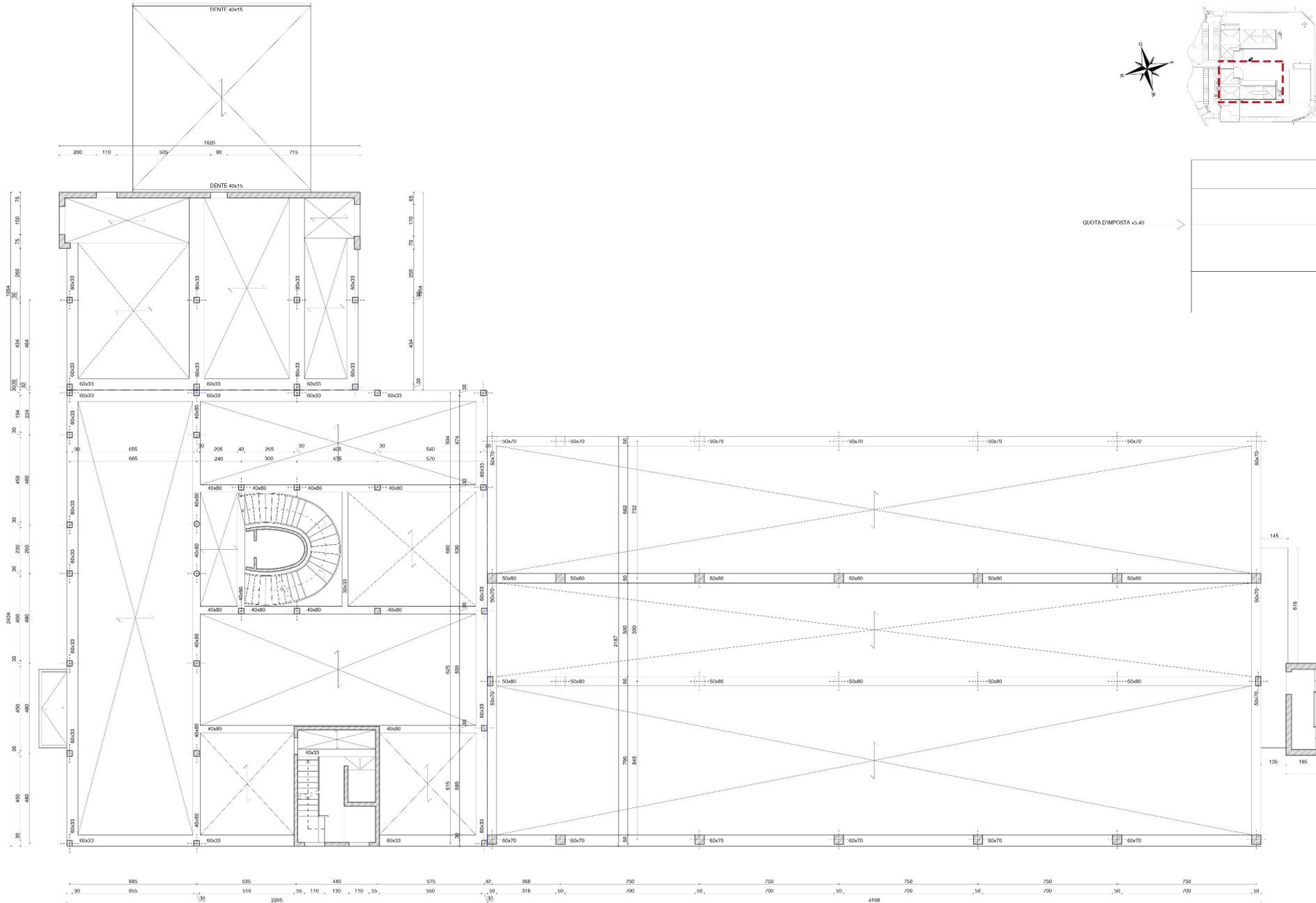
QUOTA -4,00

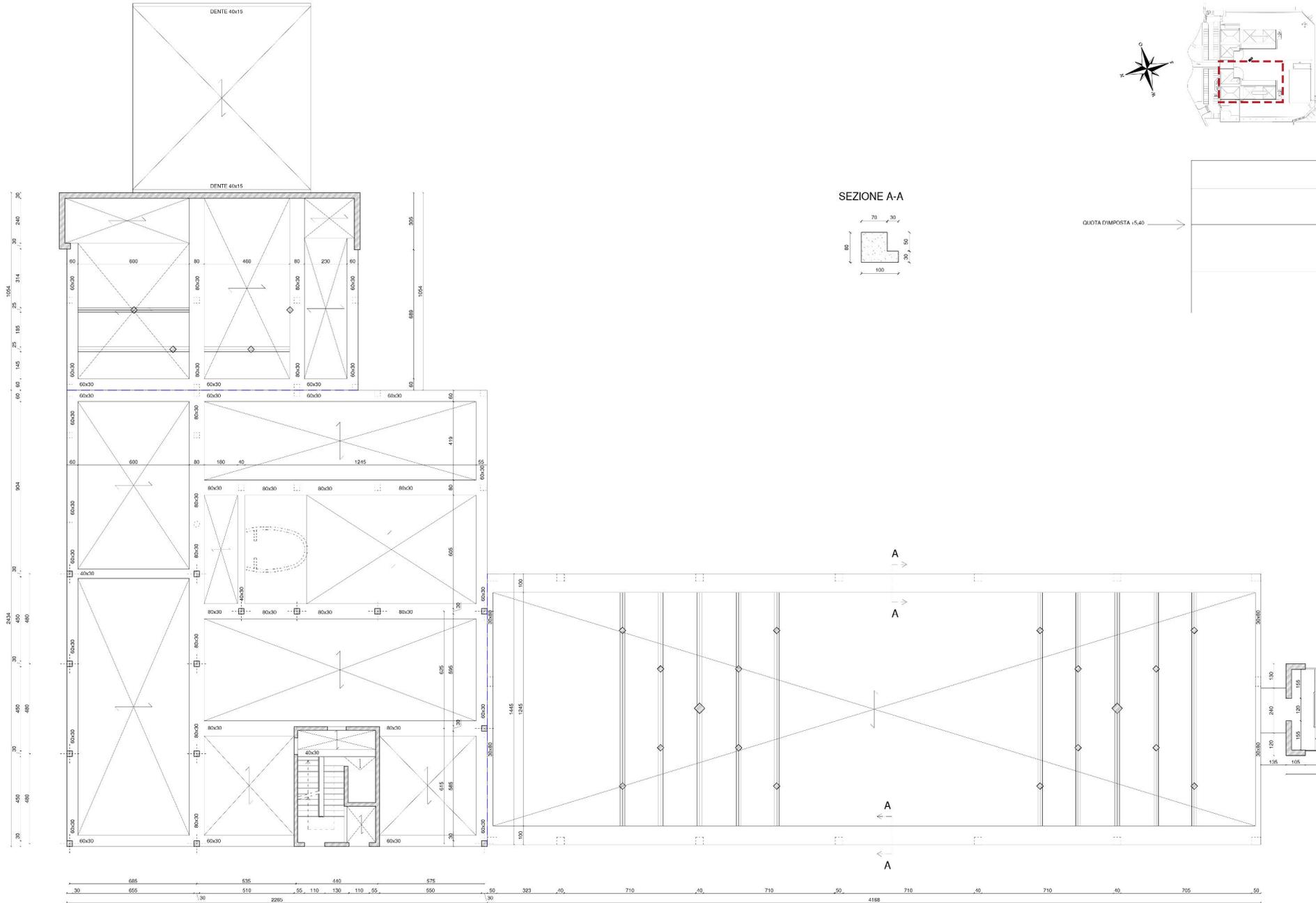




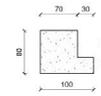
QUOTA D'IMPOSTA +0.40







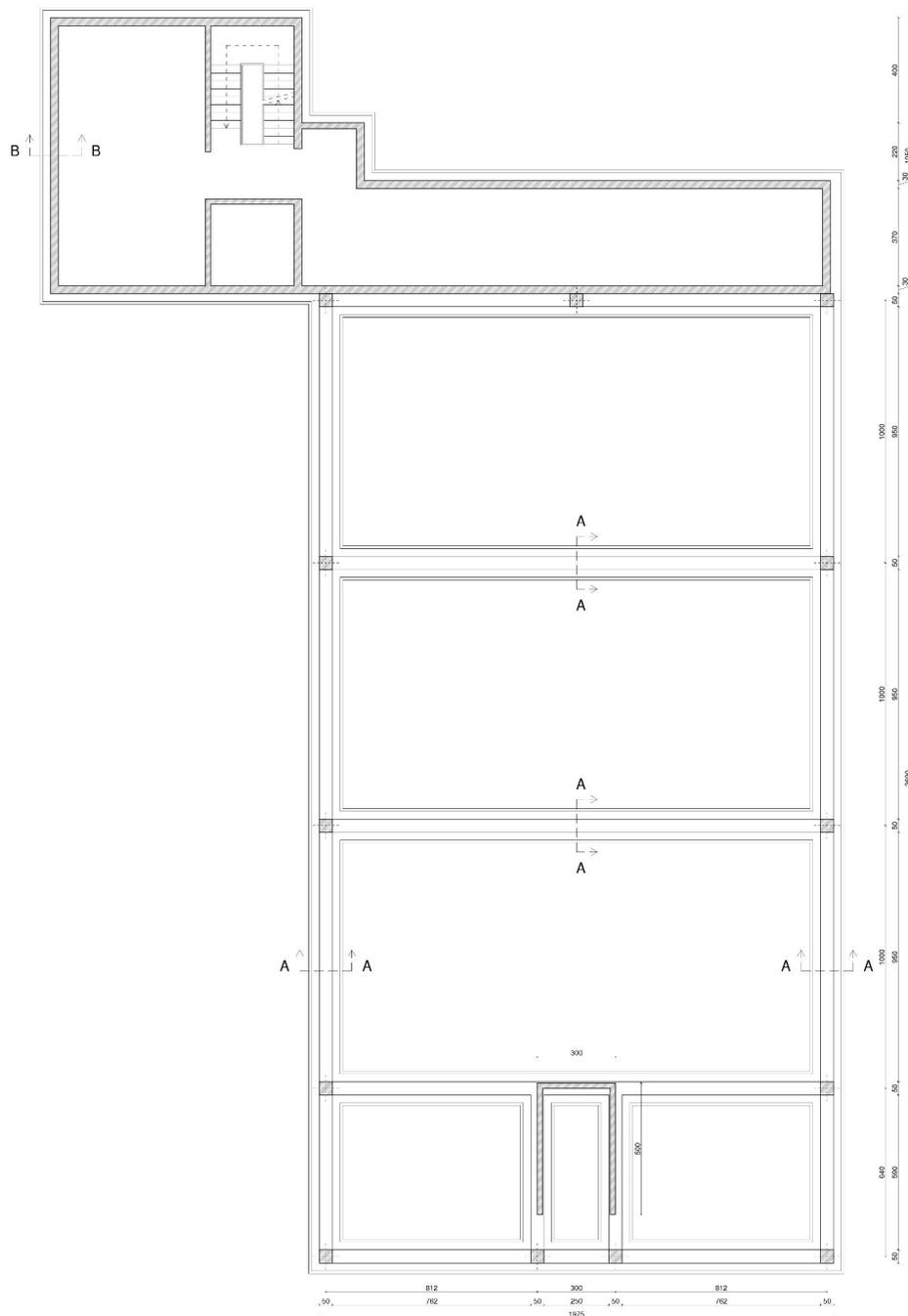
SEZIONE A-A



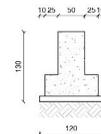
QUOTA D'IMPOSTA +5.40



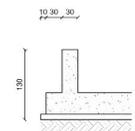




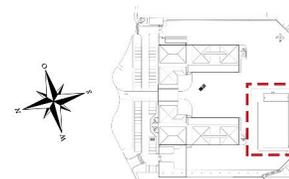
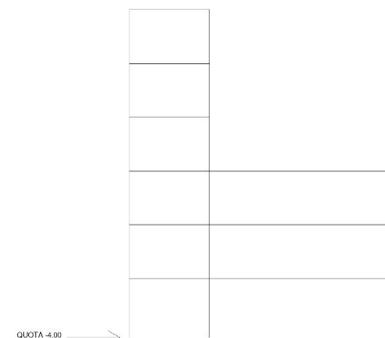
SEZIONE A-A

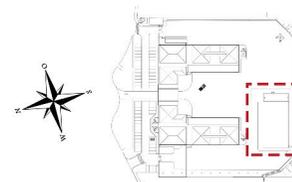
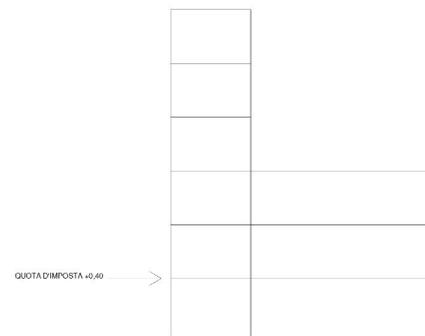
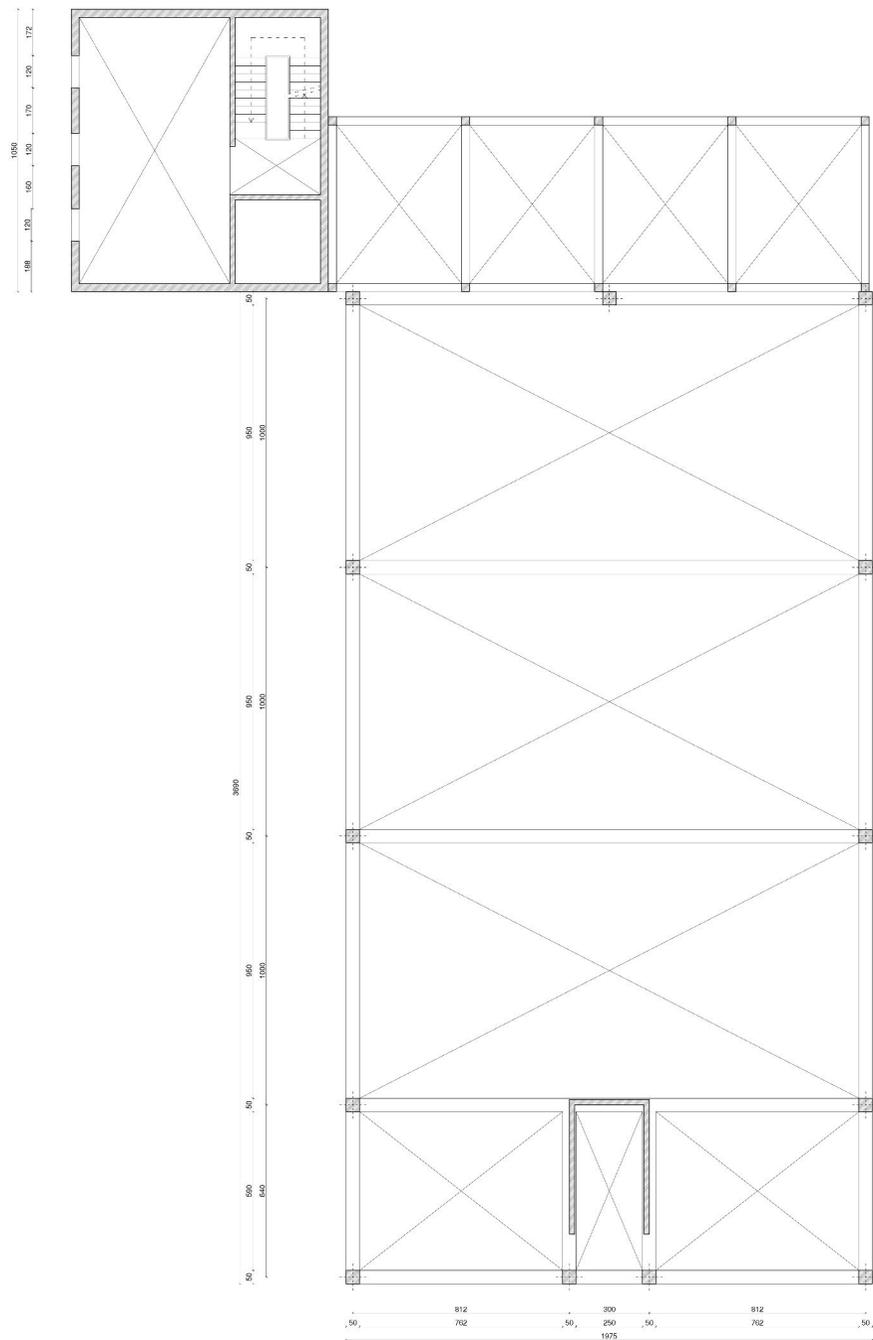


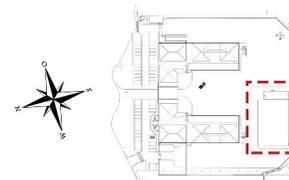
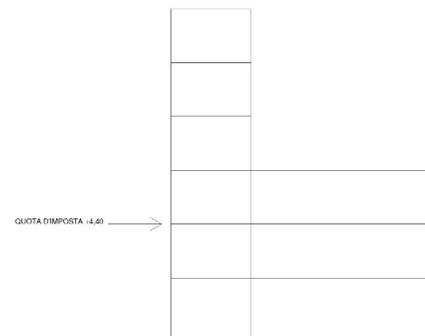
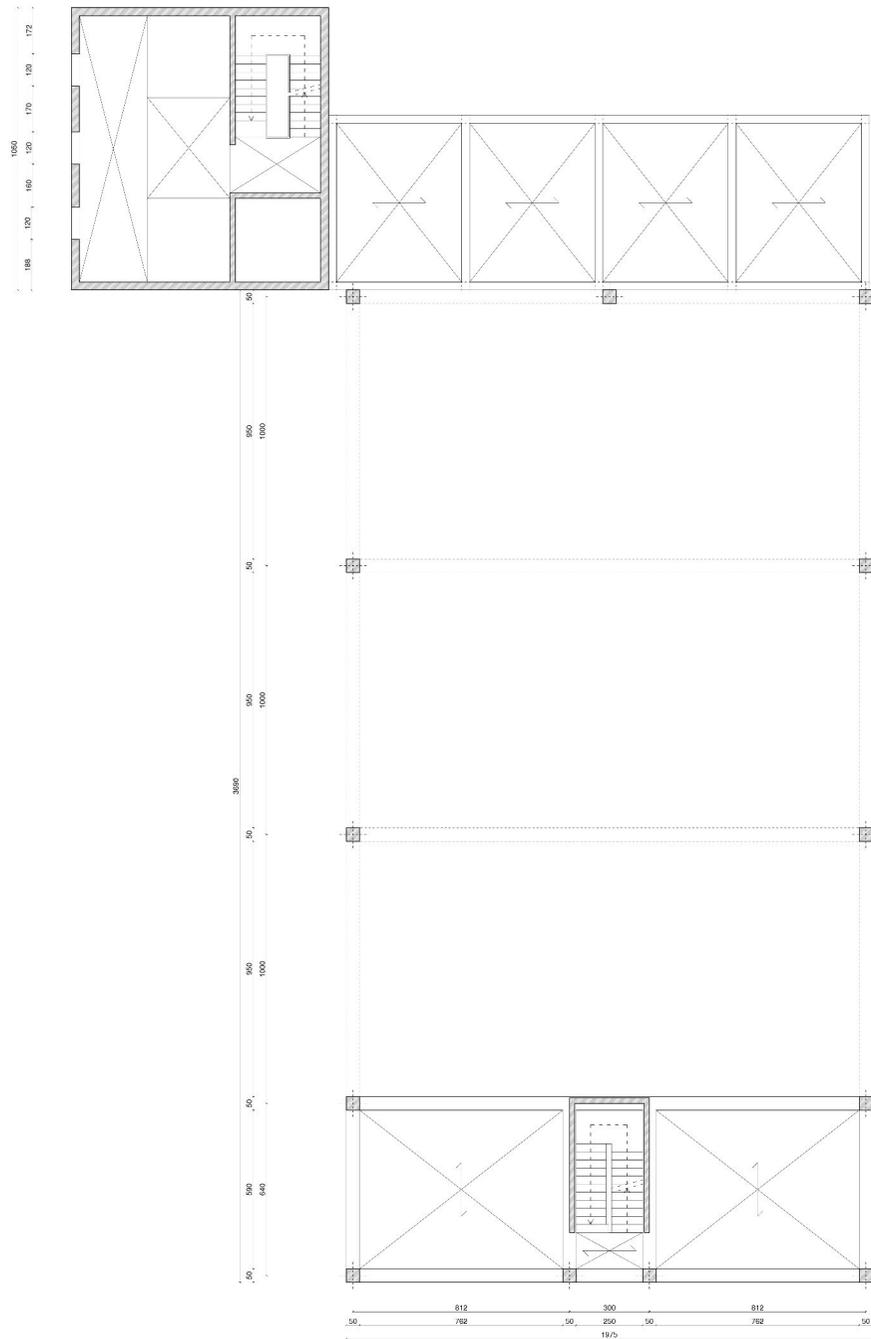
SEZIONE B-B

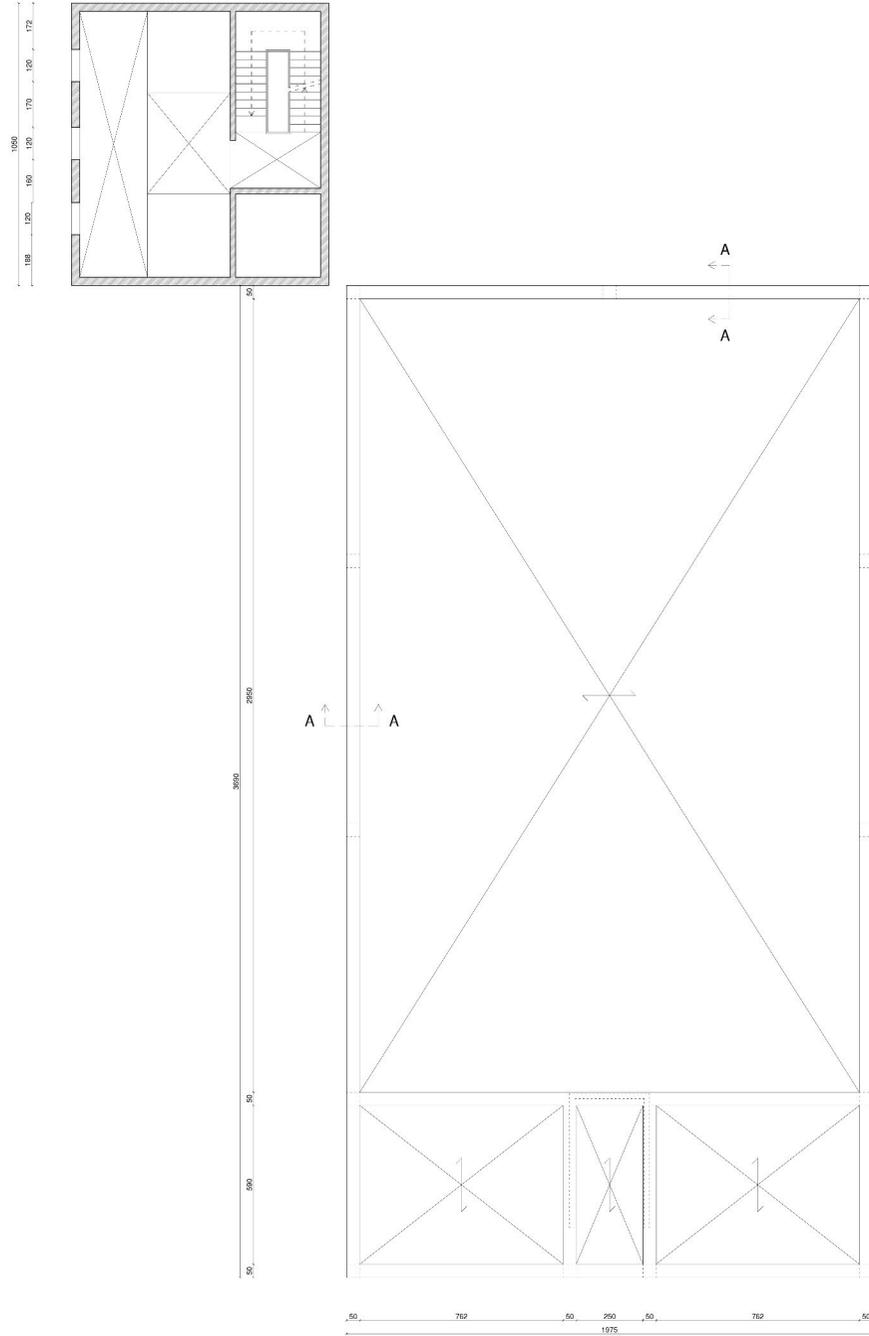


4,00 Piano posa travi di fondazione

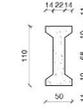




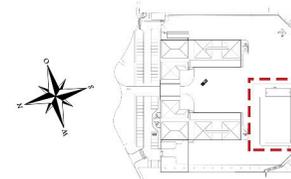




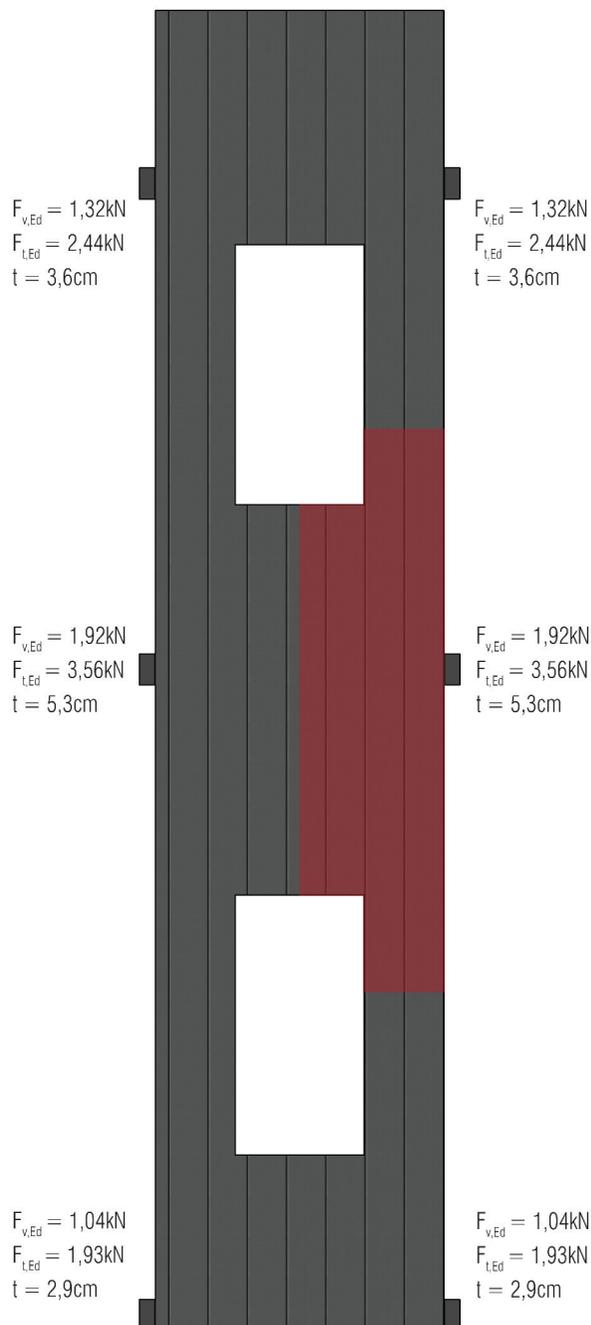
SEZIONE A-A



QUOTA DIMPORTA (+8.40)



## PANNELLO N°12



\*azioni calcolate allo SLU sugli ancoranti tesi

## DIMENSIONAMENTO PIASTRA

Scelte progettuali: si è deciso di utilizzare piastre angolari preforate ad ospitare ancoranti e viti anker in acciaio, particolare attenzione è stata prestata nel scegliere un modello che massimizasse il momento resistente generato dalla coppia di ancoranti.

## DIMENSIONAMENTO ANCORANTE IN ACCIAIO

Scelte progettuali: si è deciso di utilizzare ancoranti in acciaio anziché barre filettate classiche per velocizzare il fissaggio. Per migliorare l'efficacia degli ancoranti si è scelto di farli lavorare in coppia su ogni piastra.

Vincoli: la lunghezza dell'ancorante deve tenere conto della distanza tra la piastra e la trave, occupata dall'attuale rivestimento esterno.

Azioni agenti sull'ancorante teso della coppia:

$$F_{v,Ed} = (\text{Peso al m}^2 \text{ del pannello} \times \text{Area di influenza}) / (\text{N}^\circ \text{ di piastre} \times \text{N}^\circ \text{ di ancoranti per piastra})$$

$$F_{v,Ed} = 1,92\text{kN}$$

$$M_{Ed} = 2 \times F_{v,Ed} \times \text{distanza tra piastra e trave}$$

$$M_{Ed} = 0,58\text{kNm}$$

$$F_{t,Ed} = M_{Ed} / \text{distanza tra coppia di ancoranti}$$

$$F_{t,Ed} = 3,56\text{kN}$$

Verifiche secondo NTC 2018:

$$\text{Verifica a taglio} = F_{v,Rd} > F_{v,Ed} = 27,84\text{kN} > 1,92\text{kN} = \text{superata}$$

$$\text{Verifica a trazione} = F_{t,Rd} > F_{t,Ed} = 19,37\text{kN} > 3,56\text{kN} = \text{superata}$$

$$\text{Verifica a taglio e trazione} = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1,4 \times F_{t,Rd}) < 1 = 0,20 = \text{superata}$$

$$\text{Verifica della profondità d'ancoraggio}^* = L_{tir,Rd} > L_{tir,Ed} = 70\text{mm} > 58\text{mm} = \text{superata}$$

$$^* \text{dove } L_{tir,Ed} = F_{t,Ed} / (\pi \times \varnothing \times f_{bd})$$

## DIMENSIONAMENTO CHIODI

Scelte progettuali: si è deciso di utilizzare chiodi ad aderenza migliorata e di ottimizzare la geometria della piastra disponendoli simmetricamente.

Azioni agenti sul chiodo:

$$F_{v,Ed} = (\text{Peso al m}^2 \text{ del pannello} \times \text{Area di influenza}) / (\text{N}^\circ \text{ di piastre} \times \text{N}^\circ \text{ di chiodi per piastra})$$

$$F_{v,Ed} = 0,38\text{kN}$$

Verifiche secondo NTC 2018:

$$\text{Verifica a taglio} = F_{v,Rd} > F_{v,Ed} = 1,65\text{kN} > 0,38\text{kN} = \text{superata}$$

PANNELLO N°12:

Altezza = 10,15m

Larghezza = 2,15m

Area complessiva = 21,82m<sup>2</sup>

Area vuota = 4m<sup>2</sup>

Area piena = 17,82m<sup>2</sup>

Peso = 13,19kN



PIASTRA ANGOLARE:

Modello = Rothoblaas TITAN TCN240

Altezza lato cls = 240mm

Larghezza lato cls = 123mm

Fori lato cls = 4 x Ø17mm

Altezza lato legno = 240mm

Larghezza lato legno = 120mm

Fori lato legno = 36 x Ø5mm



ANCORANTE:

Modello = Würth W-FAZ/S M12X255

Ø = 12mm

$F_{v,Rd} = 27,84\text{kN}$

$F_{t,Rd} = 19,37\text{kN}$

Profondità massima d'ancoraggio = 70mm



CHIEDO ANKER X:

Modello = Rothoblaas LBA D4 x 60

Ø = 4mm

Lunghezza complessiva = 60mm

Lunghezza avvitabile = 50mm

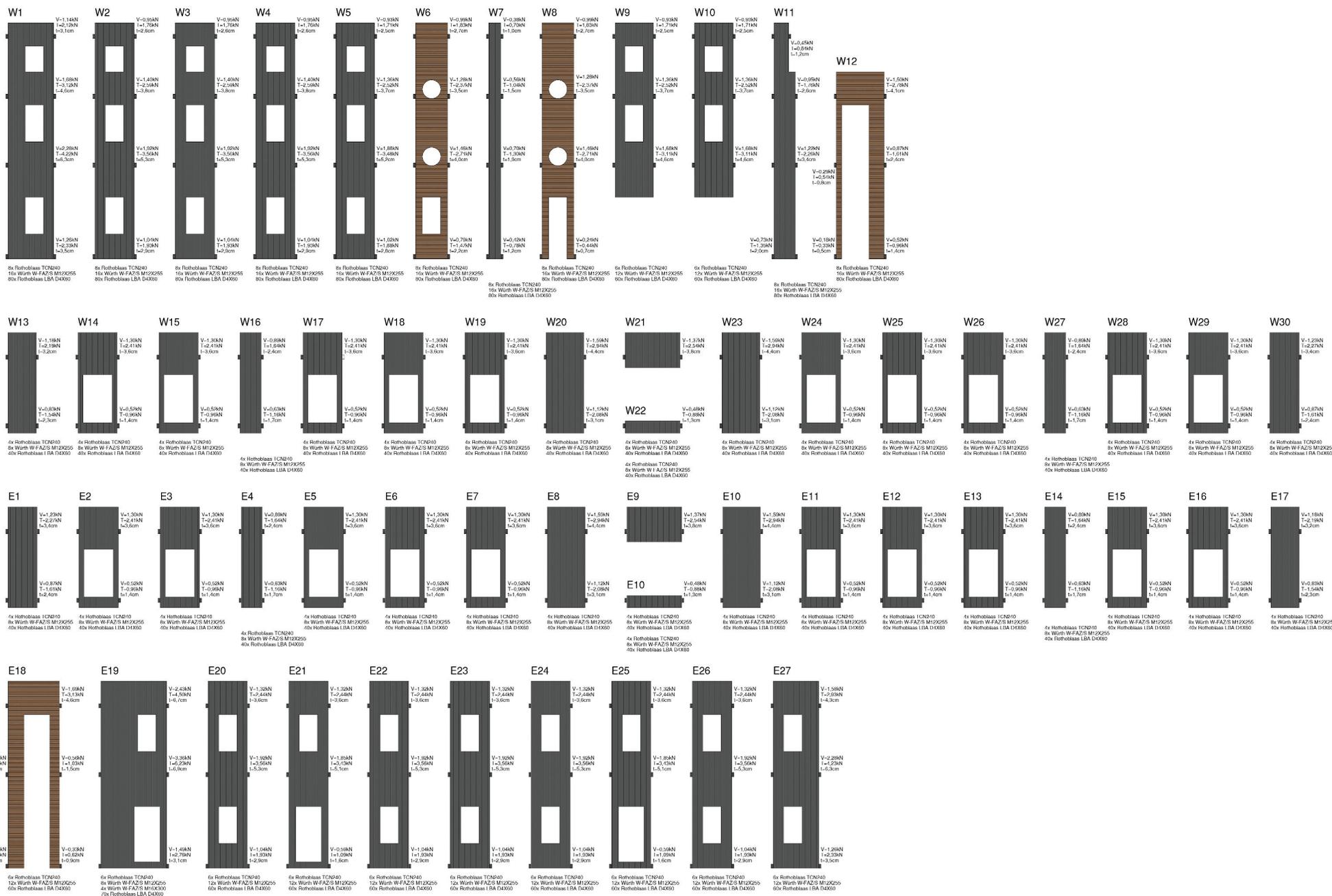
$F_{v,Rd} = 1,65\text{kN}$

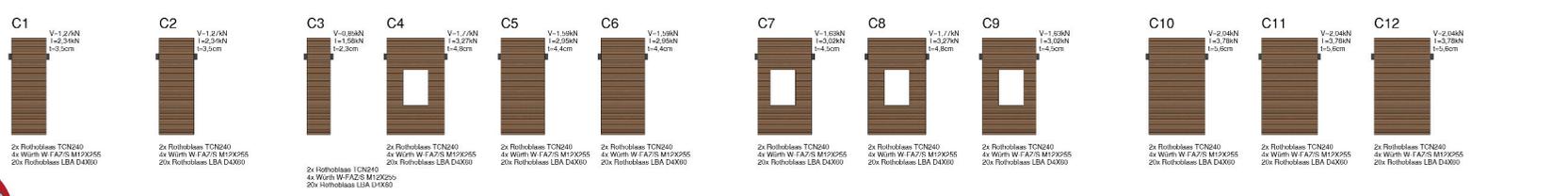
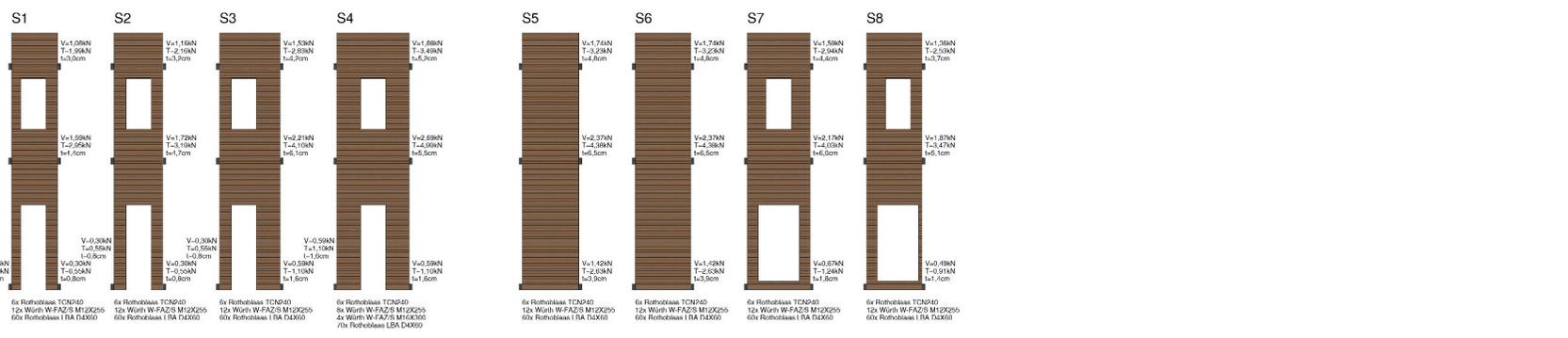
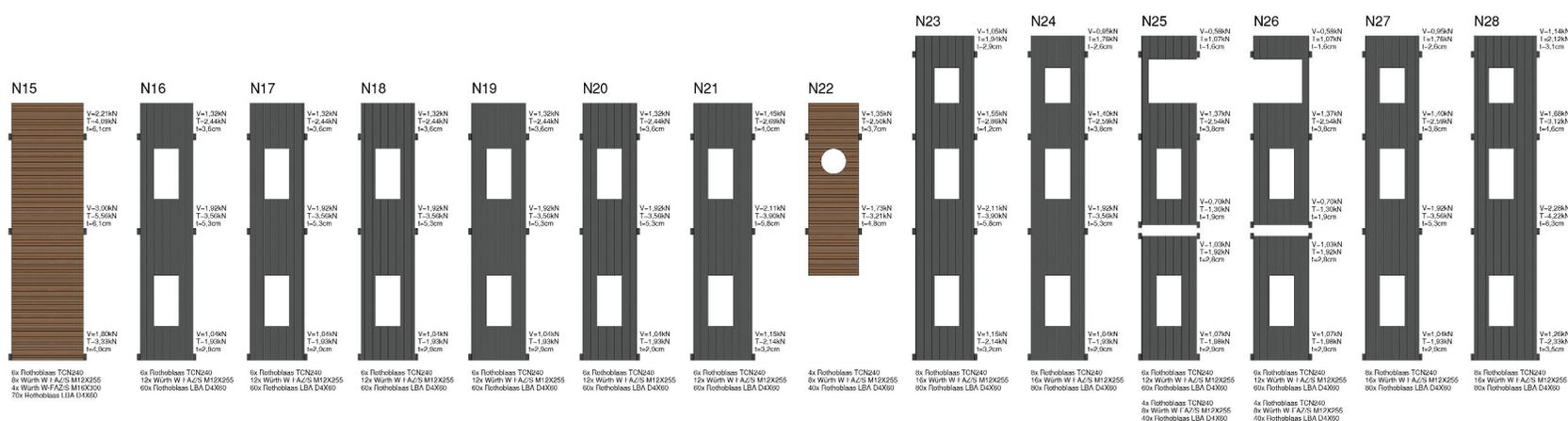
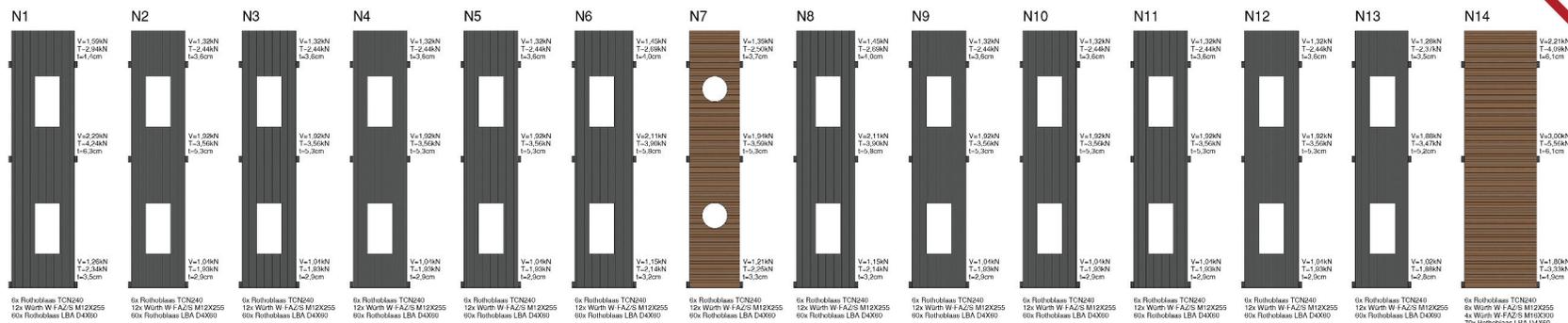
QUANTITATIVI:

6x Rothoblaas TITAN TCN240

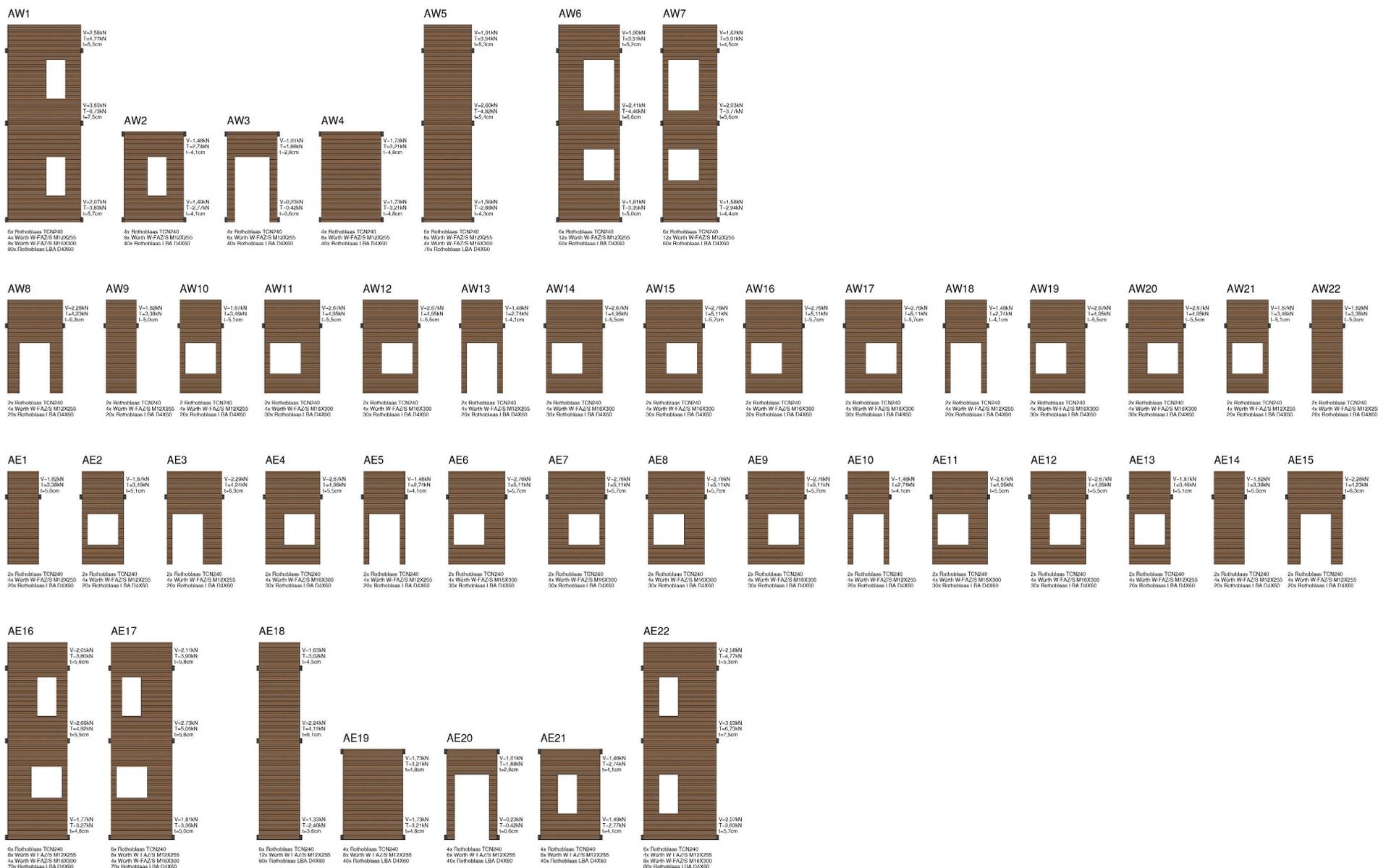
12x Würth W-FAZ/S M12X255

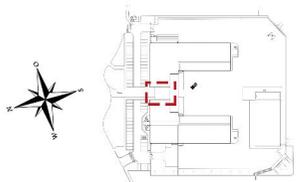
60x Rothoblaas LBA D4 x 60











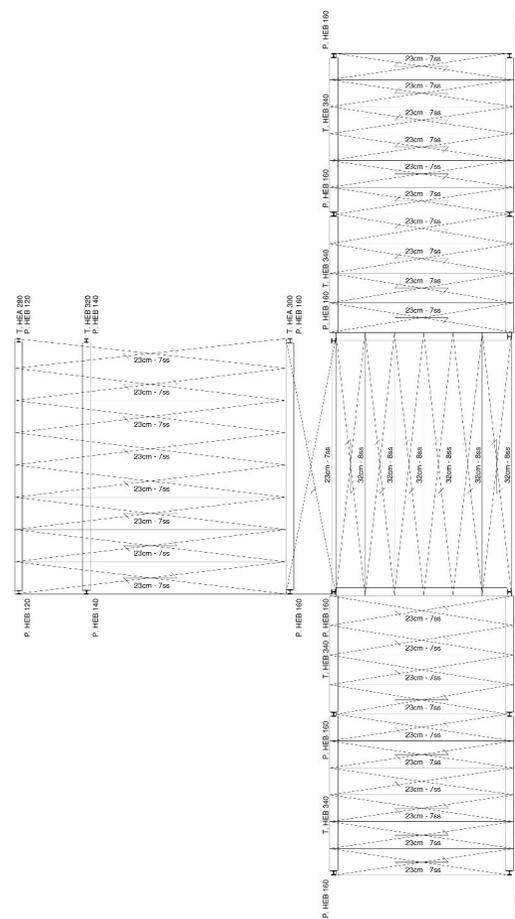
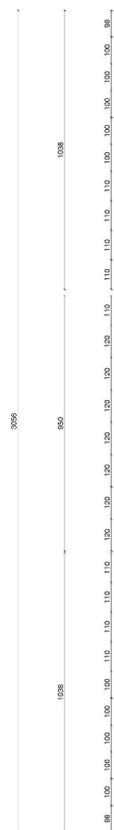
QUOTA D'IMPOSTA +5,40



### PIANTA STRUTTURALE DEL PRIMO IMPALCATO

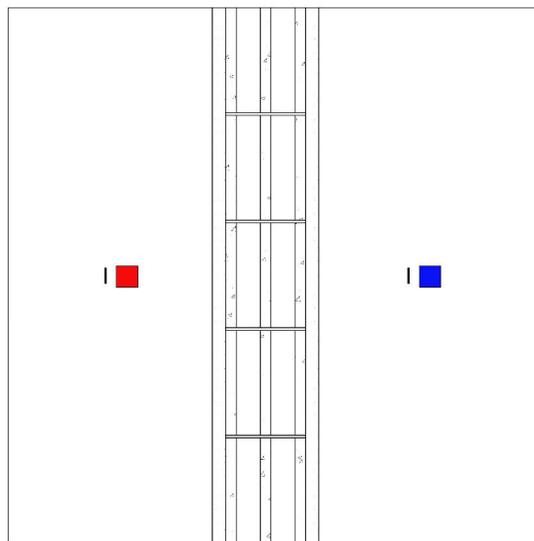


### PIANTA PRIMO PIANO





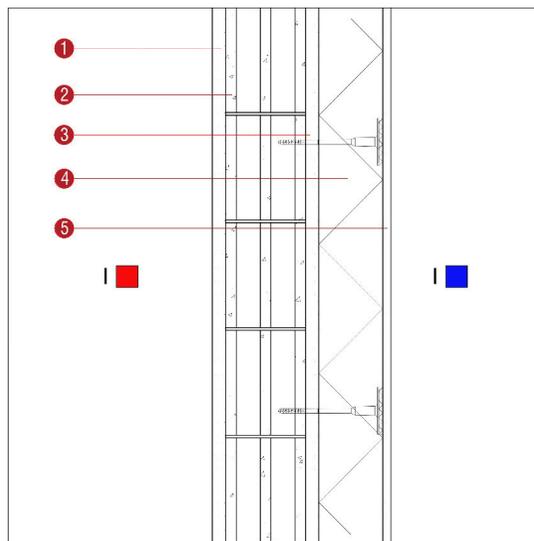
**STRATIGRAFIA ESISTENTE - 1,261 W/(m²K)**



**CV02 - Divisorio tra autorimessa e locali riscaldati**

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conducibilità termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²K/W]
	(lato interno)				0,130
1	intonaco	2,5	1400	0,7	0,036
2	blocchetti in cls	15	1400	0,5	0,300
3	intonaco	2,5	1400	0,7	0,036
4	polistirene espanso	12	19	0,036	3,333
5	intonaco isolante	1,5	600	0,18	0,083
	(lato esterno)				0,040

**STRATIGRAFIA DI PROGETTO - 0,253 W/(m²K)**



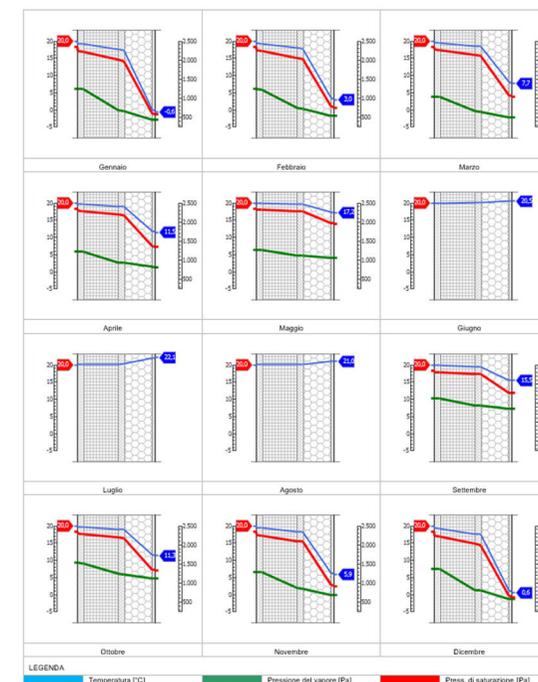
**DATI E VERICHE STRATIGRAFIA DI PROGETTO**

La stratigrafia è stata studiata e verificata con l'ausilio del software Termolog. La normativa di riferimento è la legge nazionale L90/2013.

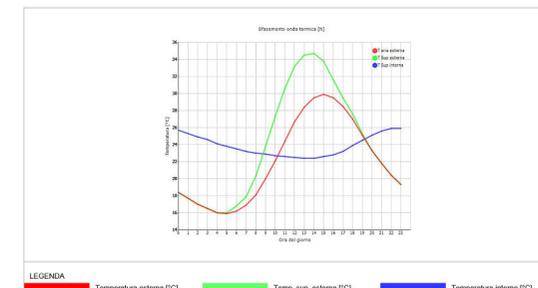
Spessore complessivo: 33,5 cm  
 Densità superficiale: 121 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 3,958 m²K/W  
 Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,253 W/(m²K)  
 Tempo di sfasamento dell'onda termica: 9h 27'  
 Fattore di attenuazione: 0,1852

- ✓ Trasmittanza OK  
0,253 < 0,280 W/m²K (Zona E, 2019)
- ✓ Condensa superficiale assente  
Frisi max < Frisi amm.  
0,750 < 0,967 (Dicembre)
- ✓ Condensa assente

**DIAGRAMMI PRESSIONE E TEMPERATURA**



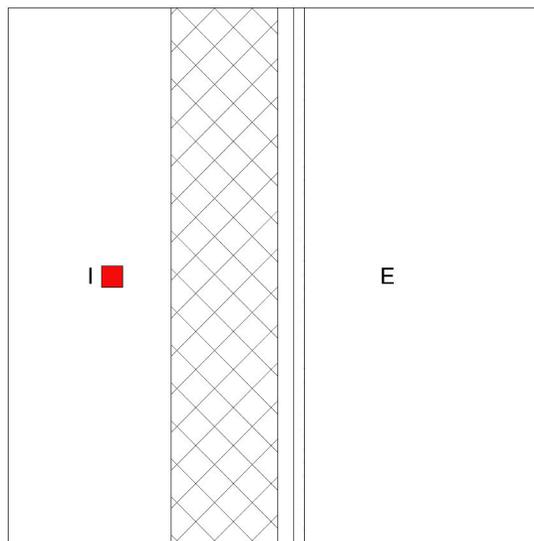
**DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA**



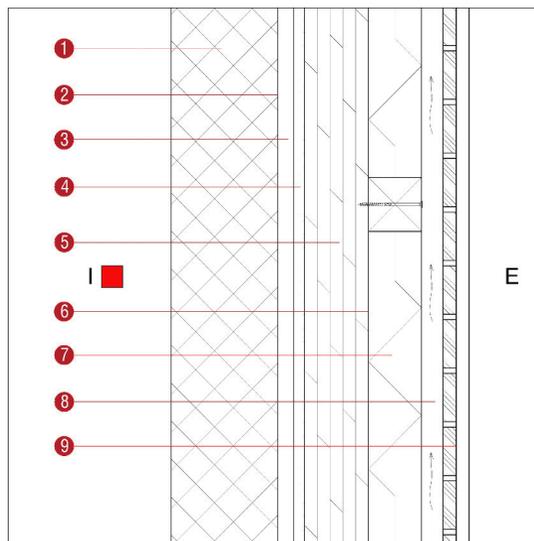
Tutti i dati di queste e altre verifiche sulla stratigrafia presa in analisi sono disponibili in maniera completa nella relazione.



**STRATIGRAFIA ESISTENTE - 1,543 W/(m²K)**



**STRATIGRAFIA DI PROGETTO - 0,208 W/(m²K)**



**CV05 - Chiusura verticale ingresso comandante**

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduttività termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²K/W]
	(lato interno)				0,130
1	calcestruzzo armato	20	2400	1,91	0,105
2	barriera vapore	0,05	427	0,4	0,001
3	fibra di legno	3	180	0,042	0,714
4	intonaco	2	1800	0,9	0,022
5	X-LAM	12	500	0,13	0,923
6	barriera vapore	0,03	427	0,4	0,001
7	polistirene espanso	10	19	0,036	2,778
8	camera d'aria	4	1	0,4	0,100
9	zinco	0,08	7200	110	0,000
	(lato esterno)				0,040

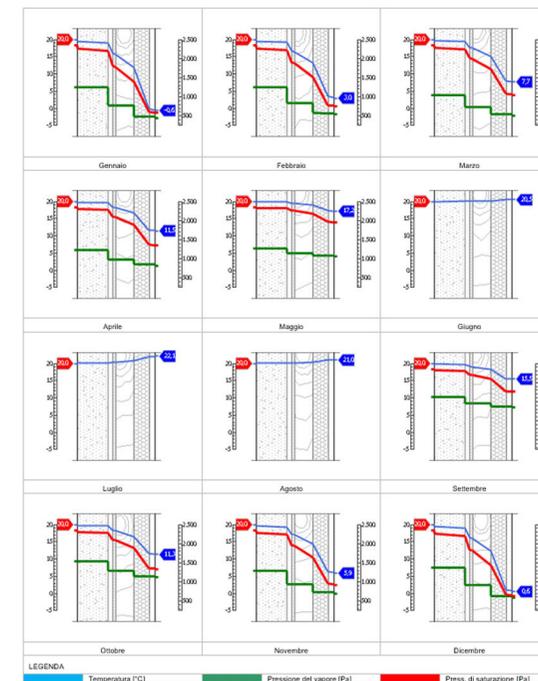
**DATI E VERICHE STRATIGRAFIA DI PROGETTO**

La stratigrafia è stata studiata e verificata con l'ausilio del software Termolog. La normativa di riferimento è la legge nazionale L90/2013.

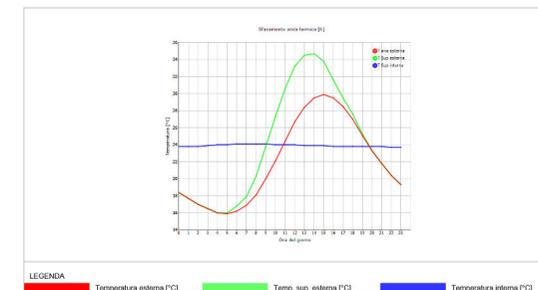
Spessore complessivo: 53,5 cm  
 Densità superficiale: 553 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 4,814 m²K/W  
 Trasmissione termica della stratigrafia: 0,208 W/(m²K)  
 Tempo di sfasamento dell'onda termica: 18h 06'  
 Fattore di attenuazione: 0,0180

- ✓ Trasmissione OK  
0,208 < 0,280 W/m²K (Zona E, 2019)
- ✓ Condensa superficiale assente  
F<sub>rsi</sub> max < F<sub>rsi</sub> ammi., 0,750 < 0,973 (Dicembre)
- ✓ Condensa assente

**DIAGRAMMI PRESSIONE E TEMPERATURA**



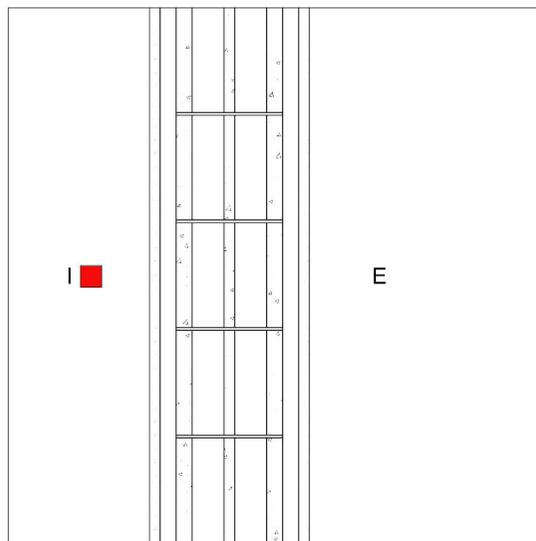
**DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA**



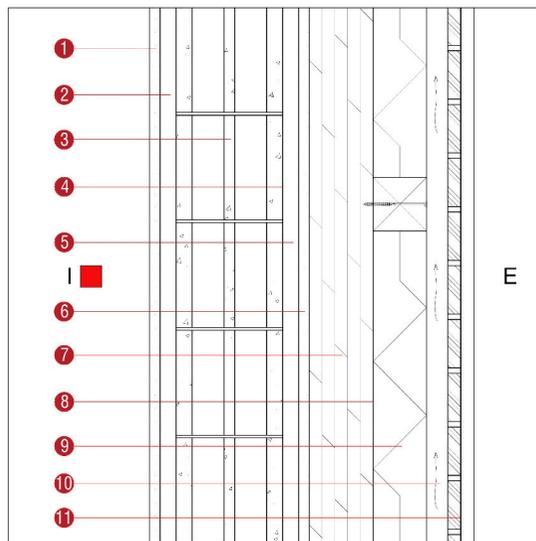
Tutti i dati di queste e altre verifiche sulla stratigrafia presa in analisi sono disponibili in maniera completa nella relazione.



**STRATIGRAFIA ESISTENTE - 0,648 W/(m²K)**



**STRATIGRAFIA DI PROGETTO - 0,169 W/(m²K)**



**CV08 - Chiusura verticale degli ingressi secondari**

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduttività termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²K/W]
	(lato interno)				0,130
1	intonaco	2	1400	0,7	0,029
2	fibra di legno	3	140	0,04	0,750
3	blocchetti in cls	20	1400	0,05	0,400
4	barriera vapore	0,05	427	0,4	0,001
5	fibra di legno	3	140	0,04	0,750
6	intonaco	2	1800	0,9	0,022
7	X-LAM	12	500	0,13	0,923
8	barriera vapore	0,03	427	0,4	0,001
9	polistirene espanso	10	19	0,036	2,778
10	camera d'aria	4	1	0,5	0,080
11	zinco	0,08	7200	110	0,000
	(lato esterno)				0,040

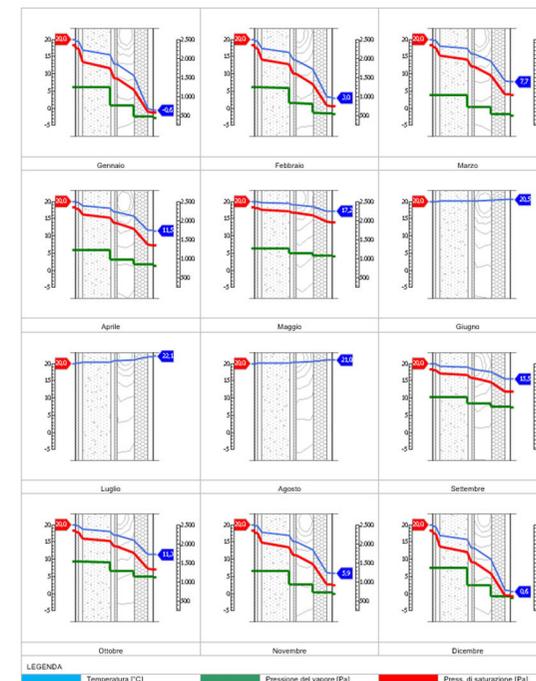
**DATI E VERICHE STRATIGRAFIA DI PROGETTO**

La stratigrafia è stata studiata e verificata con l'ausilio del software Termolog. La normativa di riferimento è la legge nazionale L90/2013.

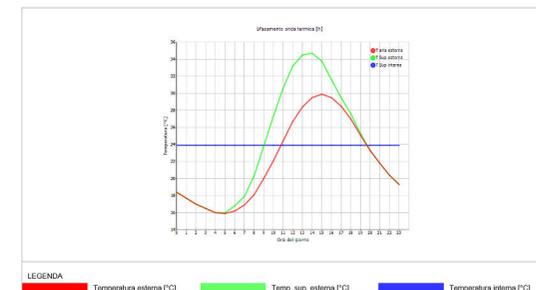
Spessore complessivo: 58,5 cm  
 Densità superficiale: 356 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 5,904 m²K/W  
 Trasmissione termica della stratigrafia: 0,169 W/(m²K)  
 Tempo di sfasamento dell'onda termica: 21h 54'  
 Fattore di attenuazione: 0,0043

- ✓ Trasmissione OK  
0,169 < 0,250 W/m²K (Zona E, 2019)
- ✓ Condensa superficiale assente  
Frisi max < Frisi crit. (Dicembre)  
0,750 < 0,978
- ✓ Condensa assente

**DIAGRAMMI PRESSIONE E TEMPERATURA**



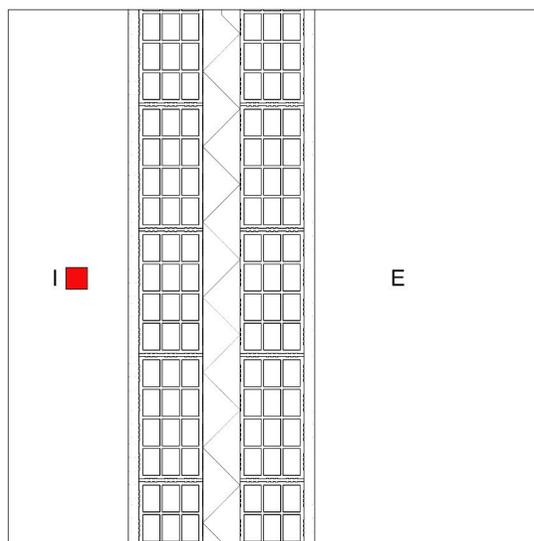
**DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA**



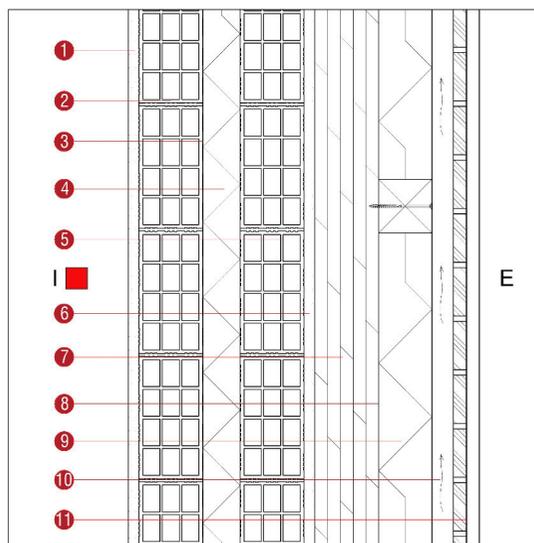
Tutti i dati di queste e altre verifiche sulla stratigrafia presa in analisi sono disponibili in maniera completa nella relazione.



## STRATIGRAFIA ESISTENTE - 0,389 W/(m²K)



## STRATIGRAFIA DI PROGETTO - 0,149 W/(m²K)



## CV10 - Chiusura verticale isolata

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduttività termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²K/W]
	(lato interno)				0,130
1	intonaco	2	1400	0,7	0,029
2	laterizi forati	12	1000	0,363	0,331
3	barriera vapore	0,05	427	0,4	0,001
4	polistirene espanso	7	19	0,036	1,944
5	laterizi forati	12	1000	0,363	0,331
6	intonaco	2	1800	0,9	0,022
7	X-LAM	12	500	0,13	0,923
8	barriera vapore	0,03	427	0,4	0,001
9	polistirene espanso	10	19	0,036	2,778
10	camera d'aria	4	1	0,5	0,080
11	zinco	0,08	7200	110	0,000
	(lato esterno)				0,040

## DATI E VERICHE STRATIGRAFIA DI PROGETTO

La stratigrafia è stata studiata e verificata con l'ausilio del software Termolog. La normativa di riferimento è la legge nazionale L90/2013.

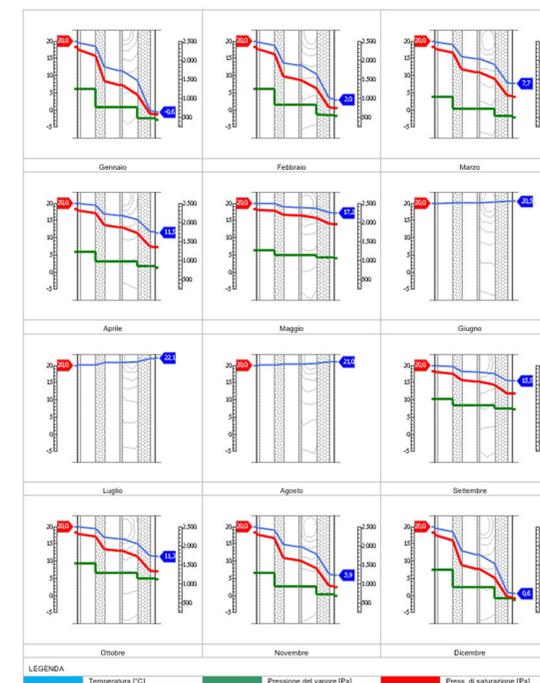
Spessore complessivo: 63,5 cm  
 Densità superficiale: 309 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 6,689 m²K/W  
 Trasmissione termica della stratigrafia: 0,149 W/(m²K)  
 Tempo di sfasamento dell'onda termica: 21h 25'  
 Fattore di attenuazione: 0,0068

✓ Trasmissione OK  
 $0,149 < 0,260$  W/m²K  
 (Zona E, 2019)

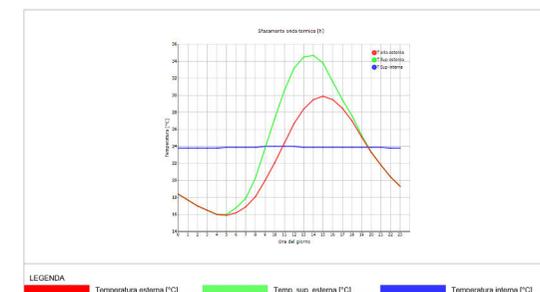
✓ Condensa superficiale assente  
 $F_{R1,max} < F_{R1,lim}$   
 $0,750 < 0,961$  (Dicembre)

✓ Condensa assente

## DIAGRAMMI PRESSIONE E TEMPERATURA

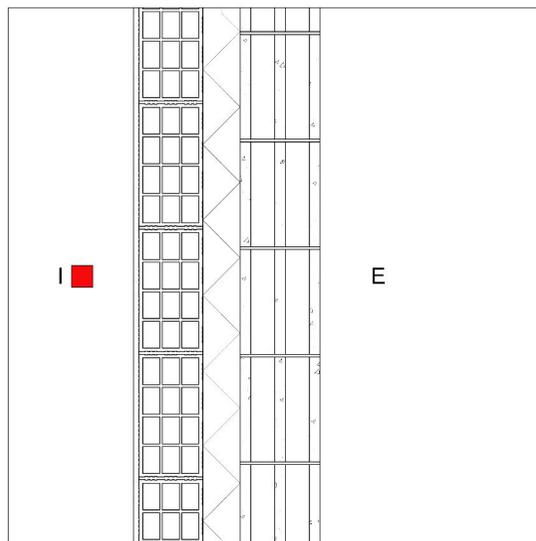


## DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA

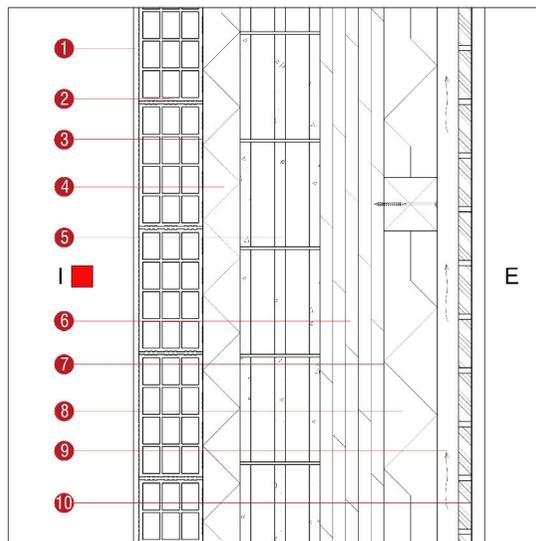


Tutti i dati di queste e altre verifiche sulla stratigrafia presa in analisi sono disponibili in maniera completa nella relazione.

STRATIGRAFIA ESISTENTE - 0,356 W/(m²K)



STRATIGRAFIA DI PROGETTO - 0,151 W/(m²K)



CV11 - Chiusura verticale isolata

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conducibilità termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²K/W]
	(lato interno)				0,130
1	intonaco	2	1400	0,7	0,029
2	laterizi forati	12	1000	0,363	0,331
3	barriera vapore	0,05	427	0,4	0,001
4	polistirene espanso	7	19	0,036	1,944
5	blocchetti in cls	15	1400	0,5	0,300
6	X-LAM	12	500	0,13	0,923
7	barriera vapore	0,03	427	0,4	0,001
8	polistirene espanso	10	19	0,036	2,778
9	camera d'aria	4	1	0,5	0,080
10	zinco	0,08	7200	110	0,000
	(lato esterno)				0,040

DATI E VERICHE STRATIGRAFIA DI PROGETTO

La stratigrafia è stata studiata e verificata con l'ausilio del software Termolog. La normativa di riferimento è la legge nazionale L90/2013.

Spessore complessivo: 64,5 cm  
 Densità superficiale: 399 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 6,636 m²K/W  
 Trasmissione termica della stratigrafia: 0,151 W/(m²K)  
 Tempo di sfasamento dell'onda termica: 22h 01'  
 Fattore di attenuazione: 0,0049

- ✓ Trasmissione OK  
0,151 < 0,260 W/m²K  
(Zona E, 2013)
- ✓ Condensa superficiale assente  
F<sub>RSI</sub> max < F<sub>RSI</sub> amm.  
0,750 < 0,960 (Dicembre)
- ✓ Condensa assente

DIAGRAMMI PRESSIONE E TEMPERATURA

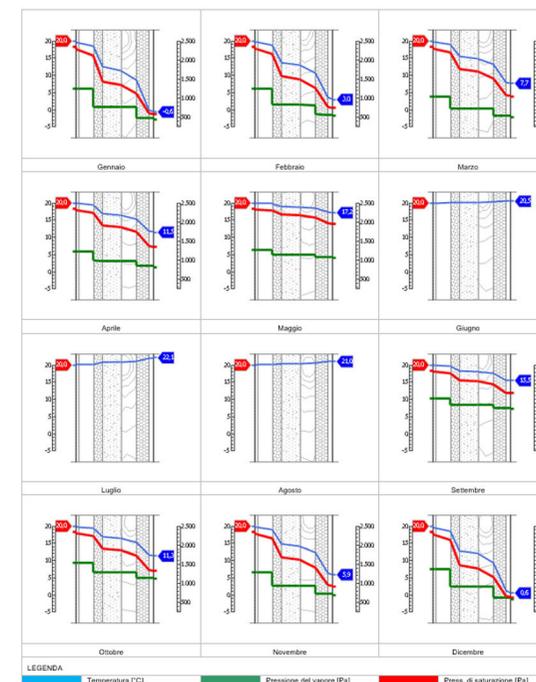
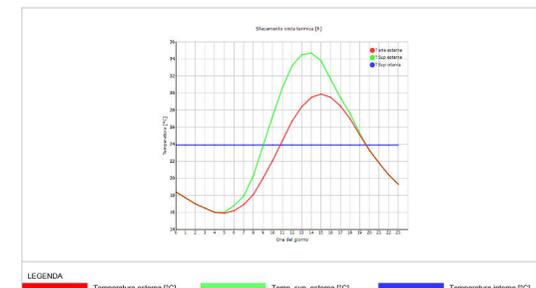


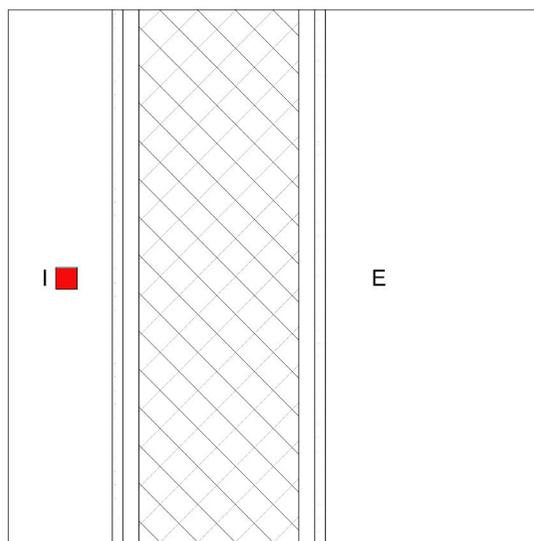
DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



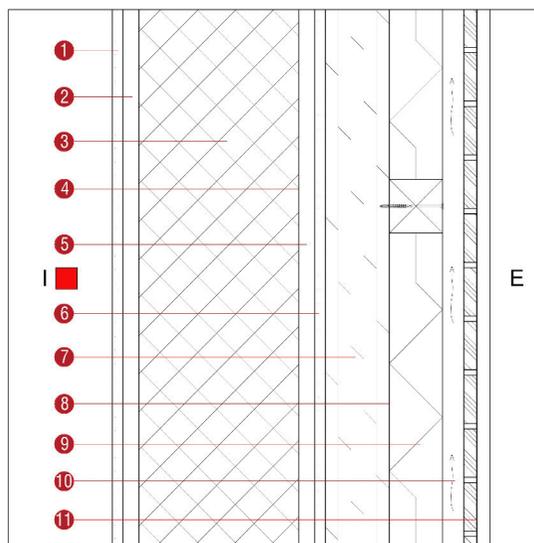
Tutti i dati di queste e altre verifiche sulla stratigrafia presa in analisi sono disponibili in maniera completa nella relazione.



STRATIGRAFIA ESISTENTE - 0,920 W/(m²K)



STRATIGRAFIA DI PROGETTO - 0,177 W/(m²K)



CV13 - Chiusura verticale dell'ingresso principale

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduttività termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²K/W]
	(lato interno)				0,130
1	intonaco	2	1400	0,7	0,029
2	fibra di legno	3	140	0,04	0,750
3	calcestruzzo armato	30	2400	1,91	0,157
4	barriera vapore	0,05	427	0,4	0,001
5	fibra di legno	3	140	0,04	0,750
6	intonaco	2	1800	0,9	0,022
7	X-LAM	12	500	0,13	0,923
8	barriera vapore	0,03	427	0,4	0,001
9	polistirene espanso	10	19	0,036	2,778
10	camera d'aria	4	1	0,5	0,080
11	zinco	0,08	7200	110	0,000
	(lato esterno)				0,040

DATI E VERICHE STRATIGRAFIA DI PROGETTO

La stratigrafia è stata studiata e verificata con l'ausilio del software Termolog. La normativa di riferimento è la legge nazionale L90/2013.

Spessore complessivo: 68,5 cm  
 Densità superficiale: 796 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 5,661 m²K/W  
 Trasmissione termica della stratigrafia: 0,177 W/(m²K)  
 Tempo di sfasamento dell'onda termica: 22h 17'  
 Fattore di attenuazione: 0,0019

- ✓ Trasmissione OK  
0,177 < 0,280 W/m²K (Zona E, 2019)
- ✓ Condensa superficiale assente  
Frisi max < Frisi critici  
0,750 < 0,977 (Dicembre)
- ✓ Condensa assente

DIAGRAMMI PRESSIONE E TEMPERATURA

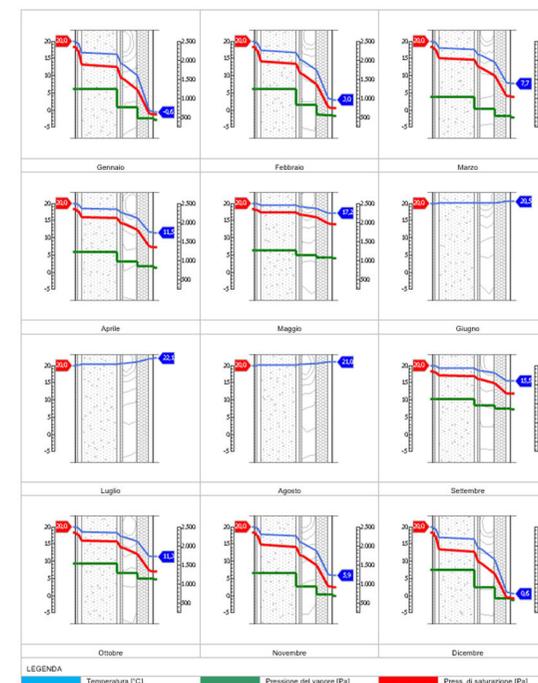
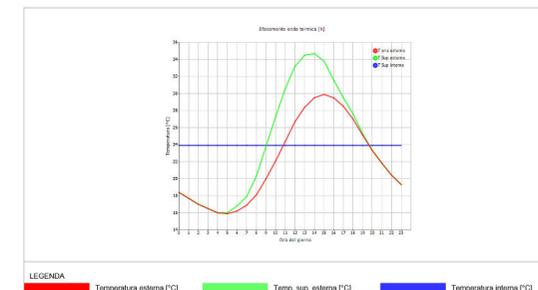


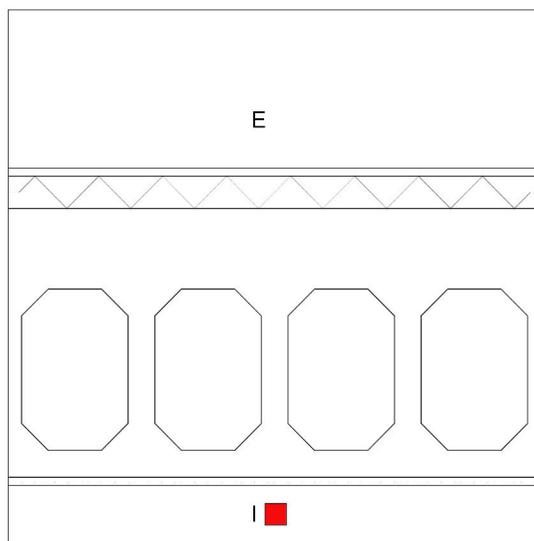
DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



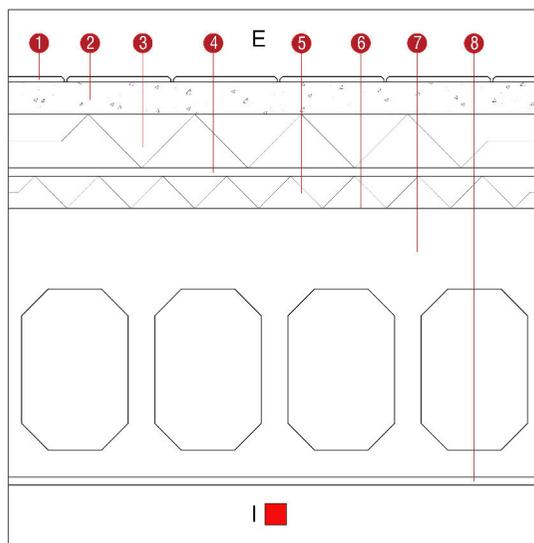
Tutti i dati di queste e altre verifiche sulla stratigrafia presa in analisi sono disponibili in maniera completa nella relazione.



**STRATIGRAFIA ESISTENTE - 0,466 W/(m²K)**



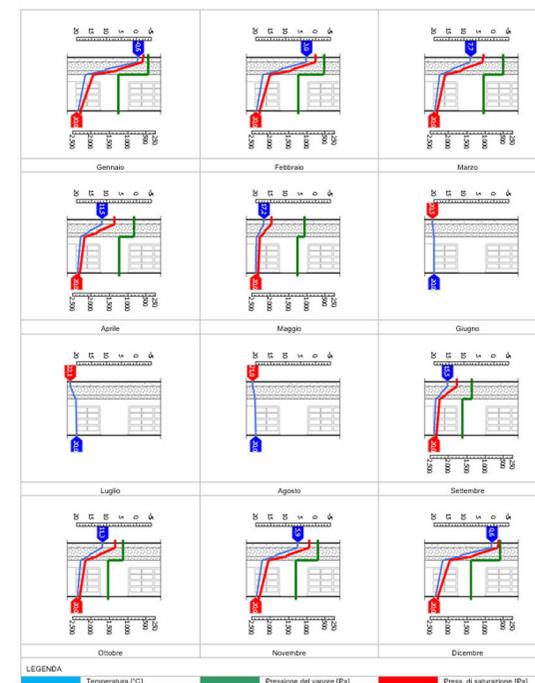
**STRATIGRAFIA DI PROGETTO - 0,182 W/(m²K)**



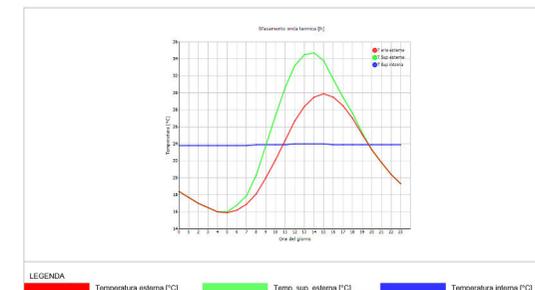
**CO03 - Tetto piano alle estremità delle falde degli archivi**

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conducibilità termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²K/W]
	(lato esterno)				0,040
1	piastrelle	1	2300	1	0,010
2	sottofondo in malta di cemento	6	2000	1,4	0,043
3	polistirene espanso	10	19	0,036	2,778
4	fibra di legno	1,5	565	0,09	0,167
5	polistirene espanso	6	19	0,036	1,667
6	barriera vapore	0,03	427	0,4	0,001
7	solaio alveolare in cls	50	1800	0,743	0,673
8	intonaco	1,5	1400	0,7	0,021
	(lato interno)				0,100

**DIAGRAMMI PRESSIONE E TEMPERATURA**



**DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA**



**DATI E VERICHE STRATIGRAFIA DI PROGETTO**

La stratigrafia è stata studiata e verificata con l'ausilio del software Termolog. La normativa di riferimento è la legge nazionale L90/2013.

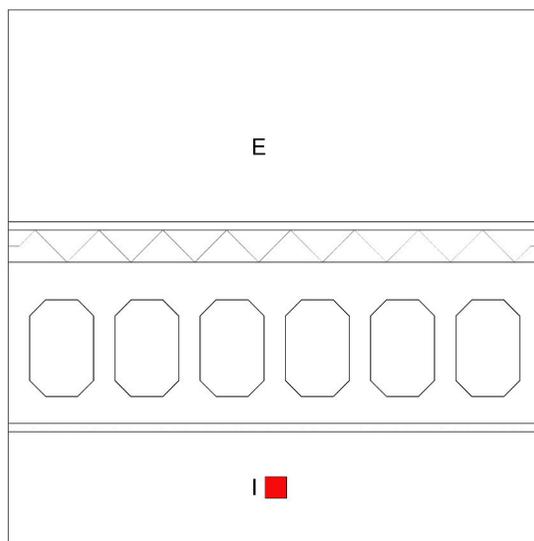
- Spessore complessivo: 76 cm
- Densità superficiale: 1055 kg/m²
- Resistenza termica complessiva: 5,499 m²K/W
- Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,182 W/(m²K)
- Tempo di sfasamento dell'onda termica: 24h 21'
- Fattore di attenuazione: 0,0076

- ✓ Trasmittanza OK  
0,182 < 0,250 W/m²K  
(Zona E, 2019)
- ✓ Condensa superficiale assente  
F<sub>risi max</sub> < F<sub>risi crit.</sub>  
0,750 < 0,976 (Dicembre)
- ✓ Condensa assente

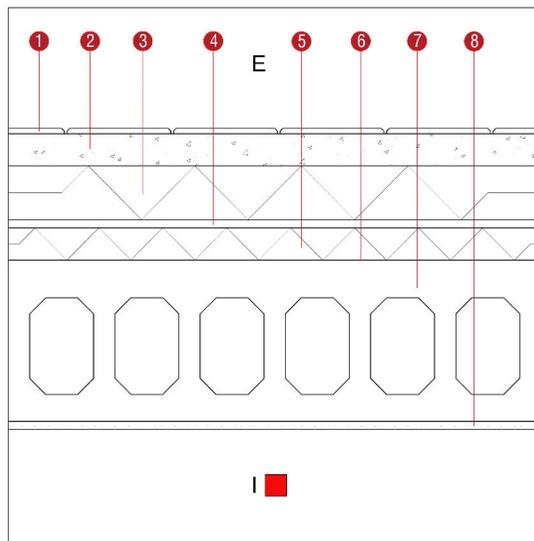
Tutti i dati di queste e altre verifiche sulla stratigrafia presa in analisi sono disponibili in maniera completa nella relazione.



**STRATIGRAFIA ESISTENTE - 0,478 W/(m²K)**



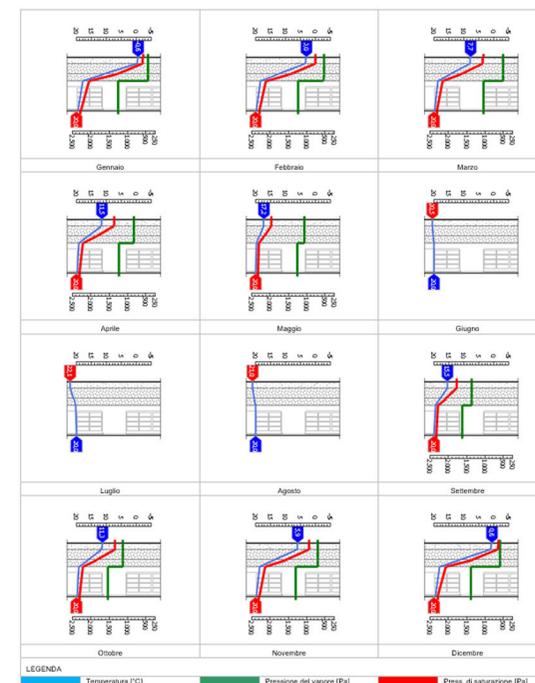
**STRATIGRAFIA DI PROGETTO - 0,191 W/(m²K)**



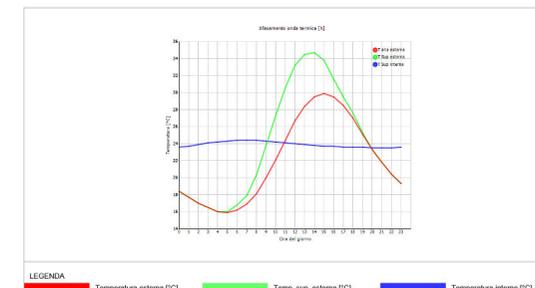
**CO04 - Tetto piano alle estremità delle falde non degli archivi**

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduttività termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²K/W]
	(lato esterno)				0,040
1	piastrelle	1	2300	1	0,010
2	sottofondo in malta di cemento	6	2000	1,4	0,043
3	polistirene espanso	10	19	0,036	2,778
4	fibra di legno	1,5	565	0,09	0,167
5	polistirene espanso	6	19	0,036	1,667
6	barriera vapore	0,03	427	0,4	0,001
7	solaio alveolare in cls	30	1800	0,743	0,404
8	intonaco	1,5	1400	0,7	0,021
	(lato interno)				0,100

**DIAGRAMMI PRESSIONE E TEMPERATURA**



**DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA**



**DATI E VERICHE STRATIGRAFIA DI PROGETTO**

La stratigrafia è stata studiata e verificata con l'ausilio del software Termolog. La normativa di riferimento è la legge nazionale L90/2013.

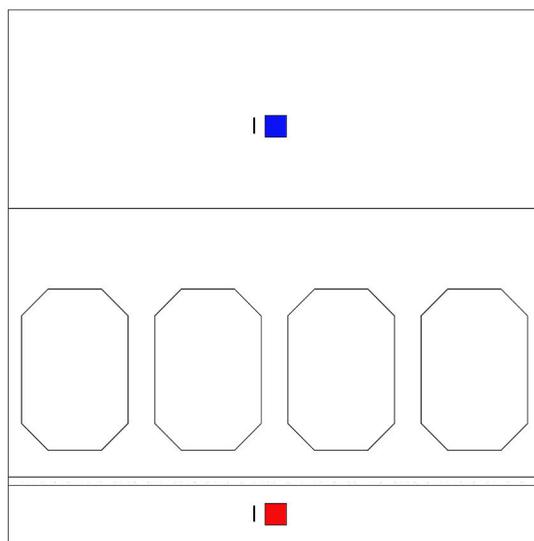
- Spessore complessivo: 56 cm
- Densità superficiale: 695 kg/m²
- Resistenza termica complessiva: 5,230 m²K/W
- Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,191 W/(m²K)
- Tempo di sfasamento dell'onda termica: 17h 11'
- Fattore di attenuazione: 0,0474

- ✓ Trasmittanza OK  
0,191 < 0,250 W/m²K  
(Zona E, 2019)
- ✓ Condensa superficiale assente  
Fini max < Fini min.  
0,750 < 0,975 (Dicembre)
- ✓ Condensa assente

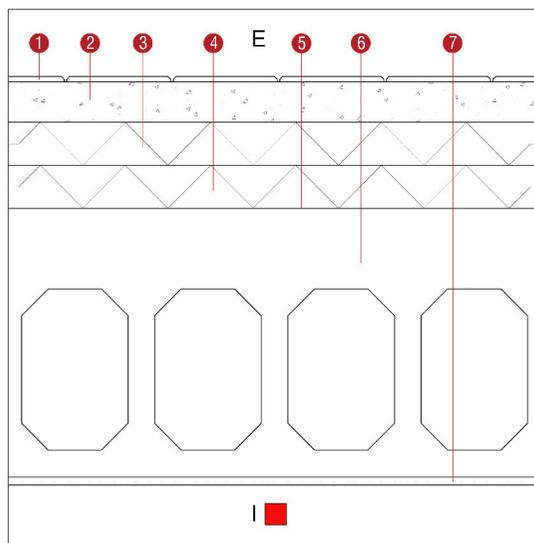
Tutti i dati di queste e altre verifiche sulla stratigrafia presa in analisi sono disponibili in maniera completa nella relazione.



STRATIGRAFIA ESISTENTE - 1,904 W/(m²K)



STRATIGRAFIA DI PROGETTO - 0,187 W/(m²K)



P001 - Solai degli archivi

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduttività termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²·K/W]
	(lato esterno)				0,040
1	piastrelle	1	2300	1	0,010
2	sottofondo in malta di cemento	7,5	2000	1,4	0,054
3	polistirene espanso	8	19	0,036	2,222
4	polistirene espanso	8	19	0,036	2,222
5	barriera vapore	0,03	427	0,4	0,001
6	solaio alveolare in cls	50	1800	0,743	0,673
7	intonaco	1,5	1400	0,7	0,021
	(lato interno)				0,100

DIAGRAMMI PRESSIONE E TEMPERATURA

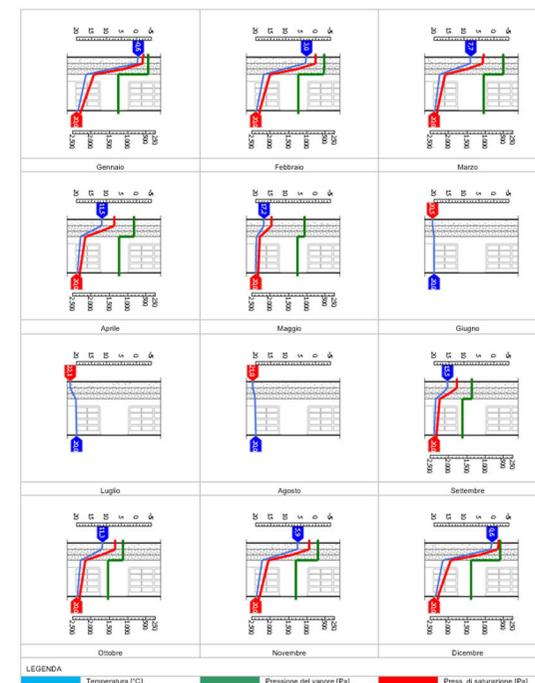
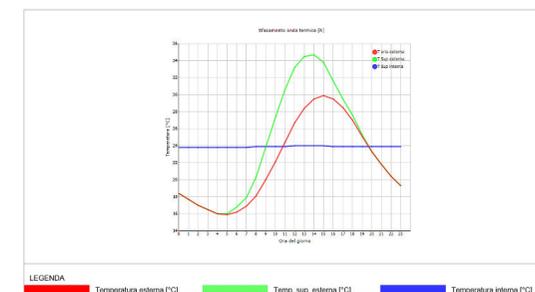


DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



DATI E VERICHE STRATIGRAFIA DI PROGETTO

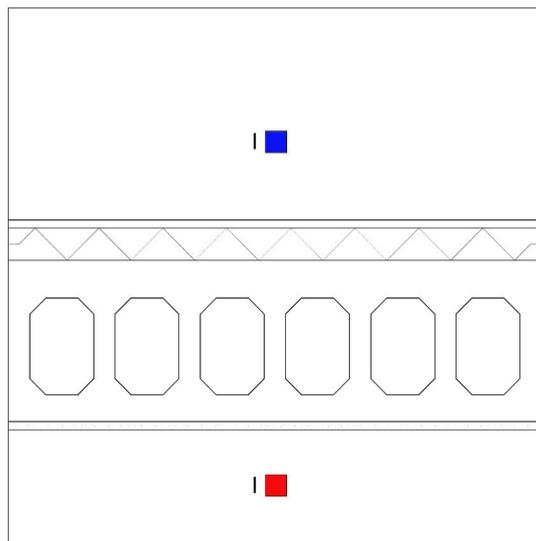
La stratigrafia è stata studiata e verificata con l'ausilio del software Termolog. La normativa di riferimento è la legge nazionale L90/2013.

- Spessore complessivo: 76 cm
- Densità superficiale: 1076 kg/m²
- Resistenza termica complessiva: 5,343 m²K/W
- Trasmittanza termica della stratigrafia: 0,187 W/(m²K)
- Tempo di sfasamento dell'onda termica: 23h 43'
- Fattore di attenuazione: 0,0077

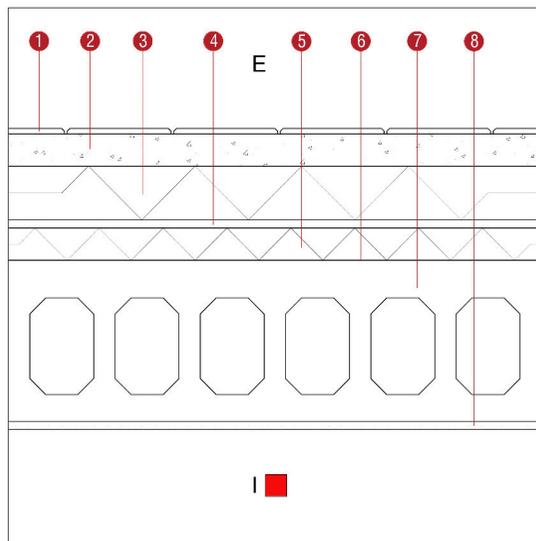
- Trasmittanza OK: 0,187 < 0,250 W/m²K (Zona E, 2019)
- Condensa superficiale assente: Fris max < Fris atm: 0,750 < 0,976 (Dicembre)
- Condensa assente



**STRATIGRAFIA ESISTENTE - 0,464 W/(m²K)**



**STRATIGRAFIA DI PROGETTO - 0,191 W/(m²K)**



**P002 - Solaio non degli archivi**

N°	Materiale	Spessore [cm]	Densità [kg/m³]	Conduttività termica λ [W/(m·K)]	Resistenza termica R [m²K/W]
	(lato esterno)				0,040
1	piastrelle	1	2300	1	0,010
2	sottofondo in malta di cemento	6	2000	1,4	0,043
3	polistirene espanso	10	19	0,036	2,778
4	fibra di legno	1,5	565	0,09	0,167
5	polistirene espanso	6	19	0,036	1,667
6	barriera vapore	0,03	427	0,4	0,001
7	solaio alveolare in cls	30	1800	0,743	0,404
8	intonaco	1,5	1400	0,7	0,021
	(lato interno)				0,100

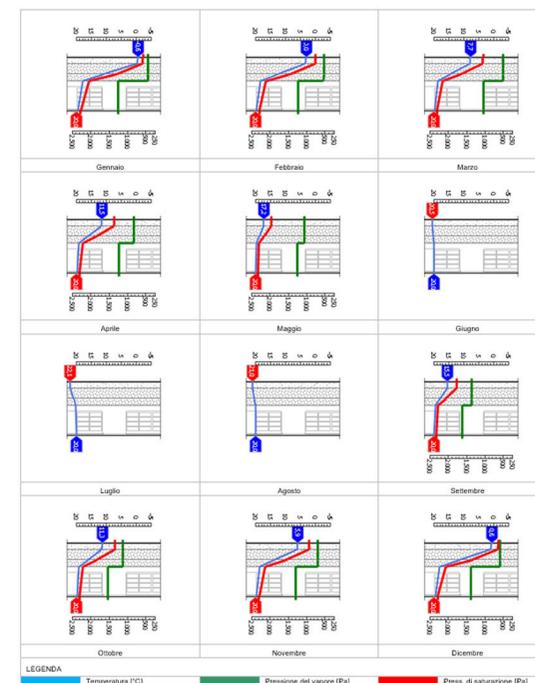
**DATI E VERICHE STRATIGRAFIA DI PROGETTO**

La stratigrafia è stata studiata e verificata con l'ausilio del software Termolog. La normativa di riferimento è la legge nazionale L90/2013.

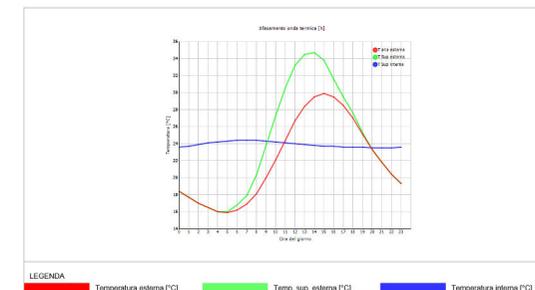
Spessore complessivo: 56 cm  
 Densità superficiale: 695 kg/m²  
 Resistenza termica complessiva: 5,230 m²K/W  
 Trasmissione termica della stratigrafia: 0,191 W/(m²K)  
 Tempo di sfasamento dell'onda termica: 17h 11'  
 Fattore di attenuazione: 0,0474

- ✓ Trasmissione OK  
0,191 < 0,250 W/m²K (Zona E, 2019)
- ✓ Condensa superficiale assente  
F<sub>risi</sub> max < F<sub>risi</sub> crit.  
0,750 < 0,975 (Dicembre)
- ✓ Condensa assente

**DIAGRAMMI PRESSIONE E TEMPERATURA**



**DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA**



LEGENDA: █ Temperatura esterna [°C] █ Temp. sup. esterna [°C] █ Temperatura interna [°C]

Tutti i dati di queste e altre verifiche sulla stratigrafia presa in analisi sono disponibili in maniera completa nella relazione.



## SOSTITUZIONE DEGLI ATTUALI SERRAMENTI

Gli attuali serramenti, caratterizzati da pessime trasmittanze, sono stati sostituiti con dei nuovi serramenti con prestazioni decisamente migliori in modo da soddisfare i requisiti normativi. I serramenti nuovi sono montati in stabilimento sui pannelli in X-LAM così da ridurre in maniera significativa i tempi di realizzazione dell'intervento in cantiere. Se il calcolo delle trasmittanze dei serramenti dello stato di fatto era stato compiuto attraverso un foglio di calcolo seguendo come riferimento la norma UNI EN ISO 10077, per i nuovi serramenti si è invece deciso di sfruttare le potenzialità del software Termolog, che è stato impiegato anche per tutta la parte di analisi energetica dell'edificio.

Nella colonna a destra è possibile fare un confronto diretto tra le trasmittanze originali e quelle dei nuovi elementi. Alcuni serramenti non sono stati sostituiti per vari motivi: alcuni perché facevano parte di locali non soggetti a riqualificazione energetica come per esempio palestra, piano interrato e locali impianti, altri perché semplicemente appartenevano a locali non più esistenti perché demoliti come per esempio la sala operativa e gli archivi al secondo piano.

In questa tavola sono elencate alcune informazioni relative ai nuovi serramenti; per prendere visione di tutti i dati utili si rimanda alla relazione.

La città di Sondrio si trova nella zona climatica E. Nella tabella sottostante è possibile dunque sapere la trasmittanza che dovrà rispettare il nuovo serramento.

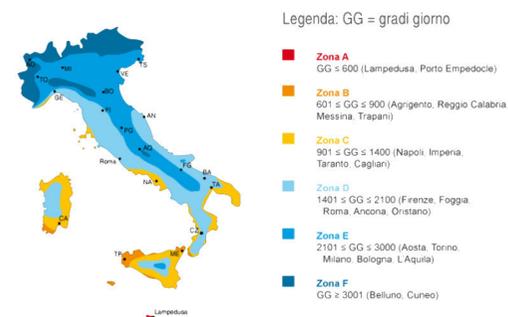


Tabella 4 - Trasmittanza termica U massima delle chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati soggette a riqualificazione

Zona climatica	U (W/m²K)	
	2015 <sup>1)</sup>	2021 <sup>2)</sup>
A e B	3,20	3,00
C	2,40	2,00
D	2,10	1,80
E	1,90	1,40
F	1,70	1,00

## CARATTERISTICHE DEL VETRO E DEL TELAIO

### VETRO

#### Tipologia:

Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo

#### Composizione:

Triplo vetro [4-16-4-16-4] Argon-Argon

#### Emissività ε:

0,837

#### Coefficiente di trasmissione solare g:

0,500

#### Trasmittanza termica vetro Ug:

0,480 W/(m² K)

### TELAIO

#### Materiale:

PVC profilo vuoto

#### Tipologia:

con tre camere

#### Distanziatore:

plastica

#### Trasmittanza termica del telaio Uf:

2,000 W/(m² K)

#### Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio $\psi_{lg}$ :

0,050 W/(m K)



## TABELLA TRASMITTANZE

Codice	Superficie serramento [m²]	Superficie telaio Af [m²]	Trasmittanza stato di fatto [W/(m² K)]	Trasmittanza di progetto [W/(m² K)]	Rispetta i limiti imposti da normativa?
PF1	4,16	0,94	4,052	0,890	✓
US1	3,90	1,00	4,179	1,017	✓
US2	3,90	1,00	4,179	1,017	✓
US3	3,38	0,85	4,161	1,020	✓
P1	4,80	1,12	4,081	0,959	✓
P2	4,80	1,12	4,081	0,959	✓
P3	3,00	1,38	4,942	0,949	✓
P4	6,00	1,10	3,869	0,857	✓
P5	4,80	1,12	4,081	0,959	✓
P6	2,45	1,24	5,103	0,935	✓
P7	2,10	2,10	1,37	/	
P8	2,88	2,88	7,000	/	
P9	3,84	3,84	7,000	/	
F1	2,00	0,52	4,201	1,038	✓
F2	0,79	0,15	3,913	0,949	✓
F3	2,56	0,46	3,870	0,882	✓
F4	1,40	0,36	4,200	1,047	✓
F5	1,20	0,22	3,885	/	
F6	1,20	0,39	4,488	/	
F7	0,40	0,13	4,488	/	
F8	1,00	0,19	3,913	/	
V1	8,70	1,46	3,826	0,956	✓
V2	2,19	0,32	3,718	/	
V3	2,19	0,40	3,884	/	
V4	10,05	3,05	4,378	1,122	✓
V5	12,60	4,90	4,699	1,084	✓
V6	16,95	3,66	4,009	/	
V7	13,45	2,02	3,755	/	
V8	11,85	3,10	4,184	/	
V9	7,24	1,75	4,106	/	

## CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO ESISTENTE

Tutte le informazioni utili relative agli attuali impianti sono state ottenute dalle schede di rilievo allegate al bando.

### IMPIANTO TERMICO INVERNALE

<b>Tipologia impianto:</b>	Idronico
<b>Tipologia generatore:</b>	Caldaia tradizionale
<b>Potenza complessiva dei generatori:</b>	1010 kW
<b>Rendimento medio di combustione:</b>	0,47
<b>Stato conservativo prevalente dei generatori:</b>	Buono
<b>Tipo di distribuzione:</b>	Orizzontale
<b>Tipo di terminali:</b>	Radiatori
<b>Tipo di regolazione:</b>	Per singolo ambiente + climatica
<b>Stato conservativo impianto:</b>	Buono

### IMPIANTO TERMICO ESTIVO

<b>Tipologia impianto:</b>	Split
<b>Tipologia generatore:</b>	Split
<b>Potenza complessiva dei generatori:</b>	44 kW
<b>Stato conservativo prevalente dei generatori:</b>	Buono
<b>Tipo di distribuzione:</b>	Aeraulico
<b>Tipo di terminali:</b>	Bocchette
<b>Tipo di regolazione:</b>	Solo per singolo ambiente
<b>Stato conservativo impianto:</b>	Ottimo

### IMPIANTO ELETTRICO

<b>Tensione di allacciamento alla rete:</b>	Media tensione
<b>Potenza installata complessiva:</b>	150 kW
<b>Tipo di terminali di illuminazione interna:</b>	Lampade fluorescenti
<b>Potenza totale terminali di illuminazione interna:</b>	32,6 kW
<b>Stato conservativo prevalente:</b>	Buono
<b>Tipo di terminali di illuminazione esterna:</b>	Alogenuri metallici
<b>Potenza totale terminali di illuminazione esterna:</b>	4,5 kW
<b>Stato conservativo prevalente:</b>	Mediocre

### CONSUMI E SPESA

anno	Gas naturale	Spesa	Energia elettrica	Spesa	Spesa totale
2013	91.090 m <sup>3</sup>	72.737 €	197.679 kWh	45.663 €	118.400 €
2014	79.838 m <sup>3</sup>	60.894 €	185.645 kWh	43.366 €	104.260 €
2015	43.942 m <sup>3</sup>	57.056 €	224.188 kWh	60.979 €	118.035 €

## CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO DI PROGETTO

Per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio è stata ipotizzata la sostituzione degli attuali impianti con dei nuovi sistemi provvisti di generatori più efficienti.

### IMPIANTO TERMICO INVERNALE

<b>Tipologia impianto:</b>	Idronico
<b>Tipologia generatore:</b>	Pompa di calore a compressione di vapore
<b>Potenza complessiva dei generatori:</b>	150 kW
<b>Efficienza media COP:</b>	4,0
<b>Vettore energetico:</b>	Energia elettrica
<b>Tipo di terminali:</b>	Ventilconvettori
<b>Tipo di regolazione:</b>	Funzionamento intermittente con controllo automatico

### ACQUA CALDA SANITARIA

<b>Tipologia impianto:</b>	Idronico
<b>Tipologia generatore:</b>	Caldaia a combustibile fossile
<b>Potenza complessiva dei generatori:</b>	20 kW
<b>Rendimento:</b>	0,8
<b>Vettore energetico:</b>	Butano
<b>Briuciatori:</b>	Ad aria aspirata

### IMPIANTO TERMICO ESTIVO

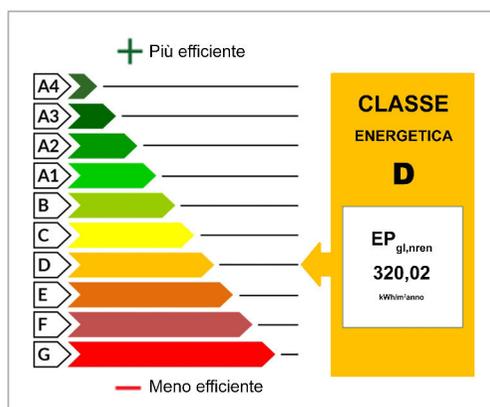
<b>Tipologia impianto:</b>	Split
<b>Tipologia generatore:</b>	Macchina frigorifera a compressione di vapore
<b>Potenza complessiva dei generatori:</b>	56 kW
<b>Tipo di distribuzione:</b>	Aeraulico
<b>Vettore energetico:</b>	Energia elettrica
<b>Tipo di terminali:</b>	Bocchette
<b>Tipo di regolazione:</b>	Automatica con arresto al raggiungimento della temperatura prefissata

### PANNELLI FOTOVOLTAICI

<b>Pannello fotovoltaico:</b>	Silicio policristallino
<b>Numero di pannelli installati:</b>	300
<b>Area complessiva:</b>	480 m <sup>2</sup>
<b>Inclinazione sul piano orizzontale:</b>	30°
<b>Azimut (orientamento rispetto al sud):</b>	15°
<b>Riflettanza ambiente circostante:</b>	0,07
<b>Fattore di potenza di picco Kpv:</b>	0,24 kW/m <sup>2</sup>

**PRIMO MODELLO ANALIZZATO**

- involucro edilizio esistente
- sistema impiantistico esistente



Il primo modello eseguito è stato quello relativo allo stato di fatto. Questa scelta è stata fatta per poter comprendere pienamente la situazione in cui verte ora l'edificio dal punto di vista energetico e per poter permettere dei confronti più immediati con la situazione post intervento. In questo primo modello analizzato l'EP<sub>gl,nren</sub> risulta essere di 320,02 kWh/m² anno quindi l'edificio ricade in classe energetica D.

**SECONDO MODELLO ANALIZZATO**

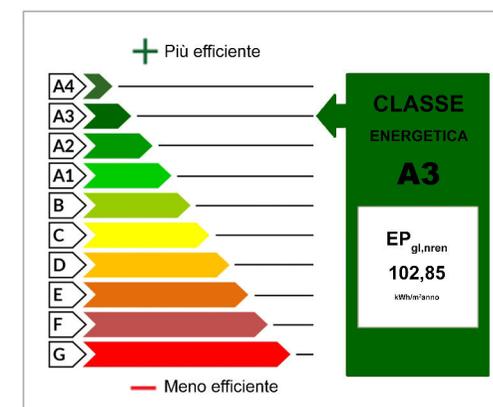
- involucro edilizio di progetto
- sistema impiantistico esistente



Il secondo modello è costituito dall'edificio a cui sono stati applicati i nuovi pacchetti murari e i nuovi serramenti. In questo modo l'involucro ha subito un netto miglioramento prestazionale, mentre il sistema impiantistico è stato tenuto inalterato. In questo modo si è voluto valutare qual è l'effetto diretto sulla classe energetica dovuto solamente all'applicazione dei nuovi pannelli. Si è potuto constatare che l'indice EP<sub>gl,nren</sub> si è ridotto di oltre un terzo e la nuova classe energetica è la B. Dunque il solo fissaggio dei pannelli ha provocato nell'edificio un miglioramento di due classi energetiche.

**TERZO MODELLO ANALIZZATO**

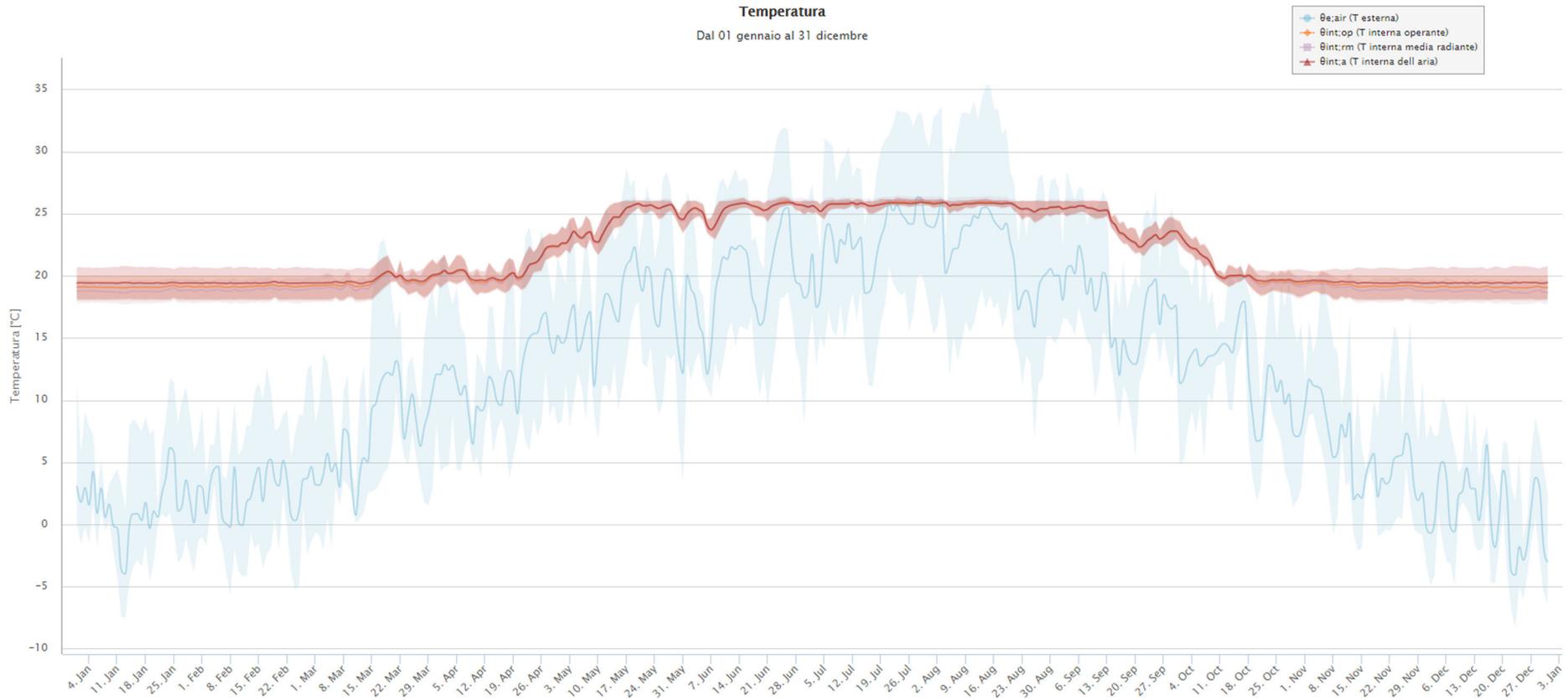
- involucro edilizio di progetto
- sistema impiantistico di progetto



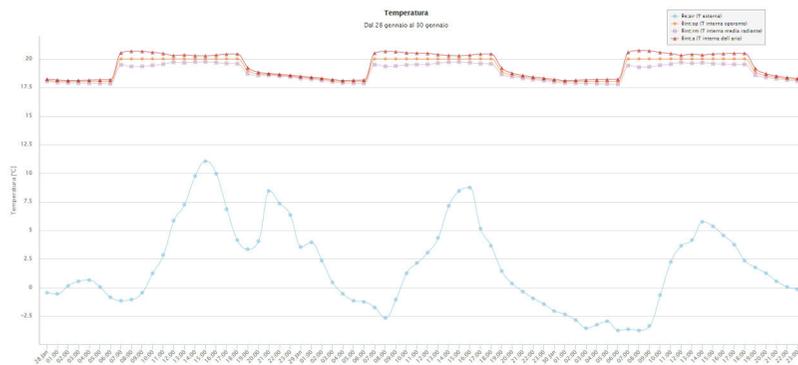
Infine nel terzo modello è stato tenuto lo stesso involucro utilizzato nel secondo modello, ma è stato inserito il nuovo sistema impiantistico. Questa ultima fase è stata realizzata per valutare l'effetto dovuto alla sola sostituzione degli impianti, separandola nettamente dall'intervento di retrofitting. In questa fase si è cercato di predimensionare gli impianti in modo da soddisfare i fabbisogni richiesti e cercando di abbassare più possibile la classe energetica complessiva. Si è giunti in questo caso ad una classe energetica A3, la quale sancisce una garanzia di elevata qualità energetica dell'edificio.



DIAGRAMMA DELLE TEMPERATURE INTERNA ED ESTERNA (ZONA TERMICA "ALA A")



ANDAMENTO INVERNALE (28-30 GENNAIO)



ANDAMENTO ESTIVO (14-16 AGOSTO)

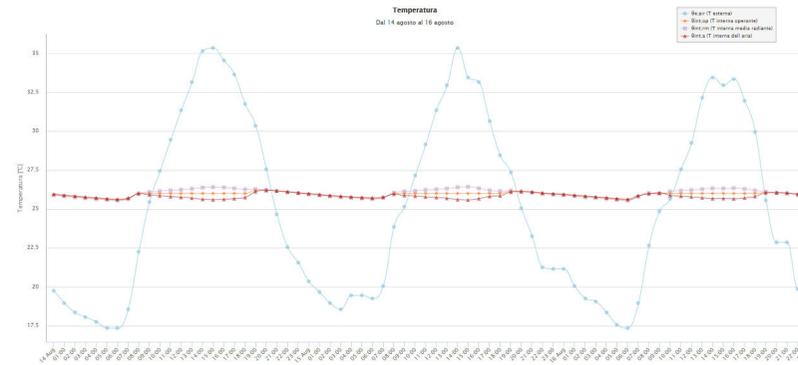
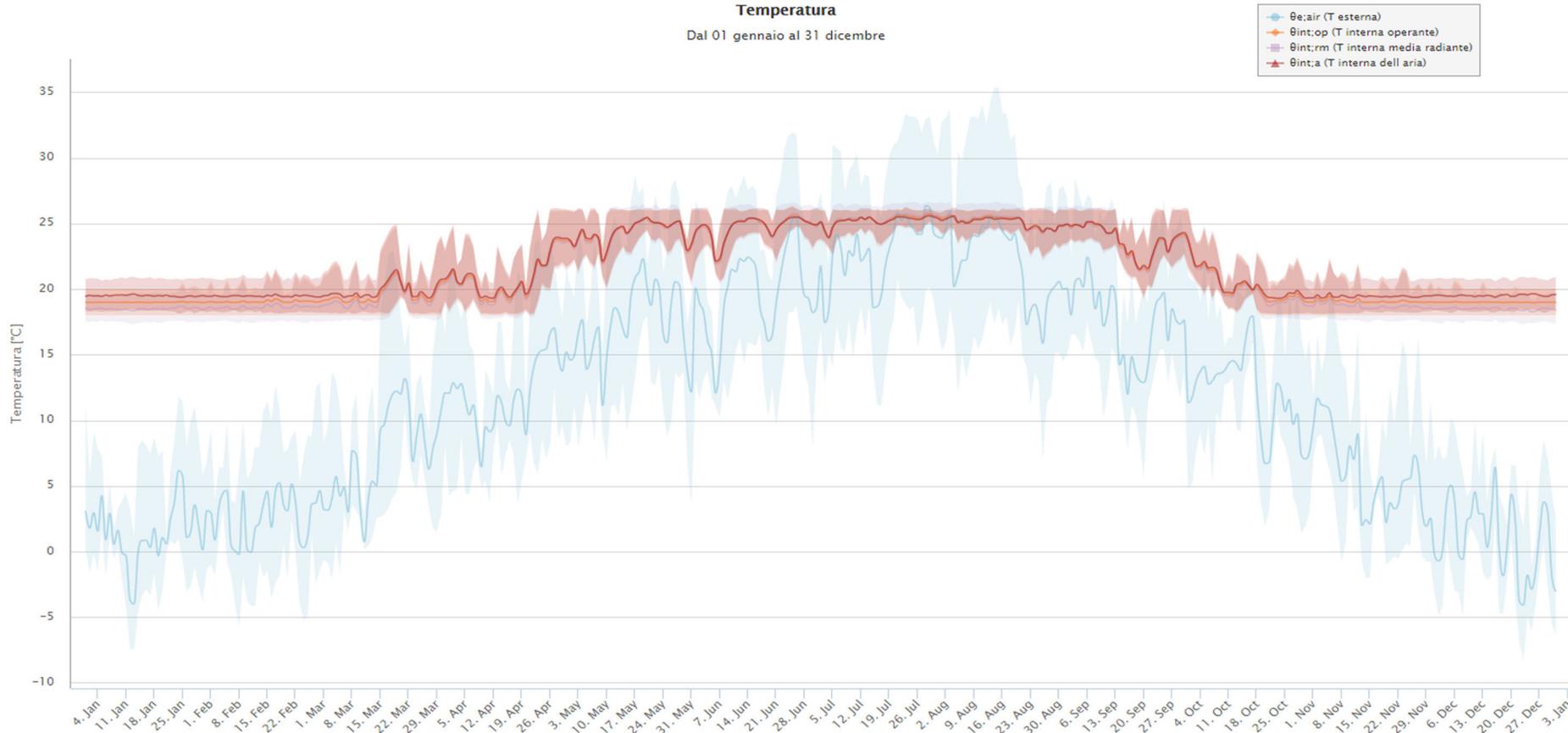


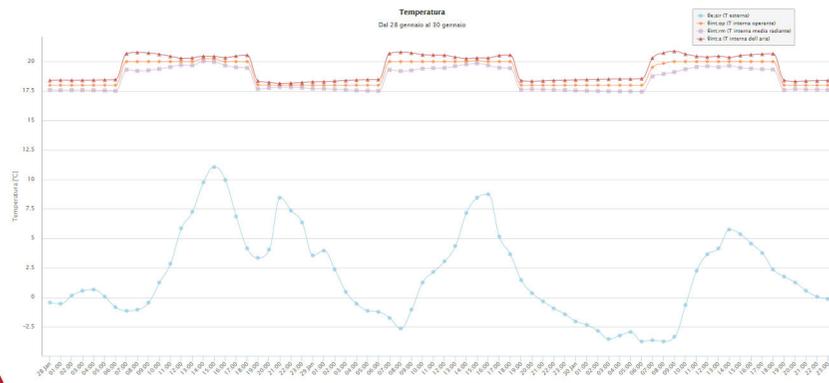
DIAGRAMMA DELLE TEMPERATURE INTERNA ED ESTERNA (ZONA TERMICA "SALA OPERATIVA")

Temperatura

Dal 01 gennaio al 31 dicembre



ANDAMENTO INVERNALE (28-30 GENNAIO)



ANDAMENTO ESTIVO (14-16 AGOSTO)

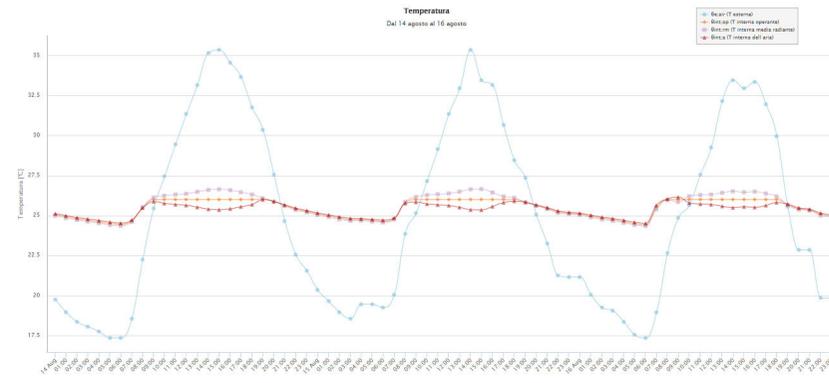
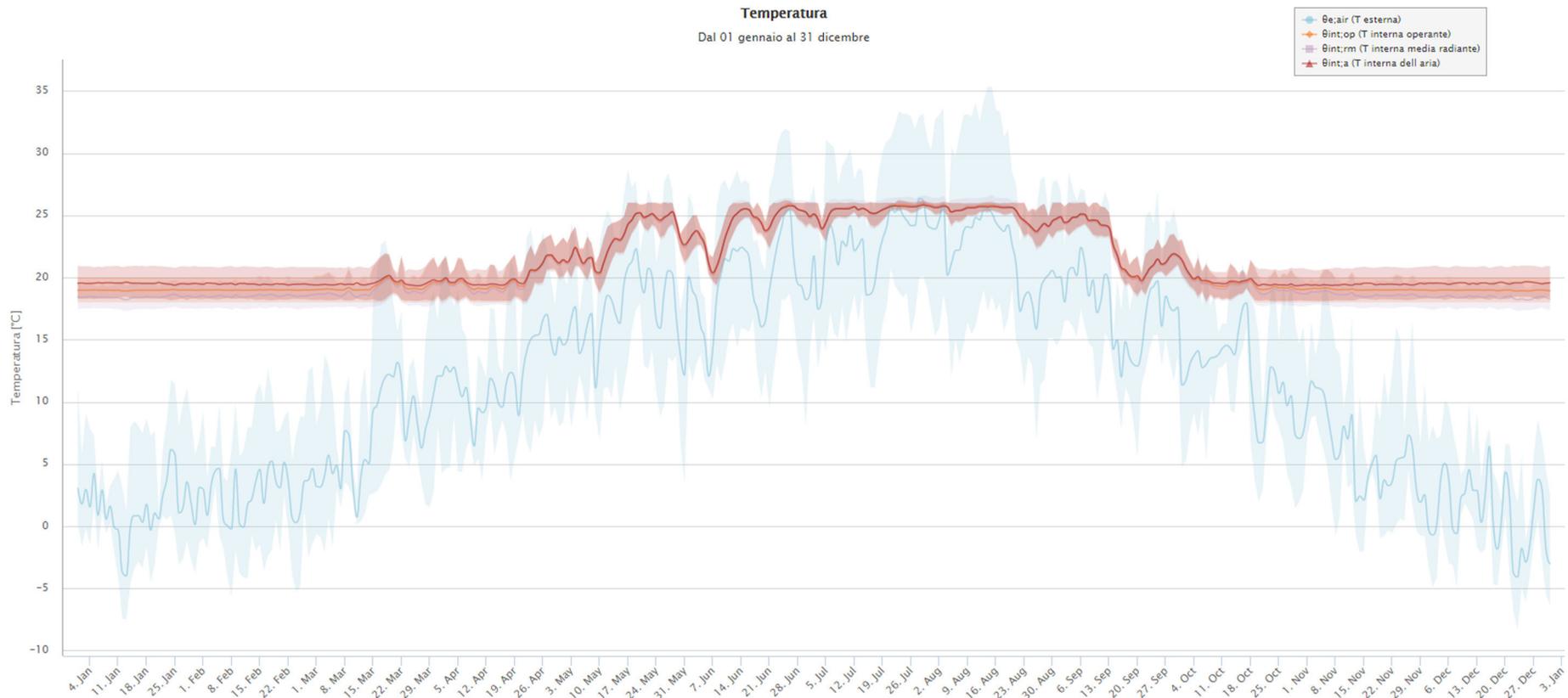
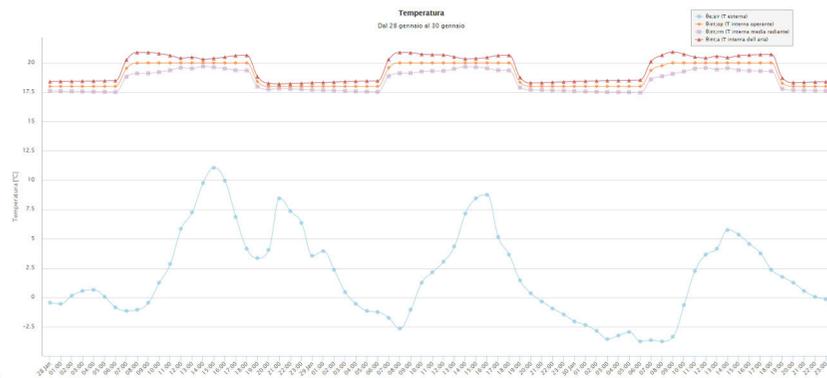


DIAGRAMMA DELLE TEMPERATURE INTERNA ED ESTERNA (ZONA TERMICA "ALA B")



ANDAMENTO INVERNALE (28-30 GENNAIO)



ANDAMENTO ESTIVO (14-16 AGOSTO)



In seguito vengono proposti i diagrammi ottenuti con il calcolo dinamico eseguito da Termolog relativi ai fabbisogni, alle potenze degli impianti e alle temperature. Attraverso l'analisi di questi diagrammi è stato possibile ottimizzare gli impianti in modo da garantire il corretto funzionamento degli stessi e i livelli di confort ambientale richiesti per le tre zone termiche in cui è stato suddiviso l'edificio. Il primo diagramma mostra i valori mensili di fabbisogno per riscaldamento (in rosso) e raffrescamento (in blu). Per la seconda zona termica c'è un valore alto di raffrescamento a causa delle ampie vetrate presenti. Il secondo grafico serve a valutare la potenza a cui lavorano gli impianti. Essi sono stati dimensionati in modo tale da poter lavorare il più possibile con una potenza compresa tra il 50% e il 75% di quella massima. L'ultimo grafico invece mostra l'andamento delle temperature interne che sono sempre comprese tra 20°C e 26°C.

### CALCOLO DINAMICO ZONA TERMICA "ALA A"

Diagramma del fabbisogno energetico per riscaldamento e raffrescamento

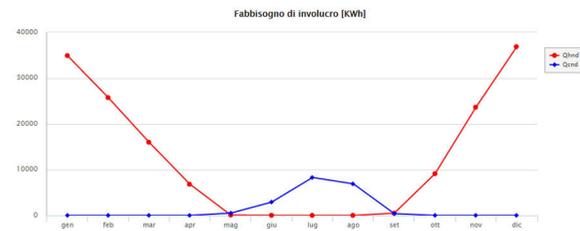


Diagramma della potenza oraria richiesta all'impianto

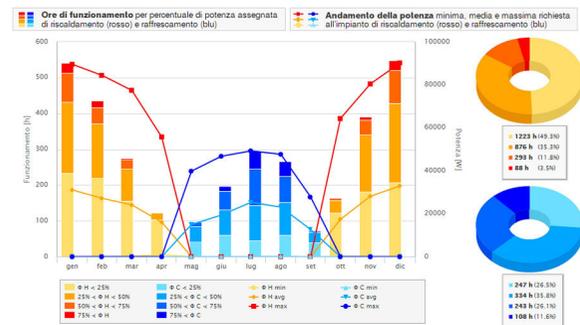


Diagramma delle temperature interne



### CALCOLO DINAMICO ZONA TERMICA "SALA OPERATIVA"

Diagramma del fabbisogno energetico per riscaldamento e raffrescamento

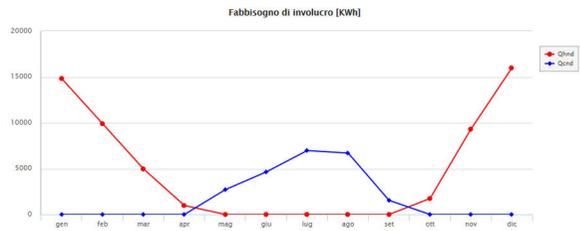


Diagramma della potenza oraria richiesta all'impianto

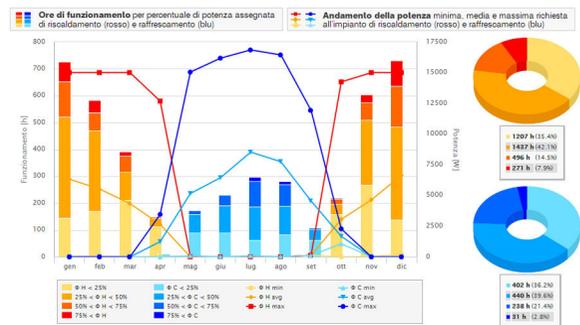


Diagramma delle temperature interne



### CALCOLO DINAMICO ZONA TERMICA "ALA B"

Diagramma del fabbisogno energetico per riscaldamento e raffrescamento

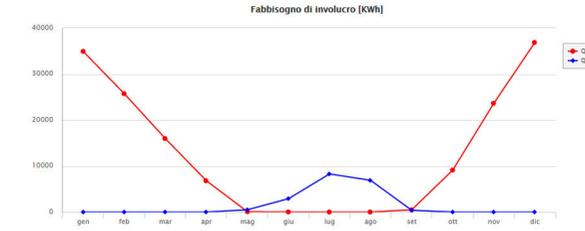


Diagramma della potenza oraria richiesta all'impianto

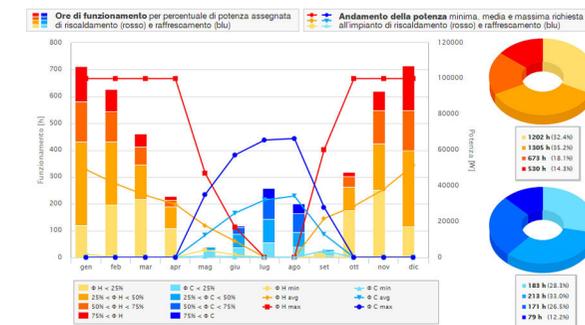
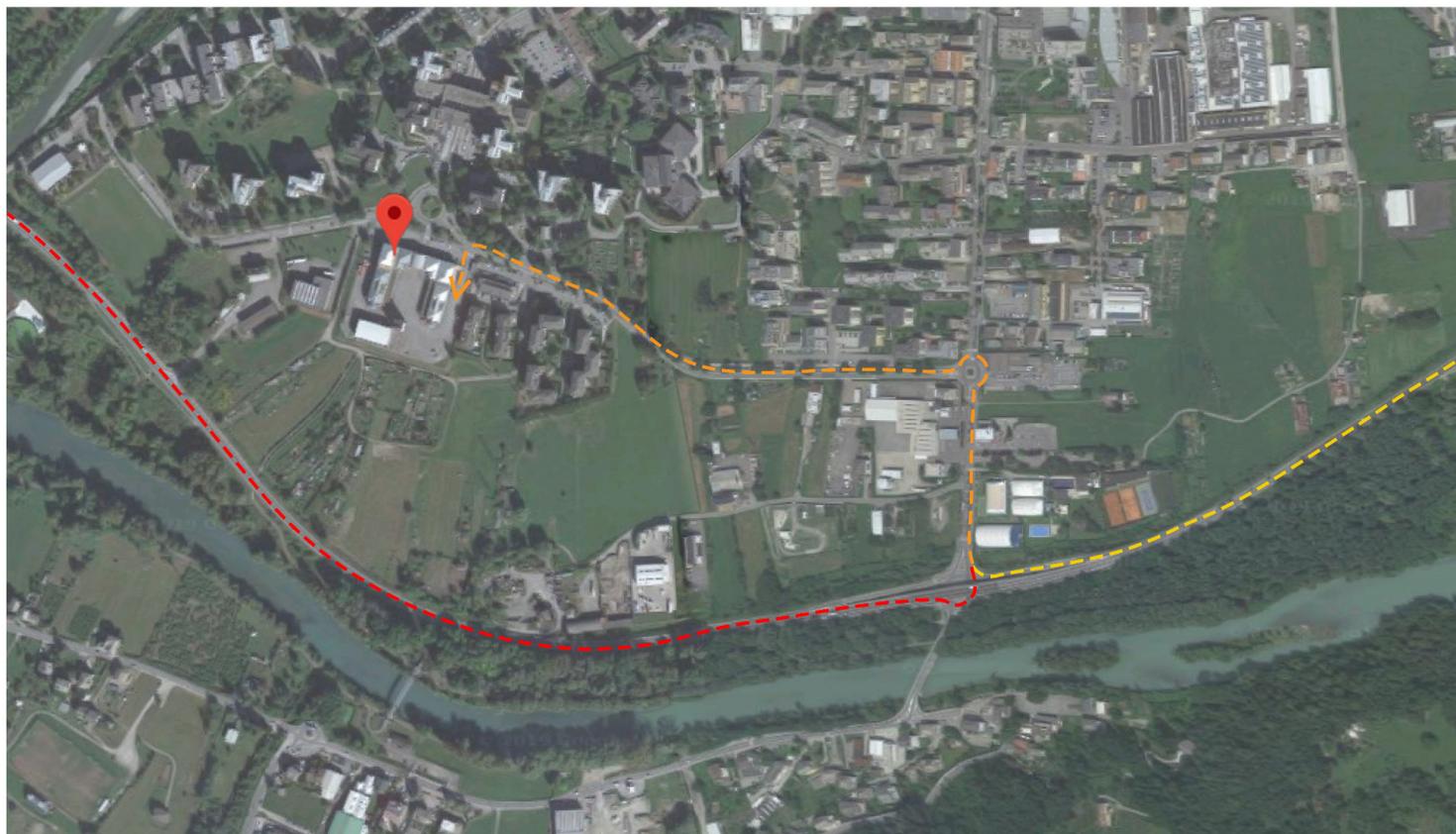


Diagramma delle temperature interne





**LEGENDA**

- - - Percorso dei mezzi che provengono da Morbegno
- - - Percorso dei mezzi che provengono da Tirano
- - - Percorso in comune per raggiungere la caserma
- Sede del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Sondrio

**TRASPORTO DEI PANNELLI**

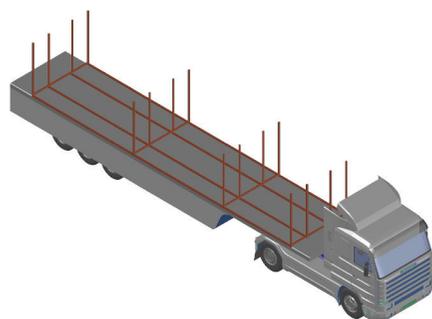
I pannelli hanno dimensioni variabili che arrivano fino a un massimo di 3,5 metri di larghezza e di 12,5 metri di altezza. Lo spessore invece è fisso per tutti i pannelli ed è di circa 28,5 cm. Si è dunque pensato di trasportare i pannelli dallo stabilimento al cantiere con un autoarticolato con semirimorchio non coperto, molto simile ai mezzi che si usano per trasportare i tronchi.

Gli autoarticolati a 5 o 6 assi hanno una portata che si aggira attorno alle 28/30 t, con l'accortezza generale che ogni asse non sia caricato con più di 12 t. In questo caso questi valori sono largamente rispettati perché ogni pannello pesa circa una tonnellata.

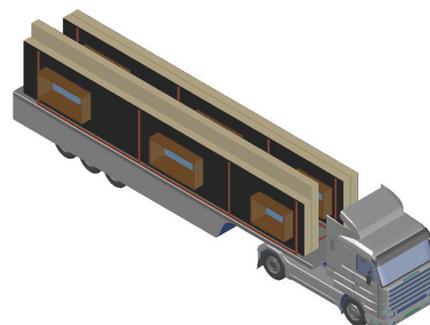
Il semirimorchio è stato pensato senza copertura in modo da poter contenere anche i pannelli più larghi. Si è pensato a un sistema a pettine in modo da formare tre scomparti che garantiscono una maggiore stabilità dei pannelli senza bisogno di fissaggi.

Sono state previste due conformazioni di trasporto a seconda del tipo di pannello. Nel caso di pannello dotato di imbotti sporgenti, lo scompartimento centrale non viene utilizzato per dei pannelli poiché lo spazio è occupato dall'ingombro delle imbotti dei pannelli vicini. Quindi in questo caso si riescono a trasportare quattro pannelli. Nel caso di pannelli senza imbotti invece se riescono a caricare fino a sette.

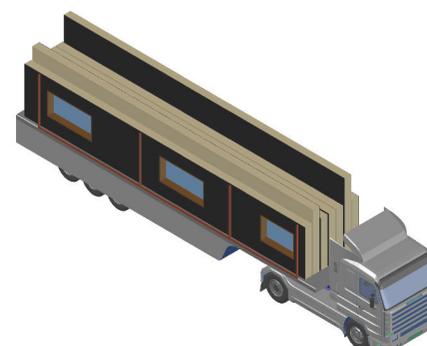
**MEZZO DI TRASPORTO**



**TRASPORTO PANNELLI CON IMBOTTE**

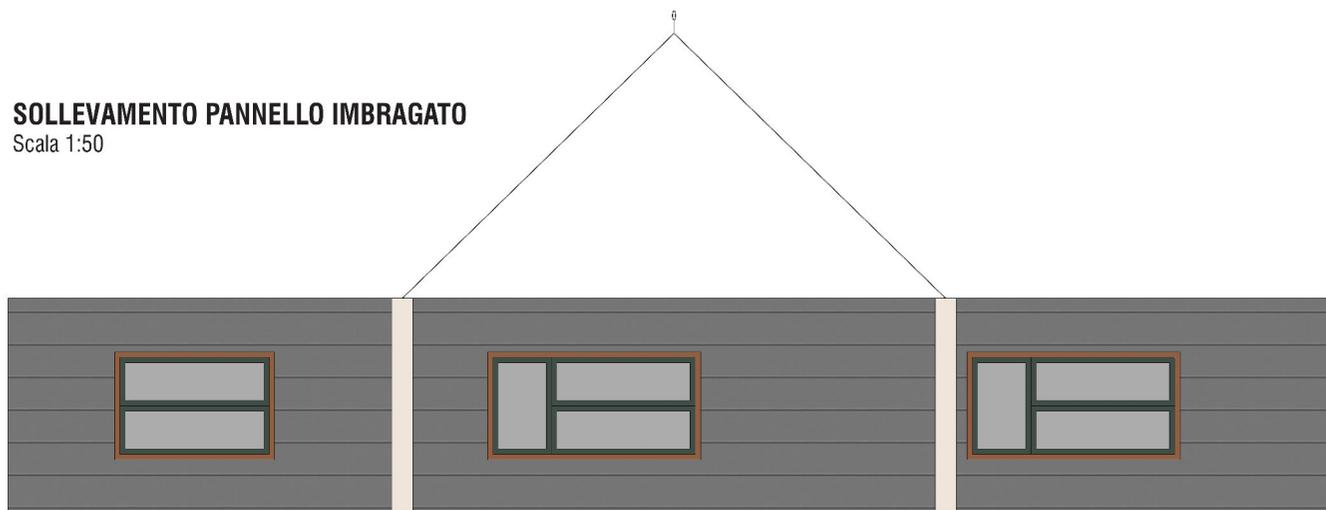


**TRASPORTO PANNELLI SENZA IMBOTTE**

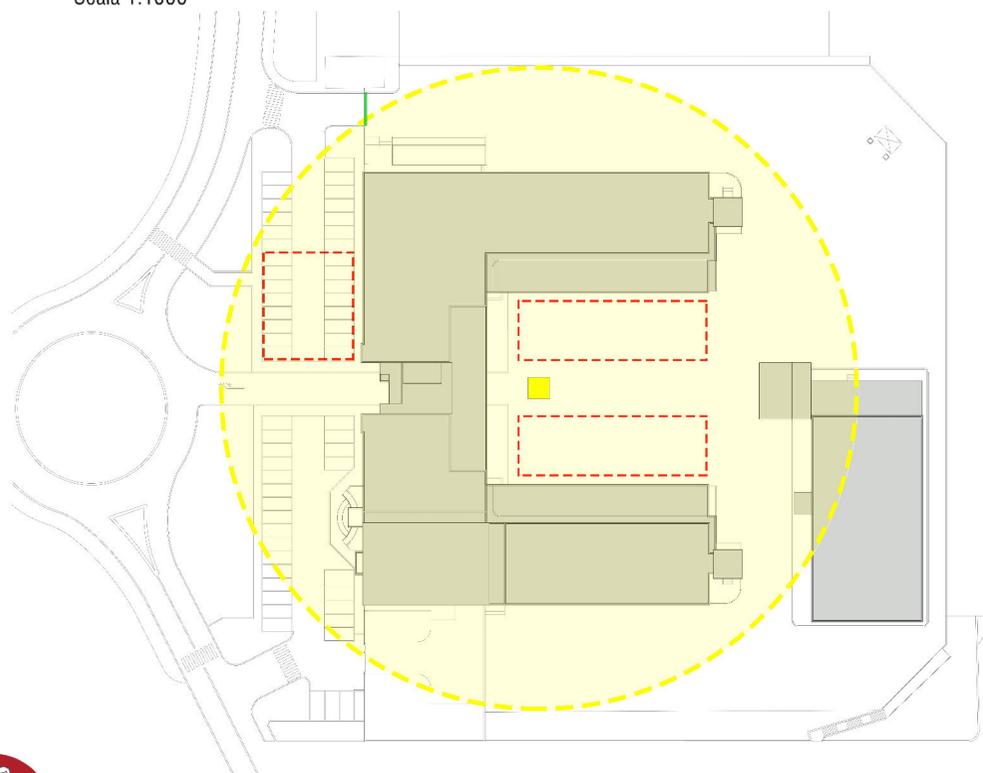


**SOLLEVAMENTO PANNELLO IMBRAGATO**

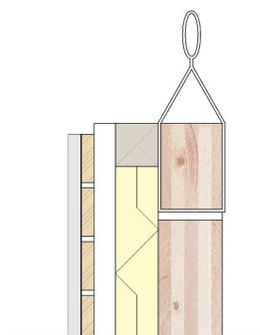
Scala 1:50

**LAYOUT DI CANTIERE**

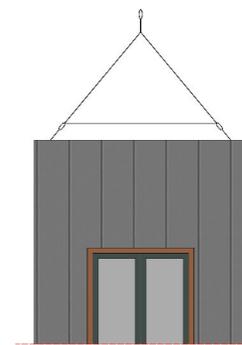
Scala 1:1000

**LEGENDA**

-  Posizione della gru a torre
-  Area di azione della gru (lunghezza braccio: 60 m)
-  Aree di stoccaggio per i pannelli
-  Cancello di ingresso per gli automezzi

**SEZIONE CON CINGHIA**

Scala 1:10

**SOLLEVAMENTO PANNELLO**

Scala 1:50

**MOVIMENTAZIONE DEI PANNELLI**

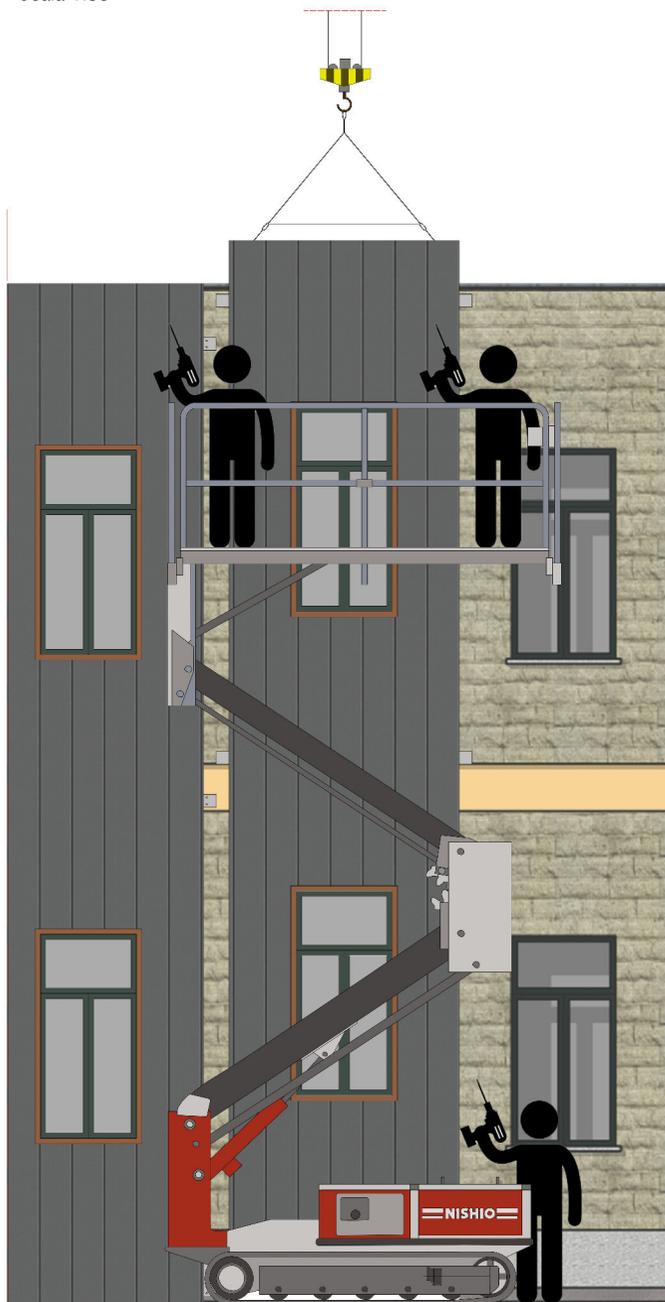
Una volta arrivati in cantiere, i pannelli vengono scaricati uno alla volta con l'ausilio della gru. Vengono sollevati grazie a una imbragatura di cui sono stati dotati in stabilimento e vengono appoggiati a terra nelle predisposte aree di stoccaggio. Sarebbe meglio non impilarli uno sopra l'altro per non rovinare le aggraffature del rivestimento in zinco. Nel caso dei pannelli con rivestimento ligneo è ammesso l'impilamento.

La gru deve avere un braccio lungo almeno 60 metri per poter raggiungere tutti i punti dell'involucro edilizio a cui applicare i pannelli. Come aree di stoccaggio sono state scelte quelle indicate nel layout di cantiere. Durante il periodo dell'intervento non sarà perciò possibile usufruire di una porzione dei parcheggi e nemmeno delle uscite delle autorimesse che sono rivolte verso lo spazio interno (si possono comunque utilizzare quelle che danno verso l'esterno). La solita via di passaggio per gli automezzi è ostruita dalla presenza della gru perciò occorrerà che essi passino per l'ingresso secondario (il cancello campito di verde).

I pannelli sono dotati di due cinghie poste alle due estremità del lato superiore. Queste cinghie sono realizzate in stabilimento forando in due punti il legno lamellare, così da poter sorreggere il peso del pannello. Per queste cinghie si fa passare un cavo che viene agganciato alla gru per sollevare verticalmente il pannello e posarlo sull'edificio.

## POSIZIONAMENTO E FISSAGGIO DEL PANNELLO

Scala 1:50



## FISSAGGIO DEI PANNELLI

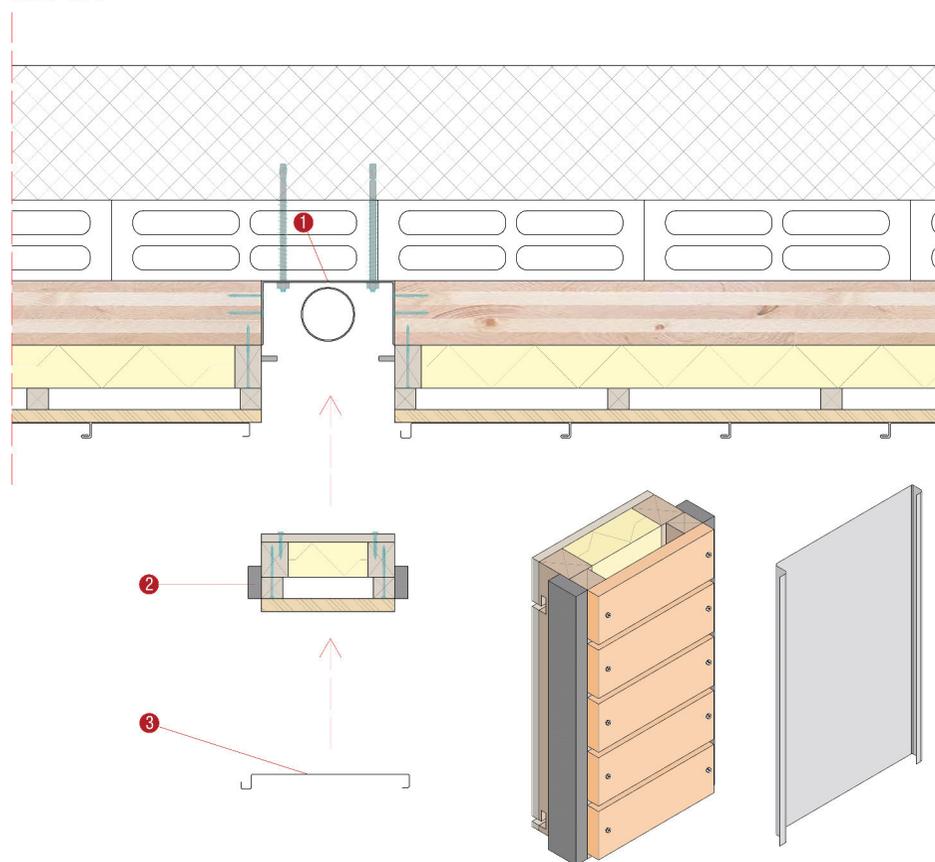
Nel disegno a fianco viene illustrato come avvengono le operazioni di posizionamento e fissaggio del pannello all'edificio esistente. Due operai sono nel cestello di una piattaforma aerea e hanno il compito di fissare ogni piastra dei pannelli con due ancoranti. Ci saranno poi degli operai a terra che si occupano di aiutare nel posizionamento del pannello e di fissare le piastre del lato inferiore. Terminata questa fase, mentre la gru carica il pannello successivo, alcuni operai devono rimuovere le cinghie presenti nel bordo superiore del pannello.

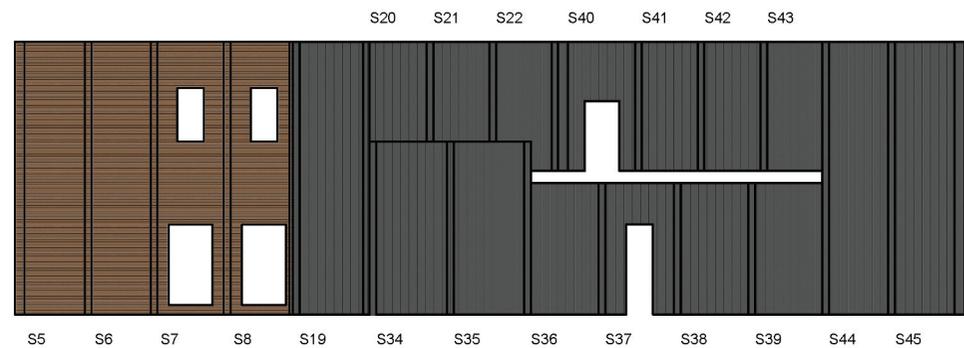
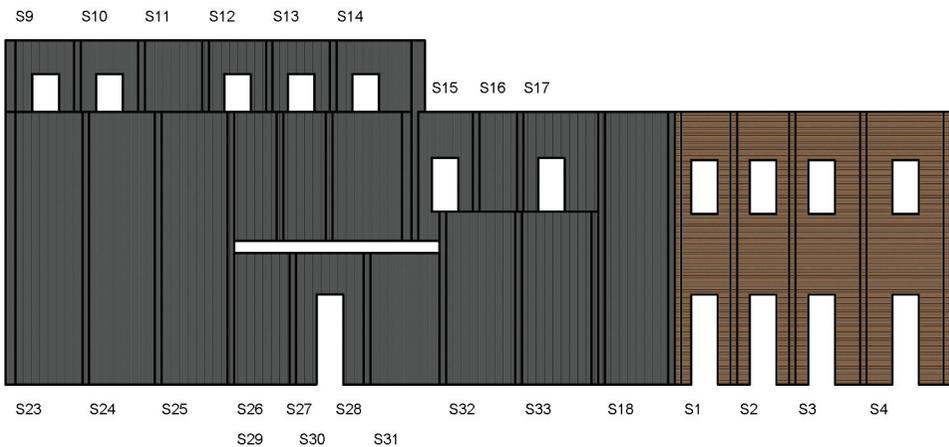
Nella sezione sottostante sono stati illustrati e spiegati alcuni aspetti a cui occorre prestare particolare attenzione durante questa fase dell'intervento.

- 1 Posizionare i pannelli in modo tale che le piastre siano in contatto
- 2 Se il pannello risulta essere di larghezza inferiore a quella dello spazio in cui va inserito si ricorre a del nastro autoespandente
- 3 Le lastre in zinco di copertura del giunto sono di dimensione precisa ma nel caso in cui ci sia bisogno di una dimensione maggiore si può far realizzare una lastra di larghezza ad hoc.

## SEZIONE ORIZZONTALE DEL GIUNTO TRA PANNELLI E DEL PANNELLINO DI CHIUSURA

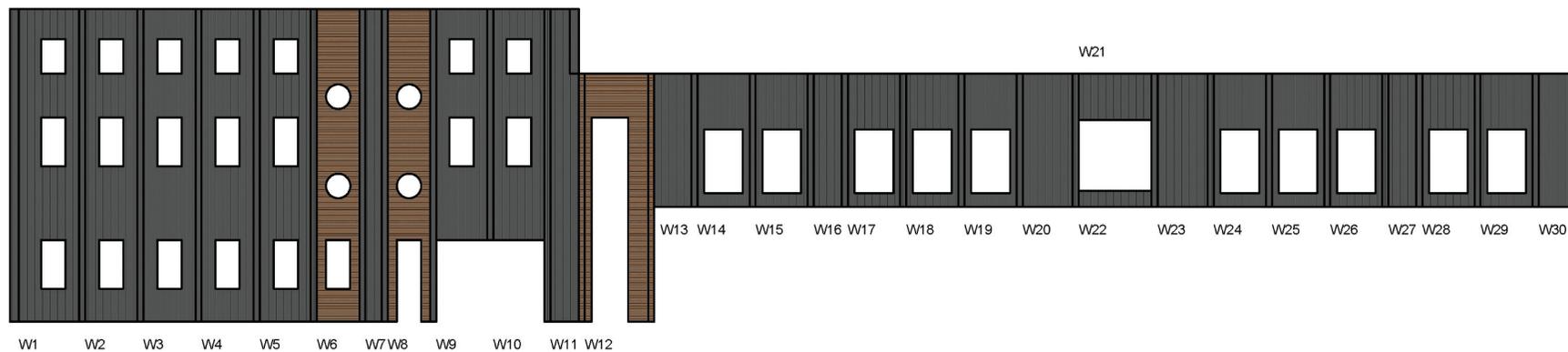
Scala 1:10





	b [cm]	h [cm]	p [kg]		b [cm]	h [cm]	p [kg]		b [cm]	h [cm]	p [kg]		b [cm]	h [cm]	p [kg]		b [cm]	h [cm]	p [kg]
N1	250	1015	1614	N16	211	1015	1311	S1	184	1015	1002	S16	140	480	507	S31	259	490	956
N2	215	1015	1345	N17	215	1015	1345	S2	195	1015	1090	S17	280	480	863	S32	261	645	1264
N3	215	1015	1345	N18	215	1015	1345	S3	243	1015	1454	S18	239	1015	1827	S33	261	645	1264
N4	215	1015	1345	N19	215	1015	1345	S4	289	1015	1806	S19	239	1015	1827	S34	265	645	1286
N5	215	1015	1345	N20	215	1015	1345	S5	227	1015	1735	S20	215	480	777	S35	265	645	1286
N6	233	1015	1479	N21	233	1015	1479	S6	222	1015	1701	S21	210	480	761	S36	254	490	940
N7	200	1015	1414	N22	200	680	968	S7	250	1015	1391	S22	208	480	753	S37	259	490	703
N8	233	1015	1479	N23	233	1280	1839	S8	221	1015	1168	S23	252	1015	1927	S38	254	490	940
N9	215	1015	1345	N24	215	1280	1670	S9	221	420	595	S24	247	1015	1892	S39	253	490	934
N10	215	1015	1345	N25	220	490	661	S10	215	420	576	S25	247	1015	1892	S40	253	480	660
N11	215	1015	1345	N26	220	745	831	S11	215	420	682	S26	160	480	580	S41	210	480	761
N12	215	1015	1345	N27	220	490	661	S12	215	420	576	S27	160	480	580	S42	211	480	765
N13	211	1015	1311	N28	220	745	831	S13	215	420	576	S28	260	480	942	S43	207	490	748
N14	287	1015	2201	N29	215	1280	1670	S14	281	420	785	S29	209	490	771	S44	223	1015	1710
N15	287	1015	2201	N30	249	1280	1998	S15	206	480	593	S30	254	490	687	S45	223	1015	1710





	b [cm]	h [cm]	p [kg]
W1	249	1280	1998
W2	215	1280	1670
W3	215	1280	1670
W4	215	1280	1670
W5	211	1280	1626
W6	175	1280	1421
W7	67	1280	648
W8	175	1280	1319
W9	211	945	1245
W10	211	945	1245
W11	117	1280	1053
W12	261	1015	1054
W13	154	545	632
W14	215	545	572
W15	215	545	572
W16	115	545	474
W17	215	545	572
W18	215	545	572
W19	215	545	572
W20	207	545	851
W21	300	190	430
W22	300	65	149
W23	207	545	851
W24	215	545	572
W25	215	545	572
W26	215	545	572
W27	115	545	474
W28	215	545	572
W29	215	545	572
W30	160	545	657
E1	160	545	657
E2	215	545	572
E3	215	545	572
E4	115	545	474
E5	215	545	572
E6	215	545	572
E7	215	545	572
E8	207	545	851
E9	300	65	149
E10	300	190	430
E11	207	545	851
E12	215	545	572
E13	215	545	572
E14	215	545	572
E15	115	545	474
E16	215	545	572
E17	215	545	572
E18	154	545	632
E19	282	1015	1268
E20	360	1015	2286
E21	215	1015	1345
E22	215	1015	1179
E23	215	1015	1345
E24	215	1015	1345
E25	215	1015	1345
E26	215	1015	1179
E27	215	1015	1345
E28	250	1015	1609
C3	107	380	274
C4	230	380	554
C5	174	380	499
C6	174	380	499
C7	215	380	511
C8	230	380	554
C9	215	380	511
C10	224	380	641
C11	224	380	641
C12	224	380	641





	b [cm]	h [cm]	p [kg]
AE1	161	480	583
AE2	215	480	586
AE3	285	480	719
AE4	285	480	839
AE5	215	480	465
AE6	293	480	866
AE7	293	480	866
AE8	293	480	866
AE9	293	480	866
AE10	215	480	465
AE11	285	480	839
AE12	285	480	839
AE13	215	480	586
AE14	158	480	572
AE15	285	480	719
AE16	310	1015	2031
AE17	318	1015	2088
AE18	212	1015	1624
AE19	310	465	1088
AE20	261	465	461
AE21	309	465	934
AE22	379	1015	2598
AW1	379	1015	2598
AW2	309	465	934
AW3	261	465	461
AW4	310	465	1088
AW5	212	1015	1624
AW6	318	1015	2088
AW7	310	1015	2031
AW8	285	480	719
AW9	158	480	572
AW10	215	480	586
AW11	285	480	839
AW12	285	480	839
AW13	215	480	465
AW14	293	480	866
AW15	293	480	866
AW16	293	480	866
AW17	293	480	866
AW18	215	480	465
AW19	285	480	839
AW20	285	480	839
AW21	215	480	586
AW22	161	480	583

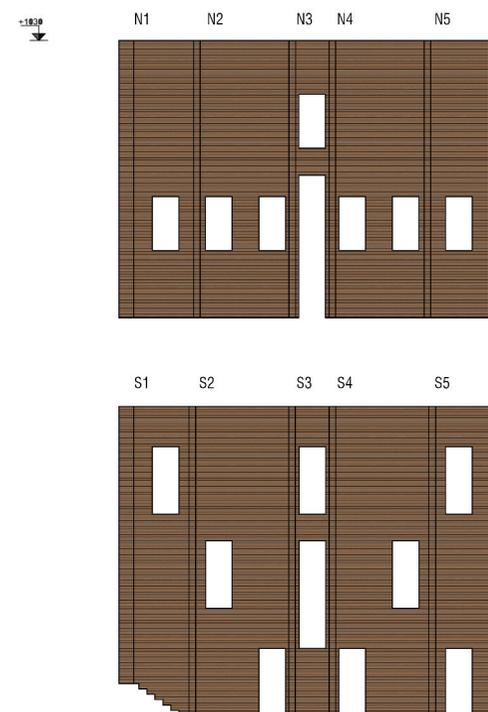
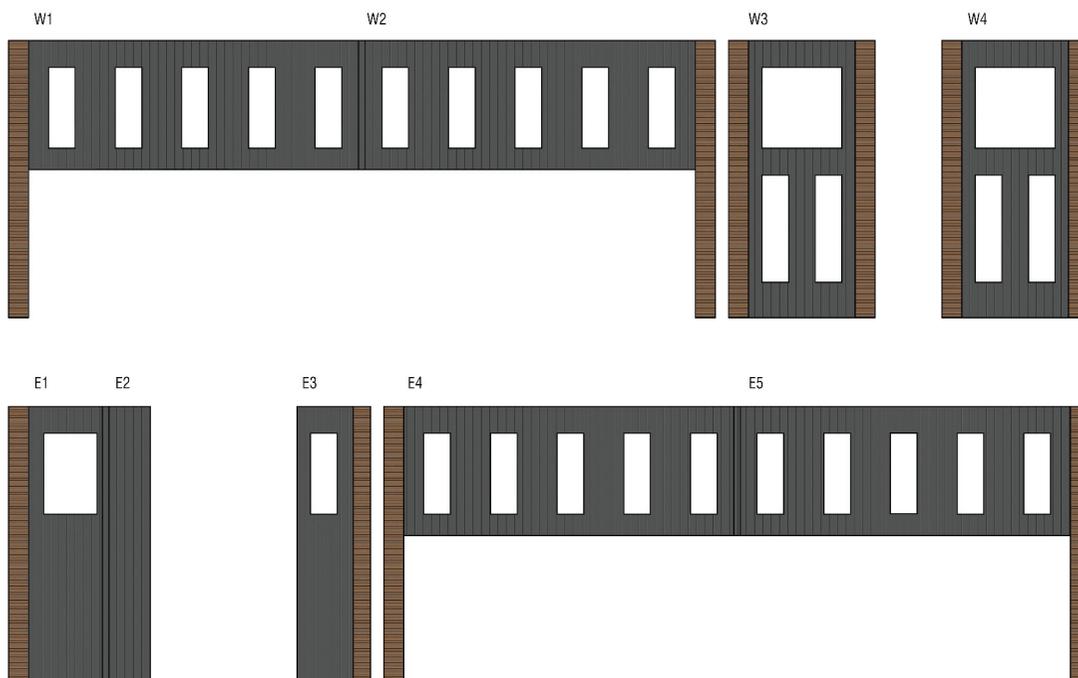


Alcune viste della sede del Distaccamento Provinciale di Mese

### IPOTESI REPLICABILITA'

La soluzione di retrofitting proposta in questa tesi è stata pensata anche per poter essere replicabile in altri edifici. Per questo motivo viene proposta un'ipotesi di intervento di riqualificazione energetica ed architettonica anche per le caserme dei Distaccamenti Provinciali di Mese e Morbegno.

La sede di Mese presenta una forma molto semplice e dei prospetti piuttosto regolari (condizione necessaria per poter procedere a una pannellatura dei prospetti). Di seguito vengono mostrati i quattro prospetti con la loro suddivisione in pannelli.



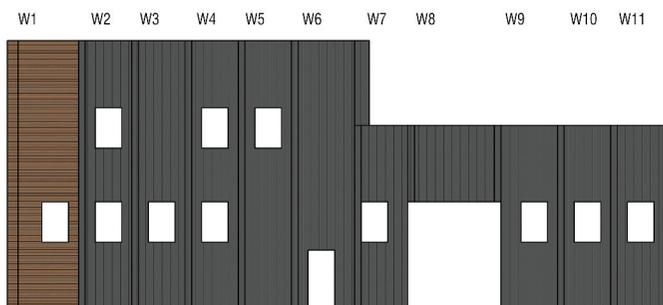
	b [cm]	h [cm]	p [kg]
W1	1238	480	3315
W2	1238	480	3315
W3	400	1030	1810
W4	400	1030	1810
N1	225	1030	1580
N2	333	1030	2262
N3	125	1030	418
N4	333	1030	2262
N5	225	1030	1580
E1	277	1030	1681
E2	155	1030	1193
E3	210	1030	1392
E4	1238	480	3315
E5	1238	480	3315
S1	208	1150	1511
S2	350	1150	2626
S3	126	1150	600
S4	350	1150	2626
S5	208	1150	1407



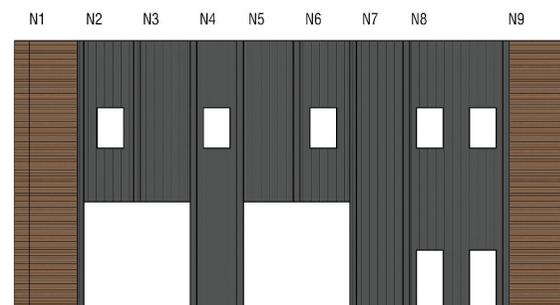
Alcune viste della sede del Distaccamento Provinciale di Morbegno

### IPOTESI REPLICABILITA'

E' stata proposta un'ipotesi di replicabilità della soluzione a pannelli anche per la sede del Distaccamento Provinciale di Morbegno. Anche questo edificio presenta una forma molto semplice ed è particolarmente adatto a ricevere un intervento di riqualificazione in quanto si presenta come un grosso capannone con scarso carattere architettonico. Per questo specifico caso occorrerà modificare il sistema di fissaggio dei pannelli alla struttura esistente a causa della presenza di elementi verticali sporgenti in facciata. In seguito è proposta la possibile pannellatura dei prospetti.



+1000  
+885



	b [cm]	h [cm]	p [kg]
W1	227	1000	1581
W2	175	1000	1078
W3	175	1000	1189
W4	175	1000	1078
W5	175	1000	1189
W6	212	1000	1415
W7	175	685	780
W8	300	285	635
W9	212	685	971
W10	175	685	780
W11	187	685	843
N1	180	1000	1338
N2	187	600	725
N3	187	600	836
N4	150	1000	1001
N5	187	600	836
N6	187	600	725
N7	175	1000	1301
N8	350	1000	2051
N9	205	1000	1523
E1	225	685	1037
E2	325	285	689
E3	325	285	689
E4	250	1000	1278
E5	325	600	1338
E6	187	1000	1171
E7	175	1000	1077
E8	175	1000	1077
E9	227	1000	1579
S1	990	315	2323
S2	990	315	2323

