

COMUNE DI MANNO - Risanamento energetico stabile scuola comunale
ESSENTIALIS

RELAZIONE ARCHITETTONICA

IDEA PROGETTUALE

L'edificio della SE di Manno, progettato dall'arch. C. Pellegrini negli anni novanta, nella sua complessa forma offre uno spunto interessante a partire dal suo scheletro in calcestruzzo armato. La volontà progettuale si fonda innanzitutto sul recupero della struttura esistente. Seppur articolati, i volumi sono organizzati in modo pragmatico e al servizio della propria funzione.

La sensibilità nel dover intervenire su un edificio in calcestruzzo armato prevede quindi il suo totale recupero e la sua rivalorizzazione evitando l'aggiunta di un rivestimento esterno che andrebbe ad alterarne forma e proporzione.

Il progetto ESSENTIALIS si limita quindi a preservare la qualità dell'impianto scolastico originario, esaltandone le potenzialità. Il progetto prevede, quale elemento generatore, il recupero totale delle facciate in calcestruzzo armato e la rimozione di tutti gli elementi aggiuntivi che la rendono oggi vetusta. Questo vale per le copertine di metallo, per i parapetti con tubolari e reti metalliche ed ogni altro elemento aggiunto. L'isolamento verrà posato all'interno, come peraltro già presente in parte dell'edificio, andando ad aumentare i comfort energetici secondo gli standard Minergie® attuali. I nuovi serramenti avranno aperture generose, per apportare la massima luce all'interno, e saranno dotate di protezioni solari esterne per il controllo dell'irraggiamento solare.

Il concetto di intervento sulle facciate esterne, decisamente conservativo, permette di mantenere pressoché inalterati tutti quegli elementi esistenti che troviamo a contatto con il terreno come le pavimentazioni esterne, i grandi pozzi luce, le bocche di lupo, i pilastri, ecc. con il relativo contenimento dei costi di ristrutturazione.

Internamente ci si limita ad intervenire sui piccoli anfiteatri a gradoni, che vengono ripensati e trasformati in spazi più funzionali e sicuri rispetto allo stato odierno. I servizi igienici verranno completamente rifatti così come l'arredamento fisso interno che include gli armadi negli atri e negli spazi di apprendimento. Il nuovo arredo fisso a parete ospiterà tutta l'impiantistica che sarà quindi inglobata e nascosta.

Per garantire la fruizione e l'accessibilità del blocco C, a persone con disabilità, si prevede la realizzazione di un nuovo ascensore oltre a due piattaforme mobili. Il collegamento verticale sarà garantito ma non esplicitato volumetricamente evitando così di intaccare la struttura delle facciate esistenti.

MATERIALI E FINITURE

Sarà prestata particolare attenzione alle nuove finiture interne. Si procederà con la rimozione dei materiali vetusti in favore di materiali più contemporanei e sostenibili. Le nuove finiture interne permetteranno il raggiungimento dei requisiti per il label Minergie® sia a livello energetico che a quello acustico.

Saranno impiegati materiali naturali e sostenibili come il cartongesso, il legno di rovere per tutto l'arredamento fisso nonché i serramenti interni e le porte. Il legno verrà utilizzato anche per i nuovi pavimenti delle aule mentre gli spazi di circolazione ed i servizi saranno eseguiti in resina ecologica. La lana di roccia con fibre di legno verrà impiegata per tutti i soffitti acustici e nasconderà tutte le installazioni tecniche. I serramenti esterni verranno realizzati in alluminio e le protezioni solari esterne saranno eseguite con tende filtranti. Le finiture esterne delle terrazze didattiche prevedono l'impiego di lastre di cemento e dei parapetti lineari in alluminio ove necessario.

L'intervento interno permetterà di attualizzare tutta l'impiantistica esistente che verrà inserita nelle contro pareti nonché nei controsoffitti e ciò in un'ottica di intervento sostenibile anche dal punto di vista ecologico.

CONCETTO ESECUTIVO, TAPPE E TEMPISTICA

Considerata la struttura architettonica e piano volumetrica dell'impianto esistente, si procederà con il risanamento dei blocchi, a tappe. Il vantaggio di intervenire sulle facciate, mediante il recupero generale delle rispettive, permette di ristrutturare il centro scolastico in modo piuttosto autonomo. Come detto in precedenza, la decisione di non applicare una nuova pelle esterna, consente di non dover intervenire sulle strutture esistenti, specialmente quelle a contatto con il terreno, in favore di un risparmio notevole di tempo e risorse economiche.

Si procederà pertanto blocco per blocco, concentrando i lavori in tre tappe distinte. Si stimano mediamente 8 mesi di lavoro per singola tappa che comporta un intervento globale in circa 24 mesi. Questo concetto permette di usufruire, durante i lavori, di 2/3 dell'impianto scolastico esistente, ovviamente con i dovuti accorgimenti al fine da garantire il continuo esercizio. Ci si concentrerà sugli interventi più delicati in occasione dei periodi di pausa scolastica. La posa di una sede provvisoria con elementi prefabbricati esterni è imprescindibile al fine da attuare l'esecuzione del cantiere a tappe, per blocchi.

SCELTA IMPIANTO DI PRODUZIONE CALDO E FREDDO

Come richiesto dal bando di concorso, sono state valutate attentamente diverse possibilità impiantistiche. I nostri primi ragionamenti si sono basati sulle due seguenti particolarità:

- necessità di servire 3 stabili (scuola, palestra e sala Aragonite) per i quali è presente un'unica centrale a olio combustibile con impianti a fine vita
- necessità di servire stabili con differenti situazioni di fabbisogno (scuola che viene risanata Minergie, altri due stabili che non vengono risanati e necessiteranno ancora di alte temperature di mandata)

In primo luogo, vista la necessità di avere alte temperature di mandata per i due stabili non facenti parte del progetto di risanamento, è stata valutata la possibilità di utilizzo del legno quale vettore energetico (tendenzialmente cippato viste le potenze in gioco). Dopo attenta valutazione, tale possibilità è stata scartata per i seguenti motivi:

- da una ricerca in internet abbiamo visto nel 2011 uno studio della SUPSI (PECo ABM) aveva raccomandato di effettuare una valutazione della fattibilità di un impianto di riscaldamento a legna, con centrale proprio ubicata presso le scuole. Negli anni seguenti le AIL avevano poi effettuato tali studi di fattibilità; da quanto abbiamo potuto leggere, tali studi hanno portato ad un congelamento del progetto, in quanto non è stato ritenuto economicamente sostenibile probabilmente per la mancanza di sufficienti altre utenze da allacciare (oltre agli stabili in oggetto)
- l'utilizzo del legno avrebbe come conseguenza l'emissione di sostanze inquinanti (fumi) in una zona residenziale
- un impianto a legna, che per essere sostenibile dovrebbe prevedere come detto l'allacciamento di molti utenti, avrebbe necessità di spazi tecnici e di stoccaggio del combustibile molto importanti, con un conseguente aumento dei costi di costruzione
- l'utilizzo del legno comporterebbe l'accesso nel comparto scolastico di mezzi pesanti per il carico del combustibile
- gli impianti a legna presentano costi di manutenzione e gestione molto più elevati di impianti a pompe di calore (rimozione e smaltimento cenere, pulizia camini, ecc.)
- in ogni caso, la scuola risanata secondo lo standard Minergie avrà bisogno di un impianto di climatizzazione, da realizzare con pompe di calore. Si avrebbe quindi un doppio impianto.

In secondo luogo si è quindi passati alla valutazione di impianti a pompe di calore. L'utilizzo dell'acqua di falda come fonte energetica non è stata considerata, in quanto, come per altro anche indicato nelle risposte alle domande poste dai concorrenti, si ritiene poco interessante poiché ci si trova in una condizione di versante. A sostegno di questa tesi, dal database cantonale GESPOS abbiamo potuto vedere che impianti con pozzi di prelievo dell'acqua di falda sono presenti nella zona piana del "fondo valle" e non nella zona di "collina" dove si trova la scuola; in questa zona sono presenti unicamente impianti con sonde geotermiche. In zone di versante potrebbe essere necessario realizzare pozzi di captazione e re-immissione dell'acqua in falda relativamente profondi per arrivare ad un acquifero sfruttabile, con conseguenti costi d'investimento elevati.

È stata scartata anche la possibilità di realizzare un impianto di sonde geotermiche, questo prevalentemente per una questione di costi d'investimento. Partendo dal presupposto che il nostro obiettivo finale era quello di realizzare un impianto monovalente per tutti e 3 gli edifici, anche se l'edificio scuola viene risanato, la potenza di riscaldamento necessaria rimane comunque molto elevata (100 kW per la scuola risanata e ca. 200-250 kW per gli altri due stabili, per un totale di 300-350 kW). Realizzare un campo di sonde geotermiche per coprire queste potenze avrebbe dei costi molto elevati ed una necessità di spazio per le perforazioni molto importante (si può stimare la necessità di ca. 60-70 sonde geotermiche da 100 metri di profondità ognuna).

Considerando gli argomenti summenzionati, le varianti indicate sono dunque state scartate e si è optato per un impianto con pompe di calore aria-acqua. In generale possiamo riassumere alcuni aspetti favorevoli della tecnologia scelta:

- tale soluzione garantisce un'elevata efficienza energetica ed il ricorso ad energie totalmente rinnovabili, permettendo di soddisfare lo standard Minergie
- La soluzione permette di soddisfare entrambe le richieste di riscaldamento e raffreddamento con un'unica tipologia di impianto
- La tecnologia non presenta nessuna emissione di sostanze inquinanti in loco
- Le macchine sono sempre meno rumorose; la tecnologia è ad oggi quella più utilizzata (in particolare in Ticino con un clima più mite e quindi con dei migliori rendimenti rispetto al resto della Svizzera) e per la risoluzione del tema rumori verso terzi ci sono oggi molte e ormai comprovate applicazioni
- da un punto di vista economico, riteniamo questa variante come la più sostenibile, sia in termini di costi d'investimento che di costi d'esercizio e manutenzione.

I dettagli riguardanti il concetto impiantistico previsto saranno presentati nei punti seguenti.

CONCETTO RISANAMENTO INVOLUCRO - PROTEZIONE TERMICA INVERNALE

Il progetto è stato elaborato considerando un risanamento energetico globale dell'edificio scuola, con l'obiettivo di avere un edificio all'avanguardia da un punto di vista del comfort interno e del risparmio energetico e raggiungere lo standard Minergie. Per poter raggiungere questo standard sono stati previsti in particolare i seguenti interventi, i quali possono essere visionati anche su piani e dettagli presenti sulle tavole.

- isolamento termico interno della pareti esterne, realizzato in due diversi strati isolanti con interposta barriera vapore, in modo di avere uno strato verso l'interno dei locali con possibilità di posa di impianti elettrici e sanitari senza forare la barriera vapore. Il primo isolante contro la parete esterna è previsto con materiali performanti PIR/PUR, in modo di ridurre lo spessore totale della parete. Il secondo strato isolante verso l'interno è previsto in lana di roccia morbida per permettere una facile posa degli impianti
- sostituzione di tutti i serramenti con nuove finestre con vetri tripli e telaio termicamente performante
- nuovo isolamento termico del tetto, realizzando un tetto caldo con isolamento termico esterno e finitura in ghiaia, che serve anche quale zavorra per il nuovo impianto fotovoltaico
- particolare cura dei ponti termici in corrispondenza del collegamento delle solette interne con le pareti esterne
- rifacimento dei pavimenti contro terra o verso vespaio con mantenimento della soletta grezza. Per le zone con vespaio non accessibile, verrà realizzata una nuova stratigrafia con isolamento termico tutto sopra soletta. Nel dettaglio: stuoia anti calpestio, 8-10 cm di isolamento termico performante (tipo PIR/PUR), betoncino autolivellante e rivestimento in resina o legno. Per le zone con vespaio accessibile si prevede di isolare sotto la soletta sempre con 8-10 cm di isolamento termico performante

CONCETTO RISANAMENTO INVOLUCRO - PROTEZIONE TERMICA ESTIVA

Da un punto di vista delle protezioni termica estiva e conseguente riduzione dei fabbisogni di climatizzazione, abbiamo previsto principalmente i seguenti interventi:

- realizzazione di protezioni solari esterne mobili ed automatizzate con sonda irraggiamento, in modo di ridurre notevolmente l'irraggiamento solare diretto attraverso i vetri
- realizzazione di un betoncino autolivellante e utilizzo di lastre in materiali "pesanti" per il rivestimento interno delle pareti, in modo di migliorare la massa termica inerziale dell'edificio

Siamo consapevoli che con il concetto previsto di isolamento termico interno dell'edificio, la massa termica inerziale non è elevatissima. Considerando però tutti gli aspetti (architettonici, estetici, necessità, ecc.) e considerando inoltre che un edificio scolastico ha già comunque di suo un fabbisogno energetico di climatizzazione relativamente ridotto, non essendo utilizzato proprio nei mesi più caldi, si ritiene che l'aspetto della massa termica inerziale possa essere ritenuto secondario rispetto agli aspetti architettonici e funzionali. Si può inoltre considerare che l'orientamento dell'edificio è relativamente favorevole al tema della protezione termica estiva, avendo le principali facciate esposte a est e ovest, quindi con un'esposizione al sole ridotta durante l'arco della giornata.

CONCETTO IMPIANTISTICA

PRODUZIONE CALDO E FREDDO

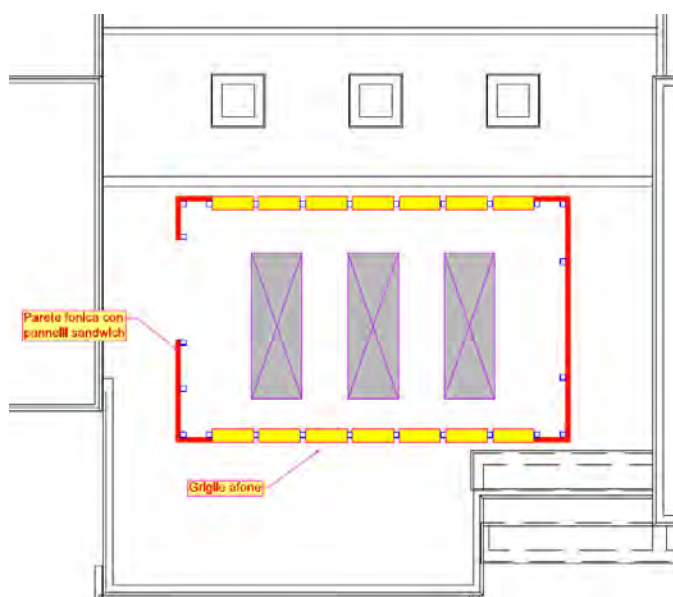
Come indicato in precedenza, si è optato per un impianto di produzione caldo e freddo con unicamente delle pompe di calore aria-acqua. Nel dettaglio l'impianto previsto è stato concepito come segue (vedi anche piani e schemi di principio seguenti)

- 3 pompe di calore aria-acqua ubicate sul tetto della scuola, ca. 100-150 kW di potenza ognuna. Le pompe di calore vengono posate sulla parte di tetto basso tra blocco B e blocco C. Tale parte di tetto è infatti inutilizzabile per il fotovoltaico (ombreggiamenti) e si trova direttamente sopra gli spazi tecnici nell'interrato
- una pompa di calore reversibile è dedicata alla scuola e produce sia il caldo che il freddo necessario all'edificio scolastico
- le altre due pompe di calore sul tetto sono dedicate a palestra e sala Aragonite
- al P-1 della scuola viene realizzato un nuovo locale tecnico più grande, utilizzando il locale tecnico attuale ed il locale disponibile accanto. In questo locale viene posato l'accumulatore caldo/freddo per la scuola e gli accumulatori in caldo a bassa temperatura per palestra e sala Aragonite

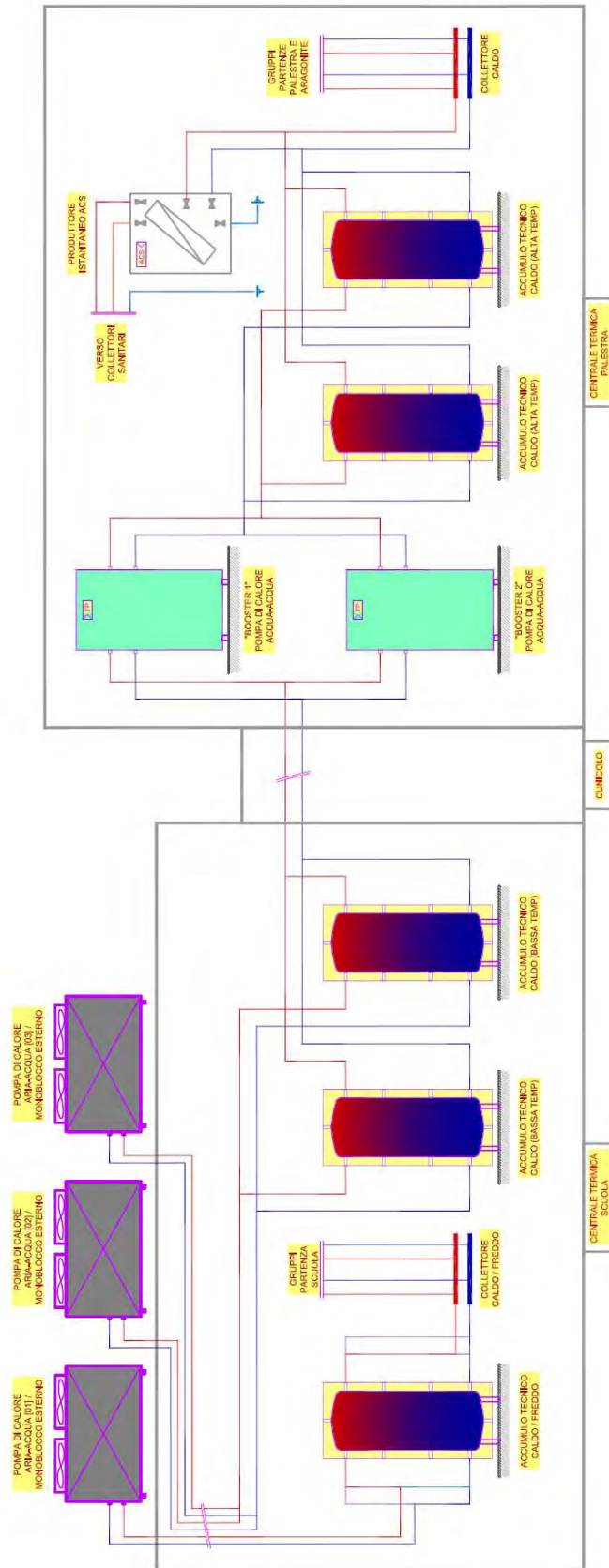
- l'energia a bassa temperatura viene poi trasportata attraverso il cunicolo fino alla sottocentrale ubicata sotto la palestra. Utilizzando anche il locale dei tank che potranno essere smantellati, saranno posate due nuove pompe di calore acqua-acqua denominate "BOOSTER", che porteranno l'acqua da bassa ad alta temperatura per poter garantire il riscaldamento di palestra e sala Aragonite. Saranno posati in questi spazi anche gli accumuli ad alta temperatura
- Per quanto riguarda la produzione di acqua calda sanitaria, per gli edifici palestra e sala Aragonite dove il fabbisogno è maggiore, si prevede la posa di un produttore istantaneo. Per l'edificio scolastico, visto il consumo molto ridotto di acqua calda, si può prevedere la posa di piccoli bollitori a pompa di calore direttamente nelle zone dei servizi igienici (raggruppando la produzione il più possibile) oppure riportare l'acqua calda dalla centrale presso la palestra attraverso il cunicolo



Tetto scuola con ubicazione delle 3 nuove pompe di calore aria-acqua



Dettaglio pompe di calore sul tetto



Schema di principio impianto caldo e freddo.

DISTRIBUZIONE CALDO E FREDDO

Si prevede la demolizione dei pavimenti attuali fino alle solette grezze; si è poi previsto di realizzare dei nuovi pavimenti con integrato un impianto di distribuzione radiante (serpentine) che servirà sia per il riscaldamento e il raffrescamento di tutti gli spazi.

Il sistema di distribuzione a pavimento radiante offre un ottimo comfort all'interno delle aule e un risparmio energetico elevato lavorando a basse temperature per il riscaldamento e relativamente alte per il raffrescamento. Per coprire interamente il fabbisogno di raffrescamento degli spazi, in estate il pavimento radiante sarà coadiuvato dalla ventilazione meccanica, prevista con batteria di raffreddamento.

VENTILAZIONE

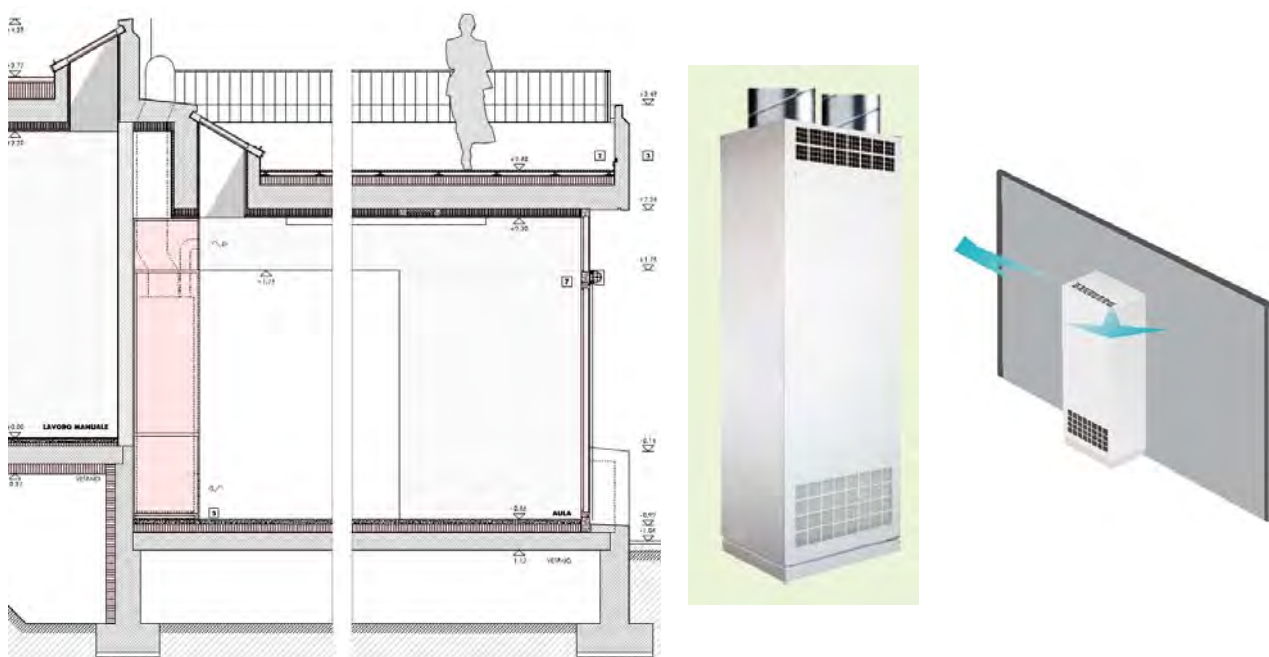
Lo standard Minergie, per il risanamento di un edificio scolastico, richiede la realizzazione di un impianto di ventilazione controllata con recupero di calore in tutti gli spazi con permanenza di persone (nel nostro caso in particolare le aule). Sussistono diverse possibilità a livello impiantistico. Nel nostro caso abbiamo optato per un impianto decentralizzato con piccoli monoblocchi all'interno di ogni spazio, invece che un impianto centralizzato tipicamente realizzato con uno o più grandi monoblocchi sul tetto. Quest'ultima tecnologia ha infatti lo svantaggio di necessitare un'importante rete di distribuzione di canali di ventilazione, sia in orizzontale che in verticale. Risulta quindi di difficile attuazione nel caso di risanamenti. Considerando inoltre il progetto specifico (sviluppo orizzontale dell'edificio più che verticale, altezze dei locali già ridotte), l'ipotesi di impianto centralizzato è stata subito accantonata.

Abbiamo quindi previsto un impianto decentralizzato, con monoblocchi singoli per ogni spazio, da ubicare direttamente all'interno dei locali. Negli ultimi anni, proprio per i casi di risanamento di edifici scolastici e amministrativi, diverse aziende hanno infatti sviluppato diversi prodotti di questo tipo. Questa tipologia di impianti presenta i seguenti vantaggi:

- ridotte esigenze di canali di distribuzione
- soluzione flessibile con monoblocchi di dimensioni e portate ottimizzabili in funzione delle dimensioni del locale
- nessuna particolare esigenza di protezione antincendio, in quanto non sono necessarie serrande tagliafuoco o isolamenti di canali (riduzione costi di manutenzione)
- a differenza di impianti centralizzati, facile gestione dei flussi in ogni locale, gestibili in autonomia per singolo locale, potendo quindi diminuire o aumentare il flusso in funzione del reale utilizzo o meno del locale (tema molto pertinente nelle scuole) e conseguente diminuzione dei costi energetici.

AULE

Per il caso specifico, per le aule abbiamo previsto dei monoblocchi verticali a forma di armadio, da integrare appunto negli spazi d'armadio previsti in particolare sul lato delle aule verso i corridoi. Si prevede un monoblocco in ogni aula. I monoblocchi si integrano perfettamente nella profondità degli armadi. L'aria del locale viene aspirata dal basso attraverso una griglia. L'aria fresca viene immessa nel locale dall'alto e si distribuisce autonomamente nel locale. All'interno del monoblocco è presente il sistema di recupero del calore. L'espulsione dell'aria viziata e la presa dell'aria fresca vanno verticalmente direttamente a tetto. I monoblocchi sono dotati di batteria di raffreddamento ed aiutano quindi a raffrescare le aule, coadiuvando il raffrescamento a pavimento.



SERVIZI IGIENICI

Anche per i servizi igienici abbiamo pensato alla posa di monoblocchi da armadio, di piccole dimensioni. In questo caso completamente canalizzati (non con griglie come i monoblocchi delle aule), con una distribuzione orizzontale a vista per aria fresca da immettere nell'atrio dei servizi e aria viziata da aspirare nei box bagni). Espulsione e presa aria fresca a tetto. In funzione della disposizione e distribuzione verticale delle zone bagni, si è pensato alla posa di 4 monoblocchi così suddivisi:

- monoblocco 1 da ca. 200 m³/h per bagni blocco A al P+1.
- monoblocco 2 da ca. 400 m³/h per bagni blocco B al PT.
- monoblocco 3 da ca. 200 m³/h per bagni blocco B al P1.
- monoblocco 4 da ca. 500 m³/h per tre zone bagni blocco C (P-1, PT e P1)

Riassumendo, in questo modo si ha per l'intero edificio scolastico un sistema completamente decentralizzato, senza nessun grande monoblocco di ventilazione sui tetti.

FOTOVOLTAICO

Nel 2018 è stato realizzato un impianto fotovoltaico sul tetto dell'edificio scolastico, con una potenza di 30 kWp. Questa produzione energetica sarà utile per rientrare nello standard Minergie e sarà ancora più utilizzata in modalità di autoconsumo vista l'installazione di nuove pompe di calore a funzionamento elettrico. L'impianto sarà smontato per il risanamento del tetto e poi installato nuovamente al termine dei lavori. Dai piani ricevuti si nota che potrebbero essere disponibili alcune superficie supplementari; anche in funzione del bilancio energetico Minergie si valuterà se aumentare o meno la potenza installata.

RUMORI E ACUSTICA INTERNA

RUMORI VERSO TERZI

Per quanto riguarda il tema dei rumori verso terzi e verso le finestre dello stesso stabile scolastico, è stata prevista la realizzazione di pareti foniche e griglie afone attorno alle nuove pompe di calore previste sul tetto. La posizione delle macchine su uno dei tetti "bassi" dell'edificio, risulta già di suo incassata tra le pareti esterne delle aule, pareti che offrono già quindi una protezione alla propagazione dei rumori. Come detto il tutto verrà completato con le necessarie pareti foniche. Si segnala inoltre che la scelta di sistemi a pompe di calore, a differenza p.es. di un impianto a legna, non presenta rumori e fastidi dovuti p.es. ad eccessi veicolari di camion per la fornitura del combustibile, ecc.

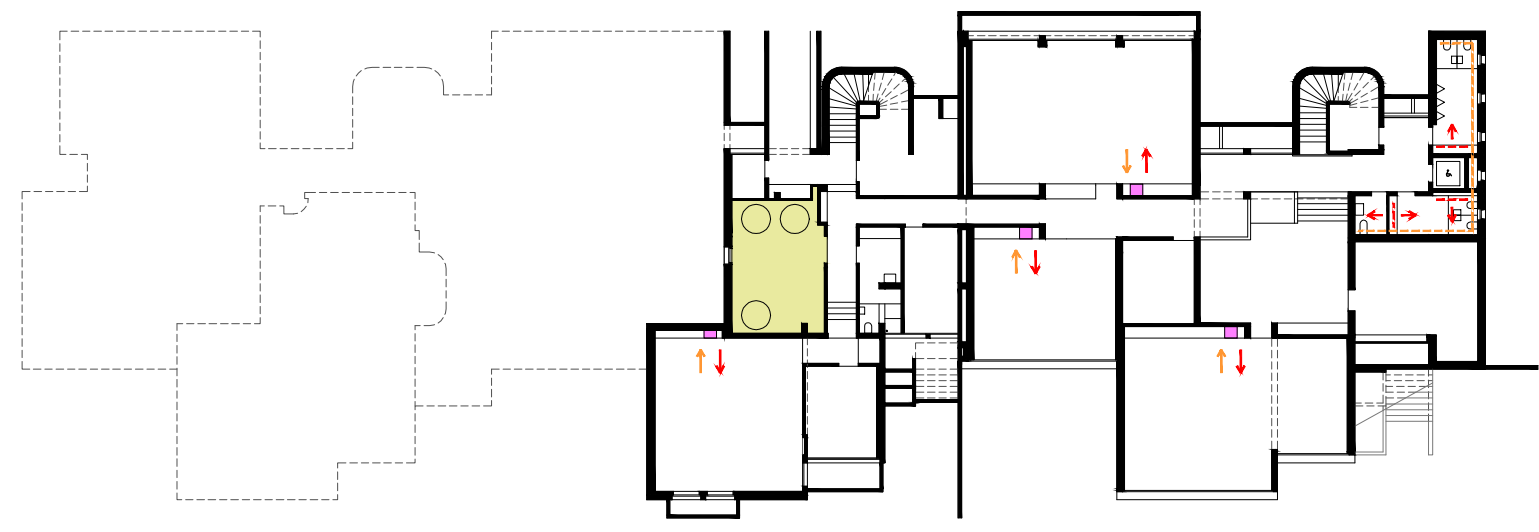
FONOSOLAMENTO INTERNO

Per quanto riguarda il tema del fonoisolamento tra locali, segnaliamo in particolare che il progetto prevede un miglioramento della protezione al rumore per calpestio tra i piani, mediante posa di una stuoia anti calpestio sulla soletta esistente e rifacimento del rivestimento del pavimento. Grazie alla realizzazione di un nuovo betoncino autolivellante, si avrà una buona massa della soletta e quindi anche una buona protezione alla propagazione del rumore aereo tra i piani.

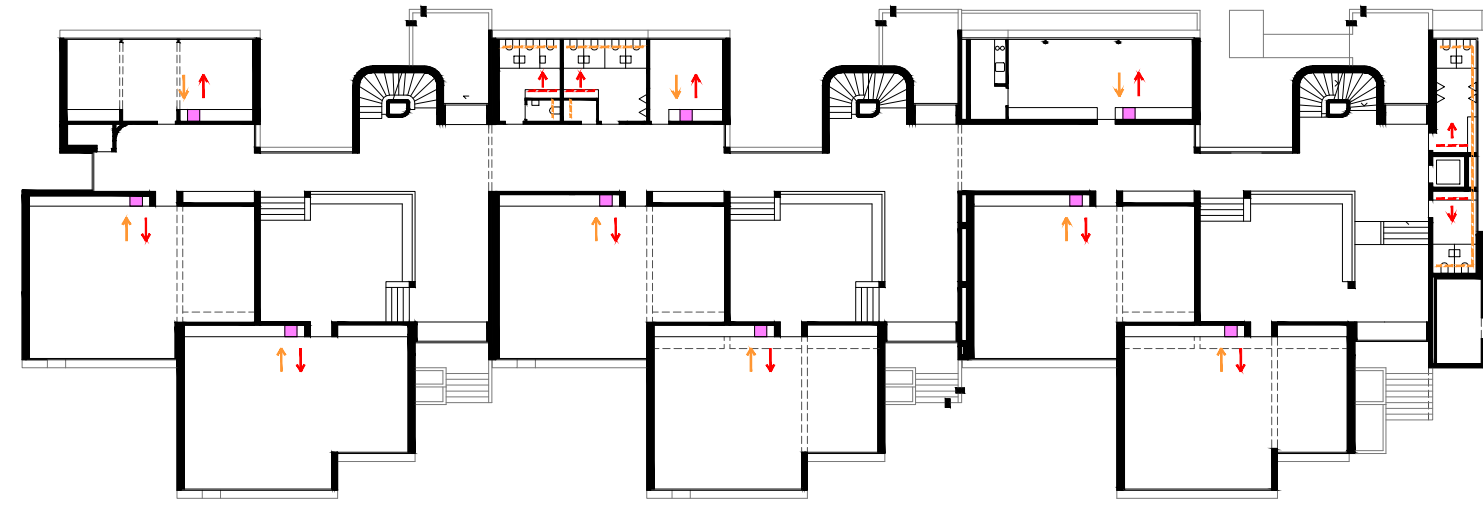
ACUSTICA DI SALA

In un edificio scolastico riveste molto importanza il tema dell'acustica di sala (riverbero nei locali). In questo senso si è prevista la posa di pannelli fonoassorbenti a soffitto con una superficie di ca. il 90% della superficie, sia nelle aule che nei corridoi. Questo intervento permette di avere dei tempi di riverbero e quindi un'acustica ottimale per lo svolgimento delle lezioni nelle aule ed anche nei corridoi.

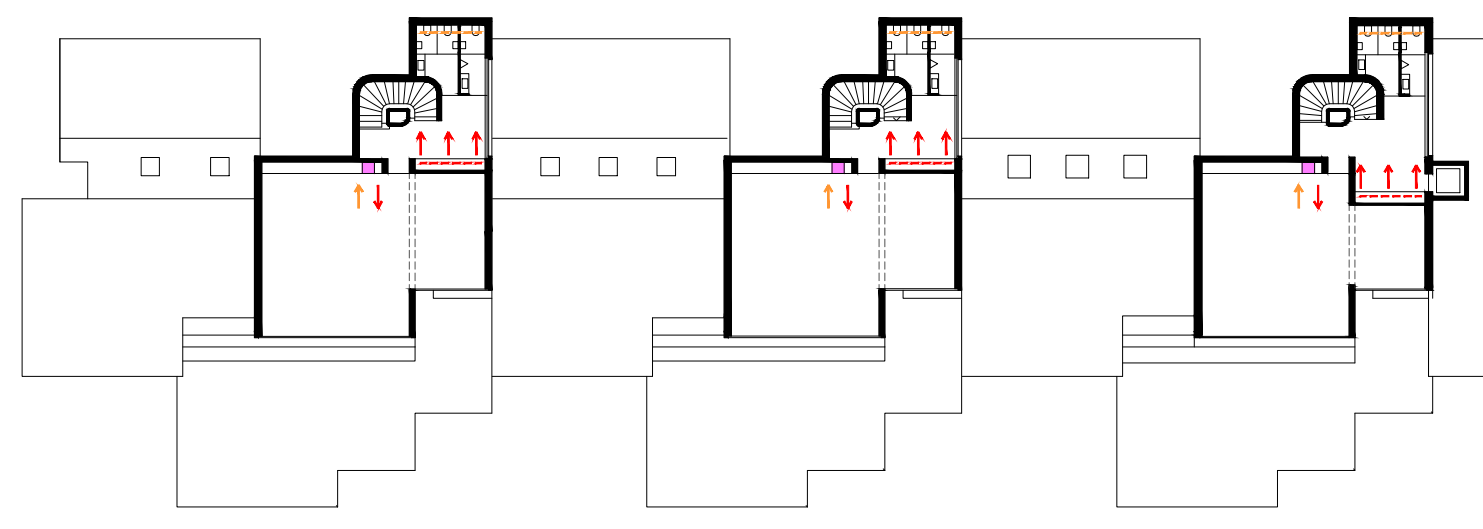
CONCETTO IMPIANTO DI VENTILAZIONE



UMILO -1

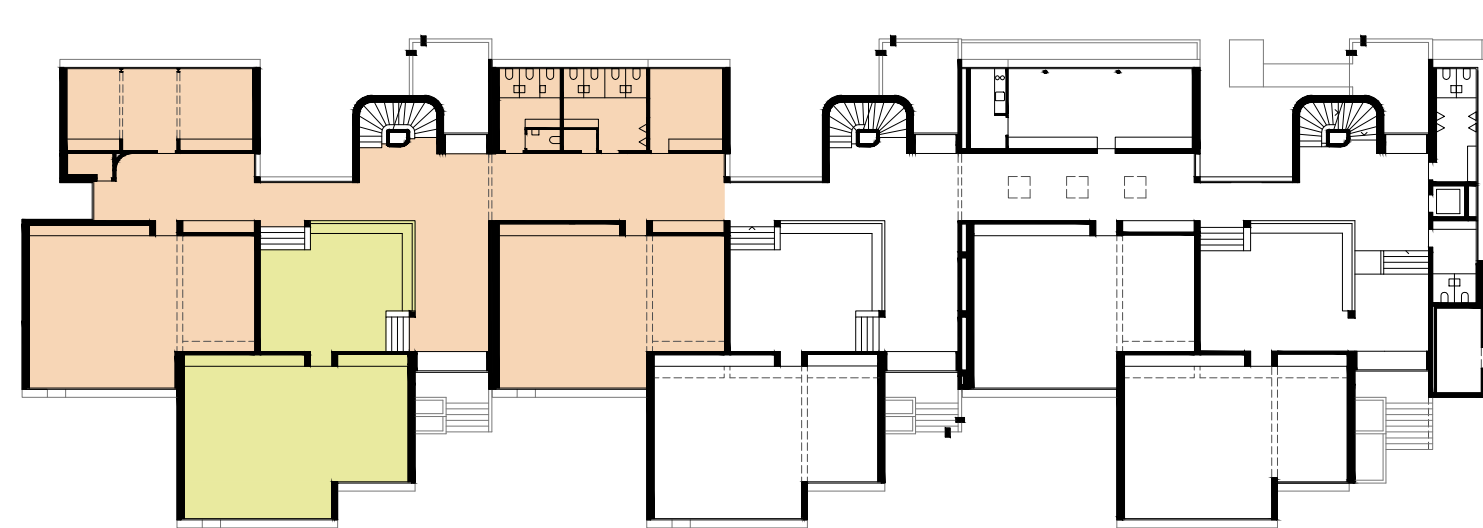


UMILO PT



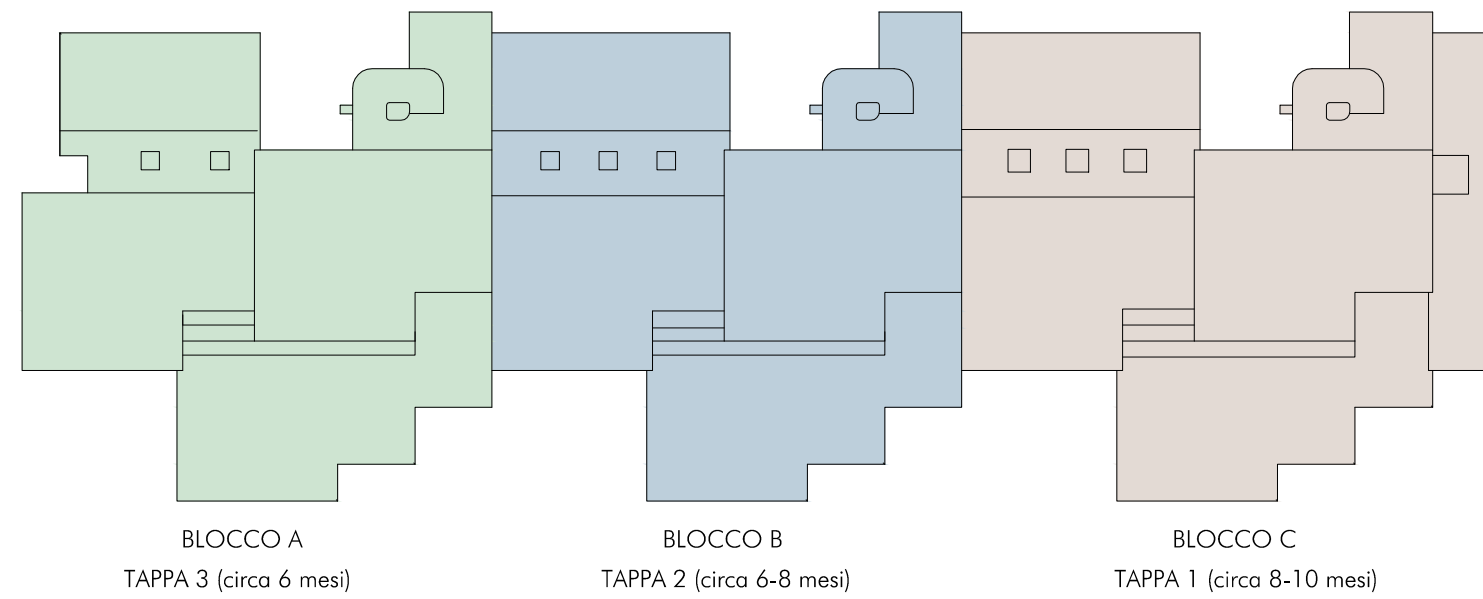
UMILO +1

CONCETTO ISOLAMENTO VESPAIO



isolamento performato sopra vespaio tipo "Swisspor PR Premium Plus"
isolamento performato sotto vespaio tipo "Swisspor PR Premium Plus", se non attuabile si potrebbe considerare il ricambio delle solette con strutture prefabbricate in legno e posa di isolamento a pavimento

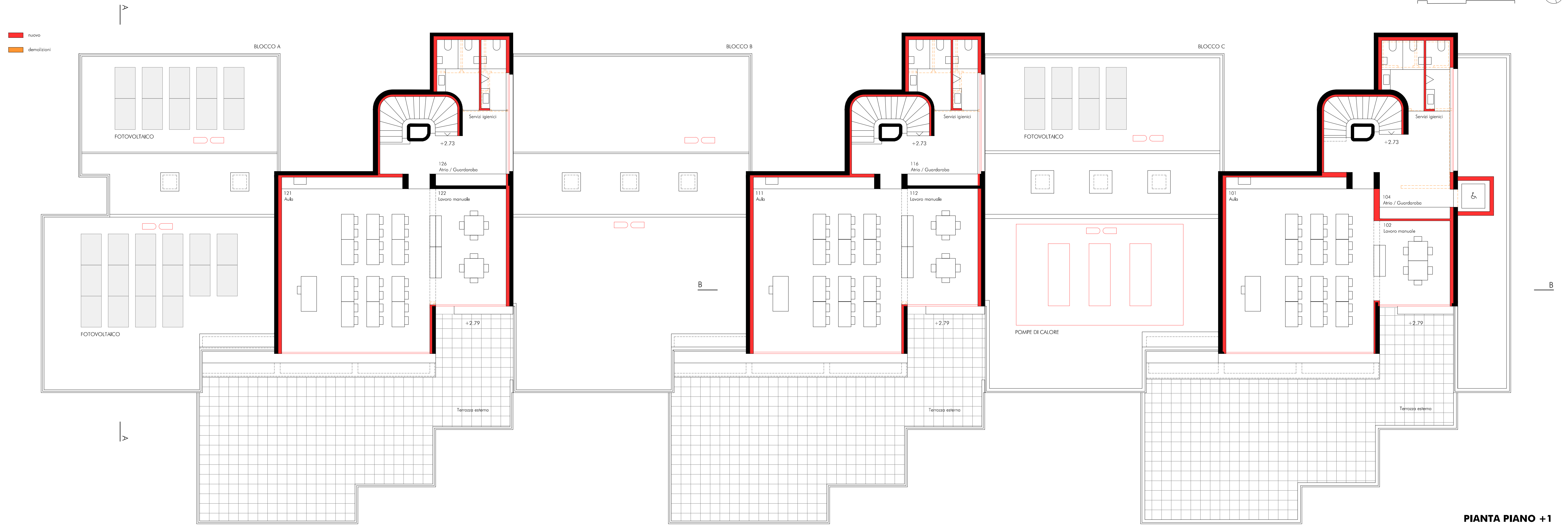
CONCETTO ESECUZIONE A TAPPE



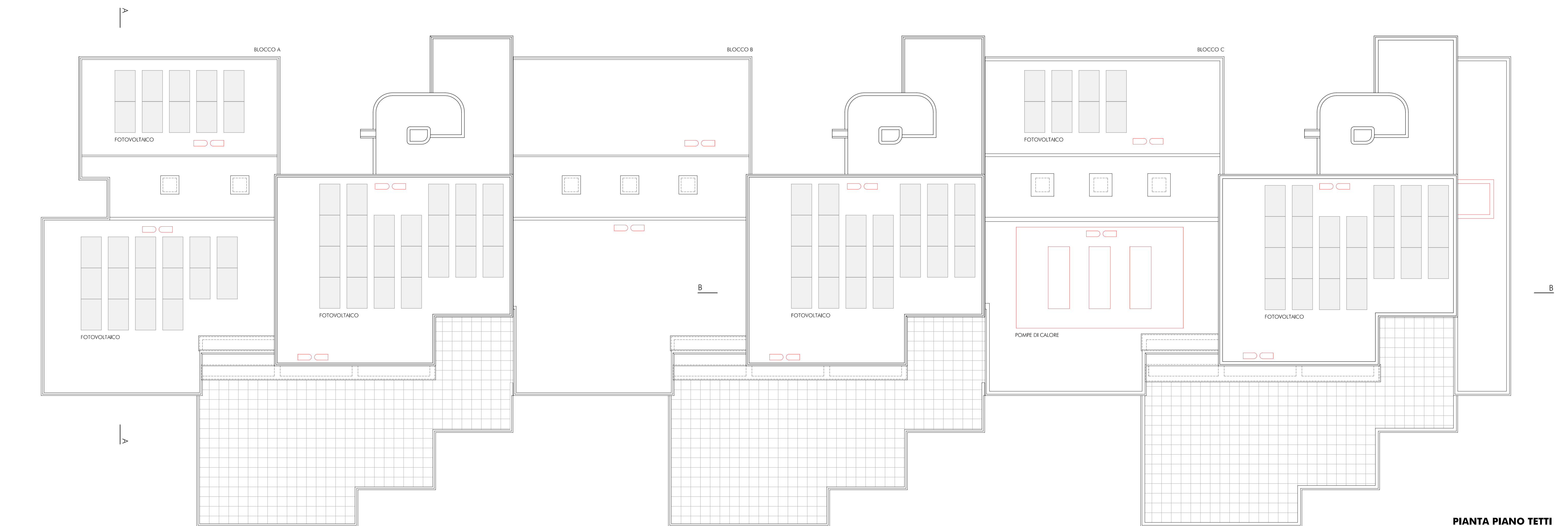
BLOCCO A
TAPPA 3 (circa 6 mesi)

BLOCCO B
TAPPA 2 (circa 6-8 mesi)

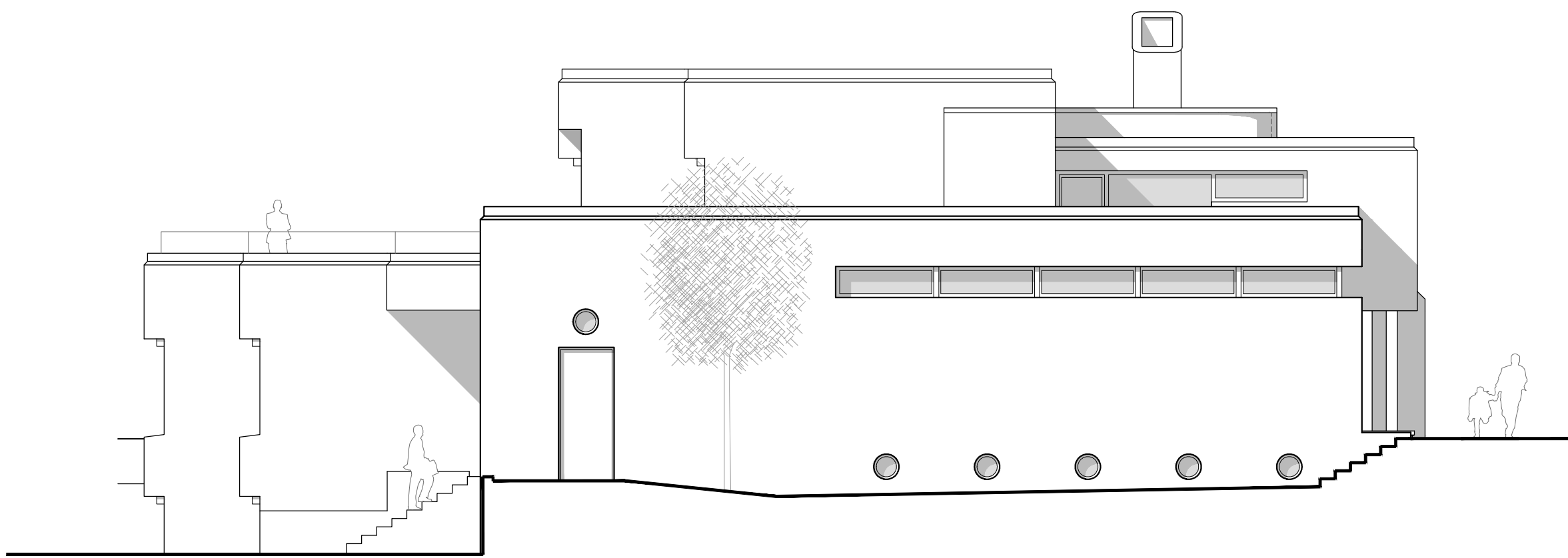
BLOCCO C
TAPPA 1 (circa 8-10 mesi)



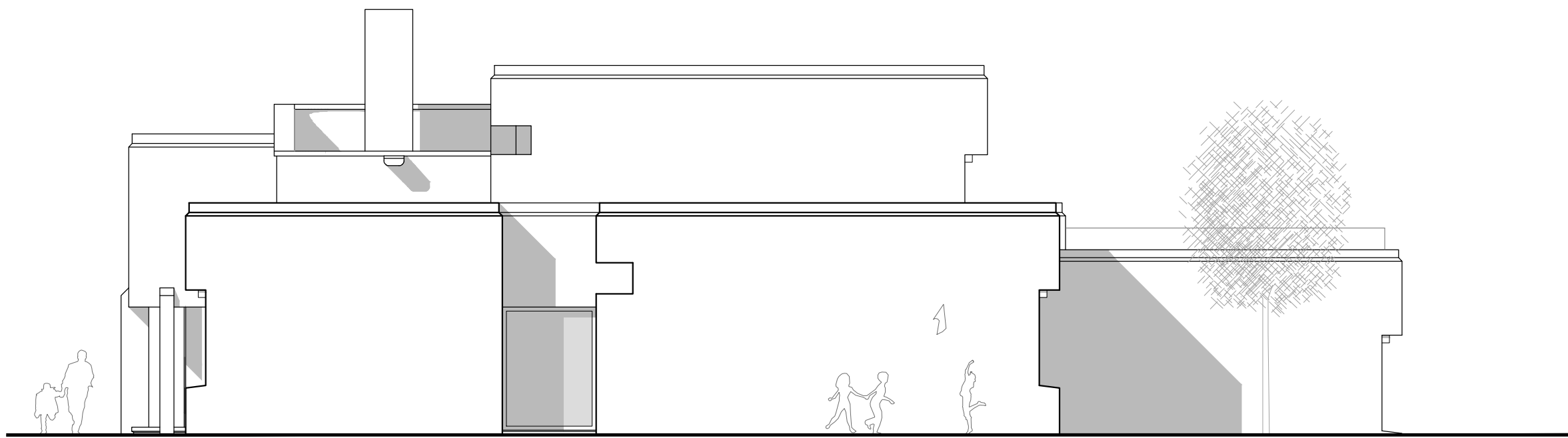
PIANTA PIANO +1



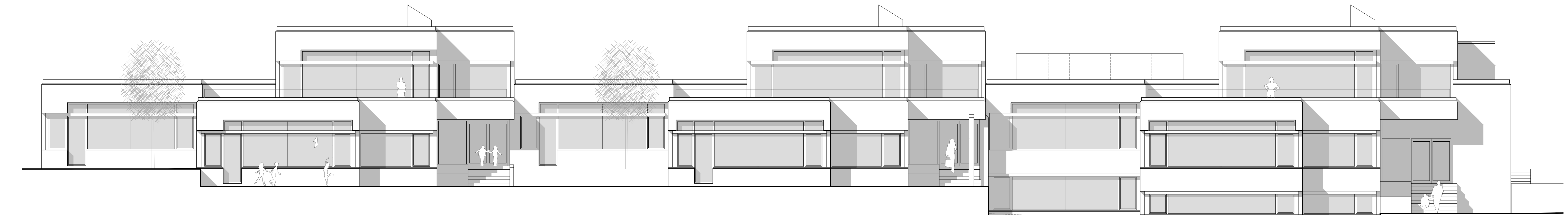
PIANTA PIANO TETTI



FACCIATA SUD



FACCIATA NORD



FACCIATA EST

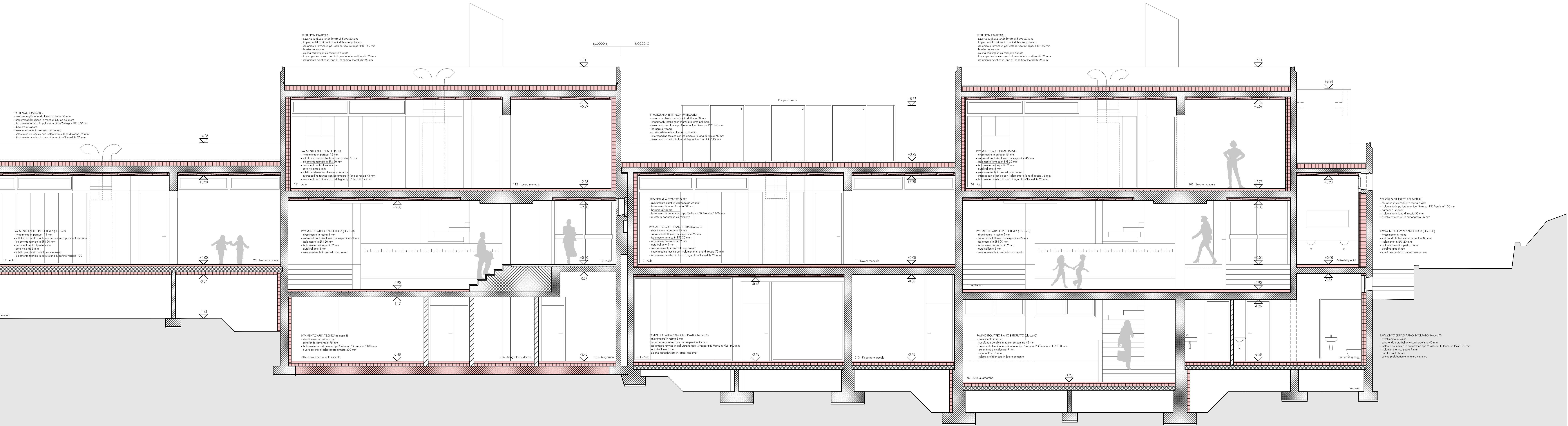


FACCIATA OVEST

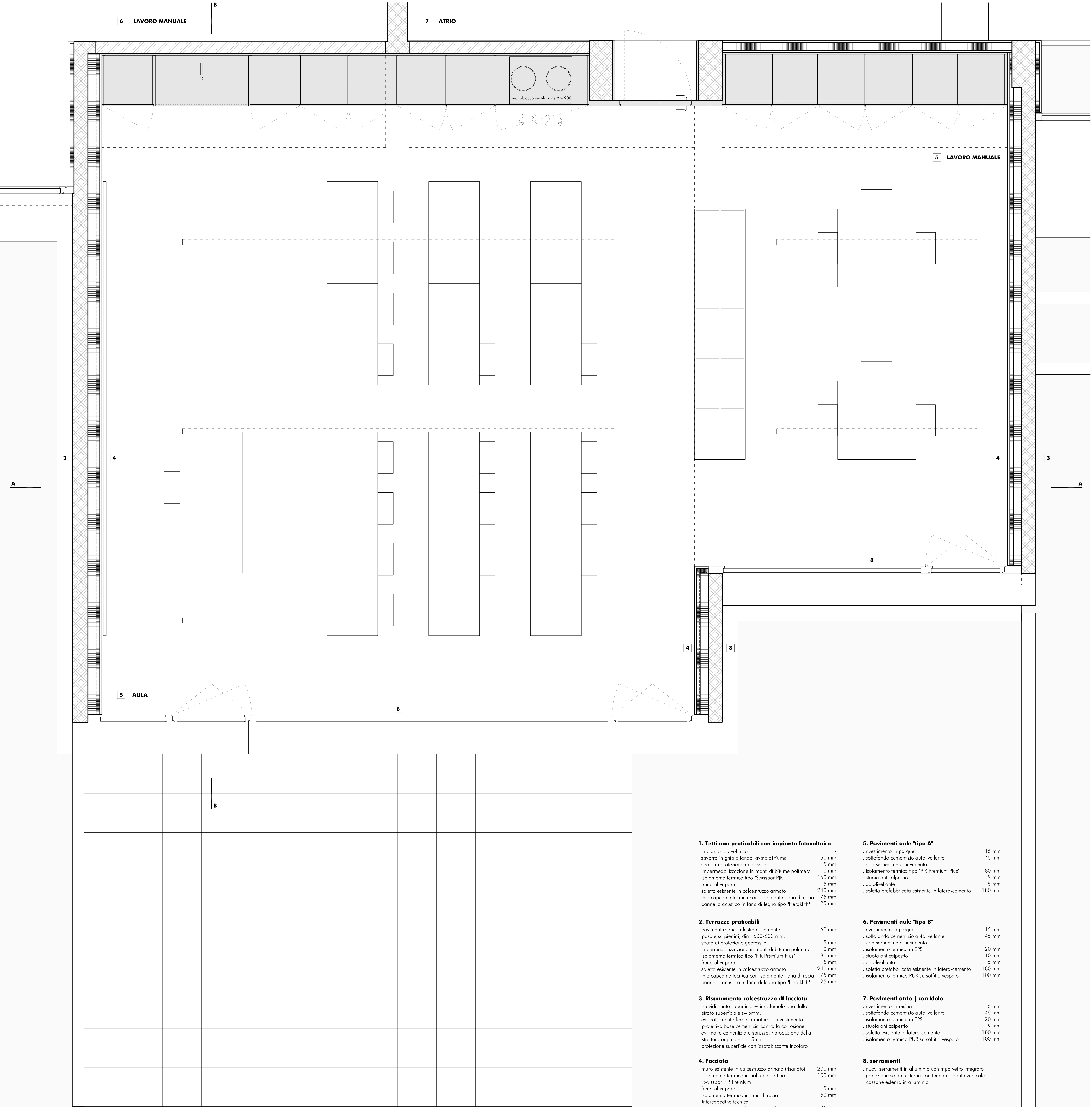
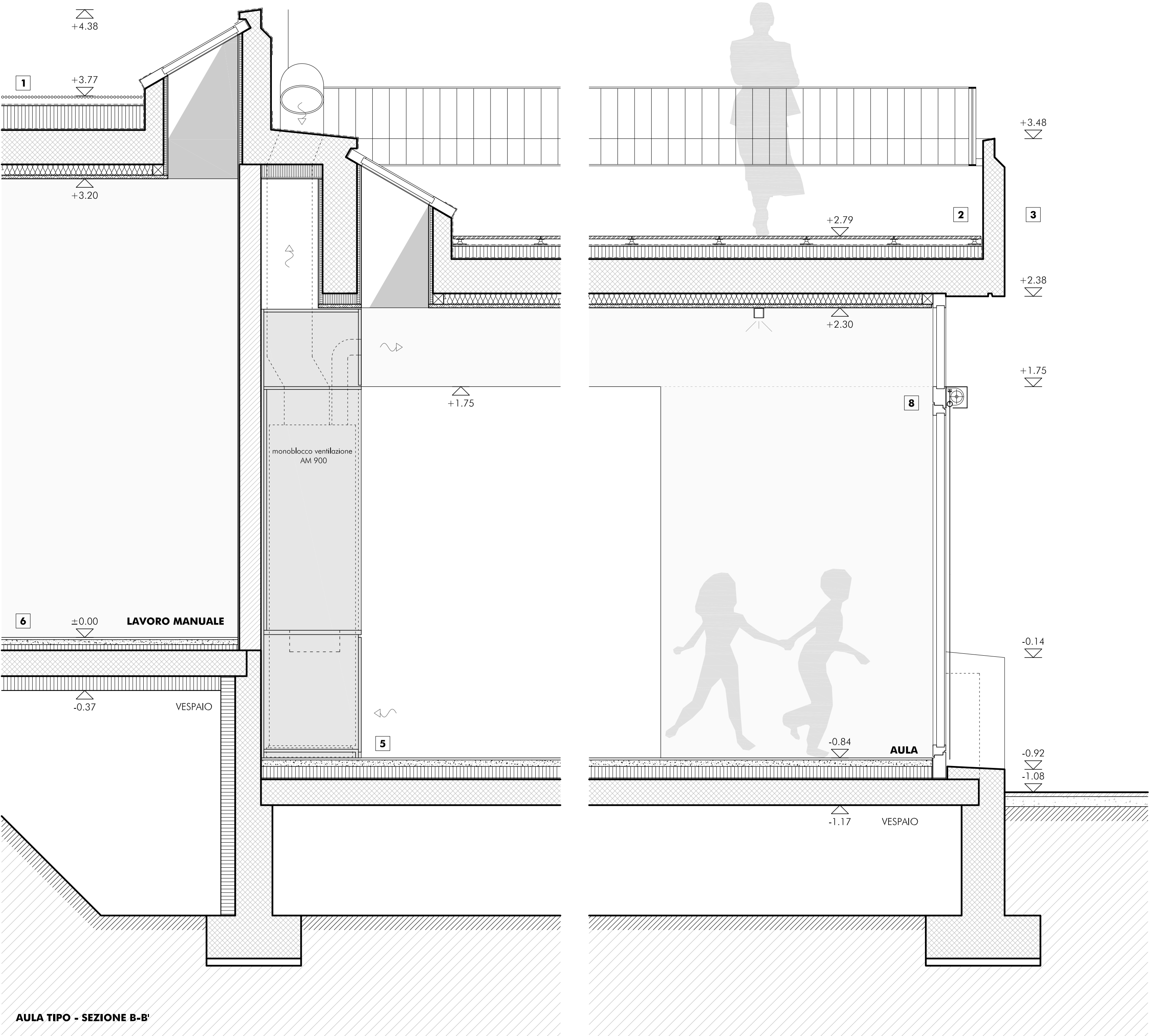
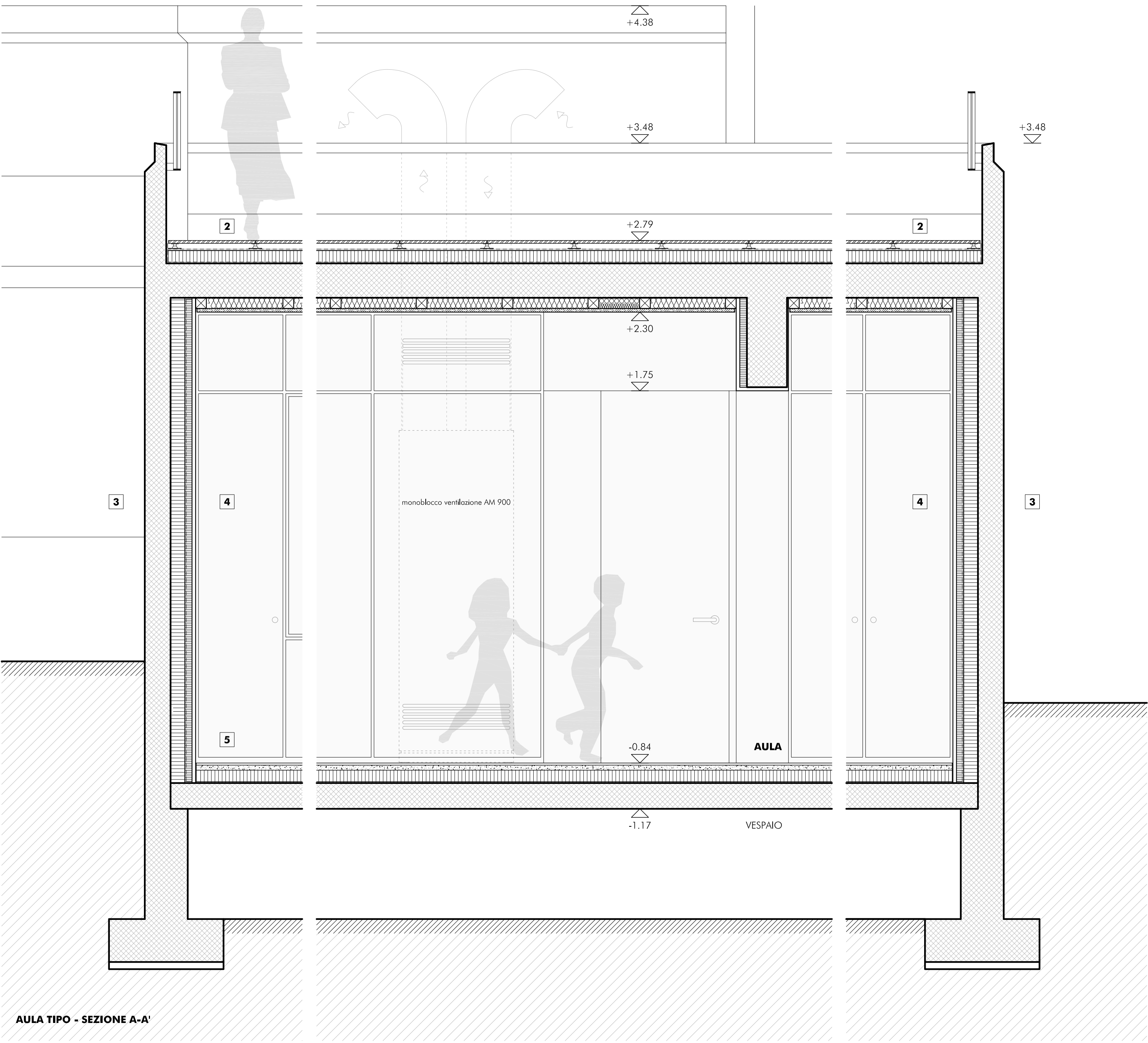
VISUALIZZAZIONE AULA TIPO



SEZIONE A-A



SEZIONE B-B



1. Tetti non praticabili con impianto fotovoltaico		
- rivestimento in parquet		15 mm
- zavorra in ghiaia fonda lavata di fiume	50 mm	
- strato di protezione geotessile	5 mm	45 mm
- impermeabilizzazione in manti di bitume polimerico	10 mm	
- isolamento termico tipo "Swisspor PIR"	160 mm	
- freno al vapore	5 mm	
- soletta esistente in calcestruzzo armato	240 mm	
- intercapedine tecnica con isolamento: lana di roccia	75 mm	
- pannello acustico in lana di legno tipo "Heraclith"	25 mm	
2. Terrazze praticabili		
- pavimentazione in lastre di cemento	60 mm	
- posate su piedini, dim. 600x600 mm.		
- strato di protezione geotessile	5 mm	
- impermeabilizzazione in manti di bitume polimerico	10 mm	
- isolamento termico tipo "PIR Premium Plus"	80 mm	
- freno al vapore	5 mm	
- soletta esistente in calcestruzzo armato	240 mm	
- intercapedine tecnica con isolamento: lana di roccia	75 mm	
- pannello acustico in lana di legno tipo "Heraclith"	25 mm	
3. Risanamento calcestruzzo di facciata		
- inquadramento superficie + idrodemolizione dello strato superficiale +/- 5mm.		
- ev. trattamento ferri d'armatura + rivestimento protettivo base cementizia contro la corrosione.		
- ev. malta cementizia a gruzzo, riproduzione della struttura originale; +/- 5mm.		
- protezione superficie con idrofobizzante incolore		
4. Facciata		
- muro esistente in calcestruzzo armato (risanato)	200 mm	
- isolamento termico in poliuretano tipo "Swisspor PIR Premium"	100 mm	
- freno al vapore	5 mm	
- isolamento termico in lana di roccia	50 mm	
- intercapedine tecnica		
- rivestimento pareti doppia lastra di cartongesso	25 mm	
5. Pavimenti aule "tipo A"		
- rivestimento in parquet		15 mm
- sottolampo cementizio autolivellante		45 mm
- con serpentina a pavimento		
- isolamento termico tipo "PIR Premium Plus"		80 mm
- stucco anticorrosione		9 mm
- autolivellante		5 mm
- soletta prefabbricata esistente in latero-cemento		180 mm
6. Pavimenti aule "tipo B"		
- rivestimento in parquet		15 mm
- sottolampo cementizio autolivellante		45 mm
- con serpentina a pavimento		
- isolamento termico in EPS		20 mm
- stucco anticorrosione		10 mm
- autolivellante		5 mm
- soletta prefabbricata esistente in latero-cemento		180 mm
- isolamento termico PUR su soffitto vespaio		100 mm
7. Pavimenti atrio corridoio		
- rivestimento in resina		5 mm
- sottolampo cementizio autolivellante		45 mm
- con serpentina a pavimento		
- isolamento termico in EPS		20 mm
- stucco anticorrosione		9 mm
- soletta esistente in latero-cemento		180 mm
- isolamento termico PUR su soffitto vespaio		100 mm
8. serramenti		
- nuovi serramenti in alluminio con triplo vetro integrato		
- protezione solare esterna con tenda a caduta verticale		
- cassone esterno in alluminio		