



Messaggio municipale 4/2024 accompagnante la richiesta di un credito di fr. 720'000 per la progettazione delle opere di risanamento energetico dello stabile scuola elementare

Signora Presidente,
signore Consigliere comunali,
signori Consiglieri comunali,

il 12 giugno 2023, il Consiglio comunale ha approvato la concessione del credito di fr. 290'000 per l'organizzazione del concorso di architettura ad una fase per la ristrutturazione del Centro comunale. La conclusione della citata procedura di concorso, alla quale hanno aderito 9 gruppi, ha permesso di selezionare un progetto vincitore, il quale richiede ora il necessario approfondimento e affinamento per arrivare alla sua versione definitiva.

1. Progetto vincitore

Il vincitore è risultato il progetto denominato "CAMBIO", realizzato dal gruppo interdisciplinare composto dallo studio GPP Architetti Sagl, Ambri (Capofila), dallo Studio Rigozzi Engineering SA, Giubiasco (specialista RCVS) e dalla Ecocontrol SA, Lugano (fisica della costruzione).

La giuria, composta dai Municipali Roberto Ferroni (Presidente) e Marco Schertenleib, dagli architetti Michele Bardelli e Dario Martinelli, dagli specialisti Alessandro Tami e Giorgio Pansa, coordinata dall'architetto Piero Conconi, ha esaminato i progetti presentati sulla base dei seguenti criteri previsti dal bando:

- aspetti architettonici e di inserimento
inserimento nel sito, in particolare con la preesistenza degli stabili del Centro comunale, espressione architettonica, qualità degli spazi interni, scelta dei materiali;
- aspetti costruttivi ed energetici
concetti costruttivi, scelta dei materiali e adeguatezza allo standard MINERGIE® oppure MINERGIE® ECO. concetti impiantistici (economicità produzione calore, sistema ventilazione aule, sistema resa energia alle utenze, modularità impianto);
- sostenibilità sociale, economica e ambientale.

Si richiama un estratto del rapporto della giuria:

"L'intervento proposto è ritenuto rispettoso delle qualità architettoniche del centro scolastico ed è capace di metterne in evidenza le peculiarità per il tramite di soluzioni specifiche e precise, dando una risposta convincente ai diversi temi che il bando sollevava.

La proposta di migliorare termicamente l'edificio proponendo un nuovo involucro, che si manifesta in maniera indipendente dalla struttura, permette la definizione di nuovi spazi didattici di qualità all'interno e al tempo stesso sottolinea il carattere architettonico dell'edificio all'esterno.

Con la proposta di arretrare e rivedere nella loro tipologia i serramenti, il progetto conferisce più leggerezza ai prospetti e garantisce maggior luminosità, ma anche protezione, alle aule scolastiche.

Queste potranno sfruttare questa nuova dimensione configurandosi nella bella stagione come aule all'aperto. Dovrà però essere approfondita la funzionalità di questi spazi transitori - tra interno ed esterno - anche da parte della direzione.

È valutata positivamente la proposta di ricavare dei nuovi patii esterni nel blocco C, sia a nord che a sud dell'edificio, in risposta al bisogno di una corretta illuminazione dei locali parzialmente o completamente interrati.

Nonostante rimanga qualche perplessità tecnica circa la possibilità di trasformare degli spazi interni in esterni attraverso la creazione di piccoli patii interni, si ritiene interessante l'idea di portare ulteriore luce naturale nell'edificio, in particolare nelle aule di sostegno. Queste trovano inoltre un nuovo rapporto visivo diretto con gli spazi comuni, garantendo alla scuola una nuova ricchezza spaziale.

Viene inoltre apprezzata l'idea di rimuovere i rivestimenti alle facciate - occorsi negli anni sotto forma di intonaci applicati e velature - per riportare alle origini l'aspetto esterno della scuola. Possibilità che dovrà essere approfondita con il seguito della procedura, ma che la giuria ritiene possa conferire un ulteriore valore aggiunto alla scuola risanata.”

Per quanto riguarda l'impiantistica (produzione e distribuzione del calore, ventilazione) i progettisti hanno proposto una soluzione “ibrida”, composta da:

- 2 pompe di calore geotermiche per la produzione di energia termica e frigorifera;
- 1 pompa di calore aria-acqua per la produzione di energia termica in supporto alle 2 pompe di calore geotermiche nei periodi di necessità;
- 1 pompa di calore geotermica ad alta temperatura (> 75°C) per la produzione di acqua calda sanitaria.

Questa soluzione permette di mantenere un elevato grado di efficienza degli impianti, la possibilità di usufruire del free-cooling estivo (sistema che sfrutta l'aria esterna o di un ambiente, per raffreddarne uno che ha temperatura maggiore, senza dover ricorrere a sistemi di refrigerazione che utilizzano energia elettrica e altre risorse energetiche) e la garanzia di poter disporre di un'importante ridondanza e di un frazionamento della potenza termica in caso di necessità. La nuova centrale termica e frigorifera sarà realizzata nell'attuale locale tank nafta e conterrà le pompe di calore geotermiche e tutte le apparecchiature accessorie, la pompa di calore aria-acqua sarà installata sul tetto della palestra e sarà collegata alla nuova centrale.

La ventilazione sfrutta un impianto decentralizzato, la cui ubicazione è stata ponderata sulla completa eliminazione dei canali. Le unità di trattamento dell'aria sono sempre installate su pareti a contatto diretto con l'aria esterna facilitandone la posa e riducendo i costi. Gli impianti elettrici vengono rinnovati sfruttando le intercapedini tecniche dei rivestimenti interni delle aule. All'interno degli atri vengono invece ridisegnati, conformemente all'architettura dello stabile, gli impianti a vista a soffitto.

Lo stabile sarà risanato rispettando tutti i criteri richiesti ai fini della certificazione Minergie-ECO, compreso anche un impianto fotovoltaico sul tetto.

2. Preventivo

Il Municipio, preso atto dell'esito positivo del concorso e convinto della bontà del progetto vincitore, ha quindi richiesto ai progettisti un'offerta d'onorario per la progettazione delle opere di risanamento energetico dello stabile scuola elementare, basato su un costo indicativo complessivo stimato di fr. 7'000'000 per il risanamento dello stabile scolastico, esclusi gli onorari, l'IVA e il costo dei prefabbricati per le aule provvisorie.

In questa prima fase si sottopone al Consiglio comunale la richiesta di un credito a copertura dei costi d'onorario per l'allestimento del progetto di massima, del progetto definitivo, del preventivo di spesa +/- 10% e della domanda di costruzione. L'offerta è allestita sulla base della norma SIA 102 "Regolamento per le prestazioni e gli onorari nell'architettura", in particolare si fa riferimento all'articolo 6.3 "Calcolo dell'onorario secondo la retribuzione oraria media".

I costi sono stati quantificati nel seguente modo.

1. Architetto	fr.	368'960
2. Ingegnere civile	fr.	9'200
3. Fisico delle costruzioni	fr.	38'710
4. Ingegnere elettrotecnico	fr.	36'710
5. Ingegnere impiantistica RVCS	fr.	139'050
6. Consulente antincendio	fr.	5'100
7. Geologo	fr.	7'370
8. Direzione generale/coordinamento specialisti	fr.	18'150
9. Sondaggio geotermia	fr.	33'150
10. Diversi	fr.	<u>9'000</u>
Totale parziale	fr.	665'400
IVA 8.1% e arrotondamento	fr.	<u>54'600</u>
Totale	fr.	<u>720'000</u>

Evidenziamo che in questa fase della procedura si è ritenuto ragionevole comprendere nel preventivo anche i costi relativi alle prestazioni di uno studio specialista in geotermia per l'esecuzione di una sonda di prova per l'esecuzione di un test termico per un dimensionamento dell'impianto a norma SIA 384/6 per la verifica del buon funzionamento del campo sonde sul lungo termine (50 anni).

Per ulteriori informazioni tecniche sul progetto e preventivo di spesa si rimanda alla documentazione allegata.

3. Tempistiche

A titolo puramente informativo, la fase di progettazione definitiva richiederà una tempistica stimata di un anno dal momento della conferma del mandato, in particolare:

Fase 31	Progetto di massima e stima dei costi	4 mesi
Fase 32	Progetto e preventivo definitivo	7 mesi
Fase 33	Procedura domanda di costruzione	1 mese

Fatte queste considerazioni, vi invitiamo a voler deliberare.

1. È concesso un credito di fr. 720'000 per la progettazione definitiva del risanamento energetico dello stabile scuola elementare.
2. Il credito è iscritto nel conto investimenti e decade se non utilizzato entro il 31 dicembre 2025.


Il Sindaco
Giorgio Rossi

PER IL MUNICIPIO




Il Segretario
Paolo Vezzoli

Manno, 27 febbraio 2024
Risoluzione n. 119/26.2.2024

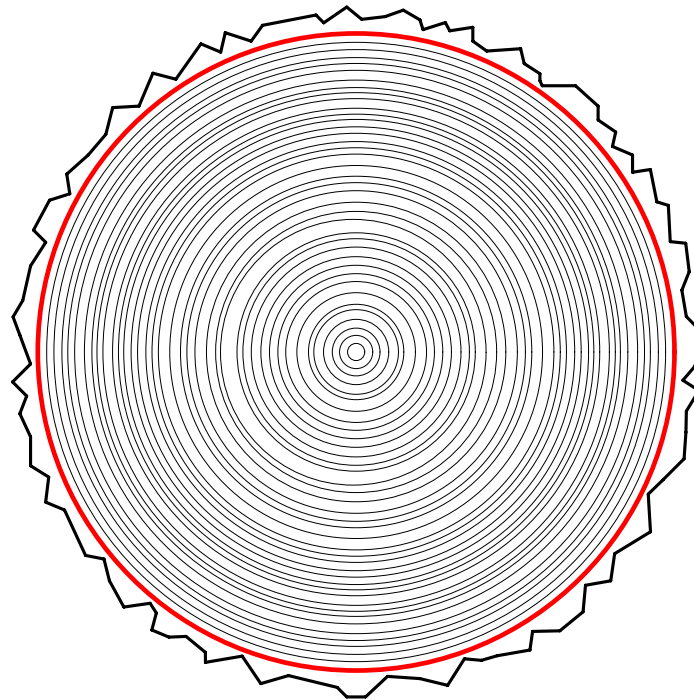
Per esame e rapporto

Commissione		
Gestione	Edilizia	Petizioni
X	X	

Relazione architettonica, esecutiva e tecnica

CAMBIO





In botanica, il “cambio” rappresenta la zona del fascio vascolare del fusto, le cui cellule danno origine al nuovo legno. Lungo questa circonferenza l’albero si rinnova godendo della protezione conferita dalla corteccia.

Analisi

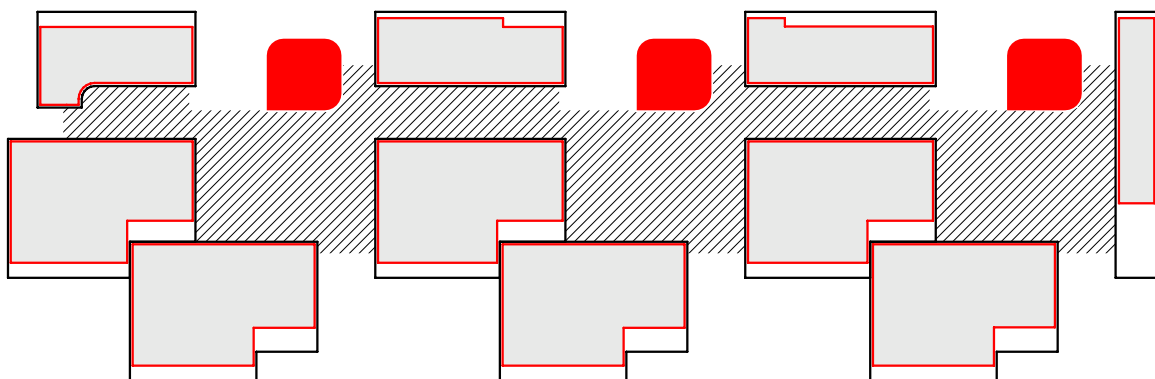
La scuola elementare di Manno realizzata nel 1973 rappresenta un’architettura scolastica caratteristica degli anni '60 - '70. Il complesso è formato da una successione di padiglioni che, adagiati a quote diverse sul terreno naturale generano un’aggregazione volumetrica articolata su diversi livelli in grado di conferire agli spazi interni un’atmosfera luminosa e qualitativa per bambini che la frequentano. Lo spazio di circolazione si articola all’interno, tra i blocchi, e compone i diversi ambienti collettivi della scuola. I vani scala, autonomi nella loro espressione formale, sono l’unico elemento ripetuto ad ogni piano. Queste scelte tipologiche, riconducibili all’architettura scolastica del tempo, caratterizzano fortemente l’espressione architettonica esterna e rendono l’edificio scolastico riconoscibile all’interno dell’urbanità e nella memoria collettiva del paese.

Nel 1991 la scuola è stata ampliata sostituendo il volume conclusivo a nord con l’attuale “blocco C” che, concepito con le medesime caratteristiche architettoniche del progetto primario conclude oggi la composizione del centro scolastico. Nonostante la fedele replica dell’ultimo ampliamento le tracce di questa operazione sono ancora evidenti e ben visibili all’interno dell’architettura.

Concezione progettuale

Perseguendo l'obiettivo di conservare le componenti spaziali qualitative dello stabile nel rispetto dell'economia e della semplicità realizzativa, il progetto propone una definizione chiara e precisa dei parametri d'intervento:

- a. Il guscio murario esterno in calcestruzzo, quale memoria storica e tipologica, viene ripulito, separato dai nuovi elementi di facciata e mostrato nella sua espressione materica.
- b. Le aule, assieme agli spazi di supporto e di servizio, sono racchiusi volta per volta in un nuovo involucro che, liberandosi dalla muratura esterna, ne ridisegna l'architettura conformando gli spazi alle nuove esigenze.
- c. L'autonomia identitaria dei vani scala è rafforzata dalla scelta tecnica del risanamento interno/esterno mediante intonaco isolante pigmentato. La differenza materica proposta permette al volume di proporsi quale elemento cromatico identificativo della sezione.
- d. Lo spazio di circolazione gode della protezione conferita dai volumi perimetrali, e pertanto può essere mantenuto e conservato nelle sue componenti qualitative spaziali, materiche e tecniche originali senza interventi invasivi.



Questa impostazione permette di concentrare puntualmente il risanamento energetico favorendo l'uso parsimonioso delle risorse e dell'energia, salvaguardando allo stesso tempo le caratteristiche architettoniche principali facilitando la lettura critica dell'intervento.

Sistemazione esterna

Al fine di adempiere alla richiesta di conferire maggior qualità agli spazi seminterrati, il progetto propone la realizzazione di due cortili. Questa soluzione, realizzata mediante piccoli movimenti di terra ponderati sul mantenimento in loco del materiale di scavo, ridisegna in modo sobrio e preciso la sistemazione esterna propendo nuovi spazi funzionali esterni, il posteggio biciclette e il giardino didattico chiuso e protetto. Questa proposta gode della totale indipendenza rispetto al concetto di risanamento.

Aula tipo

Lo spazio didattico, formato inizialmente da due ambienti separati, viene unito al fine di garantire una maggiore versatilità nelle conformazioni dell'aula. In questo senso proponiamo una parete divisoria a soffietto in grado di modificare facilmente e con pochi mezzi la spazialità dell'aula. I nuovi serramenti sono arretrati per garantire una maggiore protezione solare e favorire un'interessante relazione diretta con il giardino, incrementando notevolmente le possibilità d'uso combinato interno/esterno durante le lezioni. Tre nuovi cavedi, realizzati attraverso l'ampliamento dei lucernari esistenti, propongono un piccolo spazio esterno anche nelle aule penalizzate dalla composizione volumetrica. Infine, tra le aule e gli spazi di circolazione, le nuove vetrate propongono nuove relazioni visive tra i diversi ambienti senza precludere la corretta intimità nelle zone d'insegnamento.

Materializzazione

Le scelte materiche ricalcano le volontà progettuali. All'esterno, l'espressione architettonica propone un dialogo chiaro tra le parti: il guscio murario in calcestruzzo armato, riportato allo stato grezzo mediante trattamenti superficiali di sabbiatura, racconta l'architettura del tempo mentre i nuovi elementi metallici, quali serramenti e parapetti, rappresentano il momento del rinnovo. I vani scala sono proposti quali elementi autonomi e rivestiti da ambo i lati con intonaco isolante la cui pigmentazione permetterà il riconoscimento identitario della sezione. All'interno delle aule, a parete, la nuova pelle è realizzata mediante elementi vetrati, arredi e pareti autoportanti in cartongesso che, assieme ai nuovi pavimenti radianti rivestiti in linoleum e al controsoffitto acustico racchiudono puntualmente i nuovi ambienti scolastici. La grana fine dei nuovi intonaci si alterna con quella grezza nelle finiture esistenti concorrendo all'essenzialità della proposta materica. Gli spazi di circolazione invece verranno risanati mantenendo il linguaggio formale esistente. I tetti e le terrazze vengono risanati termicamente disegnando, al piano superiore, lo spazio esterno delle aule con elementi verdi nel rispetto delle quote dello stabile.

Accessibilità

Una serie di interventi puntuali all'interno del blocco C, garantiscono l'accessibilità ai disabili a tutti gli spazi dello stesso. Il nuovo ascensore, ubicato all'interno del volume di servizio che chiude l'edificio verso nord, distribuisce i tre principali livelli dello stabile. Mentre la nuova rampa, realizzata all'interno dell'atrio d'entrata al piano terra, assieme al conseguente riposizionamento del montascale esistente al piano inferiore, completano a tutti gli effetti la richiesta del bando.



Impostazione esecutiva e tempistica di cantiere

Lo studio delle tappe realizzative del risanamento è ponderato secondo i seguenti obiettivi:

- Autonomia dei lavori nel rispetto delle funzioni scolastiche, durante tutte le fasi la fruibilità dello stabile scolastico in sicurezza è garantito per tutti gli utenti.
- Garantire alle aule, in ogni momento, la prossimità dei necessari spazi di servizio e supporto alla didattica.
- Concentrare i principali spostamenti e lavori invasivi necessari al risanamento, durante i periodi di chiusura della scuola.
- Garantire la continuità d’esercizio del sistema di produzione di calore durante tutte le fasi del cantiere.

Non essendo ancora a conoscenza della reale possibilità di trasferimento delle aule didattiche altrove, in un'altra sede, il progetto ipotizza la continuità funzionale degli spazi didattici attraverso la posa di elementi prefabbricati provvisori nelle immediate adiacenze del centro scolastico. Nello specifico è stata individuata la possibilità di posare sei aule prefabbricate (con relativi spazi di servizio) ad est della palestra.

La scelta di iniziare con la parte di risanamento e implemento della nuova centrale e sottocentrale tecnologica di riscaldamento (sonde geotermiche comprese) permette di consegnare i singoli blocchi, energeticamente risanati, già attrezzati e allacciati ai nuovi impianti garantendo da subito il corretto benessere termico. La dismissione a tappe dei vari blocchi, durante le varie fasi, garantisce nel contempo la potenza termica necessaria per l'esercizio di palestra e Sala Aragonite.

L'impostazione dei lavori scaturita dai fattori elencati sopra propone una tempistica distribuita sull'arco di tre anni. Durante il primo anno, in completa indipendenza e senza recare disturbo alle funzioni scolastiche, verranno eseguiti tutti i lavori preparatori per i nuovi impianti tecnici. Successivamente i lavori di risanamento verranno organizzati in due tappe (fase 2 e fase 3), riducendo a due anni i lavori fisici all'interno della scuola.

	1 anno			2 anno			3 anno		
		est.			est.			est.	
Fase 1a	-----								
Fase 1b		-----							
Fase 2a		-----							
Fase 2b		-----							
Fase 3a					-----				
Fase 3b					-----				
Fase 4								-----	-----

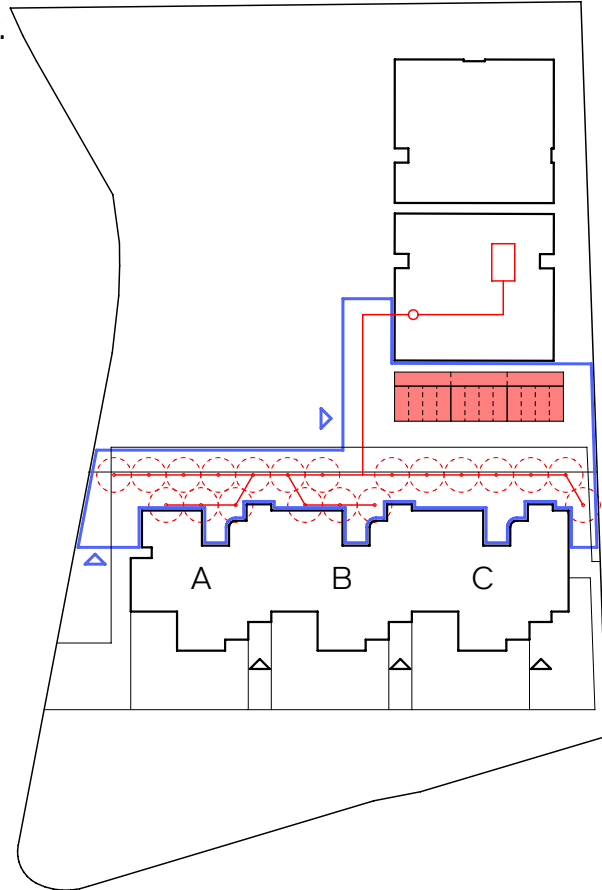
Tempistiche dei lavori

Fase 1a

allestimento area cantiere, realizzazione ev. prefabbricati provvisori con 6 aule, posa sonde geotermiche e termopompa copertura e realizzazione collegamenti impianti nuova centrale termica verso nuove sottocentrali.

Fase 1b

smaltimento tank esistenti e realizzazione nuova centrale termica

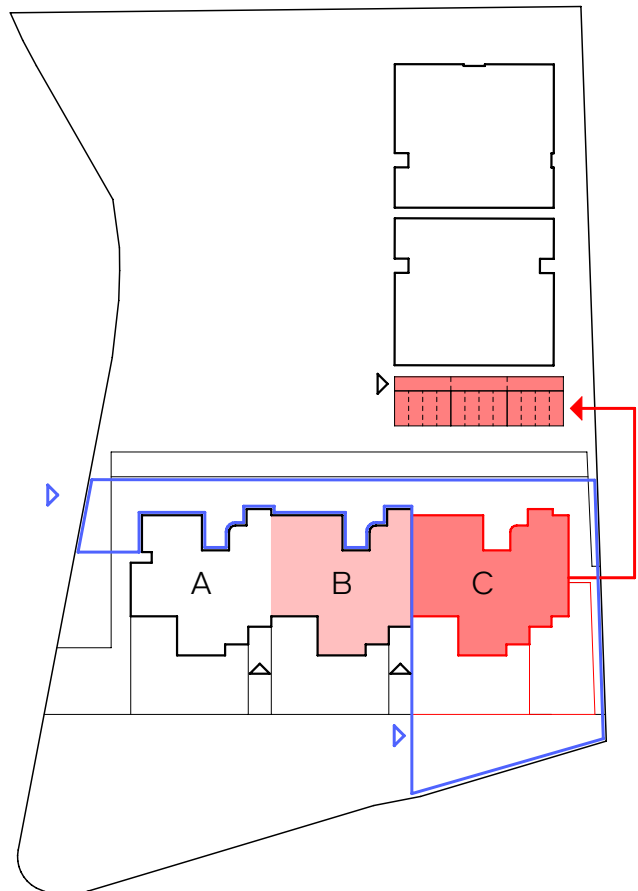


Fase 2a

modifica area di cantiere e spostamento aule blocco C e interrato blocco B all'interno dei prefabbricati

Fase 2b

risanamento energetico blocco C e interrato blocco B



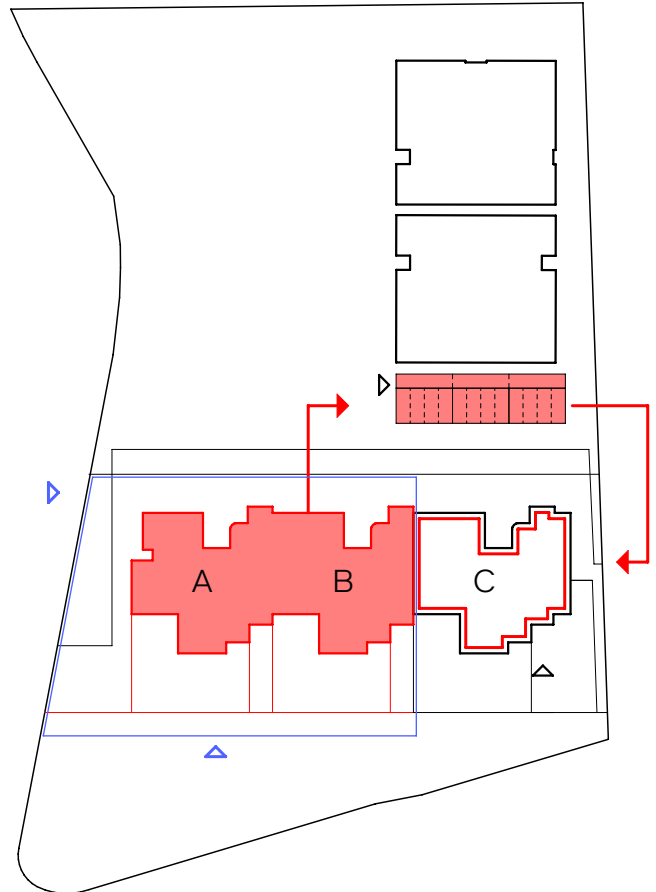
- accesso cantiere ▷
- area cantiere —
- accesso SE ▷
- trasferimento spazi ←

Fase 3a

modifica area di cantiere, spostamento aule blocco C e interrato blocco B all'interno dell'edificio scolastico e spostamento aule blocco A e blocco B (PT + 1P) all'interno dei prefabbricati

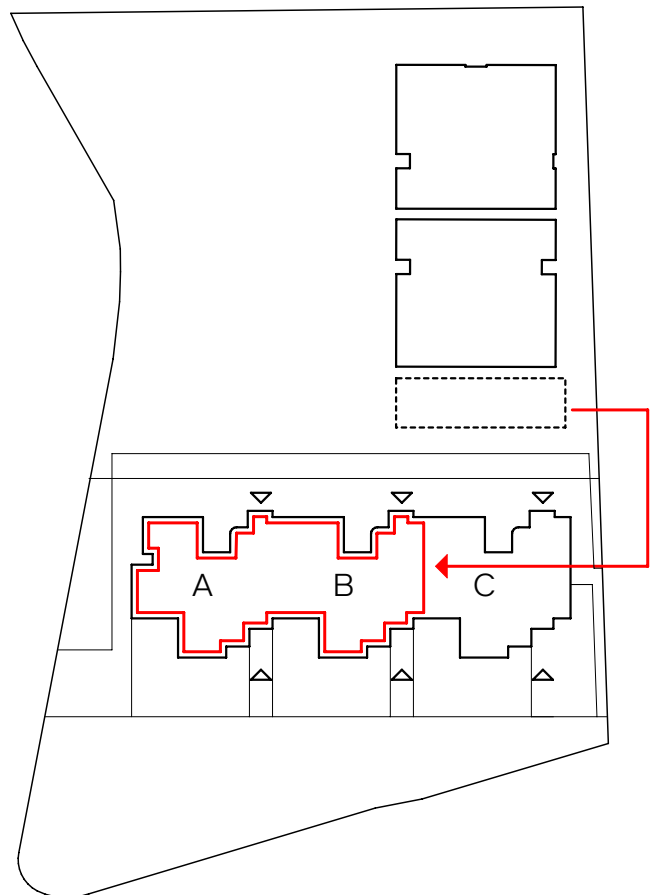
Fase 3b

risanamento energetico blocchi A e B



Fase 4

spostamento aule dai prefabbricati ai blocchi A e B, rimozione prefabbricati e lavori esterni di ripristino e conclusione cantiere



- accesso cantiere ▷
- area cantiere —
- accesso SE ▷
- trasferimento spazi ←

Valutazione economica scelta produzione di calore

Il nuovo carico termico per l'intero comparto (scuola, palestra e sala Aragonite) a seguito del risanamento energetico è stimato pari a circa 250 kW, rispetto ai 300 kW attuali indicati nell'analisi per il risanamento. Nella tabella seguente illustriamo le opzioni per la sostituzione del vettore energetico esistente.

Dalla tabella a fianco si evince che alcune soluzioni non sono percorribili in quanto vettori energetici fossili (olio) o per la mancanza di prerequisiti fondamentali (teleriscaldamento e pompa di calore acqua-acqua). L'utilizzo della biomassa non è possibile con gli attuali spazi tecnici a disposizione ed un eventuale ampliamento dei locali tecnici rende la soluzione da scartare per motivi tecnico-economici. Le soluzioni ragionevolmente percorribili sono quelle con pompe di calore geotermica o aria-acqua. La prima soluzione è preferibile da un punto di vista tecnico perché offre prestazioni migliori e soprattutto offre la possibilità di raffrescare in parte "gratuitamente" grazie allo scambio termico col terreno nel periodo estivo. La seconda soluzione è invece preferibile da un punto di vista economico perché rappresenta un costo di investimento più contenuto.

Proponiamo quindi l'adozione di un sistema "ibrido":

1. 20x sonde geotermiche da 150 m di profondità
2. 3x Pompe di calore geotermiche (di cui 1 ad alta temperatura per produzione ACS)
3. 1x Pompa di calore aria-acqua

Questo permetterebbe di mantenere un elevato grado di efficienza degli impianti, la possibilità di usufruire del free-cooling estivo e la garanzia di poter disporre di un'importante ridondanza e di un frazionamento della potenza termica in caso di necessità. La nuova centrale termica e frigorifera sarà realizzata nell'attuale locale tank nafta e conterrà le pompe di calore geotermiche e tutte le apparecchiature accessorie, la pompa di calore aria-acqua sarà installata sul tetto della palestra e sarà collegata alla nuova centrale. L'attuale centrale termica ubicata al piano interrato della scuola fungerà da sottocentrale tecnica. Sebbene la scelta di installare una termopompa supplementare possa risultare non ottimale dal profilo economico, questa soluzione è stata impiegata per poter garantire in ogni momento la produzione di calore del centro comunale.

Vettore energetico	Compatibile con stabile in oggetto?	Punti positivi	Punti negativi
Olio	Sì, poiché vettore esistente	Status quo. mantenimento del concetto esistente. Investimenti contenuti.	Vettore fossile: Escluso poiché non ammesso da RUEn e Minergie
Teleriscaldamento	No, nessuna rete di teleriscaldamento disponibile nelle vicinanze per un allacciamento	Concetto rinnovabile. Necessità ridotta di spazi tecnici.	Non realizzabile in quanto manca la possibilità di allacciamento.
Biomassa (cippato o pellet)	No, in quanto gli spazi necessari per una caldaia a legna con i relativi fabbisogni in termini di stoccaggio, di trasporto, di filtro elettrostatico e di manutenzione non sono disponibili.	Concetto rinnovabile.	Realizzazione non ragionevole. Il sistema a legna implicherebbe esigenze di spazi tecnici che non sono disponibili nello stabile esistente. Approvvigionamento combustibile difficoltoso per circolazione camion a 4 assi (32 ton) nella zona.
Pompa di calore acqua-acqua	No, perché non è disponibile acqua di falda per l'utilizzo termico	Concetto rinnovabile ed ecologico. Ottimo rendimento.	Non realizzabile in quanto manca la possibilità di sfruttamento dell'acqua di falda.
Pompa di calore geotermica	Compatibile. Possibilità di realizzare il campo sonde nella zona adiacente alla scuola sul lato ovest.	Concetto rinnovabile ed ecologico. Rendimento molto buono. Possibilità di raffrescamento estivo tramite geocooling	Costi di investimento per la realizzazione delle sonde.
Pompa di calore aria-acqua	Compatibile. Disponibile spazio sulla copertura della palestra.	Concetto rinnovabile ed ecologico. Rendimento buono ma inferiore alla variante con pompa di calore geotermica.	Impatto visivo e acustico. Rendimento buono ma influenzato dalla temperatura dell'aria esterna.

Concetti energetici

Come richiesto nel bando di concorso, il risanamento è studiato in modo tale da permettere la certificazione secondo lo standard MINERGIE. Esso è concepito quale sistema completo e quindi progettato, costruito e ottimizzato per il funzionamento di tutte le sue componenti in modo conseguente al raggiungimento di questo obiettivo. Saranno pertanto curate in modo particolare le seguenti caratteristiche:

- Involucro dell'edificio studiato in modo che le pareti, i pavimenti e i tetti abbiano un coefficiente di trasmissione termica per rispettare l'Indice Minergie;
- Controllo dei ponti termici, ad esempio con impacchettamenti;
- Finestre con vetro triplo con buon coefficiente di trasmissione termica e un valore g non troppo basso;
- Protezioni solari con comando automatico in funzione dell'irraggiamento solare differenziato per facciata, in modo da permettere un maggior guadagno energetico nel periodo invernale e una migliore protezione termica estiva; valore g totale ca 0.15; resistenza al vento fino a 75 km/h;
- Impianto di aerazione con recupero del calore;
- Impianto di produzione del calore con energie rinnovabili;
- Ampliamento dell'impianto fotovoltaico da 62 kWp per un totale di 10 Wp per m² Ae, ovvero 156 pannelli da 400 W.
- Illuminazione concepita per soddisfare la norma SIA 387/4 per tutte le zone;
- Monitoraggio dei consumi;
- Predisposizione per la futura posa di colonnine di ricarica per auto elettriche.

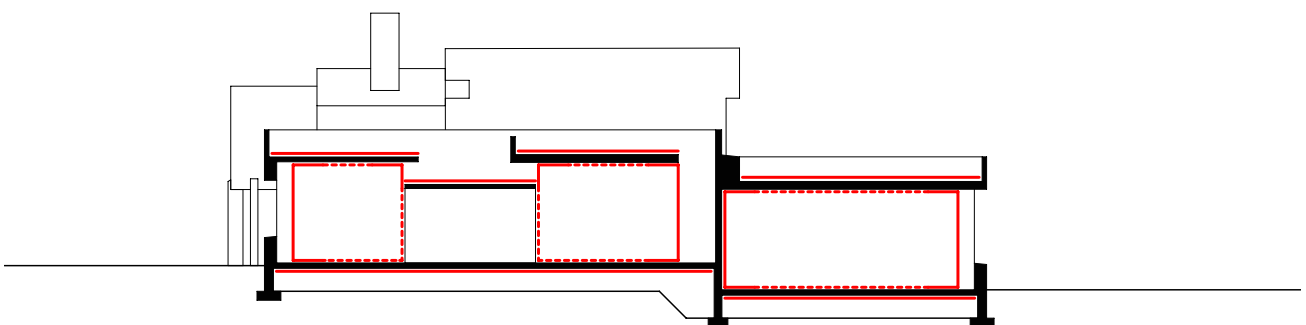
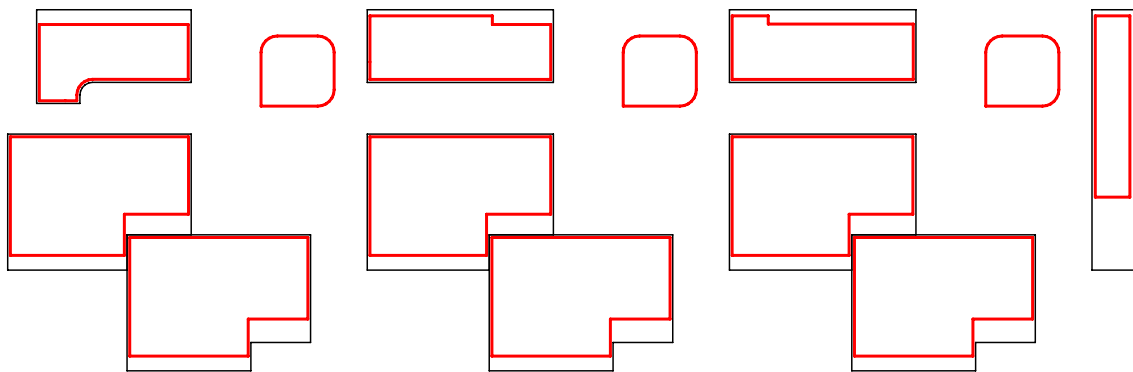
La strategia architettonica per fronteggiare il tema del risanamento energetico dell'involucro si articola in tre principali componenti (vedi schema involucro).

- a.** Risanamento aule didattiche e spazi di servizio e supporto alla didattica. Proposta di un'involucro interno continuo (pavimento, pareti e plafoni) secondo le seguenti stratigrafie, dall'interno verso l'esterno:

Pareti	Doppia lasta in cartongesso 25 mm Intercapedine tecnica isolata 50 mm Barriera vapore Lastra di isolamento PIR 100 mm. Parete in CA esistente Serramenti vetro triplo
Pavimento	Rivestimento in Linoleum 10 mm Sottofondo cementizio autolivellante 70 mm Isolamento termico con serpentine 20 mm Stuoia anticalpestio 9 mm Soletta in CA esistente
Plafone	Rivestimento fonoassorbente continuo senza giunti 25 mm Struttura 80 mm Soletta in CA esistente

- b. Isolamento vespaio PIR 100 mm
- c. Isolamento tetti verso l'esterno con un isolamento termico PIR di diversi spessori a seconda nelle esigenze e limiti architettonici dati dalla preesistenza.

Schema involucro termico



Gli impianti tecnici, descritti in dettaglio nella relazione tecnica dedicata, sono impostati secondo i parametri del progetto architettonico e convolti in modo preciso all'interno del progetto. Sono state privilegiate in questo senso soluzioni in grado di permettere una perfetta integrazione fisica e concettuale all'interno della proposta di risanamento.

Complessivamente si prevede il raggiungimento dello standard MINERGIE-ECO.

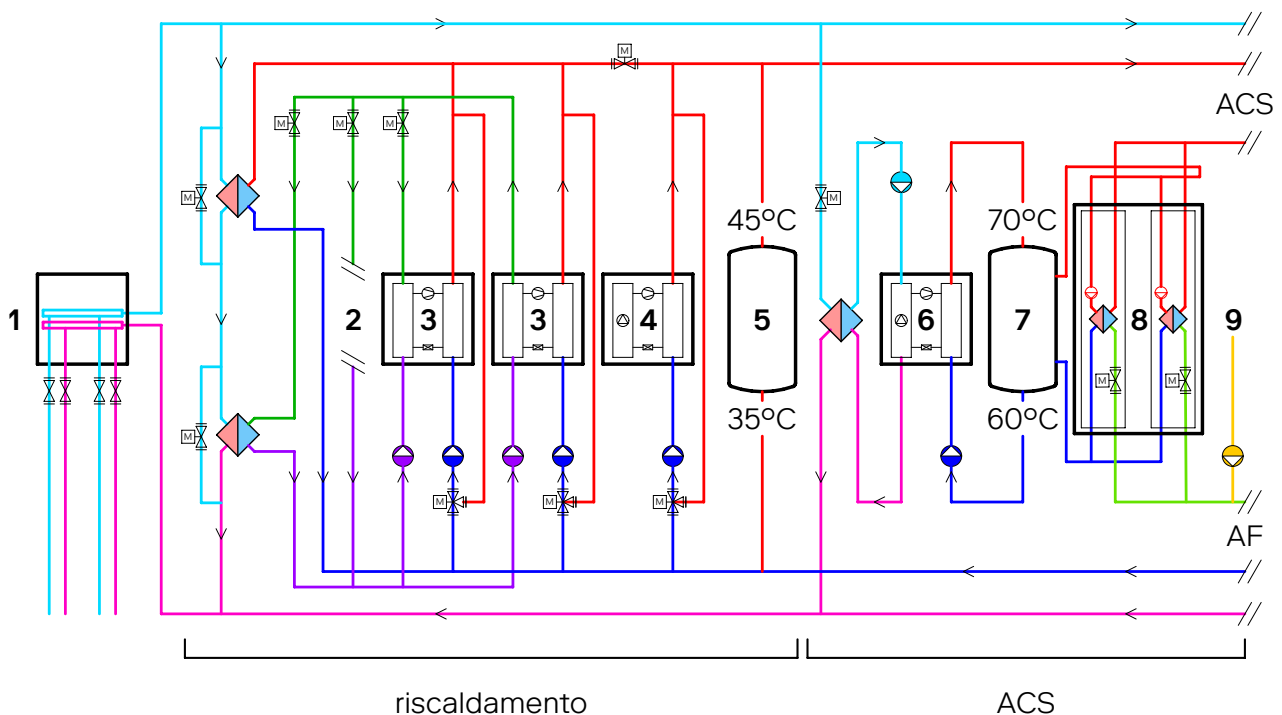
Descrizione produzione e distribuzione caldo/freddo

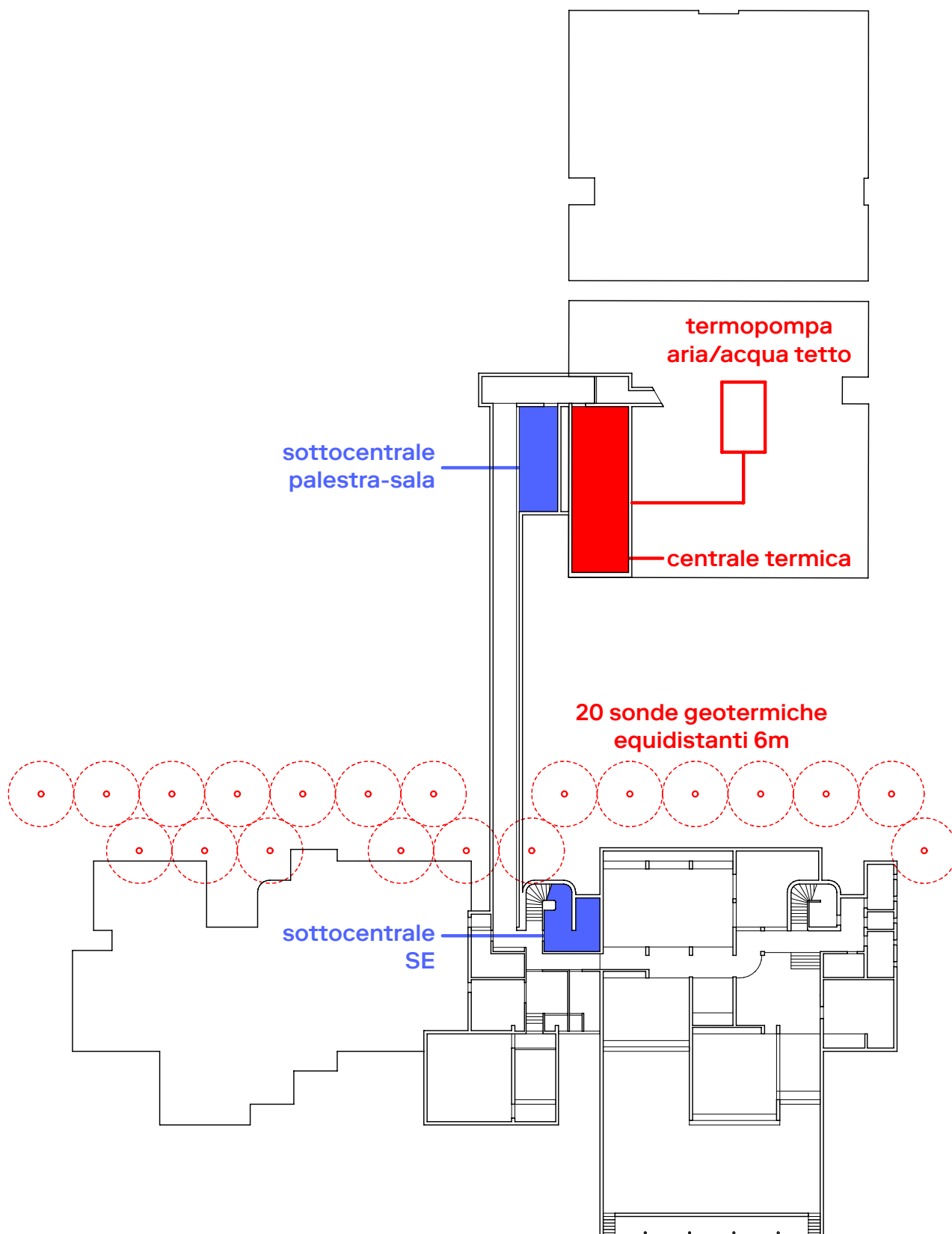
Gli impianti RVCS saranno concepiti nell'ottica di un'elevata efficienza e risparmio energetico, in accordo con lo standard Minergie. Durante la progettazione si presterà inoltre particolare attenzione agli aspetti ecologici nella scelta dei materiali impiegati per la realizzazione degli impianti, per esempio materiali isolanti privi di alogeni che permettono il raggiungimento della certificazione Minergie Eco. La produzione del calore, finalizzata al riscaldamento e alla produzione dell'acqua calda sanitaria, avverrà interamente tramite pompe di calore. Le pompe di calore geotermiche saranno reversibili, quindi in grado di produrre anche energia frigorifera per le batterie di raffreddamento e deumidificazione delle unità di ventilazione. Si prevedono le seguenti macchine termiche:

- 2x pompe di calore geotermiche per la produzione di energia termica e frigorifera.
- 1x pompa di calore aria-acqua per la produzione di energia termica in supporto alle 2 pompe di calore geotermiche nei periodi di necessità.
- 1x pompa di calore geotermica ad alta temperatura (> 75°C) per la produzione di acqua calda sanitaria

Di seguito riportiamo uno schema di principio sinottico che riporta i principali processi ed apparecchiature per la produzione termica.

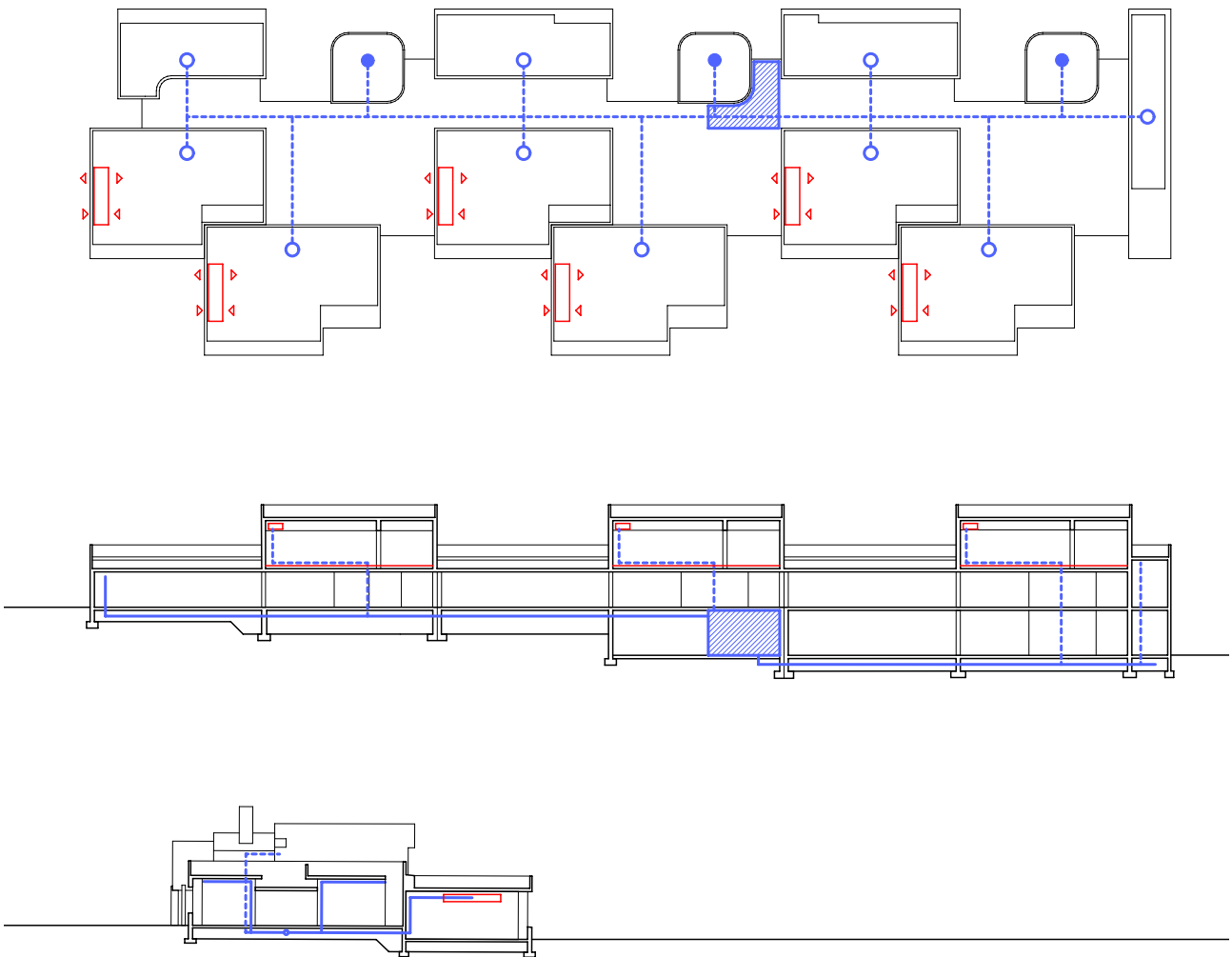
- | | | | |
|----|---------------------------|----|----------------------------|
| 1. | 20 sonde geotermiche | 6. | TP geotermica alta temp. |
| 2. | prod. freddo 7/12 °C | 7. | accumulo ACS |
| 3. | TP geotermica reversibile | 8. | moduli produzione ist. ACS |
| 4. | TP aria/acqua | 9. | circolazione ACS |
| 5. | accumulo riscaldamento | | |



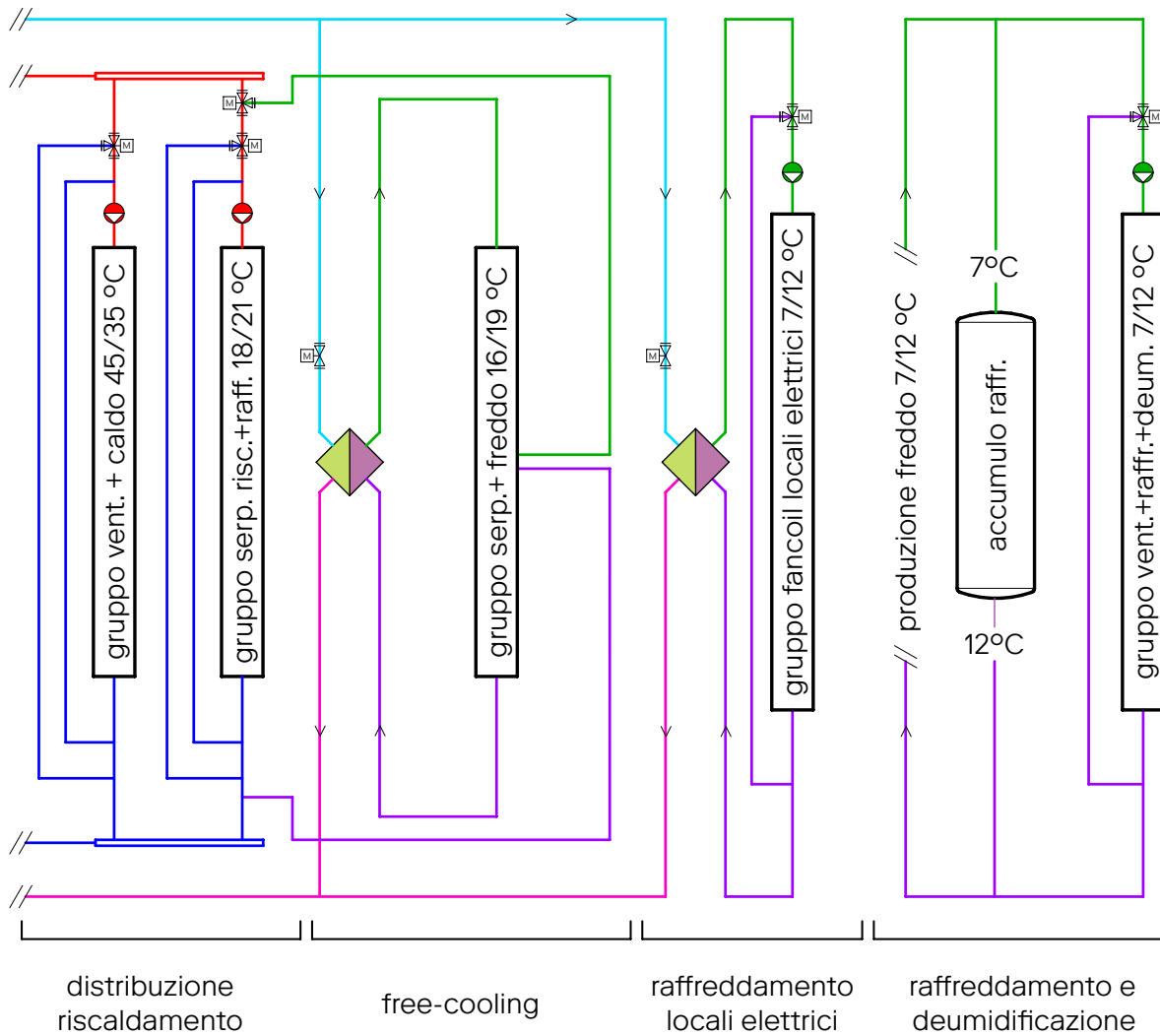


La rete di distribuzione del calore dalla nuova centrale termica e frigorifera raggiungerà lo stabile scolastico attraverso il corridoio di collegamento interrato esistente. La distribuzione delle condotte di riscaldamento e raffreddamento della scuola sarà realizzata principalmente nel vespaio, con risalite verticali puntuali per l'alimentazione degli ambienti. L'emissione del calore e il raffreddamento avverranno tramite serpentine a pavimento con il supporto dell'impianto di ventilazione. La scelta dei terminali di riscaldamento e raffreddamento permetterà una libertà totale di arredo e allestimento degli spazi, garantendo al tempo stesso condizioni di comfort elevate all'interno dei locali.

Al fine di ridurre al minimo l'entità della distribuzione impiantistica, il progetto propone la realizzazione di un impianto di ventilazione decentralizzato, la cui ubicazione è stata ponderata sulla completa eliminazione dei canali. Le unità di trattamento dell'aria sono sempre installate su pareti a contatto diretto con l'aria esterna facilitandone la posa e riducendo i costi. Gli impianti elettrici vengono rinnovati sfruttando le intercapedini tecniche dei rivestimenti interni delle aule. All'interno degli atri vengono invece ridisegnati, conformemente all'architettura dello stabile, gli impianti apparenti a soffitto.



Schema distribuzione impianti



Schema di principio distribuzione energia.

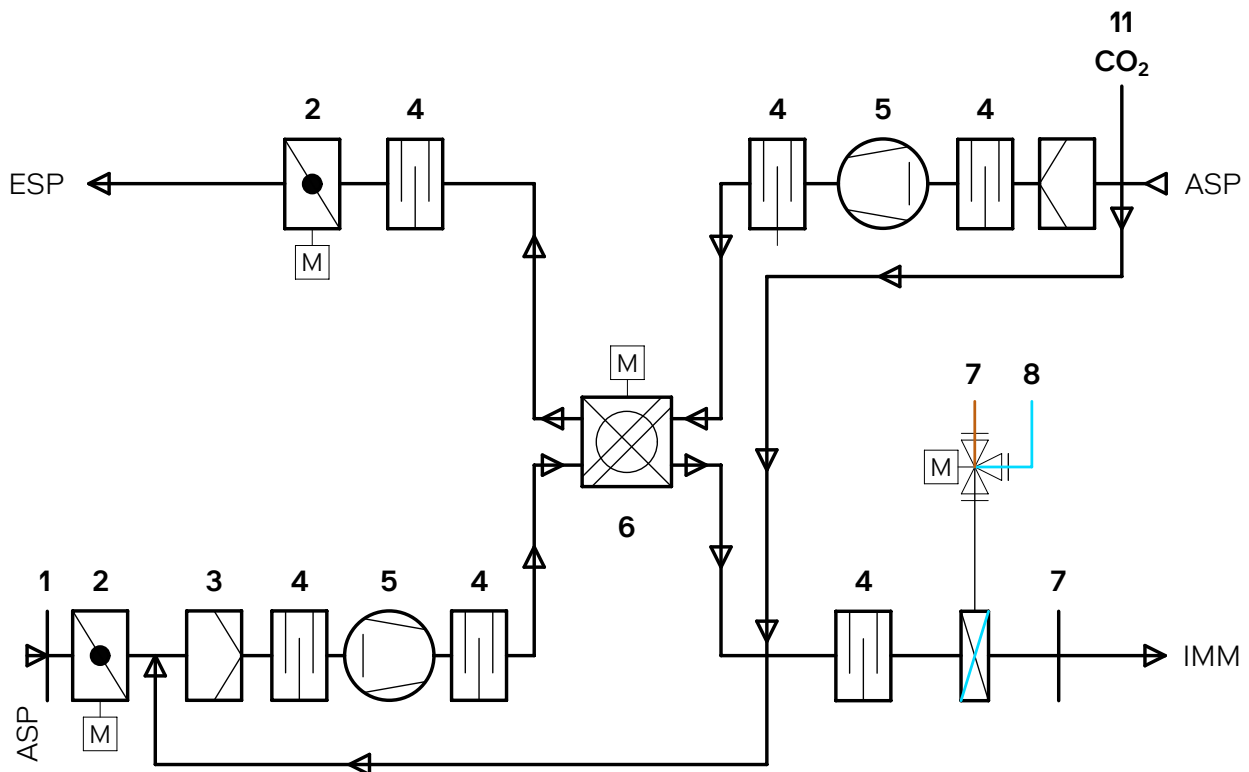
Tutte le componenti necessarie per il funzionamento degli impianti RVCS saranno gestite da un sistema di regolazione MSR. L'intera progettazione sarà allineata con le esigenze antincendio e rivolgerà la massima cura agli aspetti di protezione acustica. La produzione e distribuzione dell'acqua calda sanitaria corrisponderà alle attuali normative in materia di igiene dell'acqua sanitaria e di protezione contro la proliferazione del batterio della legionella. L'impianto sanitario rispetterà tutte le regole della tecnica e delle normative vigenti assicurando correttamente adduzione e scarico dell'acqua sanitaria, così come l'evacuazione delle acque meteoriche. Si prevedranno l'alimentazione dell'irrigazione e i rubinetti esterni manuali secondo le necessità di progetto.

Descrizione impianto di ventilazione

L'impianto di ventilazione dovrà assicurare un ottimale ricambio igienico nei locali e garantire laddove necessario la climatizzazione e l'appoggio all'impianto di raffrescamento, nonché un corretto controllo dell'umidità. Le unità di trattamento aria saranno dotate di batterie di raffreddamento per garantire la deumidificazione in estate, ove necessario, e di batterie di riscaldamento in regime invernale.

Questo permetterà di ottenere i migliori livelli di comfort in ambiente sia in inverno che in estate. I locali saranno dotati di sonde di qualità dell'aria per il rilevamento della concentrazione della CO₂ e serrande per la modulazione della portata d'aria immessa e aspirata. In questo modo si ottimizzerà la portata d'aria trattata in base alle reali esigenze e conseguentemente il consumo energetico.

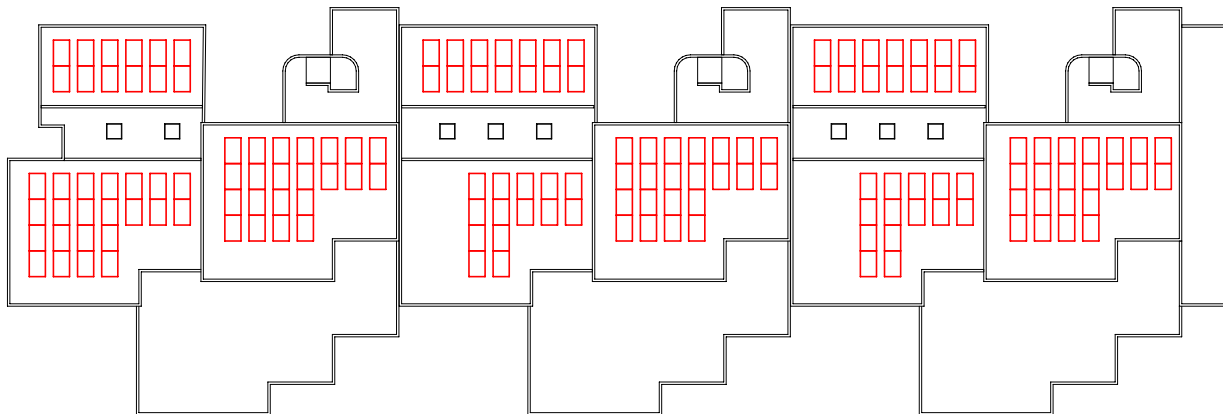
Schema di principio unità di trattamento aria.



- 1** sensore temperatura esterna
- 2** valvole a farfalla con attuatore
- 3** filtri dell'aria esterna
- 4** silenziatori
- 5** ventilatori
- 6** recuperatori di calore rotativi
- 7** riscaldatori d'aria
- 8** raffreddatori ad aria
- 9** sensori di temperatura dell'aria di mandata
- 10** Sensore CO₂
- 11** Filtro dell'aria di scarico ISO grosso 90%

Le unità di trattamento dell'aria saranno dislocate e distribuite all'interno dei singoli locali. Questa scelta permetterà di limitare il più possibile la distribuzione dei canali all'interno della struttura e quindi di salvaguardarne l'identità architettonica.

Schema impianto solare



Protezione rumore esterno e benessere acustico

Il comfort acustico degli allievi è garantito attraverso i seguenti parametri:

- protezione fonica interna, per scuole si farà riferimento alle raccomandazioni dell'allegato G della norma SIA 181:2006 (si utilizza la versione precedente della norma SIA 181, in quanto nella versione nuova non sono più contenute le relative raccomandazioni, che saranno oggetto di una futura pubblicazione SIA). Tutte le porte delle aule verranno eseguite con porte adeguatamente insonorizzate. La realizzazione dei nuovi pavimenti, pareti e soffitti delle aule permette inoltre un ottimale controllo dell'isolamento acustico (aereo e calpestio) tra i diversi ambienti scolastici. Verso l'esterno la sostituzione delle vetrate favorisce infine il controllo completo del benessere.
- acustica delle sale, sarà considerata la "Direttiva per l'acustica di aule scolastiche e altri ambienti per il parlato" della Società Svizzera di Acustica, basata sulla normativa tedesca DIN 18041 e richiamata anche nella norma SIA 181:2006 (art. 3.3) Per l'acustica interna sono previsti pannelli fonoassorbenti in tutti i soffitti, così da avere, a necessità, un vano tecnico per il passaggio di tecnica come l'illuminazione o la ventilazione con recupero di calore.
- rumore prodotto verso l'esterno, saranno esaminate accuratamente le emissioni degli impianti tecnici nell'ottica del rispetto dell'Ordinanza contro l'inquinamento fonico.

Protezione termica estiva

Questa tematica è sicuramente favorita dal periodo d'esercizio dello stabile scolastico che esclude i mesi più caldi dell'anno. Inoltre, la proposta architettonica di arretrare il filo dei serramenti rispetto alla facciata migliora l'ombreggiamento e garantisce la posa di una protezione solare completa su tutta la vetrata. All'interno l'inerzia termica è conferita dalla massa dei sottofondi cementizi e delle strutture esistenti. Nei momenti critici, il benessere termico all'interno degli spazi è garantito ad ogni modo dagli impianti tecnici di climatizzazione.

Sostenibilità, ecologia e salute (Minergie ECO)

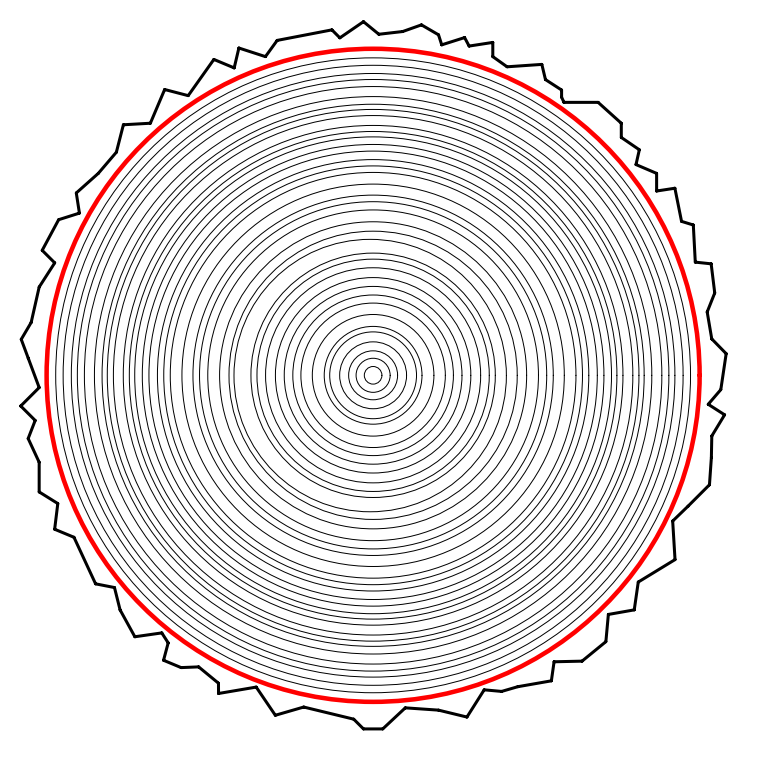
L'approccio sostenibile consiste nella ricerca della miglior sintesi dei parametri ambientali, sociali ed economici ai quali il progetto deve rispondere in modo efficiente. In questo senso, gli obiettivi perseguiti nell'ambito della sostenibilità trovano nella strategia di intervento un chiaro riscontro.

L'impostazione progettuale è basata di fatto sulla ponderazione dell'intervento scaturita dalla ricerca della migliore corrispondenza tra gesto compositivo e necessità di adeguamento dell'edificio ai requisiti odierni e del prossimo futuro. Per questo il nuovo involucro termico, ideato per assolvere al meglio ai requisiti Minergie, si pone l'obiettivo di non modificare l'aspetto esterno. Una scelta compositiva che permette di limitare gli interventi agli spazi didattici e di supporto ubicati sul perimetro, favorendo la totale conservazione e restauro degli spazi interni di circolazione, limitando fortemente l'impiego di risorse.

Per ridurre ulteriormente l'impatto delle materie prime, il fabbisogno sarà coperto con materie prime locali, facilmente reperibili e inoltre utilizzando elementi costruttivi con limitata energia grigia. La strategia immaginata è quella di ridurre al minimo l'uso di risorse e nel limite del possibile di utilizzare materiali a secco, così da sfruttare il potenziale di riciclo e riutilizzo delle componenti edili dopo la demolizione degli edifici. Il riutilizzo di questi materiali dipende largamente dalla facilità smontaggio. Sarà inoltre data attenzione all'apporto di luce naturale per favorire la sincronizzazione del proprio «orologio biologico», e alla minimizzazione delle emissioni di sostanze nocive per ottenere una buona qualità dell'aria interna, a cui si aggiungono adeguate misure preventive contro radiazioni ionizzanti o Radon.

La concezione impiantistica sposa la volontà architettonica espressa sopra e propone un atteggiamento analogo. L'impianto di ventilazione decentralizzato, in linea con il risanamento puntuale degli spazi permette l'eliminazione di tutti i canali, favorendo anche una gestione puntuale dell'energia secondo le esigenze reali del singolo ambiente. L'utilizzo di sonde geotermiche combinate con l'impianto fotovoltaico in copertura trova nelle energie rinnovabili un'ottima fonte energetica di autoconsumo. I materiali impiegati sono compatibili con i requisiti ecologici richiesti da MINERGIE-ECO, la posa dei serramenti arretrati dal filo esterno di facciata aumenta notevolmente la durata di vita di questi elementi e favorisce una protezione solare attiva maggiorata. I nuovi serramenti a libro offrono un ampio panorama d'utilizzo e aumentano notevolmente l'apporto di luce naturale all'interno dello spazio didattico. La sistemazione esterna, ponderata sul mantenimento in loco del materiale di scavo, propone assieme al miglioramento qualitativo degli spazi seminterrati anche la conformazione di nuovi ambienti didattici esterni protetti.

La riduzione al minimo delle superfici risanate assieme alla scelta di isolare internamente l'edificio favorisce la conservazione identitaria dell'architettura scolastica nelle sue componenti proteggendo l'immagine collettiva e la memoria del luogo. L'edificio è stato pensato per rispettare i requisiti del supplemento ECO di Minergie.

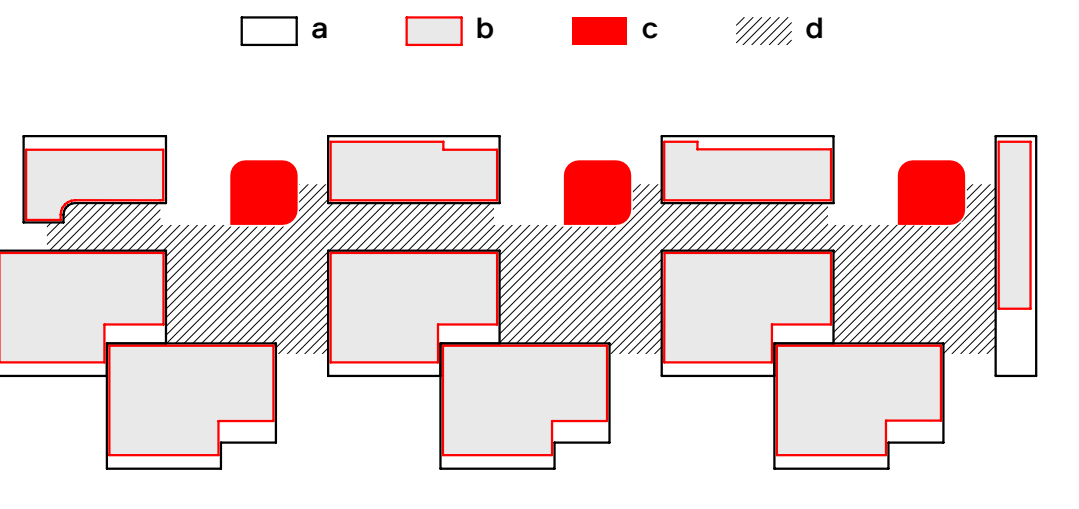


In botanica, il "cambio" rappresenta la zona del fascio vascolare del fusto, le cui cellule danno origine al nuovo legno. Lungo questa circonferenza l'albero si rinnova godendo della protezione conferita dalla corteccia.

Analisi

La scuola elementare di Manno realizzata nel 1973 rappresenta un'architettura scolastica caratteristica degli anni '60 - '70. Il complesso è formato da una successione di padiglioni che, adagiati a quote diverse sul terreno naturale generano un'aggregazione volumetrica articolata su diversi livelli in grado di conferire agli spazi interni un'atmosfera luminosa e qualitativa per bambini che la frequentano. Lo spazio di circolazione si articola all'interno, tra i blocchi, e compone i diversi ambienti collettivi della scuola. I vani scala, autonomi nella loro espressione formale, sono l'unico elemento ripetuto ad ogni piano. Queste scelte tipologiche, riconducibili all'architettura scolastica del tempo, caratterizzano fortemente l'espressione architettonica esterna e rendono l'edificio scolastico riconoscibile all'interno dell'urbanità e nella memoria collettiva del paese.

Nel 1991 la scuola è stata ampliata sostituendo il volume conclusivo a nord con l'attuale "blocco C" che, concepito con le medesime caratteristiche architettoniche del progetto primario conclude oggi la composizione del centro scolastico. Nonostante la fedele replica dell'ultimo ampliamento le tracce di questa operazione sono ancora evidenti e ben visibili all'interno dell'architettura.



Concezione progettuale

Perseguendo l'obiettivo di conservare le componenti spaziali qualitative dello stabile nel rispetto dell'economia e della semplicità realizzativa, il progetto propone una definizione chiara e precisa dei parametri d'intervento:

- a. Il guscio murario esterno in calcestruzzo, quale memoria storica e tipologica, viene ripulito, separato dai nuovi elementi di facciata e mostrato nella sua espressione materica.
- b. Le aule, assieme agli spazi di supporto e di servizio, sono racchiusi volta per volta in un nuovo involucro che, liberandosi dalla muratura esterna, ne ridisegna l'architettura conformando gli spazi alle nuove esigenze.
- c. L'autonomia identitaria dei vani scala è rafforzata dalla scelta tecnica del risanamento interno/esterno mediante intonaco isolante pigmentato. La differenza materica proposta permette volume di proposi quale elemento cromatico identificativo della sezione.
- d. Lo spazio di circolazione gode della protezione conferita dai volumi perimetrali, e pertanto può essere mantenuto e conservato nelle sue componenti qualitative spaziali, materiche e tecniche originali senza interventi invasivi.

Questa impostazione permette di concentrare puntualmente il risanamento energetico favorendo l'uso parsimonioso delle risorse e dell'energia, salvaguardando allo stesso tempo le caratteristiche architettoniche principali facilitando la lettura critica dell'intervento.

Sistemazione esterna

Al fine di adempiere alla richiesta di conferire maggior qualità agli spazi seminterrati, il progetto propone la realizzazione di due cortili. Questa soluzione, realizzata mediante piccoli movimenti di terra ponderati sul mantenimento in loco del materiale di scavo, ridisegna in modo sobrio e preciso la sistemazione esterna proponendo nuovi spazi funzionali esterni, il posteggio biciclette e il giardino didattico chiuso e protetto. Questa proposta gode della totale indipendenza rispetto al concetto di risanamento.

Aula tipo

Lo spazio didattico, formato inizialmente da due ambienti separati, viene unito al fine di garantire maggiore versatilità nelle diverse configurazioni dell'aula. In questo senso proponiamo una parete divisoria a soffietto in grado di modificare facilmente e con pochi mezzi la spazialità dell'aula. I nuovi serramenti sono arretrati per garantire una maggiore protezione solare e favorire un'interessante relazione diretta con il giardino, incrementando notevolmente le possibilità d'uso combinato interno/esterno durante le lezioni. Tre nuovi cavetti, realizzati attraverso l'ampliamento dei lucernari esistenti, propongono un piccolo spazio esterno anche nelle aule penalizzate dalla composizione volumetrica. Infine, tra le aule e gli spazi di circolazione, le nuove vetrate propongono nuove relazioni visive tra i diversi ambienti senza precludere la corretta intimità nelle zone d'insegnamento.

Materializzazioni

Le scelte materiche ricalcano le volontà progettuali. All'esterno, l'espressione architettonica propone un dialogo chiaro tra le parti: il nuovo asse di calcestruzzo armato, riportato allo stato grezzo mediante trattamenti superficiali di sabbiatura, racconta l'architettura del tempo mentre i nuovi elementi metallici, quali serramenti e parapetti, rappresentano il momento del rinnovo. I vani scala sono proposti quali elementi autonomi e rivestiti da ambo i lati con intonaco isolante la cui pigmentazione permetterà il riconoscimento identitario della sezione. All'interno delle aule, a parete, la nuova pelle è realizzata mediante elementi vetrati, arredi e pareti autoportanti in cartongesso che, assieme ai nuovi pavimenti radianti rivestiti in linoleum e al controsoffitto acustico racchiudono puntualmente i nuovi ambienti scolastici. La grana fine dei nuovi intonaci si alterna con quella grezza nelle finiture esistenti concorrendo all'essenzialità della proposta materica. Gli spazi di circolazione invece verranno risanati mantenendo il linguaggio formale esistente. I tetti e le terrazze vengono risanati tecnicamente disegnando, al piano superiore, lo spazio esterno delle aule con elementi verdi nel rispetto delle quote dello stabile.

Accessibilità

Una serie di interventi puntuali all'interno del blocco C, garantiscono l'accessibilità ai disabili a tutti gli spazi dello stabile. Il nuovo ascensore, ubicato all'interno del volume di servizio che chiude l'edificio verso nord, distribuisce i tre principali livelli dello stabile. Mentre la nuova rampa, realizzata all'interno dell'atrio d'entrata al piano terra, assieme al conseguente riposizionamento del montascala esistente al piano inferiore, completano a tutti gli effetti la richiesta del bando.

Impostazione esecutiva e tempistica di cantiere

Lo studio delle tappe realizzative del risanamento è ponderato secondo i seguenti obiettivi:

- Autonomia dei lavori nel rispetto delle funzioni scolastiche, durante tutte le fasi la fruibilità dello stabile scolastico in sicurezza è garantito per tutti gli utenti.
- Garantire alle aule, in ogni momento, la prossimità dei necessari spazi di servizio e supporto alla didattica.
- Concentrare i principali spostamenti e lavori invasivi necessari al risanamento, durante i periodi di chiusura della scuola.
- Garantire la continuità d'esercizio del sistema di produzione di calore durante tutte le fasi del cantiere.

Non essendo ancora a conoscenza della reale possibilità di trasferimento delle aule didattiche altrove, in un'altra sede, il progetto ipotizza la continuità funzionale degli spazi didattici attraverso la posa di elementi prefabbricati provvisori nelle immediate adiacenze del centro scolastico. Nello specifico è stata individuata la possibilità di posare sei aule prefabbricate (con relativi spazi di servizio) ad est della palestra.

La scelta di iniziare con la parte di risanamento e implemento della nuova centrale e sottocentrale tecnologica di riscaldamento (sonde geotermiche compresse) permette di consegnare i singoli blocchi, energeticamente risanati, già attrezzati e allacciati ai nuovi impianti garantendo da subito il corretto benessere termico. La dismissione a tappe dei vari blocchi, durante le varie fasi, garantisce nel contempo la potenza termica necessaria per l'esercizio di palestra e Sala Aragonite.

L'impostazione dei lavori scaturita dai fattori elencati sopra propone una tempistica distribuita sull'arco di tre anni. Durante il primo anno, in completa indipendenza e senza recare disturbo alle funzioni scolastiche, verranno eseguiti tutti i lavori preparatori per i nuovi impianti tecnici. Successivamente i lavori di risanamento verranno organizzati in due tappe (fase 2 e fase 3), riducendo a due anni i lavori fisici all'interno della scuola.

Concezione dell'involucro

La strategia architettonica per fronteggiare il tema del risanamento energetico dell'involucro si articola in tre principali componenti.

1. Involucro interno aule e spazi di supporto
2. Isolamento vespaio.
3. Isolamento tetti verso l'esterno.

Distribuzione impianti

La rete di distribuzione del calore dalla nuova centrale termica e frigorifera raggiungerà lo stabile scolastico attraverso il corridoio di collegamento interrato esistente. La distribuzione delle condotte di riscaldamento e raffreddamento della scuola sarà realizzata principalmente nel vespaio, con risalite verticali puntuali per l'alimentazione degli ambienti. L'emissione del calore e il raffreddamento avverranno tramite serpentine a pavimento con il supporto dell'impianto di ventilazione. La scelta dei terminali di riscaldamento e raffreddamento permetterà una libertà totale di arredo e allestimento degli spazi, garantendo al tempo stesso condizioni di comfort elevate all'interno dei locali.

Al fine di ridurre al minimo l'entità della distribuzione impiantistica, il progetto propone la realizzazione di un impianto di ventilazione decentralizzato, la cui ubicazione è stata ponderata sulla completa eliminazione dei canali. Le unità di trattamento dell'aria sono sempre installate su pareti a contatto diretto con l'aria esterna facilitandone la posa e riducendo i costi. Gli impianti elettrici vengono rinnovati sfruttando le intercapedini tecniche dei rivestimenti interni delle aule. All'interno degli atrii vengono invece ridisegnati, conformemente all'architettura dello stabile, gli impianti apparenti a soffitto.

Sostenibilità, ecologia e salute (Minergie ECO)

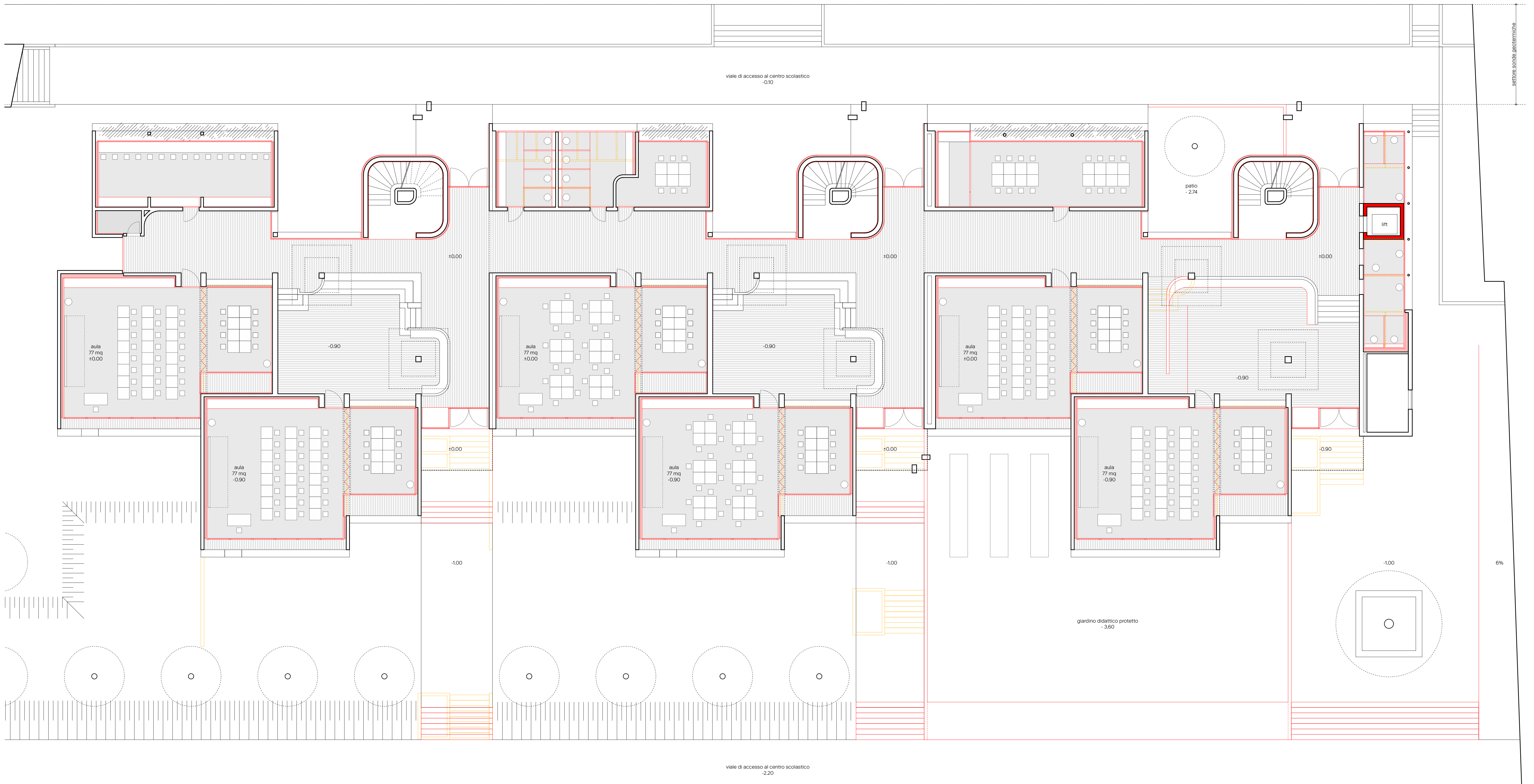
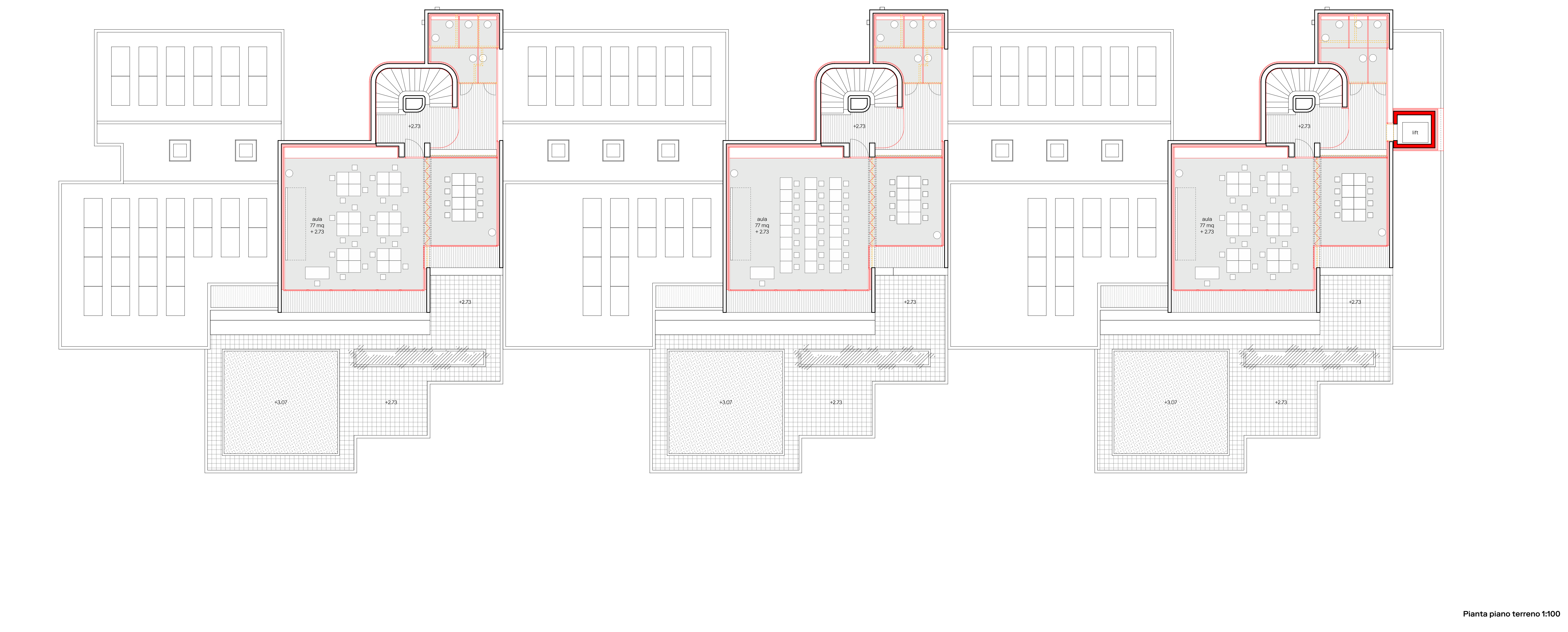
L'approccio sostenibile consiste nella ricerca della miglior sintesi dei parametri ambientali, sociali ed economici ai quali il progetto deve rispondere in modo efficiente. In questo senso, gli obiettivi perseguiti nell'ambito della sostenibilità trovano nella strategia di intervento un chiaro riscontro.

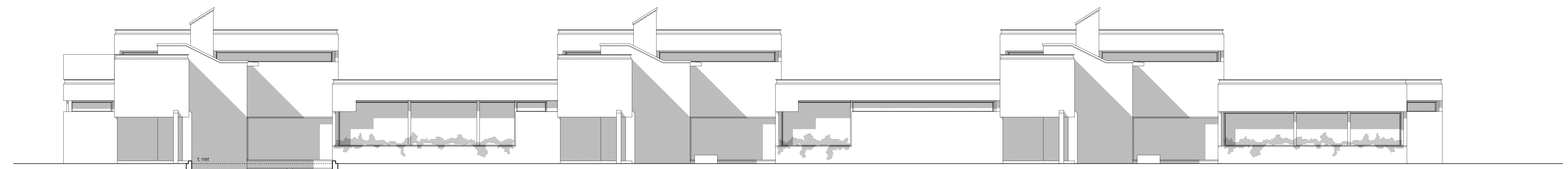
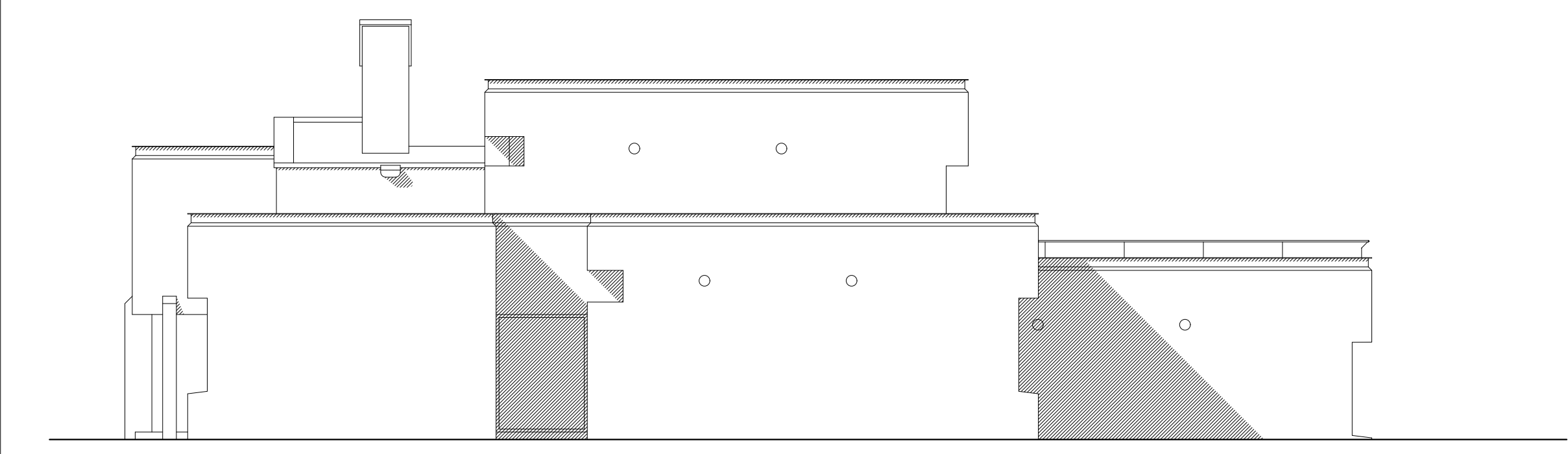
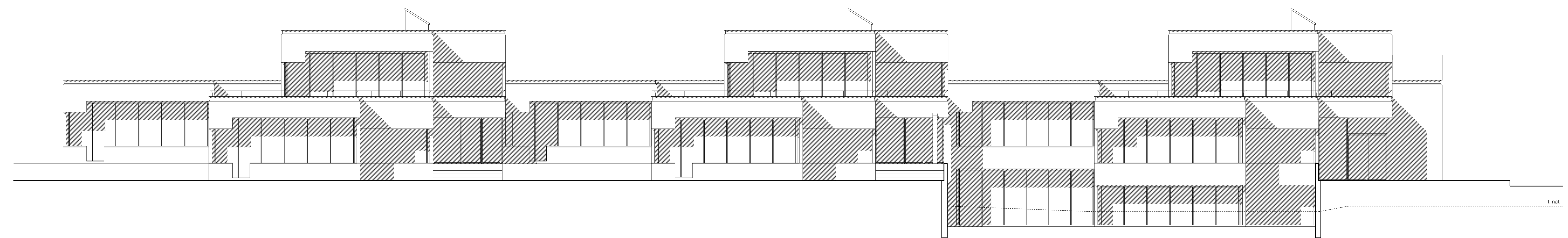
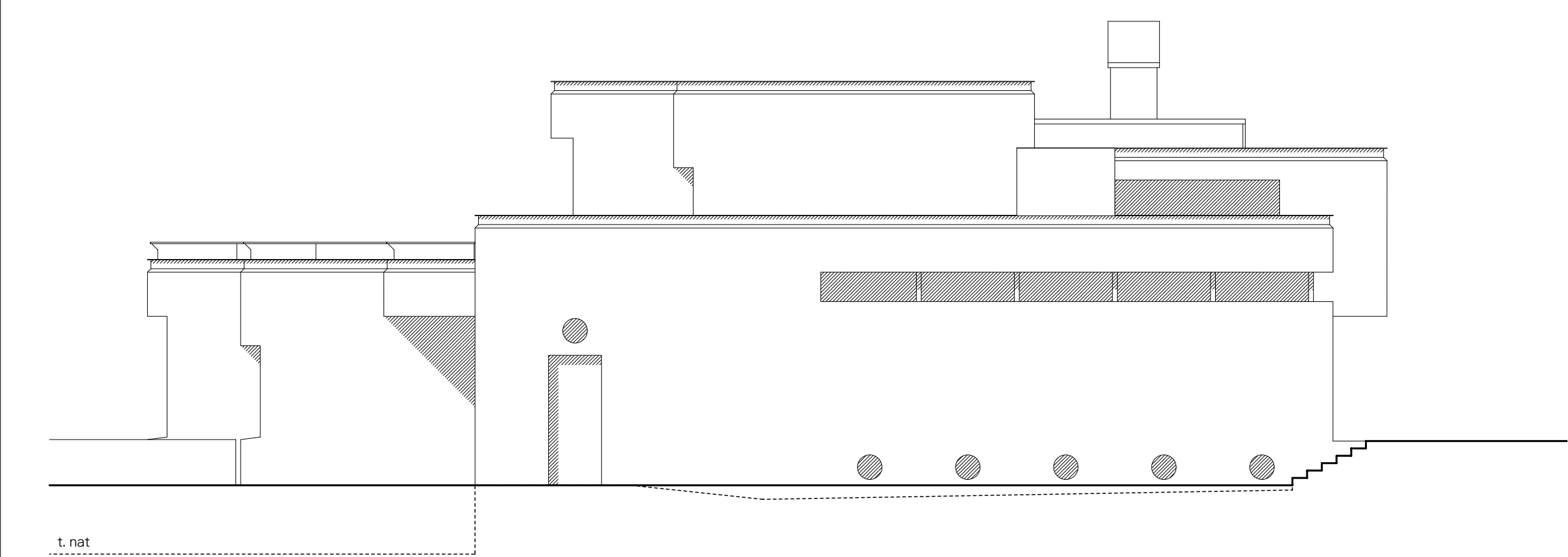
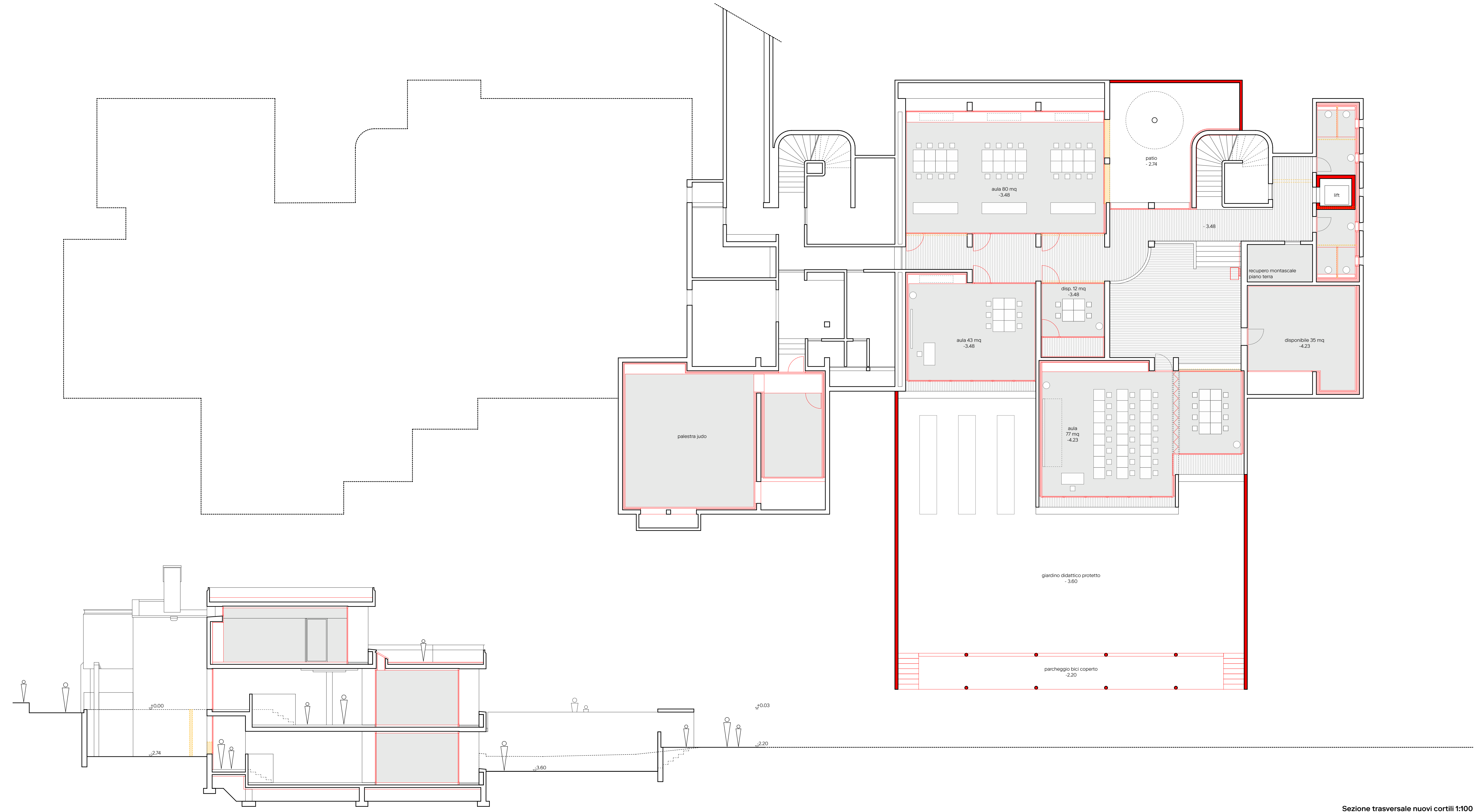
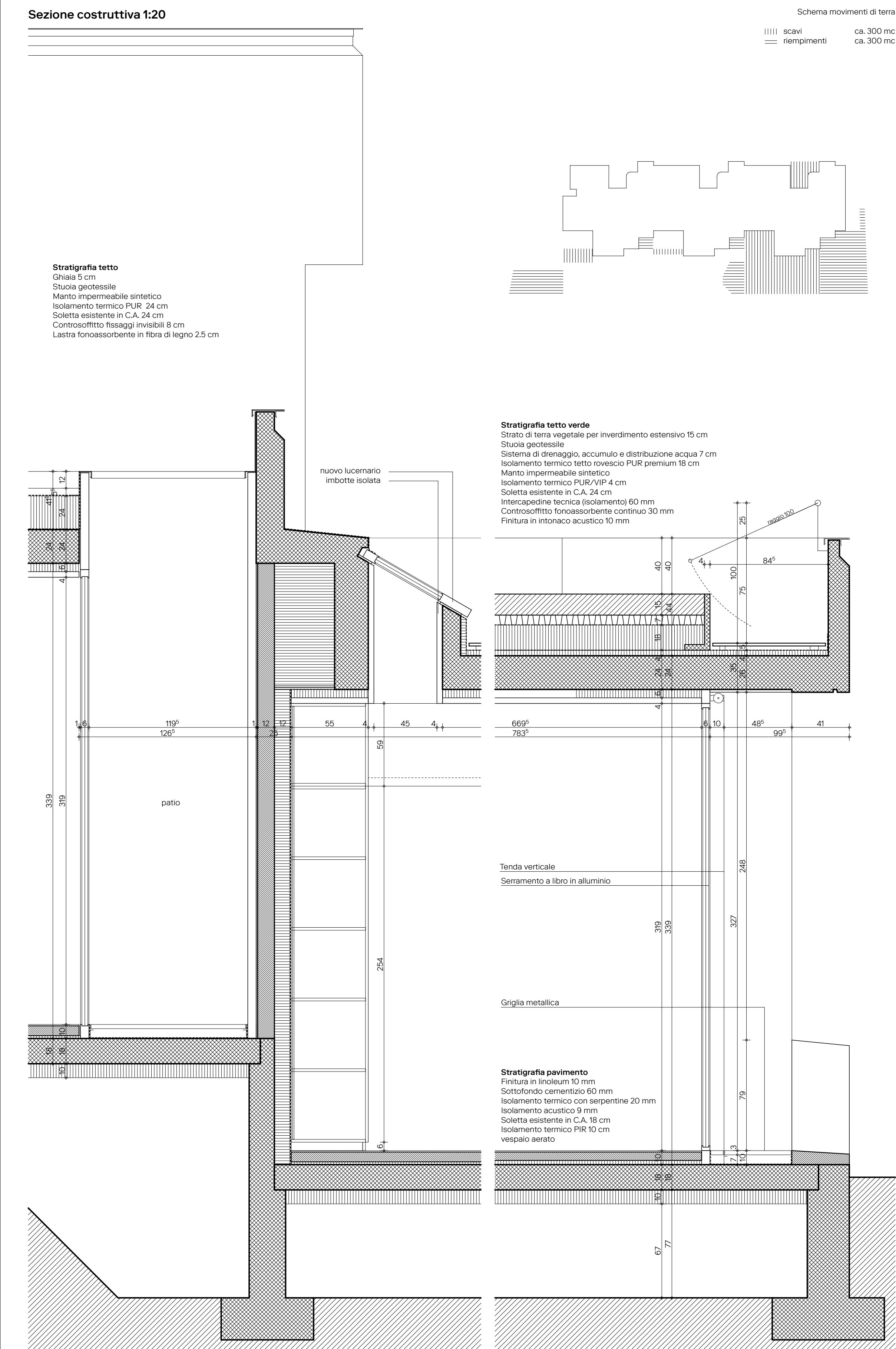
L'impostazione progettuale è basata di fatto sulla ponderazione dell'intervento scaturita dalla ricerca della migliore corrispondenza tra gesto compositivo e necessità di adeguamento dell'edificio ai requisiti odierni e del prossimo futuro. Per questo il nuovo involucro termico, ideato per assolvere al meglio ai requisiti Minergie, si pone l'obiettivo di non modificare l'aspetto esterno. Una scelta compositiva che permette di limitare gli interventi agli spazi didattici e di supporto ubicati sul perimetro, favorendo la totale conservazione e restauro degli spazi interni di circolazione, limitando fortemente l'impiego di risorse.

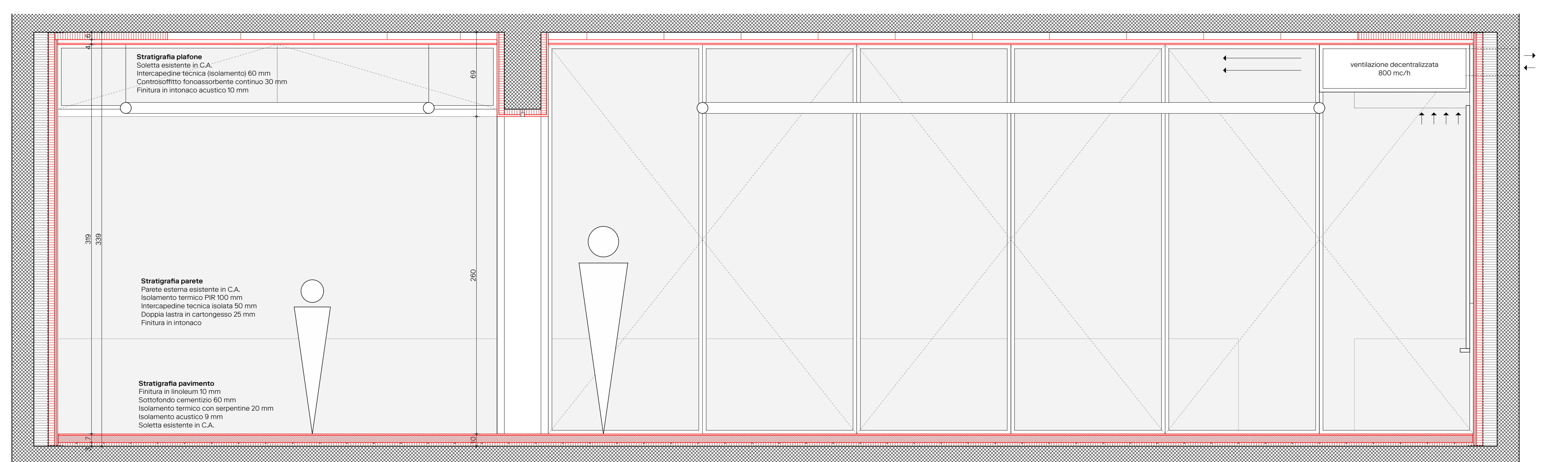
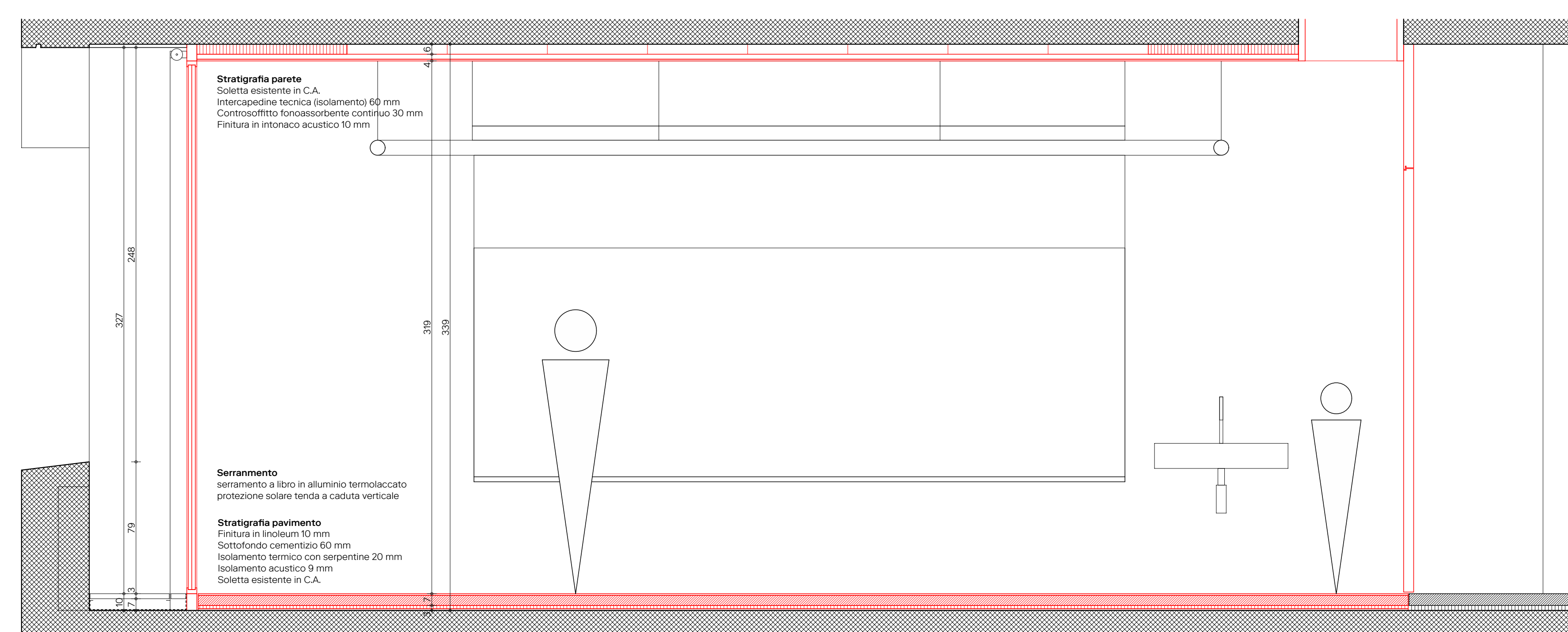
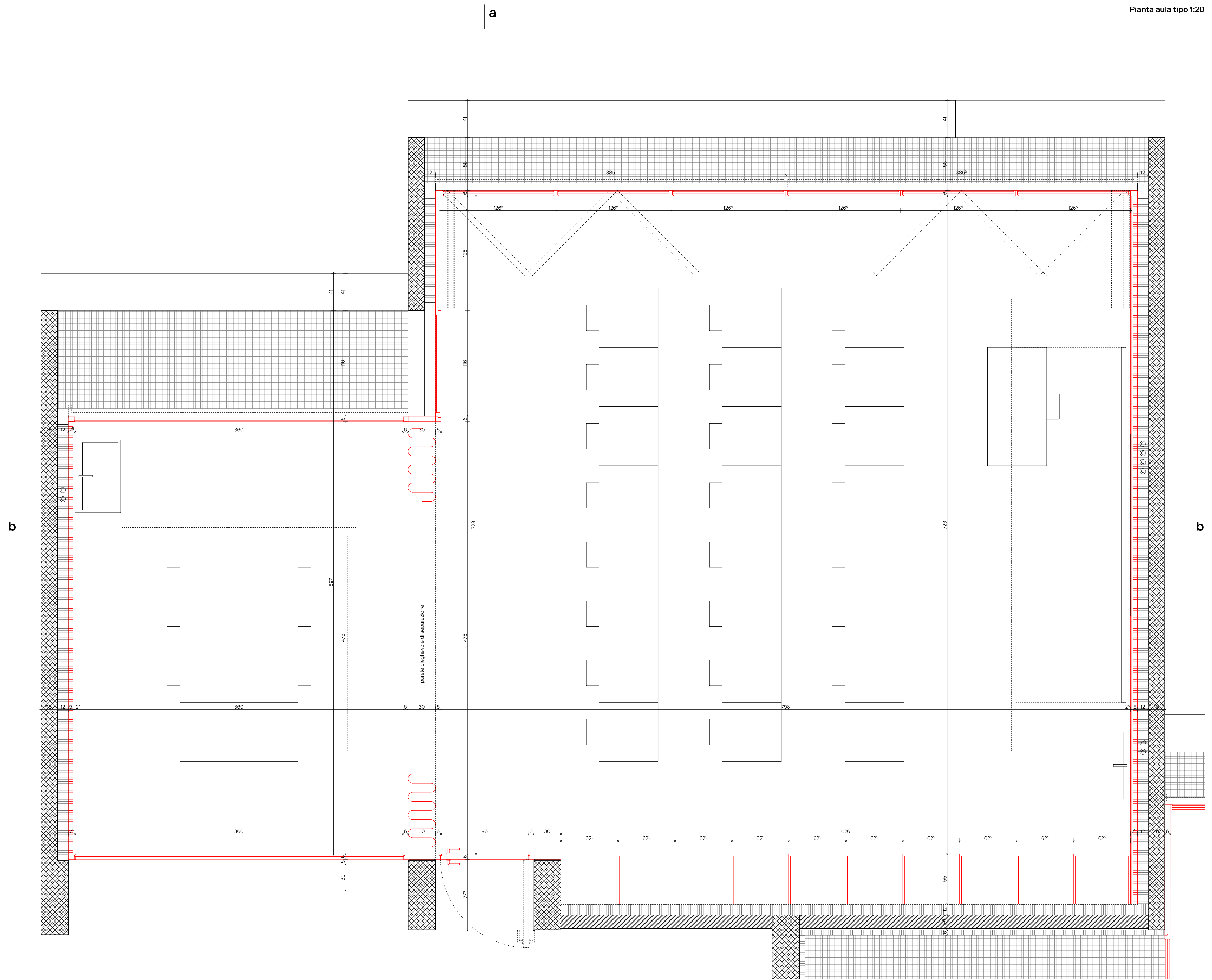
Per ridurre ulteriormente l'impatto delle materie prime, il fabbisogno va coperto con materie prime locali, facilmente reperibili e inoltre utilizzando elementi costruttivi con limitata energia grigia. La strategia immaginata è quella di ridurre al minimo l'uso di risorse e nel limite del possibile di utilizzare materiali a secco, così da sfruttare il potenziale di riciclo e riutilizzo delle componenti edili dopo la demolizione degli edifici. Il riutilizzo di questi materiali dipende largamente dalla facilità smontaggio. Sarà inoltre data attenzione all'apporto di luce naturale per favorire la sincronizzazione del proprio «orologio biologico» e alla minimizzazione delle emissioni di sostanze nocive per ottenere una buona qualità dell'aria interna, a cui si aggiungono adeguate misure preventive contro radiazioni ionizzanti o Radon.

La concezione impiantistica sposa la volontà architettonica espressa sopra e propone un atteggiamento analogo. L'impianto di ventilazione decentralizzato, in linea con il risanamento puntuale degli spazi permette l'eliminazione di tutti i canali, favorendo anche una gestione puntuale dell'energia secondo le esigenze reali del singolo ambiente. L'utilizzo di sonde geotermiche combinate con l'impianto fotovoltaico in copertura trova nelle energie rinnovabili un'ottima fonte energetica di autoconsumo. I materiali impiegati sono compatibili con i requisiti ecologici richiesti da MINERGIE-ECO, la posa dei serramenti arretrati dal filo esterno di facciata aumenta notevolmente la durata di vita di questi elementi e favorisce una protezione solare attiva maggiorata. I nuovi serramenti a libro offrono un ampio panorama d'utilizzo e aumentano notevolmente l'apporto di luce naturale all'interno dello spazio didattico. La sistemazione esterna, ponderata sul mantenimento in loco del materiale di scavo, propone assieme al miglioramento qualitativo degli spazi seminterrati anche la conformazione di nuovi ambienti didattici esterni protetti.

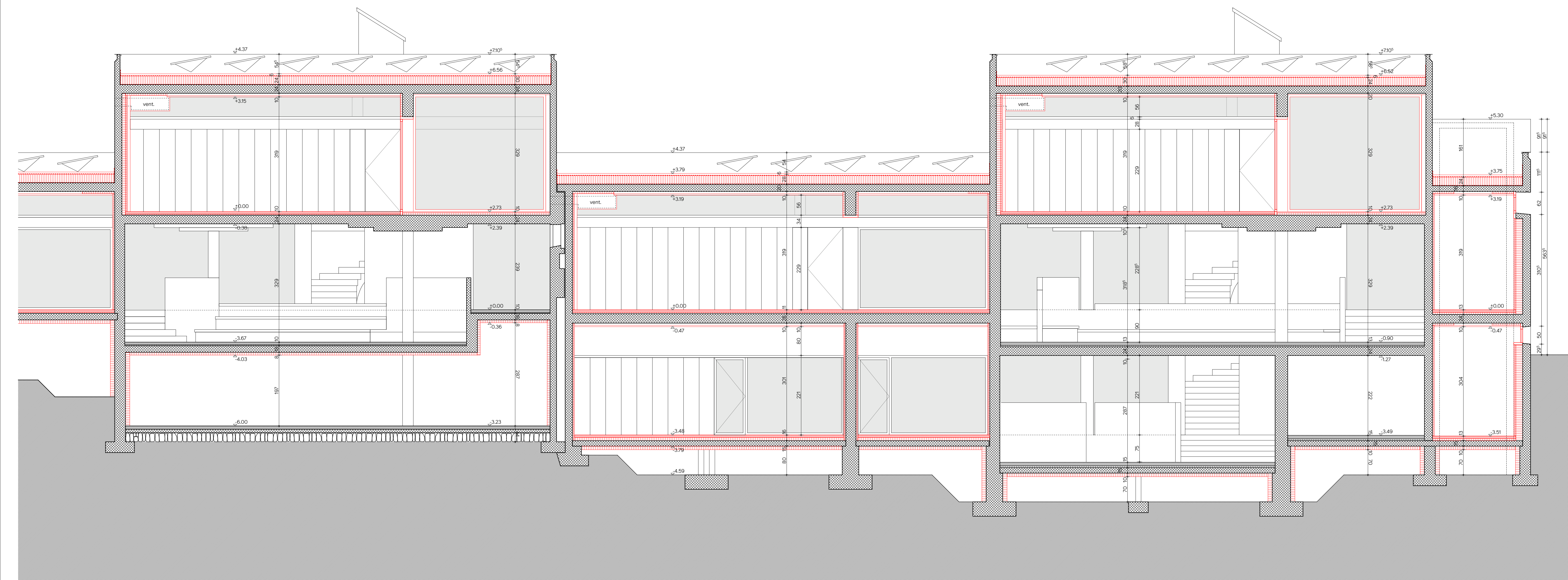
La riduzione al minimo delle superfici risanate assieme alla scelta di isolare interamente l'edificio favorisce la conservazione identitaria dell'architettura scolastica nelle sue componenti proteggendo l'immagine collettiva e la memoria del luogo. L'edificio è stato pensato per immaginare i requisiti del supplemento ECO di Minergie.



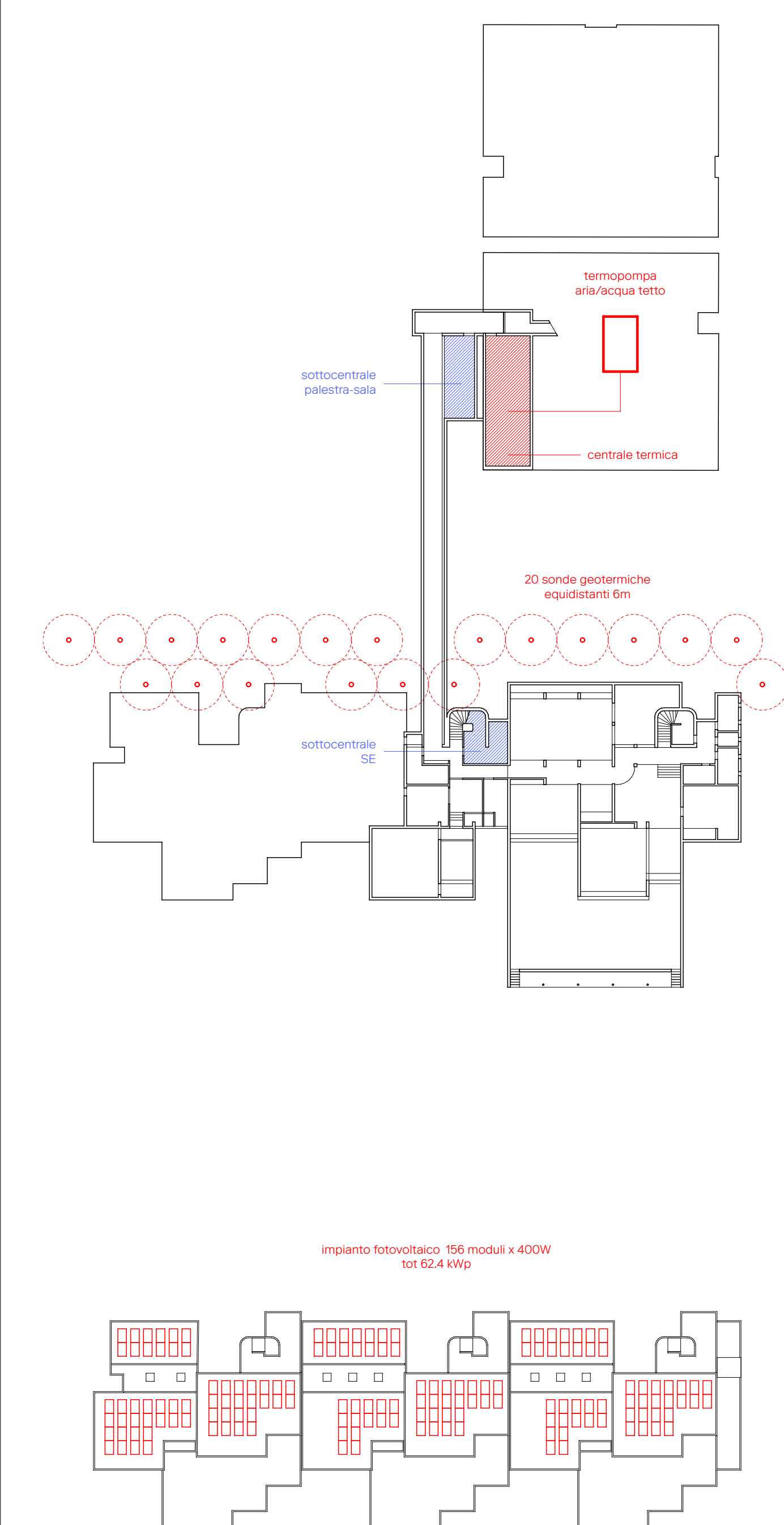




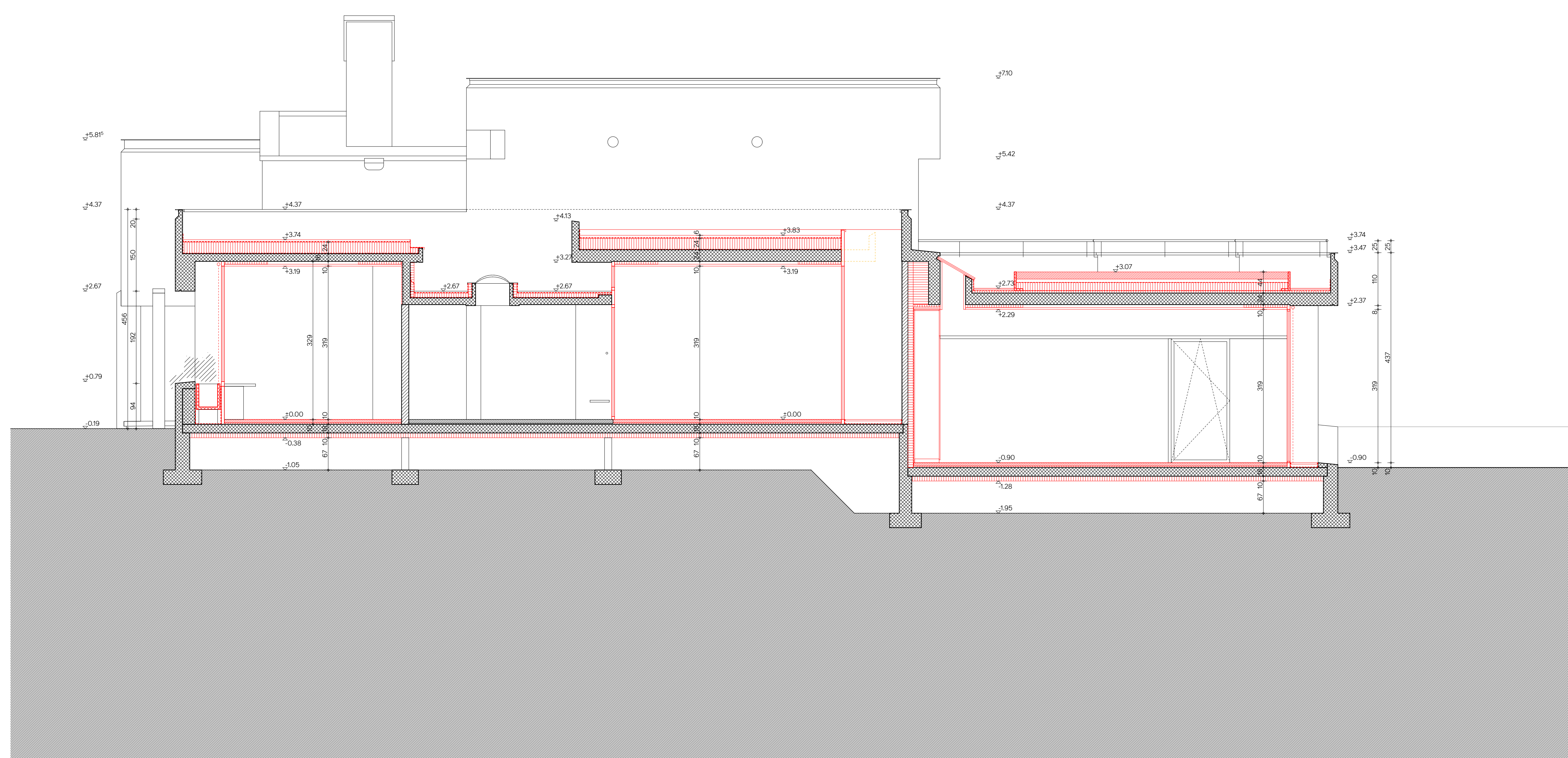
Sezione longitudinale 1:50



Schema impianto riscaldamento/raffrescamento 1:500



Sezione trasversale 1:50



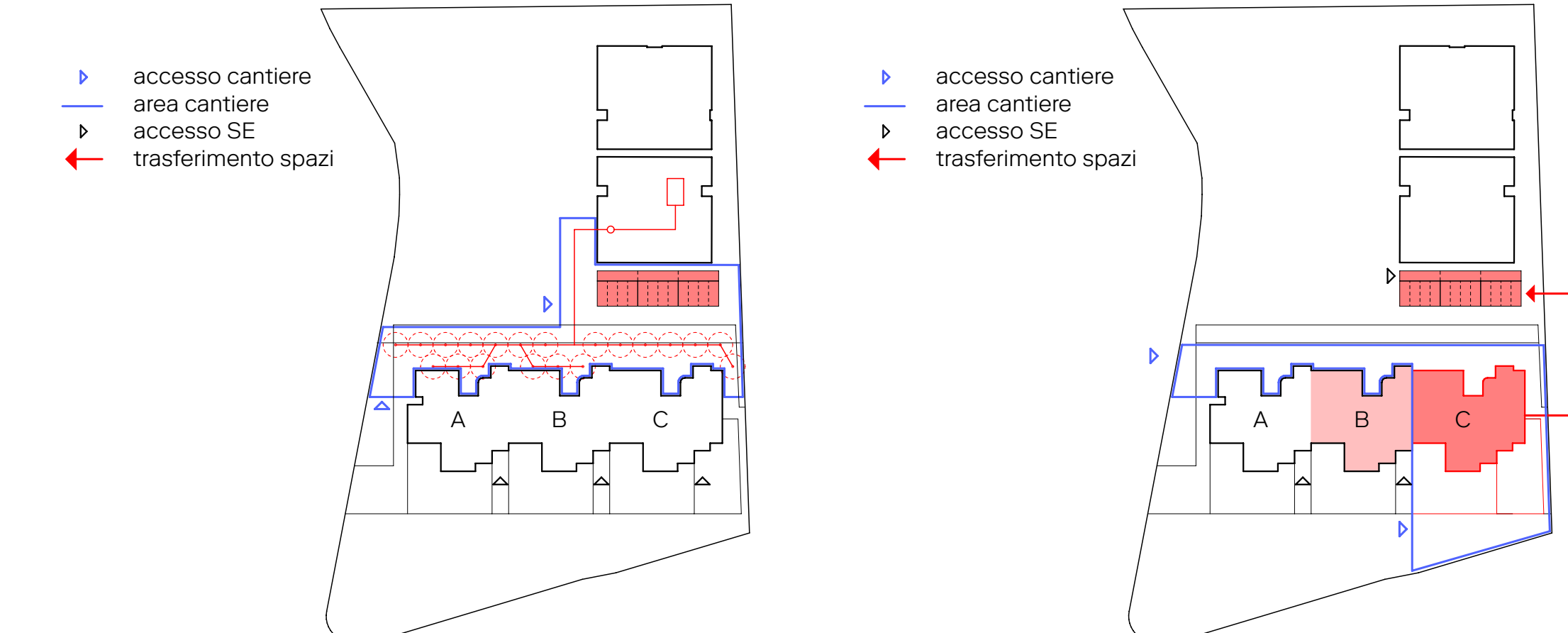
	1 anno		2 anno		3 anno	
	estate		estate		estate	
Fase 1a	---					
Fase 1b	---					
Fase 2a	---		---			
Fase 2b	---		---			
Fase 3a			---		---	
Fase 3b			---		---	
Fase 4					---	

Fase 1a
allestimento area cantiere (vedi schema), realizzazione prefabbricati provvisori con 6 aule + servizi, posa sonde geotermiche e termopompa copertura Sala Aragonite e realizzazione collegamenti impianti nuova centrale termica (locale tank) verso nuove sottocentrali

Fase 2a
modifica area di cantiere (vedi schema) e spostamento aule blocco C e interrato blocco B all'interno dei prefabbricati

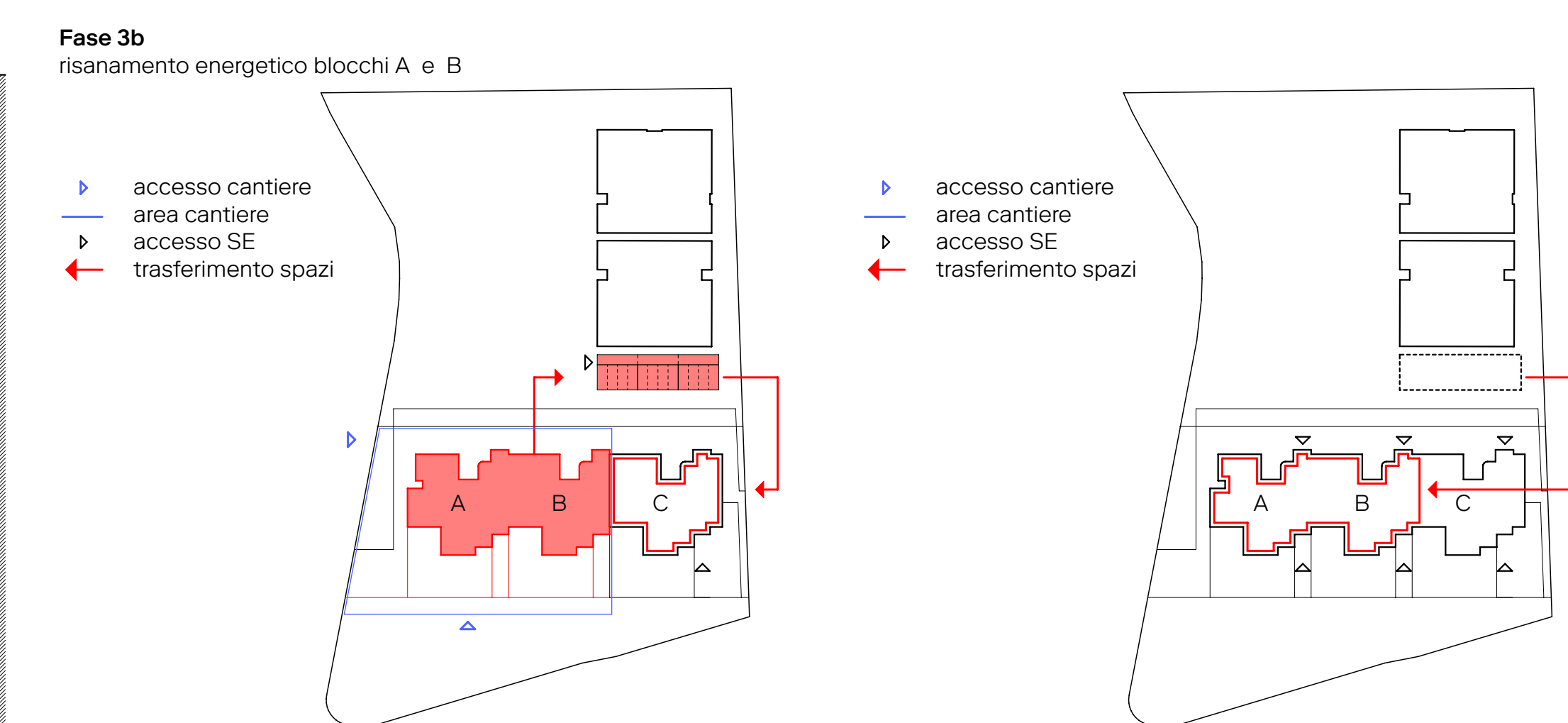
Fase 2b
risanamento energetico blocco C e interrato blocco B

Fase 1b
smaltimento tank esistenti e realizzazione nuova centrale termica



Fase 3a
modifica area di cantiere, spostamento aule blocco C e interrato blocco B all'interno dell'edificio scolastico e spostamento aule blocco A e blocco B (PT + IP) all'interno dei prefabbricati

Fase 4
spostamento aule dai prefabbricati ai blocchi A e B, rimozione prefabbricati e lavori esterni di ripristino e conclusione cantiere



Schema impianto fotovoltaico copertura 1:500