

CAPITOLO 6_PROGETTO TECNOLOGICO

6.1. Obiettivi.....	236
6.1.1. Conservazione del patrimonio architettonico.....	236
6.1.2. Riduzione dei consumi.....	237
6.1.3. Comfort.....	243
6.2. Esigenze.....	245
6.3. Soluzioni tecnologiche	246
6.3.1. Isolamento interno	246
6.3.2. Strutture in legno e pannelli multistrato.....	246
6.3.3. Struttura ipogea.....	247
6.3.4. Sistemi di oscuramento	248
6.3.5. Connessioni verticali.....	249
6.4. Scelta dei materiali.....	250
6.4.1. Materiali relativi ad interventi di nuova realizzazione: legno lamellare, pannelli multistrato, isolanti	250
6.4.2. Materiali relativi agli interventi di consolidamento: acciaio, cemento armato, malte e resine	253
6.5. Stratigrafie.....	257
6.6. Fasi lavorative di intervento su un edificio tipo.....	284

6.1. OBIETTIVI

All'interno di un progetto di recupero, riveste un ruolo di fondamentale importanza il dialogo costante tra i vari aspetti progettuali di cui finora si è discusso e l'ambito tecnologico; la rilevanza di questo capitolo sta nel fatto che in esso si affrontano tutte le problematiche finora riscontrate per poter arrivare all'elaborazione delle relative soluzioni. Se nei precedenti capitoli venivano esposte le intenzioni e le strategie adottate, ora si presentano in termini tecnologici e operativi le metodologie pratiche e di dettaglio mediante cui è possibile intervenire.

Gli obiettivi a cui si fa riferimento sono i seguenti:

- Conservazione del patrimonio architettonico
- Riduzione dei consumi
- Comfort

6.1.1. CONSERVAZIONE DEL PATRIMONIO ARCHITETTONICO

Una delle principali necessità a cui si vuole dare importanza è la volontà di tutelare e valorizzare le preesistenze architettoniche, che costituiscono l'elemento primario da cui ha avuto origine l'intero progetto. Pertanto l'obiettivo è quello di trovare soluzioni tecnologiche che siano in grado, da una parte, di soddisfare i requisiti delle nuove funzioni che si andranno ad installare negli edifici e, dall'altra, di preservare l'originalità dei fabbricati che non devono essere trasformati e snaturati.

Questo rappresenta certamente uno dei punti più delicati dell'intero processo progettuale, dal momento che si devono ascoltare più esigenze, spesso in antitesi tra loro: è possibile infatti che quelle soluzioni in grado di soddisfare la necessità di conservazione operino a discapito di esigenze abitative o normative e viceversa. È quindi necessario elaborare di volta in volta soluzioni tecnologiche mirate al particolare caso e, talvolta, effettuare delle scelte non sempre condivisibili in maniera unanime dal mondo dei professionisti, dovendo preferire il soddisfacimento di un'esigenza a discapito di un'altra.

6.1.2.RIDUZIONE DEI CONSUMI

Questo è uno degli obiettivi di maggior interesse verso cui si sta muovendo da alcuni anni l'edilizia. Il settore del recupero edilizio presenta a questo proposito difficoltà maggiori, dal momento che si trova costantemente costretto ad interfacciarsi con involucri architettonici esistenti privi di qualsiasi accorgimento tecnologico volto alla riduzione dei consumi energetici, soprattutto in dispersione del calore. Tuttavia per riduzione dei consumi non si intende il semplice intervento di coibentazione termica per ridurre il fabbisogno, ma anche altri aspetti come l'energia consumata nella produzione stessa dei materiali impiegati; per questo motivo sarà necessario prestare moltissima attenzione alla scelta delle soluzioni tecnologiche e dei relativi materiali.

In questo campo ci si avvale di diverse normative, sia a livello nazionale che a livello europeo.

Il primo documento a cui fare riferimento è la DIRETTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia.

Si tratta della prima direttiva promulgata a livello europeo sul rendimento energetico in edilizia; in essa infatti compare la definizione di rendimento energetico di un edificio che viene definito come *“la quantità di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi all'uso standard dell'edificio, compresi, tra gli altri, il riscaldamento, il riscaldamento dell'acqua, il raffreddamento, la ventilazione e l'illuminazione”*.

L'importanza della fase progettuale tecnologica risulta evidente quando si definisce che tale rendimento *“viene espresso da uno o più descrittori calcolati tenendo conto della coibentazione, delle caratteristiche tecniche e di installazione, della progettazione e della posizione in relazione agli aspetti climatici, dell'esposizione del sole e dell'influenza delle strutture adiacenti, dell'esistenza di sistemi di generazione propria di energia e degli altri fattori, compreso il clima degli ambiente interni, che influenzano il fabbisogno energetico”*.

Gli obiettivi che tale normativa pone sono i seguenti:

- Definire ed adottare una metodologia per il calcolo del rendimento energetico degli edifici
- Applicare i requisiti minimi in materia di rendimento energetico degli edifici di nuova costruzione
- Applicare i requisiti minimi in materia di rendimento energetico degli edifici esistenti di grande metratura sottoposti a importanti ristrutturazioni
- Attestare gli edifici mediante certificazione energetica
- Ispezionare periodicamente le caldaie e i sistemi di condizionamento d'aria negli edifici ed eseguire una perizia del complesso degli impianti termici le cui caldaie abbiano più di quindici anni.

Obiettivo finale di questa EPBD (Energy Performance Building Directive) è quello di migliorare le prestazioni energetiche del settore edilizio, riducendo i consumi connessi al medesimo settore.

Ad integrazione di questa prima normativa, vi è la DIRETTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia. Essa pone i seguenti obiettivi:

- Entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere edifici a energia quasi zero
- A partire dal 31 dicembre 2018 gli edifici pubblici di nuova costruzione dovranno essere a energia quasi zero
- Vengono posti requisiti minimi di efficienza per le ristrutturazioni per almeno il 25 % della superficie o del valore
- Viene stabilito che il settore pubblico abbia un ruolo guida in termini di attestazione di certificazione energetica
- Entro il 30 giugno 2011 gli Stati Membri devono redigere un elenco degli strumenti esistenti ed eventualmente proposti, compresi quelli di carattere finanziario, diversi da quelli richiesti dalla direttiva.

A livello nazionale si hanno dunque il decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, e le successive modifiche contenute nel decreto legislativo del 29 dicembre 2006, n. 311, che risultano essere appunto l'attuazione delle direttive europee.

In esse si stabilisce la necessità di elaborare una relazione tecnica che attesti la rispondenza delle opere alle prescrizioni delle norme sull'efficienza energetica, e le linee guida per eseguire i calcoli necessari alla definizione della certificazione di un edificio, che subisca una ristrutturazione totale come nel nostro caso.

Si stabiliscono innanzitutto le categorie di edifici a cui si devono applicare le prescrizioni del decreto:

- E.1 (1)** Abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme.
- E.1 (2)** Abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili.
- E.1 (3)** Edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari.
- E.2** Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali (E.8), purché siano da tali costruzioni scorparabili agli effetti dell'isolamento termico.
- E.3** Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili: ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici.
- E.4** Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili (cinema e teatri, sale di riunione per congressi, mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto, bar, ristoranti, sale da ballo).
- E.5** Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni.
- E.6** Edifici adibiti ad attività sportive (piscine, saune, palestre, servizi di supporto alle attività sportive, e assimilabili).
- E.7** Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili.
- E.8** Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili, riscaldati per il benessere degli occupanti.

6.1 Tabella categorie di edifici a cui applicare le prescrizioni del decreto (***)

Nelle seguenti tabelle vengono riportati i valori limite sul fabbisogno energetico primario:

Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale										
Edifici residenziali della classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme										
<i>Tabella 1.1 Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m² anno</i>										
Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	<i>fino a</i> 600 GG	<i>a</i> 601 GG	<i>a</i> 900 GG	<i>a</i> 901 GG	<i>a</i> 1400 GG	<i>a</i> 1401 GG	<i>a</i> 2100 GG	<i>a</i> 2101 GG	<i>a</i> 3000 GG	<i>oltre</i> 3000 GG
≤0,2	10	10	15	15	25	25	40	40	55	55
≥0,9	45	45	60	60	85	85	110	110	145	145
<i>Tabella 1.2 Valori limite, applicabili dal 1 gennaio 2008, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m² anno</i>										
Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	<i>fino a</i> 600 GG	<i>a</i> 601 GG	<i>a</i> 900 GG	<i>a</i> 901 GG	<i>a</i> 1400 GG	<i>a</i> 1401 GG	<i>a</i> 2100 GG	<i>a</i> 2101 GG	<i>a</i> 3000 GG	<i>oltre</i> 3000 GG
≤0,2	9,5	9,5	14	14	23	23	37	37	52	52
≥0,9	41	41	55	55	78	78	100	100	133	133
<i>Tabella 1.3 Valori limite, applicabili dal 1 gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m² anno</i>										
Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	<i>fino a</i> 600 GG	<i>a</i> 601 GG	<i>a</i> 900 GG	<i>a</i> 901 GG	<i>a</i> 1400 GG	<i>a</i> 1401 GG	<i>a</i> 2100 GG	<i>a</i> 2101 GG	<i>a</i> 3000 GG	<i>oltre</i> 3000 GG
≤0,2	8,5	8,5	12,8	12,8	21,3	21,3	34	34	46,8	46,8
≥0,9	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116

6.2_Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (***)

Tutti gli altri edifici										
Tabella 2.1 Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in kWh/m ³ anno										
Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤0,2	2,5	2,5	4,5	4,5	7,5	7,5	12	12	16	16
≥0,9	11	11	17	17	23	23	30	30	41	41

Tabella 2.2 Valori limite, applicabili dal 1 gennaio 2008, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in kWh/m ³ anno										
Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤0,2	2,5	2,5	4,5	4,5	6,5	6,5	10,5	10,5	14,5	14,5
≥0,9	9	9	14	14	20	20	26	26	36	36

Tabella 2.3 Valori limite, applicabili dal 1 gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in kWh/m ³ anno										
Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤0,2	2,0	2,0	3,6	3,6	6	6	9,6	9,6	12,7	12,7
≥0,9	8,2	8,2	12,8	12,8	17,3	17,3	22,5	22,5	31	31

6.3_Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (***)

Le successive riportano i valori delle trasmittanze dei componenti architettonici, mentre l'ultima i valori del rendimento globale medio stagionale degli impianti.

Trasmittanza termica delle strutture opache verticali

Tabella 2.1 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali espressa in W/m^2K

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m^2K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m^2K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m^2K)
A	0,85	0,72	0,62
B	0,64	0,54	0,48
C	0,57	0,46	0,40
D	0,50	0,40	0,36
E	0,46	0,37	0,34
F	0,44	0,35	0,33

Trasmittanza termica delle strutture opache orizzontali o inclinate

Coperture

Tabella 3.1 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura espressa in W/m^2K

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m^2K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m^2K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m^2K)
A	0,80	0,42	0,38
B	0,60	0,42	0,38
C	0,55	0,42	0,38
D	0,46	0,35	0,32
E	0,43	0,32	0,30
F	0,41	0,31	0,29

Pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno

Tabella 3.2 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di pavimento espressa in W/m^2K

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m^2K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m^2K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m^2K)
A	0,80	0,74	0,65
B	0,60	0,55	0,49
C	0,55	0,49	0,42
D	0,46	0,41	0,36
E	0,43	0,38	0,33
F	0,41	0,36	0,32

6.4_Valori limite di trasmittanza termica per tipologia di chiusura (***)

Trasmittanza termica delle chiusure trasparenti			
<i>Tabella 4a. Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi espressa in W/m²K</i>			
Zona climatica	<i>Dall' 1 gennaio 2006</i> U (W/m ² K)	<i>Dall' 1 gennaio 2008</i> U (W/m ² K)	<i>Dall' 1 gennaio 2010</i> U (W/m ² K)
A	5,5	5,0	4,6
B	4,0	3,6	3,0
C	3,3	3,0	2,6
D	3,1	2,8	2,4
E	2,8	2,4	2,2
F	2,4	2,2	2,0

<i>Tabella 4b. Valori limite della trasmittanza centrale termica U dei vetri espressa in W/m²K</i>			
Zona climatica	<i>Dall' 1 gennaio 2006</i> U (W/m ² K)	<i>Dall' 1 luglio 2008</i> U (W/m ² K)	<i>Dall' 1 gennaio 2011</i> U (W/m ² K)
A	5,0	4,5	3,7
B	4,0	3,4	2,7
C	3,0	2,3	2,1
D	2,6	2,1	1,9
E	2,4	1,9	1,7
F	2,3	1,7	1,3

6.5_Valori limite di trasmittanza termica per tipologia di chiusura (***)

Si ricorda che nel caso di Premana, la zona climatica da considerare in fase di progetto è la zona F.

6.1.3.COMFORT

In edilizia per comfort si intende quell'insieme di condizioni che permettono di definire un ambiente come salubre, confortevole e che sia in grado di trasmettere agli individui, che si trovano al suo interno, una sensazione di benessere. Ed anche questo obiettivo non può essere raggiunto se non in ambito di progettazione architettonica, di impianti e di scelta dei materiali. Compito del progettista è infatti quello di individuare e cercare di eliminare o contenere i fattori di discomfort che possono influenzare negativamente sulla salute umana. Principalmente si parla di comfort termogrametrico, dal momento che il punto fondamentale di un'accurata progettazione è la

gestione delle condizioni ottimali di temperatura e umidità. Pertanto il primo passo è quello di garantire la salubrità degli involucri che si è pensato di destinare ad ospitare residenze.

La percezione delle condizioni ottimali di temperatura interna dipende da numerosi fattori, quali le condizioni ambientali esterne, il tipo di attività che si svolge all'interno del locale, fattori personali e psicologici, le superfici radianti interne, il movimento dell'aria interna, l'umidità relativa ecc.

Da un punto di vista progettuale dunque i campi su cui intervenire saranno l'involucro termico che deve essere in grado di garantire una coibentazione tale da garantire le condizioni di comfort, mediante l'assenza di ponti termici e tramite la capacità di proteggere l'ambiente interno dall'aria, dall'umidità e dall'eccessiva irradiazione solare.

Parlando di comfort si deve poi considerare anche quello acustico, che influisce sulla qualità della vita e del benessere quotidiano. Metodi di protezione da inquinamento acustico o da semplici disturbi acustici devono essere realizzati sia nei confronti dei rumori provenienti dall'esterno, che nei confronti di quelli provenienti da altri locali interni, primo fra tutti il rumore da calpestio, per il quale si provvederà mediante l'inserimento di un materassino o di uno strato di isolante acustico all'interno della stratigrafia dei solai interpiano.

6.2. ESIGENZE

A questo punto le esigenze a cui si dovrà dare risposta saranno direttamente dipendenti dagli obiettivi prefissati.

La necessità di conservare il patrimonio architettonico deve portare a ricercare soluzioni che siano compatibili con l'esistente; esempio fra tutti è la scelta di intervenire mediante coibentazione interna lasciando inalterate le superfici murarie esterne che costituiscono l'elemento maggiormente caratterizzante che si vuole conservare.

La riduzione dei consumi si traduce in soluzioni sostenibili che prevedano interventi a basso impatto ambientale sia in termini di rendimento energetico, sia in termini di energia incorporata nei materiali da costruzione che in termini di scelte di energie rinnovabili.

L'obiettivo di realizzare spazi confortevoli si traduce invece nell'esigenza di elaborare soluzioni tecnologiche, ma anche architettoniche come la scelta di intervenire sulle murature aprendo nuovi vani che consentano di migliorare il livello di illuminazione naturale interno.

Inoltre sarà da tenere in considerazione l'aspetto economico degli interventi ed eseguire una scelta accurata che, di volta in volta, sia in grado di trovare il giusto equilibrio tra sostenibilità, prestazioni strutturali ed economia.

6.3. SOLUZIONI TECNOLOGICHE

Si descrivono ora i principali interventi che da un punto di vista tecnologico hanno permesso di rispondere alle esigenze descritte poco sopra.

6.3.1. ISOLAMENTO INTERNO

Come si è detto, la scelta di realizzare una coibentazione interna deriva innanzitutto dalla necessità di non intervenire esternamente snaturando l'aspetto dei fabbricati. Si tratta di una scelta che presenta tuttavia punti di debolezza. Il cappotto interno, infatti, se da una parte costituisce una soluzione più rapida e più conveniente in termini di costi, non è una soluzione efficace quanto il cappotto esterno. Inoltre operando in questo modo è inevitabile una riduzione di volume degli spazi interni.

Anche le problematiche connesse alla creazione dei ponti termici e alla condensa interstiziale sono maggiori nei confronti di una scelta di intervento su superfici esterne. Nel caso in progetto si decide comunque di intervenire mediante l'inserimento di uno strato isolante interno di 15 cm, distaccato dalla parete irregolare in muratura mediante un'intercapedine d'aria dallo spessore variabile di 10-15 cm. In questa intercapedine trova spazio un telaio costituito da montanti in legno che, oltre a costituire l'interfaccia tra il vecchio e il nuovo, funge anche da sottostruttura di sostegno per la stratigrafia interna del muro perimetrale. I problemi di condensa vengono risolti mediante l'introduzione di una barriera al vapore collocata internamente rispetto ai pannelli isolanti.

6.3.2. STRUTTURE IN LEGNO E PANNELLI MULTISTRATO

Nella maggior parte dei casi si interviene nei vari fabbricati realizzando un rivestimento interno che va a poggiare sulla muratura, la quale viene sfruttata ancora come elemento portante, sia per i rivestimenti, che per gli orizzontamenti.

Nei casi dell'edificio da destinare a sala espositiva e sala conferenze e di quello da destinare a ristorante, si interviene mediante l'inserimento di pannelli multistrato in legno. In questo caso è sempre presente uno strato di isolamento, scostato dalla

muratura mediante un'intercapedine d'aria, ma la funzione strutturale ora è assunta dai pannelli multistrato interni e non più dalla vecchia muratura.

Le ragioni di questa differenziazione sono da ricercare nell'ambito strutturale; gli edifici in cui vengono inseriti gli alloggi sono di ridotte dimensioni e presentano una scatola muraria ben conservata e solida la quale, dopo opportuni interventi di consolidamento, ben si presta ad assumere nuovamente il ruolo di muratura perimetrale portante. Nei casi degli edifici 6 e 11 invece l'antica scatola muraria subisce delle trasformazioni quali l'eliminazione della copertura e dei solai e l'abbattimento di alcuni setti interni. Questo significa che viene indebolita e le sue capacità portanti vengono ridotte; pertanto si decide, solo in questi due casi, di affidare il compito strutturale e portante alla nuova scatola interna in pannelli multistrato in legno.

Nel caso dell'edificio di nuova realizzazione da destinare a centro benessere, mentre il piano seminterrato viene realizzato con il metodo tradizionale sfruttando una muratura perimetrale contro terra in cemento armato, per il piano fuori terra si utilizzano i pannelli multistrato in legno che in questo caso vanno a costituire, non più una scatola nella scatola, ma un nuovo volume indipendente.

Risulta dunque evidente che il principale materiale sfruttato per realizzare i nuovi elementi strutturali risulta essere il legno.

Travetti in legno vengono utilizzati per realizzare la griglia strutturale e risolvere l'interfaccia tra vecchia muratura e nuovo pacchetto, così come sono di legno i pannelli che costituiscono i rivestimenti interni delle pareti e dei pavimenti.

Sempre il legno, questa volta lamellare, viene utilizzato per la realizzazione dei nuovi impalcati strutturali dei solai e delle coperture: si avranno quindi travetti, puntoni, travi di mezzera e travi di colmo in legno lasciati a vista.

6.3.3.STRUTTURA IPOGEA

Per la creazione del parcheggio a monte del borgo, si realizza una struttura ipogea, pertanto si utilizzeranno murature contro terra in cemento armato, ed una struttura tradizionale in pilastri. Trattandosi di un parcheggio seminterrato non vi è alcun

bisogno di isolare termicamente lo spazio; l'aerazione è garantita, oltre che da opportuni sistemi di smaltimento fumi e di aerazione, anche dal fatto che la parete Sud non è opaca bensì chiusa da sistemi di oscuramento realizzati in doghe di legno e che costituiscono un diaframma permeabile all'aria e alla luce. L'intera superficie viene ricoperta superiormente dal terreno di riporto in modo che si riduca visivamente l'impatto ambientale dell'intervento.

Esternamente risulteranno visibili solo i prospetti Est e Ovest, dove si hanno rispettivamente l'accesso e l'uscita carrabili del parcheggio, e il prospetto Sud, che esternamente risulterà trattato interamente con il legno dei frangisole.

6.3.4.SISTEMI DI OSCURAMENTO

I sistemi di oscuramento costituiscono uno degli aspetti architettonici che abbiano un ruolo fondamentale anche nella gestione delle problematiche tecnologiche connesse all'edificio. L'importanza di questi elementi risiede nel fatto che essi influiscono pesantemente sia sul comfort degli ambiente interni che sui rendimenti energetici. Il loro ruolo è quello di regolare l'irradiazione solare che permea attraverso le aperture. E questo ha riscontri sia sul piano energetico che sul livello di illuminazione interna.

Nel caso in progetto, gli oscuramenti sono l'unico elemento di nuova realizzazione che viene apportato esternamente sulle facciate in pietra. Per una questione di compatibilità e di estetica, il materiale scelto con cui si decide di realizzare questi sistemi è il legno, impiegato in elementi o listelli orizzontali.

Esternamente il legno viene anche utilizzato per evidenziare gli interventi architettonici che hanno modificato le facciate. In questo caso i listelli di legno, con inclinazione regolabile, costituiscono dei pannelli fissi mediante i quali è possibile regolare l'intensità e la quantità di luce filtrante nelle grandi finestre ricavate nei prospetti Sud degli alloggi.

Negli altri prospetti invece, dove le finestre sono più piccole, si prevede l'utilizzo di pannelli, costituiti sempre da listelli ad inclinazione regolabile, ma scorrevoli in orizzontale, in modo da garantire la possibilità di avere illuminata l'intera luce della finestra.

Un'altra applicazione è riscontrabile nella parete Sud del parcheggio: qui i listelli in legno sono fissi e distanziati tra loro e, dal momento che non è possibile modificarne l'inclinazione, costituiscono una sorta di rastrelliera in legno che lascia permeare la luce all'interno e al contempo costituisce la facciata vera e propria del parcheggio, visibile esternamente.

Sempre con i listelli di legno sono realizzati i rivestimenti degli elementi di nuova realizzazione all'interno del contesto esistente interamente in pietra. In legno infatti vengono rivestite le porzioni dei nuovi volumi uscenti dalle scatole murarie dell'edificio 6 ed 11 e il nuovo volume dell'edificio destinato alla SPA.

6.3.5.CONNESSIONI VERTICALI

Le connessioni pedonali che si andranno a realizzare nel borgo saranno affiancate da ringhiere costituite da elementi di sostegno e funi d'acciaio, che mantengono tuttavia il corrimano come unico elemento in legno. Questo fa sì che l'introduzione di tali dispositivi risulti come un intervento leggero da un punto di vista visivo ed estetico.

Per quanto riguarda la realizzazione di ascensori esterni che collegano i vari livelli del nucleo rurale, si decide di rivestirli, per la parte fuori terra, da una struttura vetrata, nascosta però da listelli in legno fissi e distanziati; per le parti interrato di questi impianti, si rivestono sempre in legno quelle parti di muratura contro terra che altrimenti lascerebbero il cemento armato a vista.

6.4. SCELTA DEI MATERIALI

6.4.1. MATERIALI RELATIVI AD INTERVENTI DI NUOVA REALIZZAZIONE

Legno lamellare

L'utilizzo del legno in ambito progettuale risulta essere sostanzioso; viene sfruttato come elemento strutturale, come rivestimento interno ed esterno e per la realizzazione di elementi esterni. Il legno costituisce sicuramente uno dei materiali oggi più apprezzati in ambito edilizio, soprattutto nel settore del recupero. Tra i numerosi pregi di questo materiale possono ricordare infatti le sue proprietà antisismiche, i costi contenuti, i ridotti tempi di realizzazione, la leggerezza, le proprietà meccaniche ecc.

Si tratta di un materiale igroscopico, il che lo rende, come rivestimento interno, adatto a garantire il comfort dal momento che assorbe con rapidità la condensa, migliorando il clima interno e rilasciando poi lentamente le molecole di acqua assorbite.

Le proprietà meccaniche dipendono da numerosi fattori quali la tipologia dell'essenza, il grado di stagionatura, la direzione delle venature e la densità. In media e in termini progettuali si è considerata una densità pari a 450 kg/m^3 .

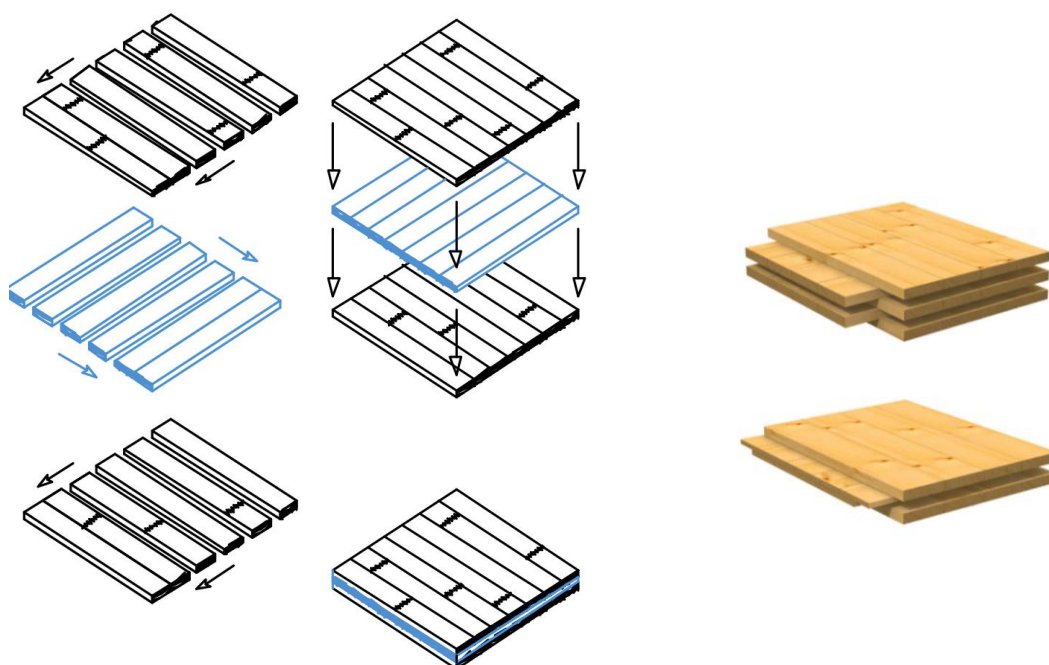
Il legno tuttavia presenta anche alcuni difetti in termini meccanici, che però è possibile superare mediante il legno lamellare. Quest'ultimo infatti si pone come obiettivo principale quello di superare i limiti dimensionali legati al legno massello, con il quale non è possibile realizzare travi che raggiungono luci di 20-30 m. Con il legno lamellare infatti è possibile realizzare delle travi che siano svincolate dalle caratteristiche dimensionale e geometriche del tronco, dal momento che tavole essiccate, calibrate, giuntate e incollate. È così possibile raggiungere valori di resistenza superiori a quelli tipici del legno da cui provengono le tavole stesse, dal momento che le lamelle vengono scelte eliminando in questo modo i difetti puntuali che può presentare il legno massello.

In ambito di progetto si realizzano in legno lamellare i travetti e le travi di mezzera dei solai, e i puntoni e le travi di colmo delle coperture. Si fa riferimento alla Classe di Servizio 2, che è caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente

a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno.

Pannelli multistrato

I pannelli multistrato in legno costituiscono un ulteriore sviluppo del concetto di legno lamellare: si tratta infatti di pannelli realizzati mediante strati incrociati e sovrapposti di tavole che assumono funzione portante, sia come pareti, che come coperture o solai. In fase di realizzazione, le singole tavole di legno vengono affiancate e giuntate per creare pannelli con fibratura monodirezionale; i pannelli vengono poi sovrapposti ortogonalmente e incollati. Si possono realizzare pannelli da 3 a 7 strati.



6.6_Pannelli in legno multistrato X-Lam

I vantaggi di questa soluzione stanno nel fatto che, dal momento che i pannelli vengono dimensionati e pre-tagliati in azienda, è possibile realizzare facciate complete già provviste di aperture, vani per finestre, fori per impianti. Altri vantaggi sono il fatto che questo metodo costituisce una tecnologia ecosostenibile, in termini di materiali impiegati e nel fatto che la prefabbricazione permette inoltre di ridurre i tempi di costruzione.

Nel progetto si decide di sfruttare la tecnologia dei pannelli multistrato da adottare nella strategia della scatola nella scatola, che viene messa in pratica in quegli edifici

dove si vuole salvaguardare la muratura in pietra esistente senza andare a gravare su di essa da un punto di vista strutturale, dal momento che i pannelli multistrato rivestono essi stessi il ruolo di elemento portante.

In questo modo è poi possibile evitare di introdurre altri elementi portanti che andrebbero ad occupare spazio in contesti già di per sé ridotti in termini di superficie disponibile. Nella fattispecie, negli edifici n° 6 e n° 11, si va a consolidare la muratura perimetrale esistente, qualora fosse necessario, senza la necessità di adattare le vecchie strutture alle nuove funzioni, dal momento che i nuovi carichi di progetto saranno assorbiti unicamente dalla scatola interna, che li trasmetterà alle fondazioni.

Isolanti

Il materiale scelto per realizzare la coibentazione di tutti gli edifici è la fibra di legno. Si tratta di un materiale che risponde alle esigenze di compatibilità e sostenibilità precedentemente espresse, dal momento che è realizzato quasi unicamente in legno ed è riciclabile. La sua realizzazione prevede infatti che il legno venga frantumato in fibre molto sottili, che in seguito vengono pressate ed essiccate; solitamente la lavorazione prevede l'aggiunta di allume alle fibre in modo che il legno sprigioni le proprie resine naturali. Dal momento che non si aggiungono sostanze chimiche, è un materiale ecologico e sano, a differenza di altre soluzioni quali la lana di vetro o la lana di roccia, ritenute cancerogene dal momento che disperdevano le proprie polveri sottili.

Gli elementi vengono messi in opera sottoforma di pannelli rigidi, pertanto sono applicabili sia come strato isolante nelle pareti, che nelle coperture o nelle chiusure contro terra. Si tratta di un materiale igroscopico, pertanto presenta la capacità di assorbire l'umidità dell'ambiente interno, fungendo da regolatore igrometrico. Nonostante questa proprietà, si decide ugualmente, in ambito progettuale, di proteggere lo strato isolante con l'inserimento di una barriera al vapore.

Gli elementi sono disponibili in vari spessori; la densità del materiale può variare da 160 a 200 kg/m^3 così come conseguentemente può variare la conduttività termica che

oscilla tra 0,039 e 0,042 W/mK . Lo spessore scelto in fase di progetto per l'isolamento delle pareti perimetrali è di 15 cm.

Si presta anche come ottimo isolante acustico e offre una reazione al fuoco di classe E, trattandosi di materiale combustibile ma non facilmente infiammabile.

Vetro

All'interno dei serramenti si decide di utilizzare un vetro basso emissivo. L'utilizzo di un normale vetro camera comporterebbe infatti una trasmittanza media pari a $3 W/m^2K$, valore che non rispetta le prescrizioni normative che invece impongono un limite di trasmittanza termica centrale dei vetri di $1,3 W/m^2K$. Solo con l'utilizzo di un vetro basso emissivo è possibile garantire una trasmittanza pari a $1,1 W/m^2K$, e dunque ammissibile per normativa.

Il vetro basso emissivo è composto da vari strati, sottoposti a diversi trattamenti e lo strato che solitamente riveste la funzione di isolamento è quello costituito da un deposito di ossidi metallici, come l'argento. Questi elementi lasciano passare l'energia luminosa nel rispetto delle normative, ma garantiscono migliori prestazioni in termini di scambio di calore con l'esterno, influenzando in positivo il rendimento energetico di un edificio.

Per quanto riguarda invece gli infissi, si decide di utilizzare un telaio in legno che rispetti il limite di trasmittanza di $2 W/m^2K$.

6.4.2. MATERIALI RELATIVI AGLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO

Anche nell'ambito del consolidamento, di cui si parlerà più approfonditamente nel capitolo successivo, si devono affrontare problematiche legate all'aspetto tecnologico dell'intervento e alla scelta dei materiali da utilizzare. In questo campo infatti è necessario garantire il massimo rispetto dei manufatti esistenti e la compatibilità delle nuove soluzioni. Questo obiettivi dovranno poi tradursi in interventi tecnologici e di consolidamento che siano possibilmente visibili e reversibili, in modo da garantire la manutenzione o l'eventuale rimozione.

Acciaio

Negli ultimi anni uno dei materiali più utilizzato nel campo del consolidamento strutturale è l'acciaio. L'acciaio permette infatti di elaborare soluzioni reversibili, leggere e puntuali, che non vanno a snaturare o a compromettere in maniera irrevocabile le capacità dell'edificio.

Una delle principali applicazioni di questo materiale avviene all'interno dell'intervento di irrigidimento scatolare delle strutture. Infatti, per migliorare il comportamento scatolare di ogni fabbricato e per contrastare eventuali rischi sismici, è opportuno intervenire mediante l'inserimento di cordoli in acciaio, posizionati a coronamento della muratura e in corrispondenza del solaio intermedio. In questo modo gli elementi metallici introdotti eseguono un contributo di cerchiatura ed irrigidimento dei maschi murari della scatola, impedendo a questi ultimi di aprirsi per il cinematismo di ribaltamento. Un ulteriore funzione è infatti quella da fungere da tiranti e da diaframmi rigidi.

Spesso, soprattutto in passato, questo tipo di intervento era affidato a cordoli realizzati in calcestruzzo; in questo caso una delle principali problematiche connesse era costituita dall'eccessivo peso che si andava ad appoggiare alla muratura esistente, con conseguenti complicazioni anche in termini di forze sismiche orizzontali. Inoltre la realizzazione di questi elementi in calcestruzzo armato comportava lo scasso della muratura, con un conseguente indebolimento, nonché l'insorgere di problematiche di compatibilità connesse al differente comportamento tra l'antica muratura in pietra e la nuova massa in cemento, che, soprattutto in casi di sisma, manifesta un comportamento più rigido rispetto al resto e dunque può causare danni notevoli, qualora insorgesse il dissesto.

L'utilizzo di cordoli in acciaio, oltre ad essere un intervento molto meno invasivo e maggiormente rispettoso dell'esistente, si configura come un intervento leggero e puntuale, pertanto preferibile di gran lunga ai cordoli in cemento armato. Oltre al peso ridotto, l'acciaio permette di realizzare interventi di minore ingombro.

Per una questione di durabilità, l'acciaio da preferire per interventi di consolidamento è quello inox; in ambito progettuale vengono utilizzati profili UPN per la realizzazione

dei cordoli interpiano, profili HEA per i cordoli sommitali e come architravi per la realizzazione di nove aperture.

Cemento armato

Nonostante la scarsa compatibilità tra muratura in pietra ed elementi rigidi in cemento armato, questo materiale risulta tuttavia l'unico in grado di soddisfare le esigenze di consolidamento a livello di fondazioni.

Le murature in pietra infatti vengono consolidate mediante l'inserimento di cordoli o mediante la realizzazione di una nuova fondazione continua in cemento armato. Questa soluzione permette di realizzare una nuova base fondazione di dimensioni maggiori della muratura esistente, mediante il getto in spazi ristretti da un punto di vista operativo; tuttavia si presentano delle problematiche all'interfaccia tra la nuova fondazione in C.A. e la vecchia muratura soprastante, a causa del ritiro delle malte. Questo livello di incompatibilità viene risolto o mediante l'inserimento di cunei gradualmente forzati o mediante malte espansive.

Malte e resine

L'utilizzo di queste sostanze è molto frequente negli interventi di consolidamento dal momento che risulta necessario intervenire per migliorare la qualità delle murature, incrementando la loro resistenza. L'obiettivo degli interventi con sostanze leganti di queste tipo è quello di aggregare ed omogeneizzare le pareti soggette a perdita di coesione.

Le iniezioni che permettono di riempire le cavità all'interno del paramento murario sono solitamente eseguite con boiacche. Si tratta di malte con aggiunta abbondante di acqua che costituiscono un legante idraulico in grado di essere colato ed iniettato con facilità. Solitamente sono sostanze premiscelate a base di calce idraulica e leganti pozzolanici, trattate in modo da reagire il meno possibile con i solfati. Una delle principali caratteristiche da tenere in considerazione è la fluidità e la lavorabilità.

Oltre alle boiacche è possibile utilizzare malte cementizie espansive, a basso contenuto di sali solubili, adatte alla solidarizzazione delle barre di acciaio negli ancoraggi. Si

tratta di sostanza reoplastiche, ad elevata coesione e ritiro controllato, in modo da evitare problematiche legate alla compatibilità con la muratura esistente.

Altre sostanze utilizzabili in questo campo sono le resine epossidiche, ottenute mediante la combinazione di resine e fibre.

Da un punto di vista di prestazioni e compatibilità, queste sostanze presentano notevoli differenze. È possibile fare alcune osservazioni in merito al campo di applicazione degli ancoraggi delle barre in acciaio, che costituisce l'ambito in cui a queste sostanze vengono richieste le maggior prestazioni meccaniche.

L'utilizzo di malte a base di calce per la realizzazione di ancoraggi consente un buon livello di compatibilità con le murature antiche, anche in termini di valori di resistenza meccanica. Si ottengono invece valori di resistenza meccanica più elevata con l'utilizzo di malte cementizie, anche se in questo caso si raggiunge un livello inferiore in termini di compatibilità con la muratura esistente.

Un'ulteriore tecnologia è quella che prevede l'utilizzo di resine epossidiche; questa garantisce sicuramente una miglior aderenza tra le barre in acciaio e il pietrame, ma presenta maggior problemi legati alla compatibilità tra le vecchie e le nuove sostanze.

6.5. STRATIGRAFIE

Si riportano di seguito i vari pacchetti elaborati in fase progettuale, con le indicazioni delle proprietà e delle caratteristiche fisiche e meccaniche di ogni materiale costituente i vari strati. Di ogni stratigrafia viene calcolata la trasmittanza totale che deve essere verificata confrontandola con i valori normativi presenti nelle tabelle del capitolo 1, e il diagramma di Glaser, che rivela se e a che spessore della muratura avviene la condensa interstiziale.

La trasmittanza di una parete rappresenta la capacità della parete stessa di lasciare passare il calore; pertanto si avranno buone prestazioni energetiche più il livello della trasmittanza totale è basso e vicino allo zero.

Per condensa interstiziale si intende il fenomeno per cui il vapore acqueo interno, a seguito delle differenti condizioni di pressione tra interno ed esterno, viene spinto attraverso gli strati interni della stratigrafia e subisce il passaggio di stato raggiungendo la temperatura di rugiada. Significa che il raggiungimento del punto di rugiada dipende non solo dalle differenti condizioni di pressione e umidità ma anche dai valori di temperatura che caratterizzano ogni strato.

Le stratigrafie sono divise in quattro categorie:

- CV – chiusure verticali
- CO – chiusure orizzontali e inclinate
- PV – partizioni interne verticali
- PO – partizioni interne orizzontali

Sono state considerate in questa fase di studio solo le stratigrafie di progetto, tralasciando l'analisi delle prestazioni delle murature allo stato di fatto. Solo per le chiusure verso l'esterno, sia orizzontali che verticali, è stato eseguito lo studio dell'andamento delle temperature e delle pressioni, così come sono state tralasciate le stesse analisi per quanto riguarda la struttura ipogea del parcheggio, dal momento che non risulta essere riscaldata internamente, né tantomeno isolata.

Per ogni stratigrafia, oltre alla rappresentazione in sezione e alla tabella in cui sono elencate i vari strati con i relativi dati caratteristici, viene riportato il grafico dell'andamento delle temperature e il diagramma di Glaser.

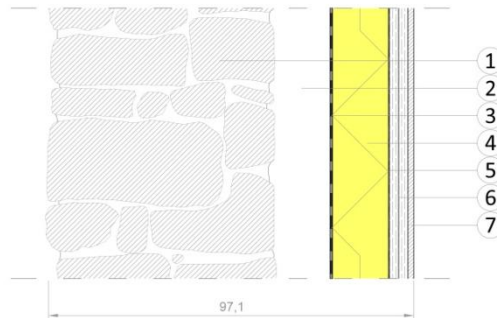
Il primo presenta sull'asse delle ordinate i valori della temperatura espressa in gradi centigradi e su quello delle ascisse il valore degli spessori del pacchetto espressi in centimetri. La funzione descrive come la temperatura, partendo da un valore interno di 18 ° C, attraversa ogni strato per arrivare all'esterno ad un valore di -5 °C. In questo modo è possibile rilevare dal grafico i valori delle temperature che caratterizzano ogni strato interno del pacchetto. Nel diagramma viene contemplato uno spessore di 10 cm all'interno e all'esterno della chiusura, in modo da considerare i coefficienti liminari interno ed esterno. Gli strati nel grafico sono ordinati dall'interno verso l'esterno.

Il secondo diagramma rappresenta invece l'andamento delle pressioni parziali e di saturazione. Sull'asse delle ordinate sono riportati i valori di pressione espressi in Pascal, mentre sull'asse delle ascisse i valori degli spessori del pacchetto espressi in centimetri. La funzione rappresentata dalla linea di colore verde rappresenta l'andamento della pressione di saturazione del vapore per i vari strati, mentre quella rappresentata dalla linea di colore arancione rappresenta l'andamento della pressione relativa di vapore. Significa che la formazione della condensa viene individuata nel grafico nel momento in cui la funzione di pressione relativa raggiunge e supera la funzione di pressione di saturazione. Anche in questo diagramma gli strati sono ordinati dall'interno verso l'esterno.

Per la realizzazione dei grafici relativi all'andamento della temperatura è stato utilizzato il programma Excel, mentre per i diagrammi di Glaser è stato utilizzato un software di calcolo dei parametri dinamici reperito sul sito www.calcolodellatrasmissione.com.

Per ogni pacchetto viene poi calcolato il valore della trasmittanza totale che deve essere inferiore a $0,33 W/m^2K$ per le chiusure opache verticali e inferiore a $0,29 W/m^2K$ per le chiusure opache orizzontali e inclinate.

CV01. CHIUSURA VERTICALE CON FINITURA INTERNA IN LEGNO



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m²K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Muratura esistente in pietra	0,6	1,4	2,33	0,68	2200	0,42
2	Intercapedine d'aria	0,15	1,338	8,92	1	1	0,112
3	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
4	Pannelli isolanti	0,15	0,042	0,28	2,1	200	3,571
5	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
6	Doppia pannellatura lignea	2 x 0,025	0,238	4,76	2,72	450	0,21
7	Finitura in legno	0,015	0,125	8,33	2,72	450	0,12

Trasmittanza totale $0,207 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$. Verificata!

Andamento delle temperature

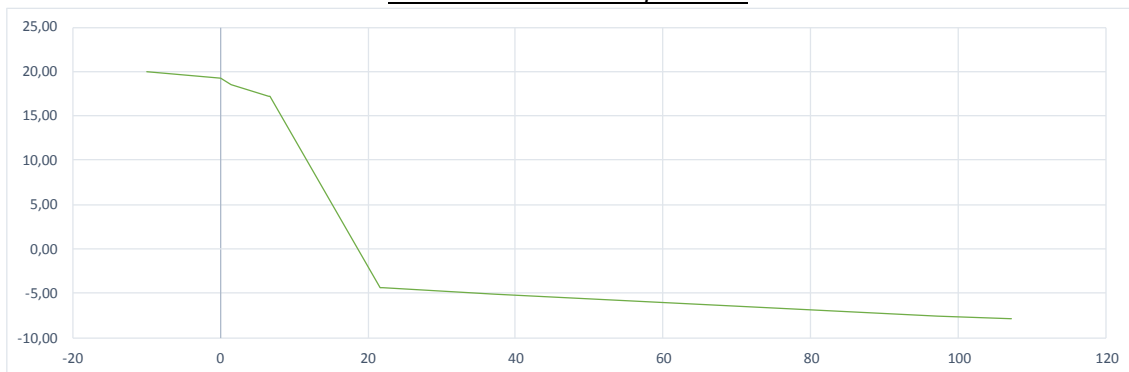
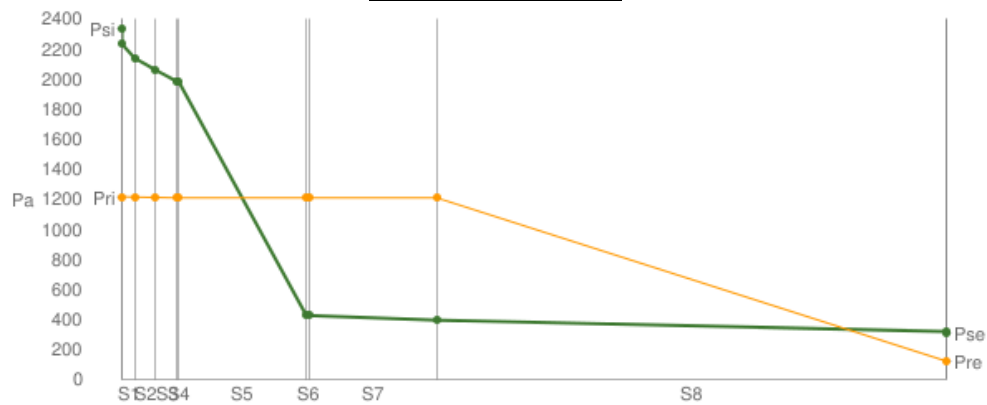
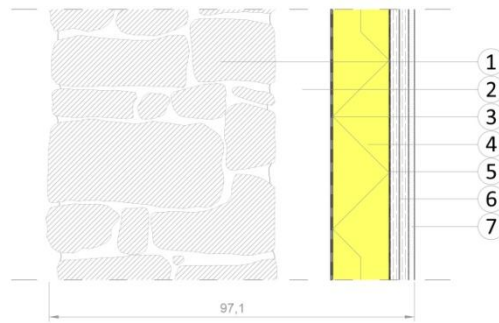


Diagramma di Glaser



CV02. CHIUSURA VERTICALE CON FINITURA INTERNA IN INTONACO



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m²K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Muratura esistente in pietra	0,6	1,4	2,33	0,68	2200	0,42
2	Intercapedine d'aria	0,15	1,338	8,92	1	1	0,112
3	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
4	Pannelli isolanti	0,15	0,04	0,28	2,1	200	3,571
5	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
6	Doppia pannellatura lignea	2 x 0,025	0,238	4,76	2,72	450	0,21
7	Finitura in intonaco	0,015	0,701	46,72	0,84	1400	0,0214

Trasmittanza totale $0,211 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$. Verificata!

Andamento delle temperature

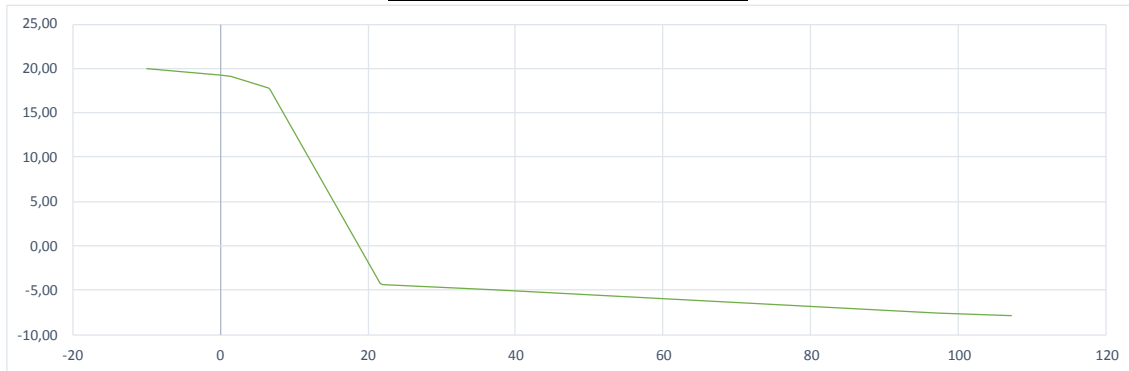
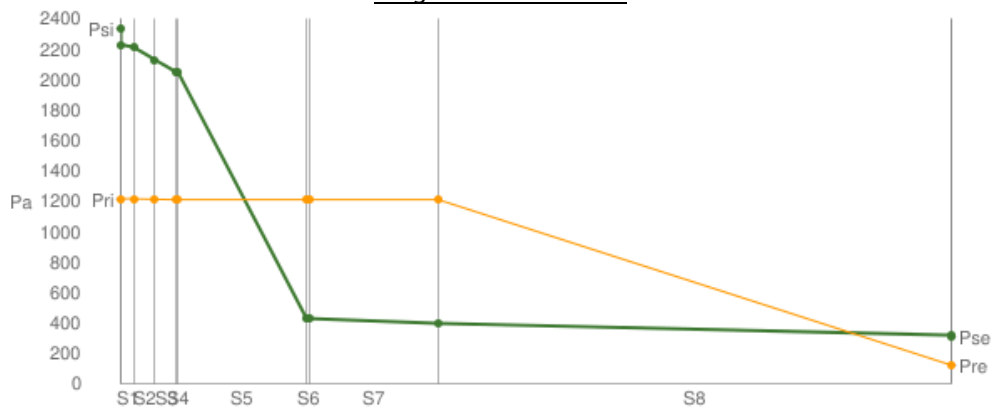


Diagramma di Glaser



CV03. CHIUSURA VERTICALE CON FINITURA INTERNA IN PIASTRELLE



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m²K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Muratura esistente in pietra	0,6	1,4	2,33	0,68	2200	0,42
2	Intercapedine d'aria	0,15	1,338	8,92	1	1	0,112
3	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
4	Pannelli isolanti	0,15	0,04	0,28	2,1	200	3,571
5	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
6	Doppia pannellatura lignea	2 x 0,025	0,238	4,76	2,72	450	0,21
7	Intonaco di rasatura	0,015	0,701	46,72	0,84	1400	0,0214
8	Collante	0,005	-	-	-	-	-
9	Piastrelle	0,007	0,467	66,66	0,84	2300	0,015

Trasmittanza totale $0,210 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$. Verificata!

Andamento delle temperature

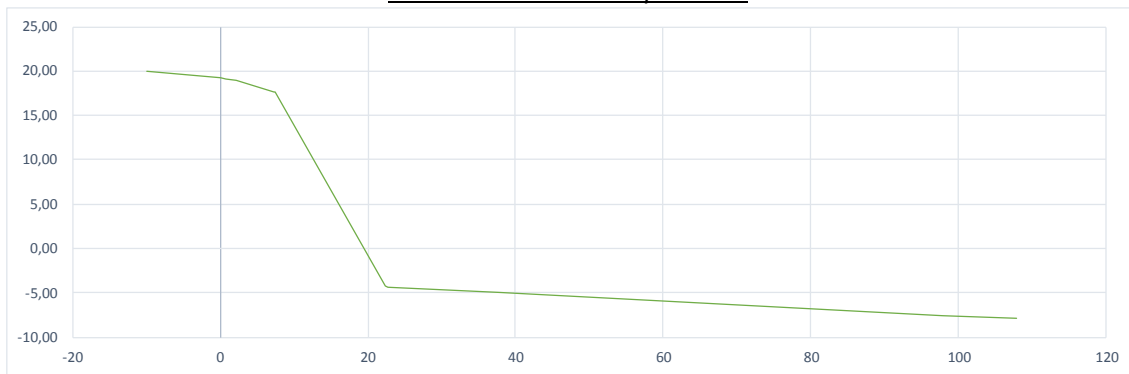
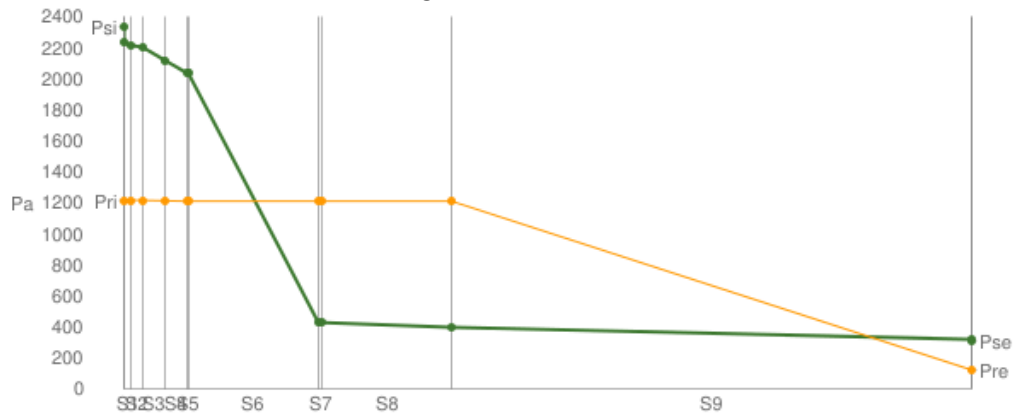
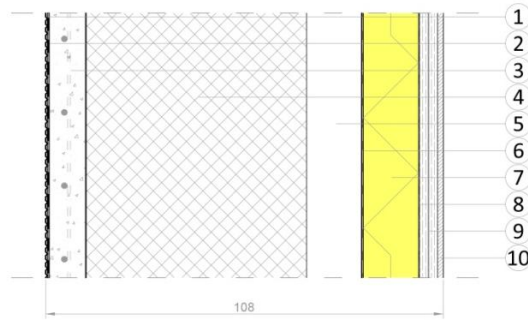


Diagramma di Glaser



CV04. CHIUSURA VERTICALE CONTRO TERRA IN CLS CON FINITURA IN LEGNO



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m²K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Guaina antipunzonamento	0,005	-	-	-	-	-
2	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
3	Rinforzo in cls con rete	0,1	0,42	4,2	0,92	1100	0,47
4	Muratura in cls armato	0,6	1,4	2,33	0,68	2200	0,42
5	Intercapedine d'aria	0,15	1,338	8,92	1	1	0,112
6	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
7	Pannelli isolanti	0,15	0,04	0,28	2,1	200	3,571
8	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
9	Doppia pannellatura lignea	2 x 0,025	0,238	4,76	2,72	450	0,21
10	Finitura in legno	0,015	0,125	8,33	2,72	450	0,12

Trasmittanza totale $0,197 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$. Verificata!

Andamento delle temperature

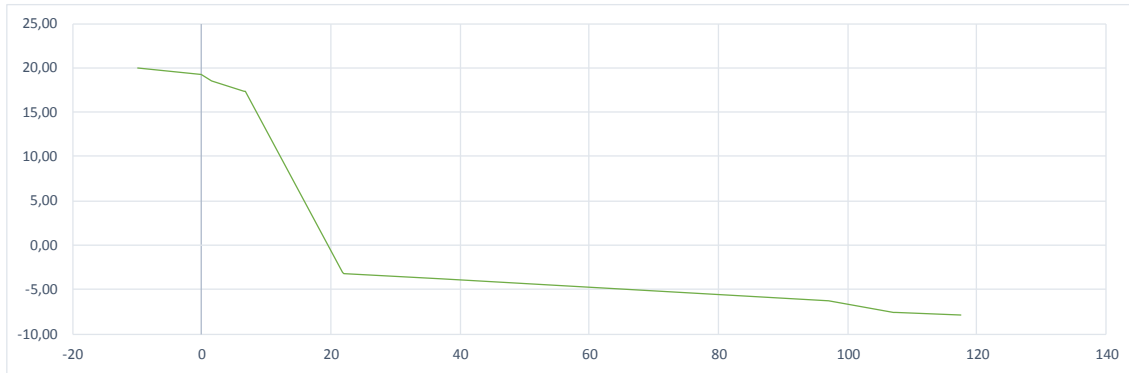
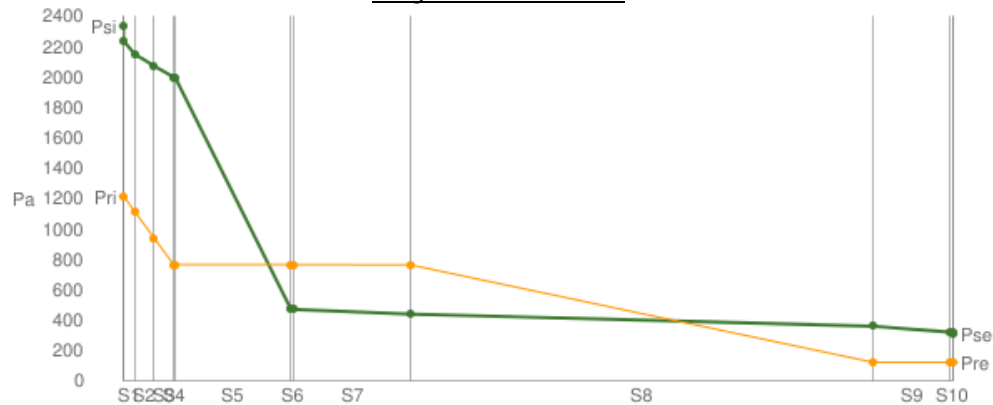
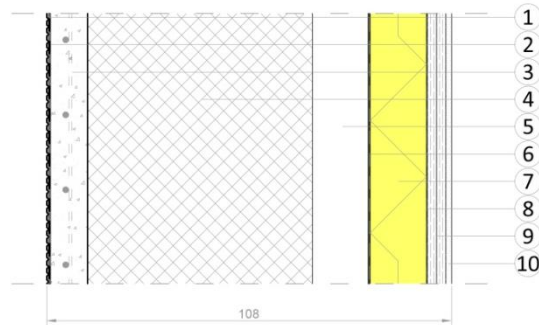


Diagramma di Glaser



CV05. CHIUSURA VERTICALE CONTRO TERRA IN CLS CON FINITURA IN INTONACO



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m²K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Guaina antipunzonamento	0,005	-	-	-	-	-
2	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
3	Rinforzo in cls con rete	0,1	0,42	4,2	0,92	1100	0,47
4	Muratura in cls armato	0,6	1,4	2,33	0,68	2200	0,42
5	Intercapedine d'aria	0,15	1,338	8,92	1	1	0,112
6	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
7	Pannelli isolanti	0,15	0,04	0,28	2,1	200	3,571
8	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
9	Doppia pannellatura lignea	2 x 0,025	0,238	4,76	2,72	450	0,21
10	Finitura in intonaco	0,015	0,701	46,72	0,84	1400	0,0214

Trasmittanza totale $0,201 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$. Verificata!

Andamento delle temperature

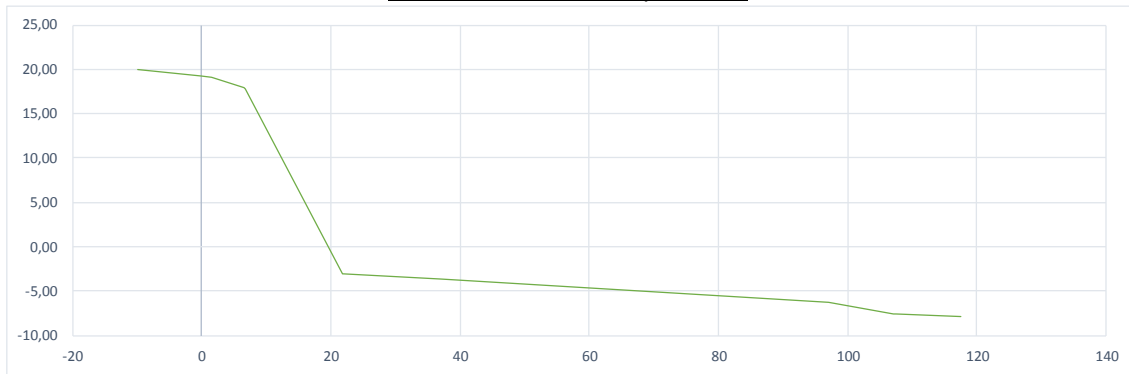
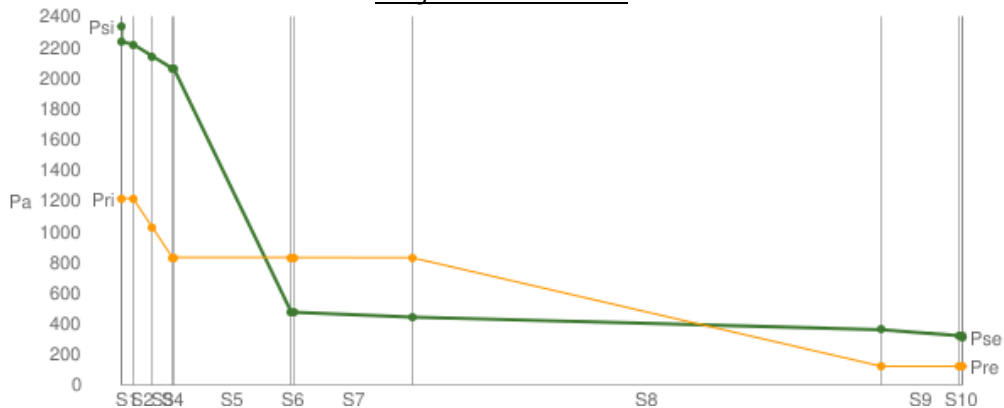
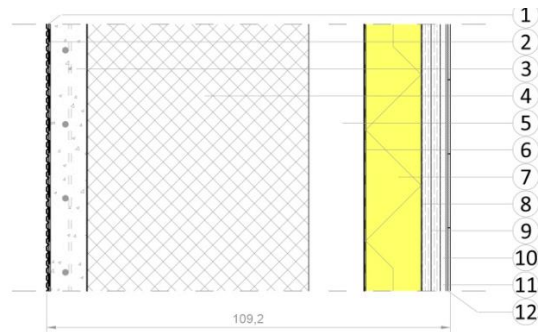


Diagramma di Glaser



CV06. CHIUSURA VERTICALE CONTRO TERRA IN CLS CON FINITURA IN PIASTRELLE



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Guaina antipunzonamento	0,005	-	-	-	-	-
2	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
3	Rinforzo in cls con rete	0,1	0,42	4,2	0,92	1100	0,47
4	Muratura in cls armato	0,6	1,4	2,33	0,68	2200	0,42
5	Intercapedine d'aria	0,15	1,338	8,92	1	1	0,112
6	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
7	Pannelli isolanti	0,15	0,04	0,28	2,1	200	3,571
8	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
9	Doppia pannellatura lignea	2 x 0,025	0,238	4,76	2,72	450	0,21
10	Intonaco di rasatura	0,015	0,701	46,72	0,84	1400	0,0214
11	Collante	0,005	-	-	-	-	-
12	Piastrelle	0,007	0,467	66,66	0,84	2300	0,015

Trasmittanza totale $0,2 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$. Verificata!

Andamento delle temperature

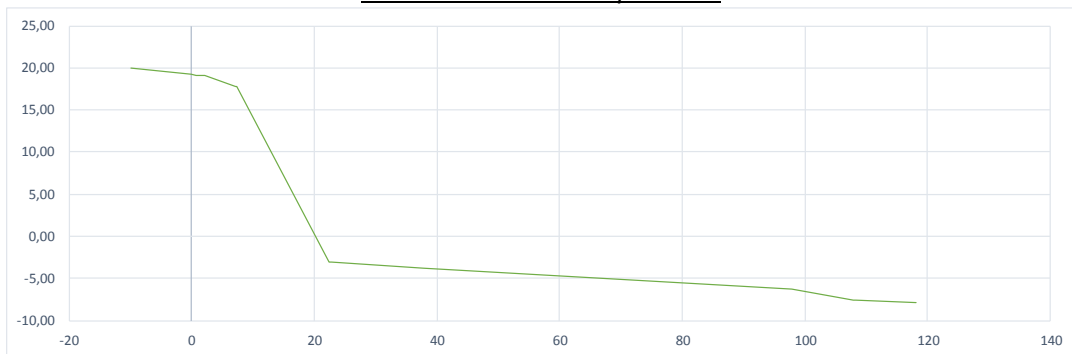
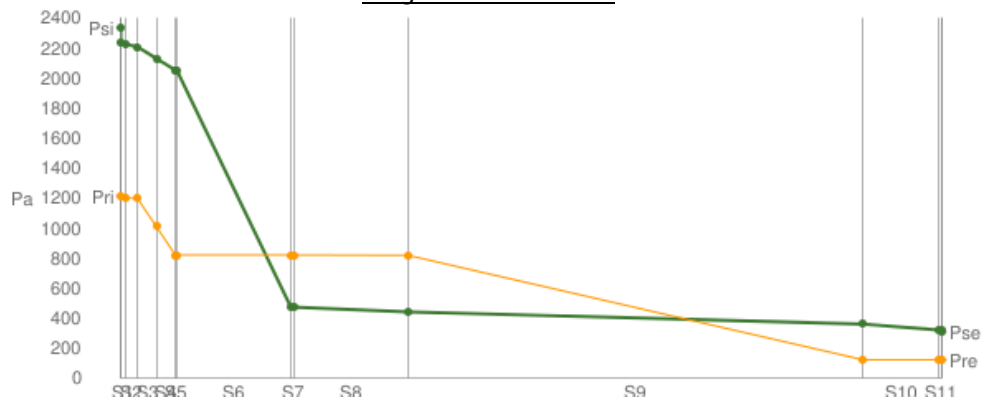
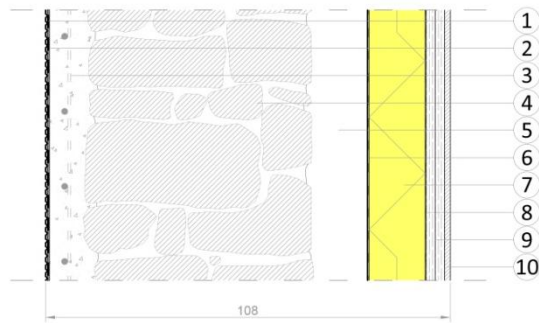


Diagramma di Glaser



CV07. CHIUSURA VERTICALE CONTRO TERRA CON FINITURA INTERNA IN LEGNO



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Guaina antipunzonamento	0,005	-	-	-	-	-
2	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
3	Rinforzo in cls con rete	0,1	0,42	4,2	0,92	1100	0,47
4	Muratura esistente in pietra	0,6	1,4	2,33	0,68	2200	0,42
5	Intercapedine d'aria	0,15	1,338	8,92	1	1	0,112
6	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
7	Pannelli isolanti	0,15	0,04	0,28	2,1	200	3,571
8	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
9	Doppia pannellatura lignea	2 x 0,025	0,238	4,76	2,72	450	0,21
10	Finitura in legno	0,015	0,125	8,33	2,72	450	0,12

Trasmittanza totale $0,197 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$. Verificata!

Andamento delle temperature

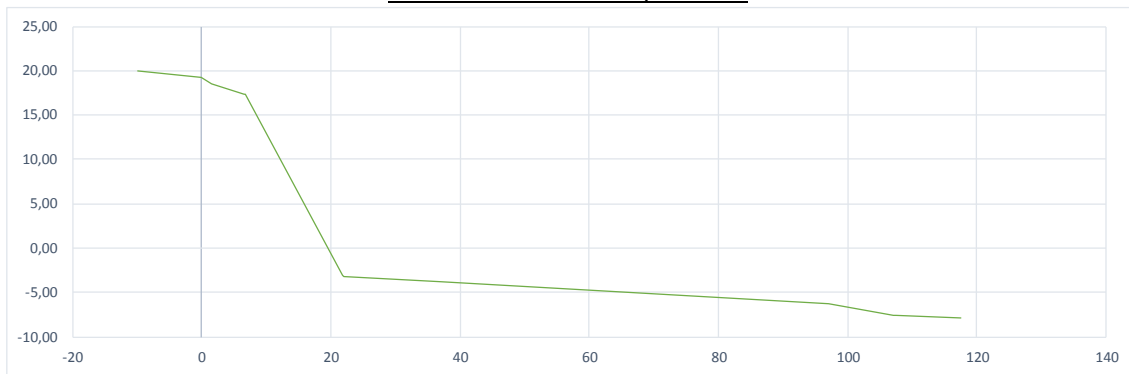
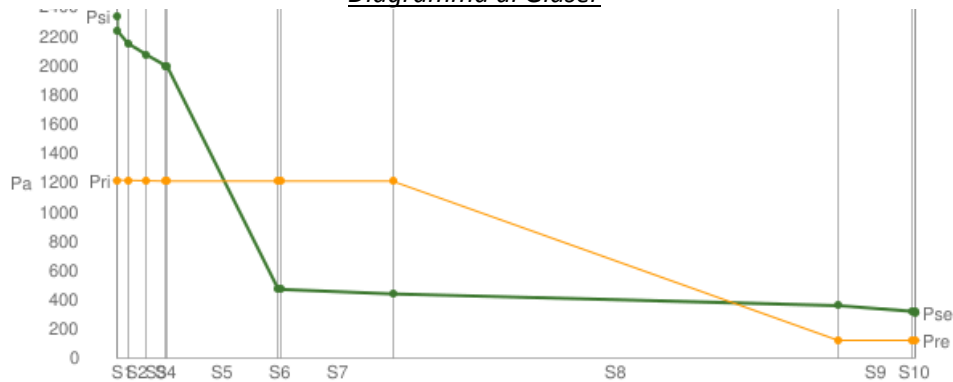
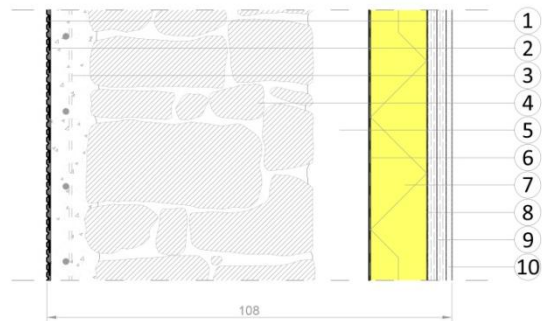


Diagramma di Glaser



CV08. CHIUSURA VERTICALE CONTRO TERRA CON FINITURA INTERNA IN INTONACO



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m²K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Guaina antipunzonamento	0,005	-	-	-	-	-
2	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
3	Rinforzo in cls con rete	0,1	0,42	4,2	0,92	1100	0,47
4	Muratura esistente in pietra	0,6	1,4	2,33	0,68	2200	0,42
5	Intercapedine d'aria	0,15	1,338	8,92	1	1	0,112
6	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
7	Pannelli isolanti	0,15	0,04	0,28	2,1	200	3,571
8	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
9	Doppia pannellatura lignea	2 x 0,025	0,238	4,76	2,72	450	0,21
10	Finitura in intonaco	0,015	0,701	46,72	0,84	1400	0,0214

Trasmittanza totale $0,201 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$. Verificata!

Andamento delle temperature

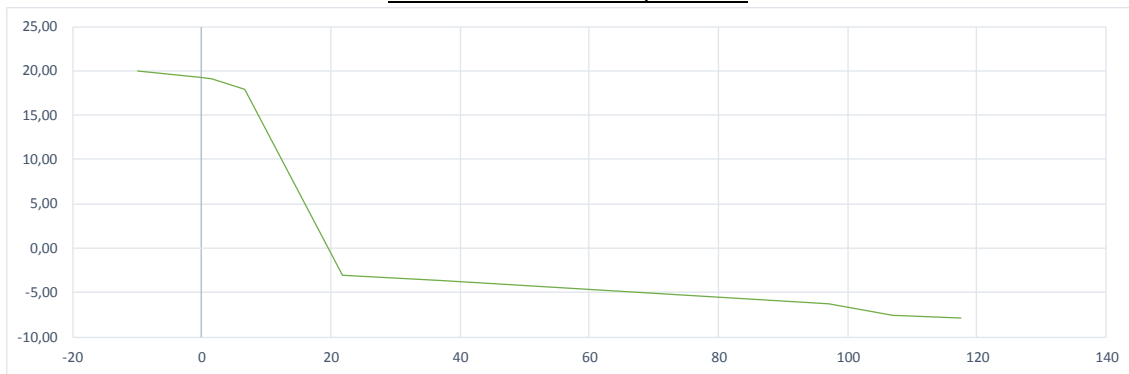
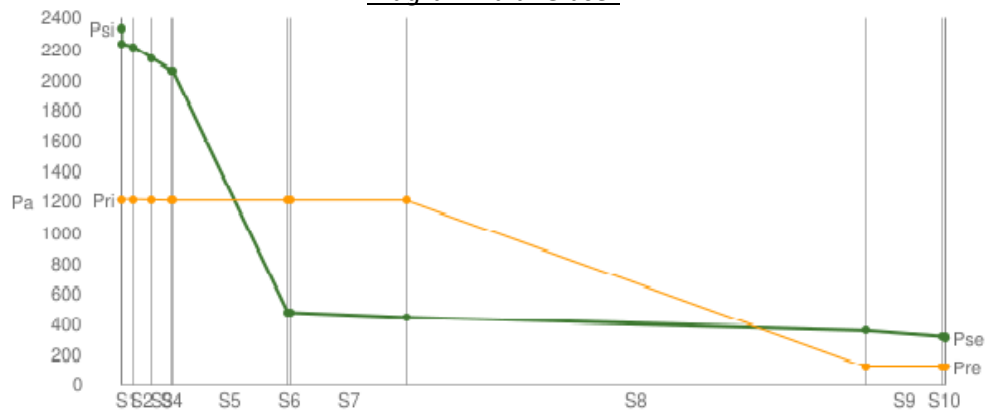


Diagramma di Glaser



CV09. CHIUSURA VERTICALE CONTRO TERRA CON FINITURA INTERNA IN PIASTRELLE



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Guaina antipunzonamento	0,005	-	-	-	-	-
2	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
3	Rinforzo in cls con rete	0,1	0,42	4,2	0,92	1100	0,47
4	Muratura esistente in pietra	0,6	1,4	2,33	0,68	2200	0,42
5	Intercapedine d'aria	0,15	1,338	8,92	1	1	0,112
6	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
7	Pannelli isolanti	0,15	0,04	0,28	2,1	200	3,571
8	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
9	Doppia pannellatura lignea	2 x 0,025	0,238	4,76	2,72	450	0,21
10	Intonaco di rasatura	0,015	0,701	46,72	0,84	1400	0,0214
11	Collante	0,005	-	-	-	-	-
12	Piastrelle	0,007	0,467	66,66	0,84	2300	0,015

Trasmittanza totale 0,2 W/m²K < 0,33 W/m²K. Verificata!

Andamento delle temperature

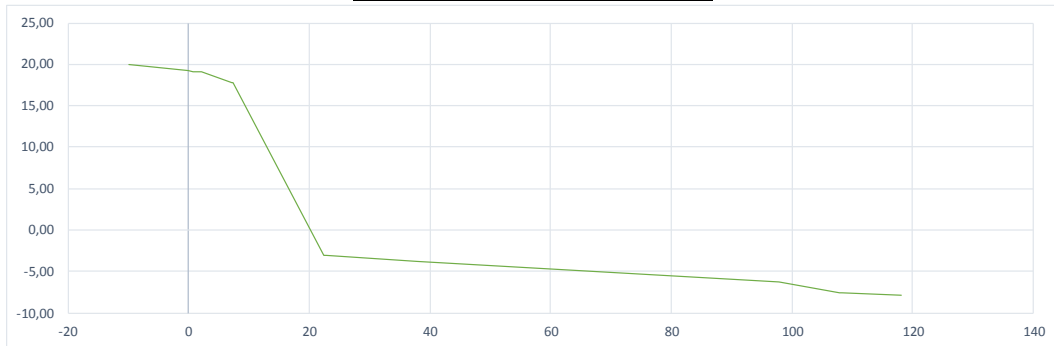
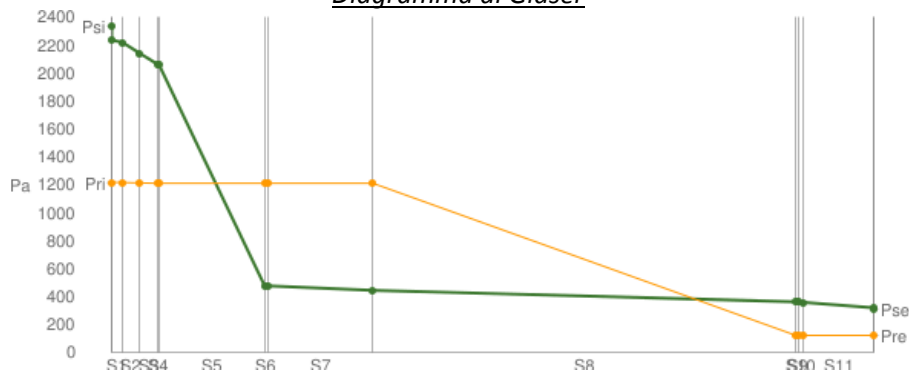
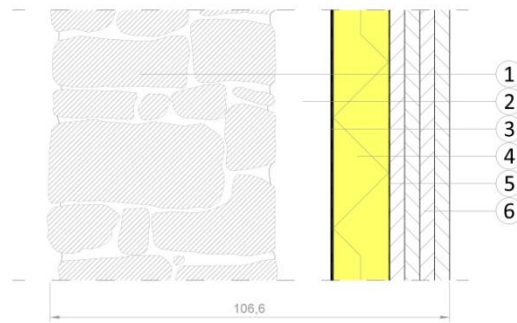


Diagramma di Glaser



CV10. CHIUSURA VERTICALE CON STRUTTURA INTERNA IN X-LAM



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Muratura esistente in pietra	0,6	1,4	2,33	0,68	22	0,42
2	Intercapedine d'aria	0,15	1,338	8,92	1	1	0,112
3	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
4	Pannelli isolanti	0,15	0,042	0,28	2,1	200	3,571
5	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
6	Pannelli Xlam	0,16	0,13	0,81	2	500	1,235

Trasmittanza totale $0,18 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$. Verificata!

Andamento delle temperature

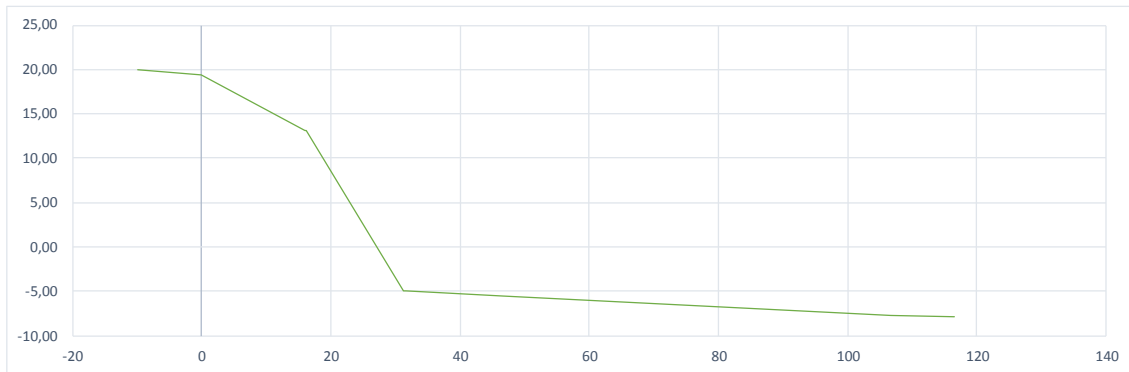
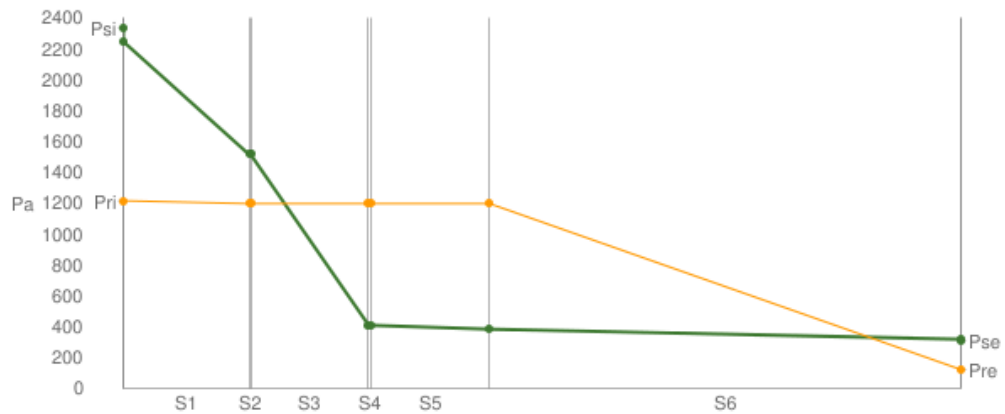


Diagramma di Glaser



CV11. CHIUSURA VERTICALE IN CLS CON STRUTTURA INTERNA IN X-LAM



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Guaina antipunzonamento	0,005	-	-	-	-	-
2	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
3	Rinforzo in cls con rete	0,1	0,42	4,2	0,92	1100	0,47
4	Muratura in cls armato	0,6	1,4	2,33	0,68	22	0,42
5	Intercapedine d'aria	0,15	1,338	8,92	1	1	0,112
6	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
7	Pannelli isolanti	0,15	0,042	0,28	2,1	200	3,571
8	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
9	Pannelli Xlam	0,16	0,13	0,81	2	500	1,235

Trasmittanza totale $0,172 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$. Verificata!

Andamento delle temperature

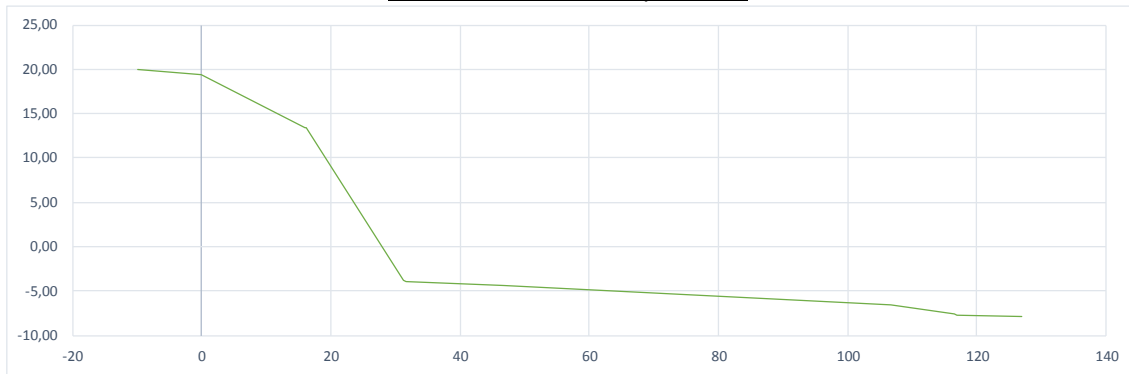
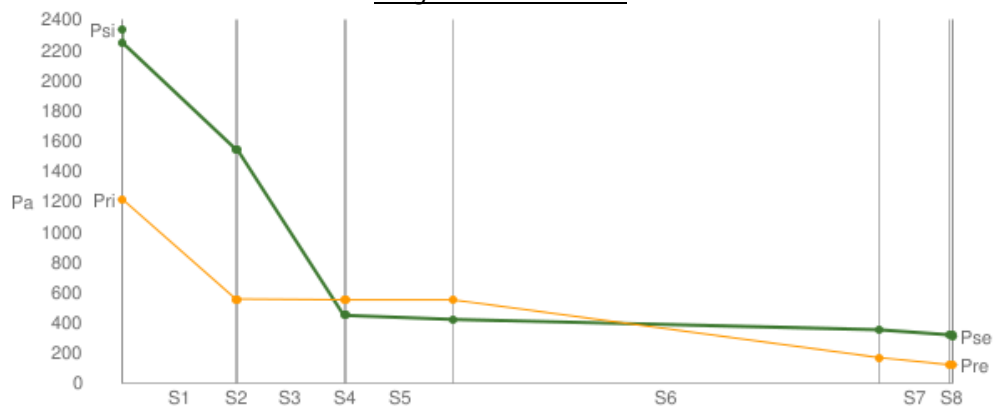
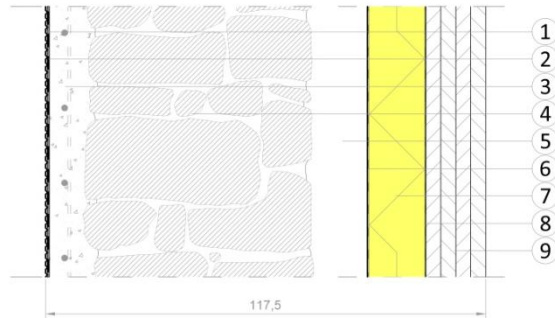


Diagramma di Glaser



CV12. CHIUSURA VERTICALE CONTRO TERRA CON STRUTTURA INTERNA IN X-LAM



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m²K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Guaina antipunzonamento	0,005	-	-	-	-	-
2	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
3	Rinforzo in cls con rete	0,1	0,42	4,2	0,92	1100	0,47
4	Muratura esistente in pietra	0,6	1,4	2,33	0,68	2200	0,42
5	Intercapedine d'aria	0,15	1,338	8,92	1	1	0,112
6	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
7	Pannelli isolanti	0,15	0,042	0,28	2,1	200	3,571
8	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
9	Pannelli Xlam	0,16	0,13	0,81	2	500	1,235

Trasmittanza totale $0,172 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$. Verificata!

Andamento delle temperature

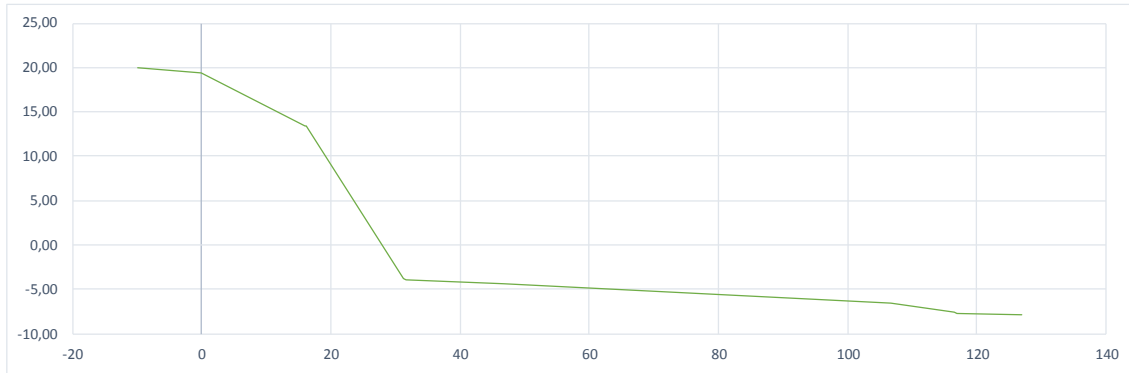
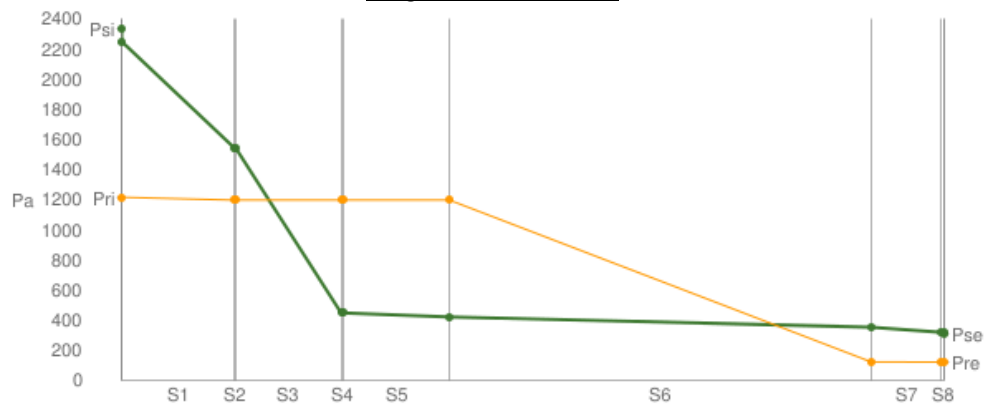
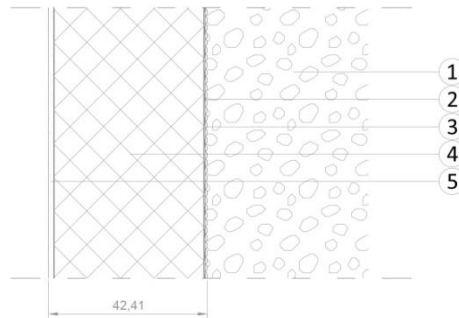


Diagramma di Glaser



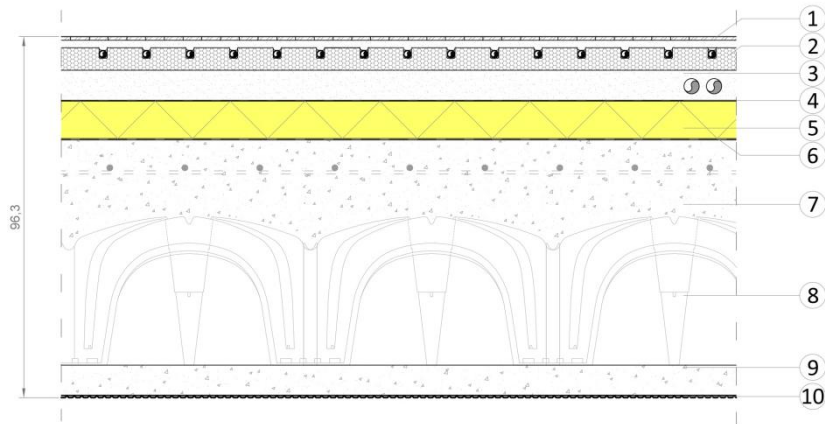
CV13. CHIUSURA VERTICALE CONTRO TERRA IN CLS PER STRUTTURA IPOGEA



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Strato di ghiaia drenante	-	-	-	-	-	-
2	Guaina antipunzonamento	0,005	-	-	-	-	-
3	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
4	Muratura in cls armato	0,4	1,4	2,33	0,68	2200	0,42
5	Finitura in intonaco	0,015	0,701	46,72	0,84	1400	0,0214

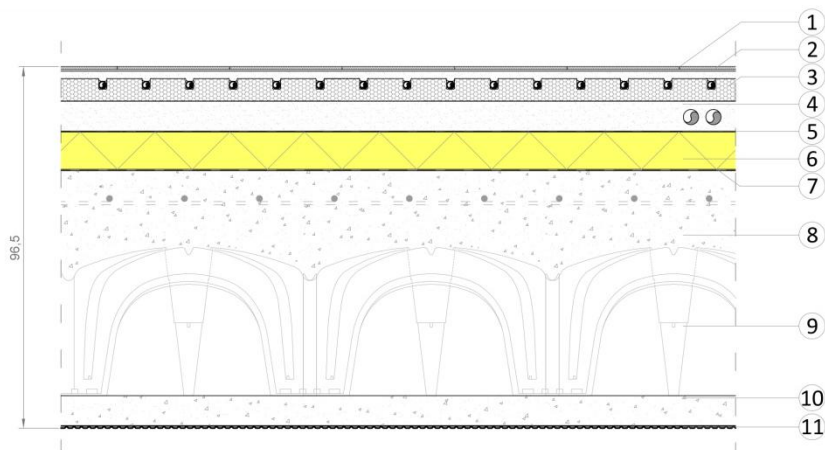
Da diagramma di Glaser risulta la possibilità di formazione di condensa negli strati interni delle chiusure verticali; dal momento che il caso preso in esame considera le condizioni più sfavorevoli in termini di temperature, è possibile considerare ammissibile la formazione di vapore, poiché la presenza di un'intercapedine d'aria ventilata permette l'aerazione e quindi l'asportazione del vapore. Inoltre, nei casi in cui si abbia condensa all'interno dello strato di isolante, questo non comporta sostanziali problemi dal momento che la scelta di utilizzare un pannello in fibra di legno permette di disporre di un materiale resistente da un punto di vista igroscopico e in grado di assorbire un quantitativo di vapore per poi liberarlo gradualmente grazie al sistema di ventilazione.

CO01. CHIUSURA ORIZZONTALE CONTRO TERRA CON RIVESTIMENTO IN LEGNO



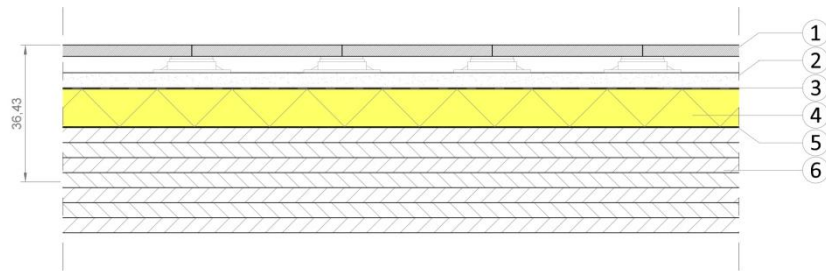
N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Parquet in legno d'abete	0,01	0,13	13	2	500	0,077
2	Pacchetto radiante	0,08	0,122	1,53	2,1	550	0,65
3	Massetto impiantistico	0,1	75,99	0,7599	0,837	500	1,3158
4	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
5	Isolante in fibra di legno	0,1	0,042	0,42	2	160	0,008
6	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,255	1400	0,008
7	Massetto con rete	0,2	0,42	2,1	0,92	1100	0,476
8	Vespaio areato	0,4	0,76	1,9	0,83	20	0,52
9	Magrone	0,1	-	-	-	-	-
10	Guaina antipunzonamento	0,005	-	-	-	-	-

CO02. CHIUSURA ORIZZONTALE CONTRO TERRA CON RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle	0,007	1,3	185,71	0,8	2200	0,007
2	Collante	0,005	-	-	-	-	-
3	Pacchetto radiante	0,08	0,122	1,53	2,1	550	0,65
4	Massetto impiantistico	0,1	75,99	0,7599	0,837	500	1,3158
5	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
6	Isolante in fibra di legno	0,1	0,042	0,42	2	160	0,008
7	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,255	1400	0,008
8	Massetto con rete	0,2	0,42	2,1	0,92	1100	0,476
9	Vespaio areato	0,4	0,76	1,9	0,83	20	0,52
10	Magrone	0,1	-	-	-	-	-
11	Guaina antipunzonamento	0,005	-	-	-	-	-

**CO03. CHIUSURA ORIZZONTALE CON STRUTTURA IN X-LAM E RIVESTIMENTO ESTERNO
IN PIASTRELLE GALLEGGIANTI**



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m²K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Piastrelle	0,03	1,3	43,33	0,8	2200	0,023
2	Massetto	0,04	0,16	4	0,88	500	6,25
3	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,255	1400	0,008
4	Isolante in fibra di legno	0,15	0,042	0,28	2	160	3,571
5	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
6	Pannelli Xlam	0,28	0,13	0,46	2	500	2,174

Trasmittanza totale $0,248 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$. Verificata!

Andamento delle temperature

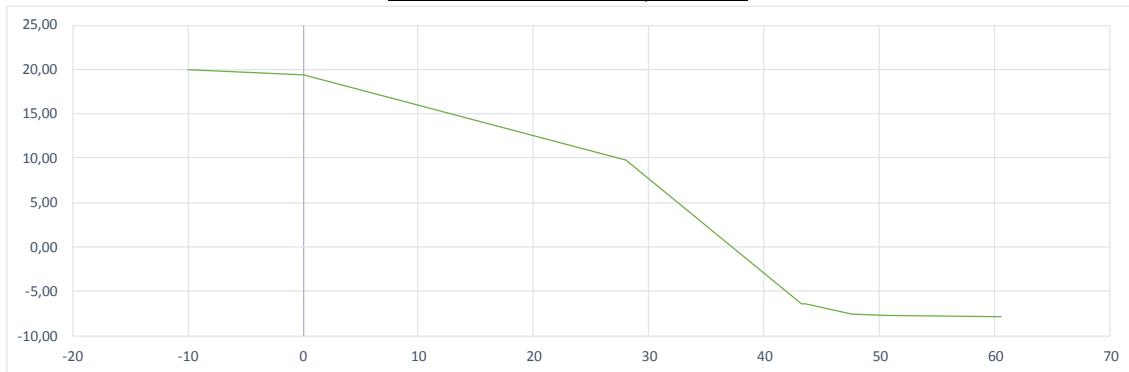
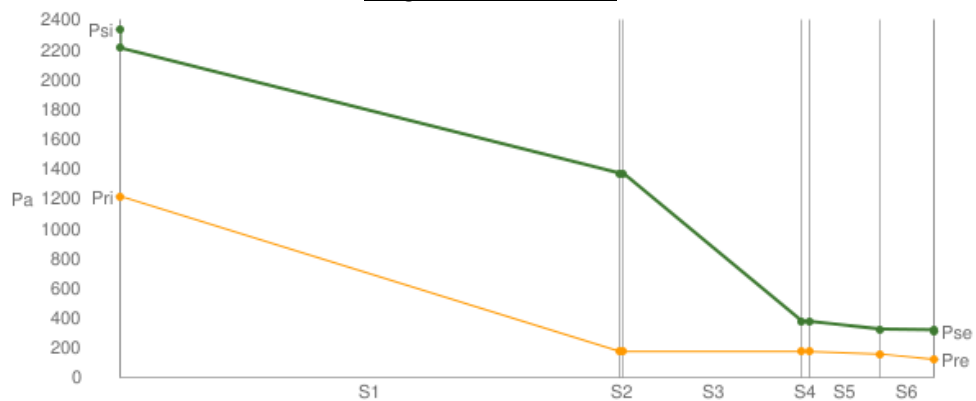
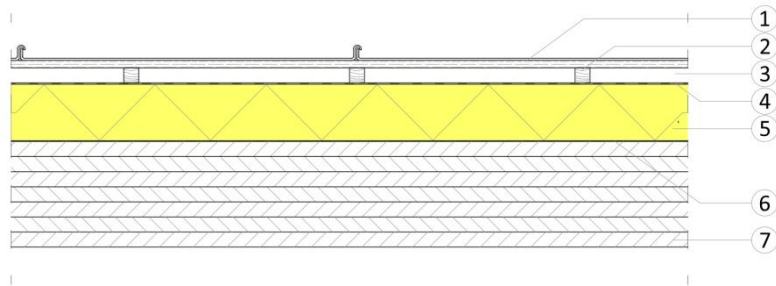


Diagramma di Glaser



**CO04. CHIUSURA ORIZZONTALE CON STRUTTURA IN X-LAM E RIVESTIMENTO ESTERNO
IN LAMIERA ZINCATA**



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m²K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Lamiere zincate	0,05					
2	Assito in legno	0,02	0,13	6,5	2	500	0,154
3	Intercapedine d'aria	0,04	1,338	33,45	1	1	0,029
4	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,26	1400	0,008
5	Pannelli isolanti	0,15	0,042	0,28	2,1	200	3,571
6	Barriera al vapore	0,002	0,133	66,5	2,1	800	0,015
7	Pannelli Xlam	0,28	0,13	0,46	2	500	2,174

Trasmittanza totale $0,258 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$. Verificata!

Andamento delle temperature

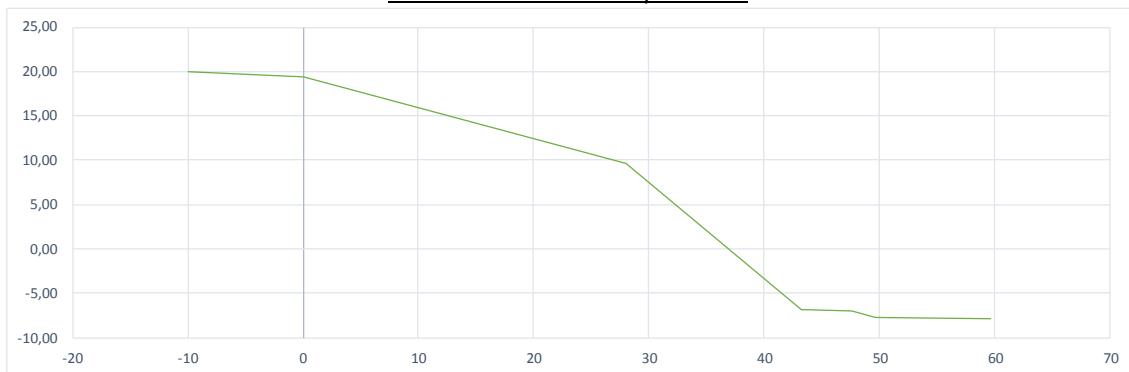
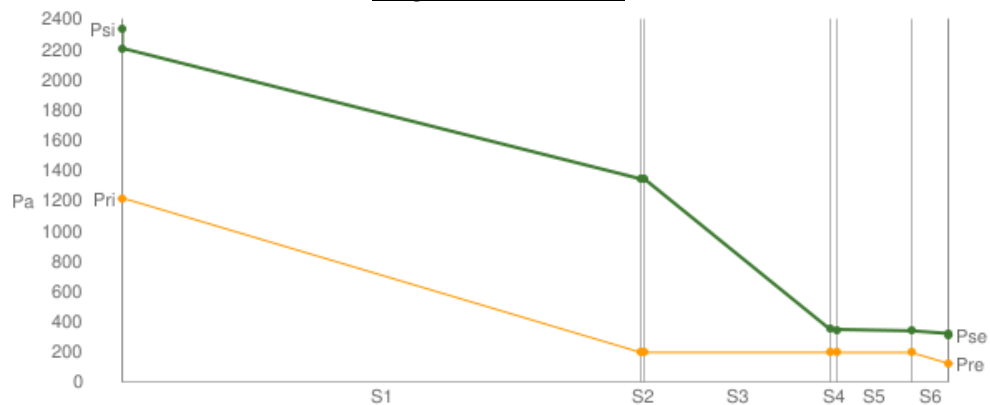
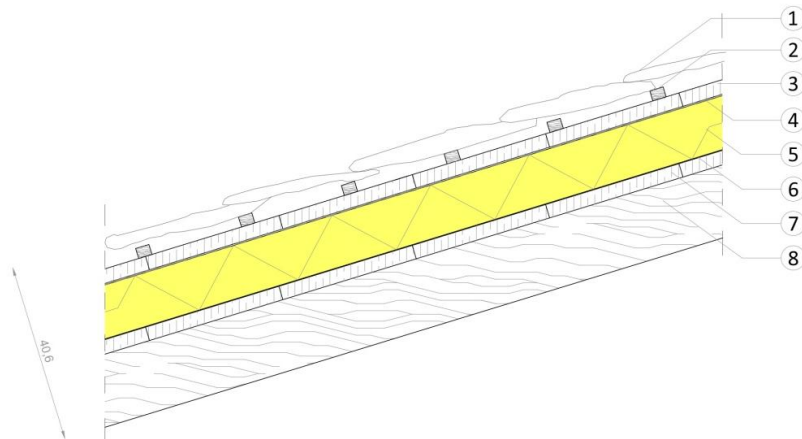


Diagramma di Glaser



CO05. CHIUSURA INCLINATA CON STRUTTURA IN LEGNO E RIVESTIMENTO IN PIODE



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m²K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Piode	0,05	1,3	185,71	0,68	2200	0,028
2	Intercapedine d'aria	0,03	1,338	44,6	1	1	0,022
3	Assito in legno	0,04	0,13	3,25	2	500	0,33
4	Guaina impermeabilizzante	0,004	1,25	125	1,255	1400	0,008
5	Isolante in fibra di legno	0,15	0,042	0,28	2	160	3,571
6	Barriera al vapore	0,002	1,33	666	2,1	800	0,0015
7	Assito in legno	0,04	0,13	3,25	2	500	0,33
8	Travetto in legno	0,20	-	-	-	500	-

Trasmittanza totale $0,227 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$. Verificata!

Andamento delle temperature

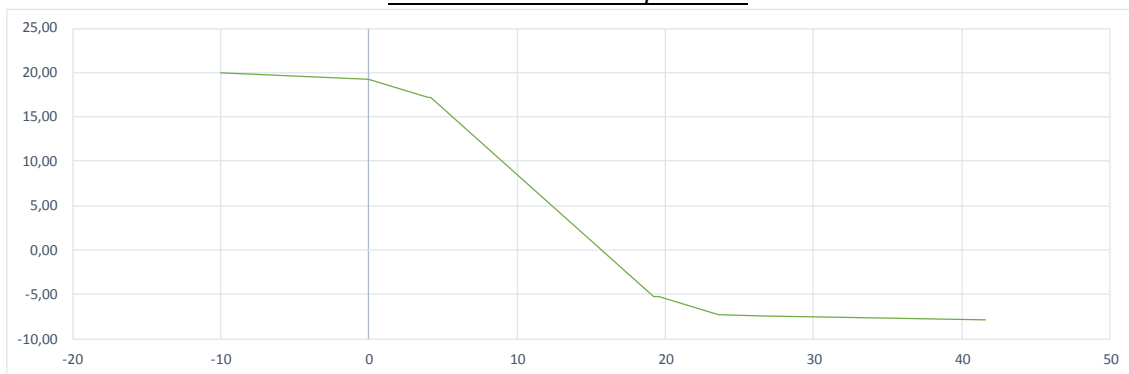
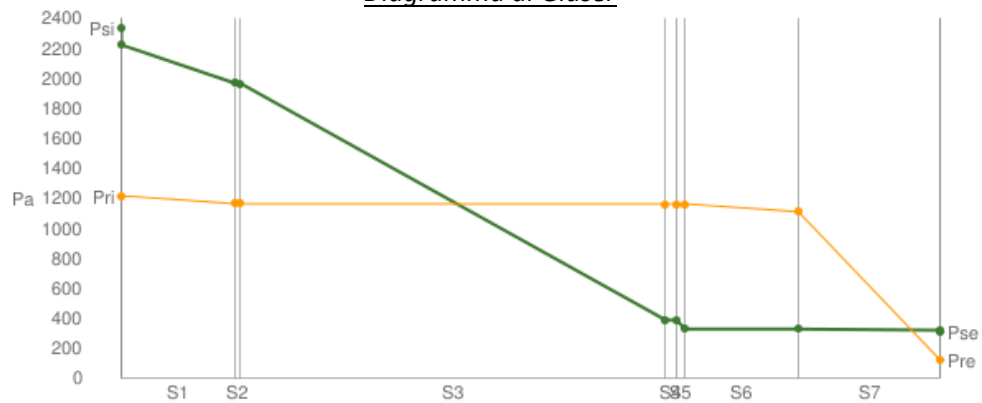
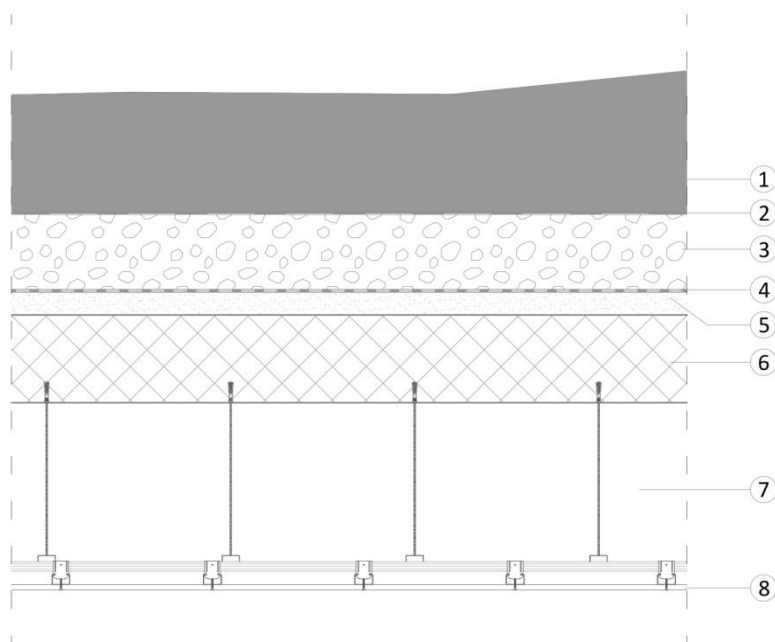


Diagramma di Glaser

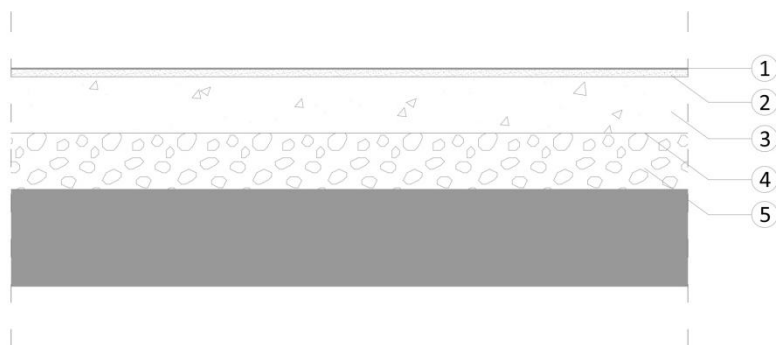


CO06. CHIUSURA ORIZZONTALE SUPERIORE PER STRUTTURA IPOGEA



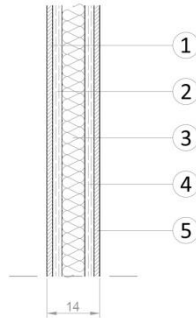
N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Terriccio	0,30	-	-	-	1200	-
2	Tessuto non tessuto	0,0006	-	-	-	-	-
3	Strato di drenaggio in ghiaia	0,20	-	-	-	-	-
4	Guaina impermeabilizzante	2 x 0,004	1,25	125	1,255	1400	0,008
5	Massetto con pendenza	0,06	75,99	0,7599	0,837	500	1,3158
6	Soletta in CA	0,35	1,4	2,33	0,68	2200	0,42
7	Vano per ventilazione	0,36	1,338	44,6	1	1	0,022
8	Lastra in cartongesso	0,015	0,25	16,67	1	900	0,05

CO07. CHIUSURA ORIZZONTALE CONTRO TERRA PER STRUTTURA IPOGEA



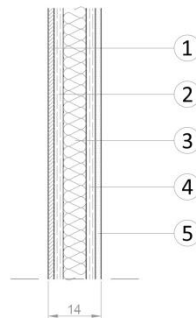
N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Resina poliuretanic	0,0035	-	-	-	-	-
2	Massetto in malta	0,02	75,99	0,7599	0,837	500	1,3158
3	Soletta in calcestruzzo	0,15	1,4	2,33	0,68	2200	0,42
4	Strato di polietilene	2 x 0,004	1,25	125	1,255	1400	0,008
5	Strato di ghiaia	0,15	-	-	-	-	-

PV01. PARTIZIONE INTERNA VERTICALE CON FINITURA IN LEGNO



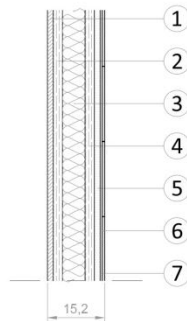
N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Finitura in legno	0,015	0,125	8,33	2,72	450	0,12
2	Pannello in legno	0,025	0,238	9,52	2,72	450	0,105
3	Fibra di legno	0,6	0,042	0,07	2	160	14,286
4	Pannello in legno	0,025	0,238	9,52	2,72	450	0,105
5	Finitura in legno	0,015	0,125	8,33	2,72	450	0,12

PV02. PARTIZIONE INTERNA VERTICALE CON FINITURA IN LEGNO E INTONACO



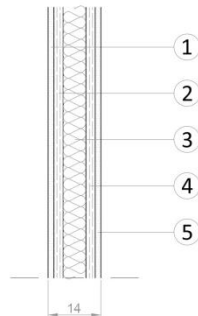
N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Finitura in legno	0,015	0,125	8,33	2,72	450	0,12
2	Pannello in legno	0,025	0,238	9,52	2,72	450	0,105
3	Fibra di legno	0,6	0,042	0,07	2	160	14,286
4	Pannello in legno	0,025	0,238	9,52	2,72	450	0,105
5	Finitura in intonaco	0,015	0,701	46,72	0,84	1400	0,0214

PV03. PARTIZIONE INTERNA VERTICALE CON FINITURA IN LEGNO E PIASTRELLE



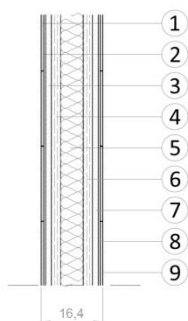
N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Finitura in legno	0,015	0,125	8,33	2,72	450	0,12
2	Pannello in legno	0,025	0,238	9,52	2,72	450	0,105
3	Fibra di legno	0,6	0,042	0,07	2	160	14,286
4	Pannello in legno	0,025	0,238	9,52	2,72	450	0,105
5	Intonaco di rasatura	0,015	0,701	46,72	0,84	1400	0,0214
6	Collante	0,005	-	-	-	-	-
7	Piastrelle	0,007	0,467	66,66	0,84	2300	0,015

PV04. PARTIZIONE INTERNA VERTICALE CON FINITURA IN INTONACO



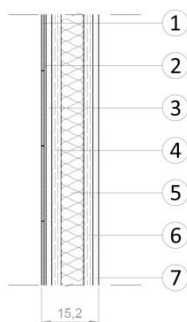
N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Finitura in intonaco	0,015	0,701	46,72	0,84	1400	0,0214
2	Pannello in legno	0,025	0,238	9,52	2,72	450	0,105
3	Fibra di legno	0,6	0,042	0,07	2	160	14,286
4	Pannello in legno	0,025	0,238	9,52	2,72	450	0,105
5	Finitura in intonaco	0,015	0,701	46,72	0,84	1400	0,0214

PV05. PARTIZIONE INTERNA VERTICALE CON FINITURA IN PIASTRELLE



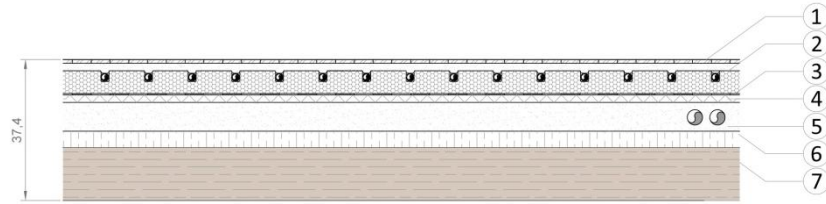
N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m²K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Piastrelle	0,007	0,467	66,66	0,84	2300	0,015
2	Collante	0,005	-	-	-	-	-
3	Intonaco di rasatura	0,015	0,701	46,72	0,84	1400	0,0214
4	Pannello in legno	0,025	0,238	9,52	2,72	450	0,105
5	Fibra di legno	0,6	0,042	0,07	2	160	14,286
6	Pannello in legno	0,025	0,238	9,52	2,72	450	0,105
7	Intonaco di rasatura	0,015	0,701	46,72	0,84	1400	0,0214
8	Collante	0,005	-	-	-	-	-
9	Piastrelle	0,007	0,467	66,66	0,84	2300	0,015

PV06. PARTIZIONE INTERNA VERTICALE CON FINITURA IN PIASTRELLE E INTONACO



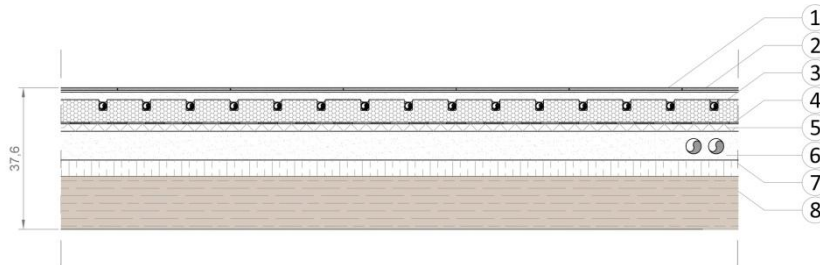
N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m²K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Piastrelle	0,007	0,467	66,66	0,84	2300	0,015
2	Collante	0,005	-	-	-	-	-
3	Intonaco di rasatura	0,015	0,701	46,72	0,84	1400	0,0214
4	Pannello in legno	0,025	0,238	9,52	2,72	450	0,105
5	Fibra di legno	0,6	0,042	0,07	2	160	14,286
6	Pannello in legno	0,025	0,238	9,52	2,72	450	0,105
7	Finitura in intonaco	0,015	0,701	46,72	0,84	1400	0,0214

PO01. SOLAIO INTERPIANO CON STRUTTURA IN LEGNO E RIVESTIMENTO IN LEGNO



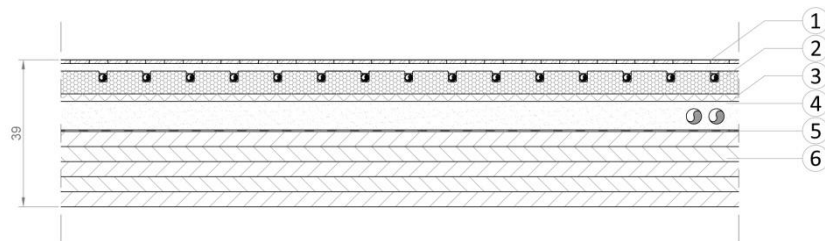
N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m²K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Parquet in legno d'abete	0,01	0,13	13	2	500	0,077
2	Pacchetto radiante	0,08	0,122	1,53	2,1	550	0,65
3	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,255	1400	0,008
4	Isolante in fibra di legno	0,02	0,039	1,95	2,1	160	2,40
5	Massetto impiantistico	0,10	7,599	0,7599	0,837	500	1,3158
6	Assito in legno	0,04	0,13	3,25	2	500	0,33
7	Travetto in legno	0,14	-	-	-	-	-

PO02. SOLAIO INTERPIANO CON STRUTTURA IN LEGNO E RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE



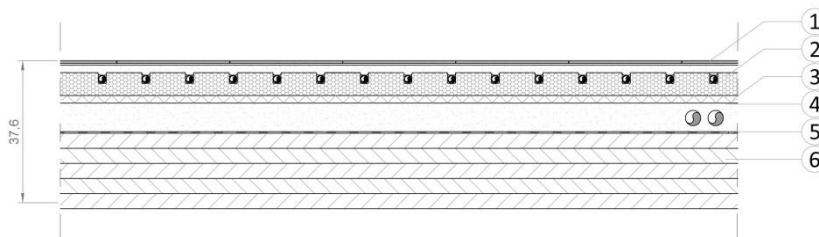
N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m²K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Piastrelle	0,007	1,3	185,71	0,8	2200	0,007
2	Collante	0,005	-	-	-	-	-
3	Pacchetto radiante	0,08	0,122	1,53	2,1	550	0,65
4	Guaina impermeabilizzante	0,004	0,5	125	1,255	1400	0,008
5	Isolante in fibra di legno	0,02	0,039	1,95	2,1	160	2,40
6	Massetto impiantistico	0,10	7,599	0,7599	0,837	500	1,3158
7	Assito in legno	0,04	0,13	3,25	2	500	0,33
8	Travetto in legno	0,14	-	-	-	-	-

PO03. SOLAIO INTERPIANO CON STRUTTURA IN X-LAM E RIVESTIMENTO IN LEGNO



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Parquet in legno d'abete	0,01	0,13	13	2	500	0,077
2	Pacchetto radiante	0,08	0,122	1,53	2,1	550	0,65
3	Isolante in fibra di legno	0,02	0,039	1,95	2,1	160	2,40
4	Massetto impiantistico	0,10	7,599	0,7599	0,837	500	1,3158
5	Guaina impermeabilizzante	0,004	1,25	125	1,255	1400	0,008
6	Pannelli Xlam	0,20	0,13	0,65	2	500	1,538

PO04. SOLAIO INTERPIANO CON STRUTTURA IN X-LAM E RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE



N°	STRATO	s [m]	λ [W/mK]	U [W/m ² K]	C [kJ/kgK]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle	0,007	1,3	185,71	0,8	2200	0,007
2	Collante	0,005	-	-	-	-	-
3	Pacchetto radiante	0,08	0,122	1,53	2,1	550	0,65
4	Isolante in fibra di legno	0,02	0,039	1,95	2,1	160	2,40
5	Massetto impiantistico	0,10	7,599	0,7599	0,837	500	1,3158
6	Guaina impermeabilizzante	0,004	1,25	125	1,255	1400	0,008
7	Pannelli Xlam	0,20	0,13	0,65	2	500	1,538

6.6. FASI LAVORATIVE DI INTERVENTO SU UN EDIFICIO TIPO

Dal momento che l'intervento che interessa il maggior numero di edifici consiste nell'adattamento del livello di abitabilità, viene scelto come edificio campione il n° 1 che rappresenta le caratteristiche tipiche dei fabbricati.

In ordine cronologico si eseguono i seguenti interventi:

1. Vengono asportati gli elementi accessori in legno come porte, finestre e vengono smontati i tronchi anticaduta presenti nella luce delle aperture;
2. Le piode del manto di copertura vengono asportate e stoccate e il successivo riutilizzo
3. La struttura lignea del tetto viene smontata ed eliminata, così come quella dei solai, lasciando in questo modo la scatola muraria priva di qualsiasi orizzontamento e di qualsiasi elemento che non sia la muratura in pietra; gli unici elementi che non vengono asportati sono le architravi in legno delle aperture, che rimangono infissi nella muratura;
4. La scatola muraria viene irrigidita mediante l'inserimento di un cordolo perimetrale in acciaio di coronamento e un cordolo in corrispondenza della partizione orizzontale; si esegue in questo modo l'effetto di cerchiatura per contrastare un'eventuale cinematismo di ribaltamento dei maschi murari;
5. Si procede con la creazione di nuove aperture mediante l'introduzione di putrelle in acciaio;
6. Si ricavano gli scassi in corrispondenza del solaio dove poi verranno alloggiati i travetti in legno;
7. Si esegue la pulizia delle superfici murarie e si interviene mediante gli interventi di consolidamento della muratura mirati ad incrementare le caratteristiche meccaniche;
8. Successivamente si interviene a livello di fondazioni, scavando il terreno per abbassare la quota interna per esigenze progettuali e sottomurando la scatola con una nuova fondazione continua perimetrale;
9. Viene posato il vespaio aerato su cui viene gettata una cappa armata connessa alle fondazioni circostanti che funge da diaframma rigido a livello fondazionale;

10. Vengono montate le parti strutturali in legno dei solai e della copertura: vengono posati la trave di mezzera e i travetti che vanno ad inserirsi negli scassi precedentemente ricavati e a gravare sul profilo UPN in acciaio;
11. Viene posata la stratigrafia della copertura inclinata, su cui vengono poi fissate e sigillate le vecchie piode precedentemente stoccate;
12. Si procede alla rettifica dello spazio interno mediante la posa di una sottostruttura in legno che individua anche l'intercapedine d'aria tra la vecchia muratura e la nuova stratigrafia interna;
13. Vengono quindi posizionati i pannelli di isolante in fibra di legno mediante montanti metallici di sostegno;
14. Vengono poi posizionati i pannelli in legno che sono fissati mediante avvvitamento ai montanti in legno della sottostruttura;
15. Si esegue la posa del solaio, in particolare del massetto impiantistico, dell'isolante acustico e del pacchetto radiante con il relativo massetto;
16. Si realizzano le finitura interne di pareti e pavimenti;
17. Si montano i serramenti.

(***) Tabelle tratte dal decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, e successive modifiche contenute del decreto legislativo del 29 dicembre 2006, n. 311.

