

FLAVIO CASSARINO ARCHITETTO

ORDINE DEGLI ARCHITETTI DI BRESCIA N. 758

Via Moretto 15 - 25122 Brescia

Tel +39 335 462780

www.flaviocassarino.com e-mail: info@flaviocassarino.com

ECOSPHERA

ECOSPHERA SRL

via Malogno 2 - 25036 Palazzolo sull'Oglio (Bs)

Tel +39 030 7402007 Fax +39 030 7402017

e-mail: info@ecosphaera.net

PREVENZIONE INCENDI

Ing. Fabrizio Bellini

MULTIPLANNING ENGINEERING COMPANY

MULTIPLANNING ENGINEERING COMPANY s.r.l.

via XX Settembre 32 - 25036 Palazzolo sull'Oglio (Bs)

Tel +39 030 7240118 Fax +39 030 7240118

e-mail: multiplanning@libero.it

IMPIANTI MECCANICI ED ELETTRICI

Ing. Giovanni Tonelli



COMUNE DI PALAZZOLO SULL'OGLIO

Provincia di Brescia

VILLA LANFRANCHI

PARCO DELLE TRE VILLE

CONSERVAZIONE, RESTAURO E VALORIZZAZIONE
DELLA VILLA LANFRANCHI E CASA DEL CUSTODE
CUP J47E19000080002

PROGETTO ESECUTIVO
CASA del CUSTODE - PADIGLIONE AGGIUNTIVO

7M

Progetto - Impianti meccanici.

RELAZIONE TECNICA ex Legge 10/91

p. 4.8 All. 1 - D. Att. D.G.R. 3868/17.07.2015,

Agg. D.d.u.o. 2456/08.03.2017

Anno 2021

120. FINESTRE CESTI E BAGNO

PALAZZINA LANFRANCHI

APERTURE SCALIN - 120

All rights reserved

La proprietà di questo documento è riservata a termini di legge. Ne è pertanto vietata ogni riproduzione non autorizzata.

**RELAZIONE TECNICA DI CUI AL PUNTO 4.8 DELL'ALLEGATO 1 DEL
DECRETO ATTUATIVO DELLA D.G.R. 3868 DEL 17.07.2015
AGGIORNATO AL D.d.u.o. 2456 del 08.03.2017**

***Nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello,
edifici ad energia quasi zero***

Un edificio esistente è sottoposto a ristrutturazione importante di primo livello quando l'intervento ricade nelle tipologie definite nell'allegato A del decreto attuativo della D.G.R. 3868 del 17.07.2015.

Il seguente schema di relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce all'applicazione integrale del decreto attuativo della D.G.R. 3868 del 17.07.2015, aggiornato al D.d.u.o. 2456 del 08.03.2017.

Comune	Palazzolo Sull'Oglio (BS)
Indirizzo	Parco delle tre ville
Committente	Comune di Palazzolo sull'Oglio
Progettista	Ing. Giovanni Tonelli

ATTESTAZIONE DI DEPOSITO

Si attesta che la presente relazione tecnica, è stata depositata presso il Comune di **Palazzolo Sull'Oglio** in data odierna al n°_____

Timbro

Data

Firma del funzionario

EDIFICIO: EDIFICIO

1. Informazioni generali

Comune di	Palazzolo Sull'Oglio	
Provincia	Brescia	
Progetto per la realizzazione di	Conservazione, restauro e valorizzazione della Villa Lanfranchi e Casa del Custode Padiglione aggiuntivo	
Edificio pubblico	☒ Sì	☐ No
Edificio ad uso pubblico	☒ Sì	☐ No
Sito in	Parco delle tre ville	

Richiesta Permesso di costruire n°	
Permesso di costruire / DIA / SCIA / CIL o CIA n°	
Variante Permesso di costruire / DIA / SCIA / CIL o CIA n°	

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria così come definita nell'Allegato A del decreto attuativo della D.G.R. 3868 del 17.07.2015.

Numero delle unità immobiliari: 1				
Denominazione	PADIGLIONE			
Classificazione	E.4 (3) – Bar, Ristoranti Sale da ballo			
Mappale	Sezione	Foglio	Particella	Subalterno

Committente	Comune di Palazzolo sull'Oglio
Progettista degli impianti di climatizzazione (invernale ed estiva – specificare se differenti), dell'isolamento termico dell'edificio e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	
Ing. Giovanni Tonelli	
Direttore degli impianti di climatizzazione (invernale ed estiva – specificare se differenti), dell'isolamento termico dell'edificio e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	
Arch. Flavio Cassarino	
Progettista dei sistemi di illuminazione dell'edificio	
Direttore dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio	
Tecnico incaricato per la redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE)	

2. Fattori tipologici di edificio (o complesso di edifici)

Gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i primi tre allegati obbligatori di cui al punto 8 della presente relazione.

3. Parametri climatici della località

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93)	[GG]	2383
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo UNI 5364 e successivi aggiornamenti)	[°C]	-7
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	[°C]	32

4. Dati tecnici e costruttivi dell'edificio (o del complesso di edifici) e delle relative strutture

Condizionamento invernale

Volume delle parti di edificio climatizzato al lordo delle strutture che li delimitano (V)	[m³]	688,20
Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato (S)	[m²]	513,50
Rapporto S/V	[m ⁻¹]	0,75
Superficie utile climatizzata dell'edificio	[m²]	138,37
Valore di progetto della temperatura interna invernale	[°C]	20,00
Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale	[%]	50,00
Presenza sistema di contabilizzazione del calore	☐ Sì ☒ No	
Specificare se con metodo diretto o indiretto		

Condizionamento estivo

Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano (V)	[m³]	615,21
Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato (S)	[m²]	468,61
Superficie utile climatizzata dell'edificio	[m²]	125,31
Valore di progetto della temperatura interna estiva	[°C]	26,00
Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva	[%]	50,00
Presenza sistema di contabilizzazione del calore	☐ Sì ☒ No	
Specificare se con metodo diretto o indiretto		

Unità immobiliari

Unità immobiliari centralizzate	V. Lordo	S. Lorda	S/V	S.Utile
	[m³]	[m²]	[m ⁻¹]	[m²]
Unità immobiliare: PADIGLIONE	688,20	513,50	0,75	138,37

Informazioni generali e prescrizioni

- Presenza di reti di teleriscaldamento/raffreddamento a meno di 1000 m. ☐Sì ☒No
- Livello di automazione per il controllo la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS). min = classe B (UNI EN 15232)

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture				
DESCRIZIONE	UNITA' IMMOBILIARE	RIFLETTANZA SOLARE		
		Valore	Limite	Verificata
-COP – COPERTURA	PADIGLIONE	0,70	0,65	Si

- Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture. ☒Sì ☐No
 - Adozione di misuratori di energia (Energy meter). ☐Sì ☒No
 - Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore ☐Sì ☒No
 - Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo ☐Sì ☒No
 - Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell'A.C.S. ☐Sì ☒No
- Trattasi di impianto autonomo.

- Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura di consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento secondo i principi minimi di integrazione, le modalità e le decorrenze di cui all'allegato 3, del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28.

Produzione di energia termica ed elettrica			
DESCRIZIONE	PERCENTUALI DI COPERTURA		
	Valore	Limite	Verificata
Copertura dei consumi per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento [%]	30,81	55,00	No
Potenza elettrica installata degli impianti alimentati da fonti rinnovabili [kW]		3,26	No
Indice di prestazione energetica complessiva dell'edificio [kWh/(m ² anno)]	157,20	187,74	Si
Superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S [m ²]	148,38		

Il sistema di climatizzazione estivo ed invernale è costituito da una pompa di calore del tipo VRV (Volume di Refrigerante Variabile).

L'unità esterna verrà ubicata sulla copertura del nuovo padiglione.

L'unità interna del tipo canalizzabile verrà nel controsoffitto della zona servita.

L'edificio è inserito in zona protetta da vincolo paesaggistico. Pertanto non è stato possibile prevedere l'installazione di pannelli fotovoltaici o pannelli solari termici.

- Adozione di sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale. ☒Sì ☐No
- Adozione di sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale. ☐Sì ☒No

5. Dati relativi agli impianti

5.1 Impianti termici

Impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva e/o produzione di acqua calda sanitaria, indipendentemente dal vettore energetico utilizzato.

a) Descrizione impianto

- Tipologia
Impianto autonomo per la climatizzazione estiva ed invernale di un nuovo padiglione annesso alla “Casa del Custode” in Villa Lanfranchi.
- Sistemi di generazione
Pompa di calore del tipo VRV.
- Sistemi di termoregolazione
Regolazione di zona.
- Sistemi di contabilizzazione dell’energia termica
Assenti in quanto trattasi di impianto autonomo.
- Sistemi di distribuzione del vettore termico
Il vettore termico è costituito da aria calda/refrigerata distribuita in ambiente a mezzo di canalizzazioni.
- Sistemi di ventilazione forzata
I servizi igienici verranno dotati di proprio estrattore centrifugo.
- Sistemi di accumulo termico
Assenti.
- Sistemi di produzione e distribuzione dell’acqua calda sanitaria
Assente.

b) Specifiche dei generatori di energia

- Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria. ☐Sì ☐No
- Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto. ☐Sì ☐No

Specifiche del generatore: Daikin RYYQ10T	
Tipo	Pompa di calore a ciclo inverso a compressione di gas, azionata da motore elettrico
Lato esterno	Aria
Fluido lato utenze	Aria
Potenza termica utile di riscaldamento [kW]	31,50
Potenza elettrica assorbita [kW]	7,37
Coefficiente di prestazione (COP o GUE)	4,270
Indice di efficienza energetica (EER)	3,730
Potenza termica utile di raffrescamento [kW]	28,00

Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse da quelle descritte, le prestazioni di dette macchine sono fornite utilizzando le caratteristiche fisiche della specifica apparecchiatura.

c) Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico

- Tipo di conduzione invernale prevista: intermittente
- Tipo di conduzione estiva prevista: intermittente
- Sistema di gestione dell'impianto termico: gestione attraverso orologio programmatore.

d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari (solo per impianti centralizzati)

Non previsti.

e) Terminali di erogazione dell'energia termica

Bocchette di immissione aria.

f) Condotti di evacuazione dei prodotti di combustione

Assenti.

g) Sistemi di trattamento dell'acqua (tipo di trattamento)

Assenti.

h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Isolamento dei canali con schiuma poliuretanica rivestiti con lamina di alluminio

i) Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato lo schema unifilare degli impianti termici con specificato:

- Il posizionamento e le potenze dei terminali di erogazione;
- Il posizionamento e tipo dei generatori;
- Il posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione;

5.2 Impianti fotovoltaici

Non previsti.

5.3 Impianti solari termici

Non previsti.

6. Principali risultati di calcolo

a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

- Trasmittanza termica (U) degli **elementi divisorii** tra alloggi o unità immobiliari confinanti (distinguendo pareti verticali e solai).

Non sono presenti elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti oggetto di verifica.

- Valori di ventilazione

Valori di ventilazione		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Unità immobiliare	PADIGLIONE	
Zona	SALA	
Numero di ricambi medi giornalieri	0,177	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio (G)	64,93	[m ³ /h]
Zona	SERVIZI	
Numero di ricambi medi giornalieri	2,062	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio (G)	88,87	[m ³ /h]

b) Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e l'illuminazione

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in kWh/(m ² anno), così come definiti al punto 6 dell'Allegato 1 del decreto attuativo della D.G.R. 3868 del 17.07.2015, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica					
EP_{H,nd} : Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio					
VALORE	36,496	VALORE LIMITE	45,402	VERIFICATA	SI
EP_{C,nd} : Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio (compreso l'eventuale controllo dell'umidità)					
VALORE	123,152	VALORE LIMITE	181,157	VERIFICATA	SI
EP_{gl,tot} = EP_{H,tot} + EP_{C,tot} + EP_{W,tot} + EP_{V,tot} + EP_{L,tot} + EP_{T,tot} : Indice di prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria)					
VALORE	157,196	VALORE LIMITE	293,308	VERIFICATA	SI
η_H : Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento					
VALORE	0,800	VALORE LIMITE	0,740	VERIFICATA	SI
η_W : Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria					
VALORE		VALORE LIMITE		VERIFICATA	NON RICHIESTA
η_C : Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità)					
VALORE	1,264	VALORE LIMITE	0,837	VERIFICATA	SI

Determinazione indici caratteristici delle proprietà termiche dell'involucro edilizio					
Edificio: Edificio – Unità immobiliare: PADIGLIONE					
H_T : Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789)					
VALORE	0,4421	VALORE LIMITE	0,500	VERIFICATA	SI
A_{sol,est}/A_{sup utile} : Area solare equivalente estiva per unità di superficie utile					
VALORE	0,0314	VALORE LIMITE	0,040	VERIFICATA	SI

c) Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria

Non sono presenti impianti solari per la produzione di acqua calda sanitaria.

d) Impianti fotovoltaici

Non sono presenti impianti fotovoltaici.

e) Consuntivo energia

Energia consegnata o fornita (E_{del}) [kWh]							
Centrale termica: $ T_{Cent}:denom $							
VETTORE ENERGETICO	Climatizzazione invernale	Climatizzazione estiva	Acqua calda sanitaria	Ventilazione meccanica	Illuminazione	Trasporti	TOTALE
Energia elettrica	4 890,53	17 967,60					22 858,20

Energia rinnovabile ($EP_{gl,ren}$) [kWh]							
Centrale termica: $ T_{Cent}:denom $							
COMBUSTIBILE	Climatizzazione invernale	Climatizzazione estiva	Acqua calda sanitaria	Ventilazione meccanica	Illuminazione	Trasporti	TOTALE
Energia elettrica	1 030,31	2 596,94					3 627,25
Energia aero/idro/geo-termica	3 075,19						3 075,19
TOTALE	4 105,50	2 596,94					6 702,44

Fabbisogno annuale globale di energia primaria ($EP_{gl,tot}$) [kWh]							
Centrale termica: $ T_{Cent}:denom $							
COMBUSTIBILE	Climatizzazione invernale	Climatizzazione estiva	Acqua calda sanitaria	Ventilazione meccanica	Illuminazione	Trasporti	TOTALE
Energia elettrica	5 304,99	13 371,50					18 676,50
Energia aero/idro/geo-termica	3 075,19						3 075,19
TOTALE	8 380,18	13 371,50					21 751,69

Verifica dell'idoneità dell'energia prodotta dalle pompe di calore. Allegato 1, punto 4, D.Lgs. 28 del 03/03/2011					
Edificio: Edificio					
Pompa di calore	Servizio	Vettore energetico	SPF	η	Valore limite
PDC	Riscaldamento	Energia elettrica	2,69	0,455	2,53

7. Elementi specifici che motivano eventuali deroghe a norme fissate dalla normativa vigente

Trattandosi di edificio inserito in contesto soggetto a vincolo paesistico, non è stato possibile integrare l'apporto di fonti rinnovabili attraverso pannelli fotovoltaici o solari (Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42)

8. Documentazione allegata

- ☒ [X] Piante di ciascun piano con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi
- ☒ [X] Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione degli elementi costruttivi
- ☒ [X] Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analoga voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
- ☒ [X] Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio formazione di muffe e di condensazioni interstiziali
- ☒ [X] Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e loro permeabilità all'aria

9. Dichiarazione di rispondenza

Il sottoscritto Ing. Giovanni Tonelli, iscritto all'ordine degli Ingegneri della Provincia di Brescia numero di iscrizione A 2255, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 27 della Legge regionale 11 dicembre 2006 – n. 24 e s.m.i.,

dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della D.G.R. 3868 del 17.07.2015;
- b) il progetto relativo alle opere di cui sopra rispetta gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi contenuti nel decreto attuativo della D.G.R. 3868 del 17.07.2015;
- c) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data: 14/02/2022

Firma

ALLEGATI

- 1.Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei **componenti verticali opachi** dell'involucro edilizio interessati all'intervento.
- 2.Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **componenti orizzontali o inclinati** dell'involucro edilizio interessati all'intervento.
- 3.Trasmittanza termica delle degli **elementi divisori** tra unità immobiliari.
- 4.Caratteristiche termiche delle **chiusure tecniche trasparenti e opache**, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio interessati all'intervento.
Classe di permeabilità dell'aria dei serramenti esterni.
- 5.Verifica termo-igrometrica dei componenti opachi dell'involucro edilizio.
- 6.Calcolo del flusso e della trasmittanza lineica dei ponti termici.

1.Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle strutture opache verticali

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Spessore strato	s
Conducibilità termica del materiale	λ
Conduttanza unitaria	C
Massa volumica	ρ
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50%	$\delta_e 10^{-12}$
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95%	$\delta_v 10^{-12}$
Resistenza termica dei singoli strati	R
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete interna e parete esterna	U_{IW}
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pilastro	U_P
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e solaio/balcone	U_B
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pavimento	U_F
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	$(*)$
Inverso della resistenza termica totale	$(**)$
Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali	$(***)$

STR – -STR1 – STRUTTUTA PORTANTE (pilastro)			
Spessore totale [cm]:	42,00	Massa superficiale [kg/m²]:	172,00
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m² · K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m² · K)]:	0,09	Tot. [(m² · K)/W]:	11,60
Tot. adottata (***) [W/(m² · K)]:	0,11	Tot. adottata [(m² · K)/W]:	9,28

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ _a 10-12	δ _u 10-12	R
		[cm]	[W/m²C]	[W/m²C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²C/W]
300	Acciaio	0,50	52,000		7 800,00			
10351pr osp2lan aroc01	Pannello in lana di roccia 40	20,00	0,035		40,00	193,00	212,30	5,71
300	Acciaio	1,00	52,000		7 800,00			
10351pr osp2lan aroc01	Pannello in lana di roccia 40	20,00	0,035		40,00	193,00	212,30	5,71
300	Acciaio	0,50	52,000		7 800,00			

STR2 – -STR2 – STRUTTUTA TAMPONAMENTO			
Spessore totale [cm]:	31,50	Massa superficiale [kg/m²]:	89,20
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m² · K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m² · K)]:	0,12	Tot. [(m² · K)/W]:	8,21
Tot. adottata (***) [W/(m² · K)]:	0,15	Tot. adottata [(m² · K)/W]:	6,57

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ _a 10-12	δ _u 10-12	R
		[cm]	[W/m²C]	[W/m²C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²C/W]
10	Pannello di cartongesso	1,25	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
10	Pannello di cartongesso	1,25	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
10351pr osp2lan aroc01	Pannello in lana di roccia 40	8,00	0,035		40,00	193,00	212,30	2,29
300	Acciaio	0,50	52,000		7 800,00			
10351pr osp2lan aroc01	Pannello in lana di roccia 40	20,00	0,035		40,00	193,00	212,30	5,71
300	Acciaio	0,50	52,000		7 800,00			

2.Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale strutture opache orizzontali dell'involucro edilizio

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Spessore strato	s
Conducibilità termica del materiale	λ
Conduttanza unitaria	C
Massa volumica	ρ
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50%	$\delta_e 10^{-12}$
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95%	$\delta_i 10^{-12}$
Resistenza termica dei singoli strati	R
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete interna e parete esterna	U_{IW}
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pilastro	U_P
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e solaio/balcone	U_B
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pavimento	U_F
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	$(*)$
Inverso della resistenza termica totale	$(**)$
Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali	$(***)$

PT – –PT – PAVIMENTAZIONE			
Spessore totale [cm]:	104,40	Massa superficiale [kg/m²]	1 848,80
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m² · K)]:	5,88	Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:	0,17
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m² · K)]:	0,25	Tot. [(m² · K)/W]:	3,96
Tot. adottata (***) [W/(m² · K)]:	0,25	Tot. adottata [(m² · K)/W]:	3,96

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ _a 10 ⁻¹²	δ _u 10 ⁻¹²	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
pgres	Pavimento in gres	1,00	1,200		2 400,00	0,97	1,06	0,01
1201	Sottofondo in cls magro	4,00	0,930		2 200,00	2,76	3,03	0,04
CLS All	Calcestruzzo alleggerito	19,00	0,060		120,00	9,65	10,62	3,17
2001 LC	Guaina impermeabilizzante	0,40	0,230		1 000,00	0,02	0,02	0,02
clsa01	Calcestruzzo armato	40,00	1,910		2 400,00	1,93	2,12	0,21
CLS	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia	10,00	1,910		2 400,00	1,93	2,12	0,05
206	Ghiaia grossa senza argilla	30,00	1,200		1 700,00	38,60	42,46	0,25

COP – –COP – COPERTURA			
Spessore totale [cm]:	32,10	Massa superficiale [kg/m²]	403,40
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m² · K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m² · K)]:	0,23	Tot. [(m² · K)/W]:	4,32
Tot. adottata (***) [W/(m² · K)]:	0,28	Tot. adottata [(m² · K)/W]:	3,60

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ _a 10 ⁻¹²	δ _u 10 ⁻¹²	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
300	Acciaio	0,10	52,000		7 800,00			
1200	Calcestruzzo ordinario	10,00	1,280		2 200,00	2,76	3,03	0,08
10351pr osp2lan aroc01	Pannello in lana di roccia 40	14,00	0,035		40,00	193,00	212,30	4,00
1201	Sottofondo in cls magro	7,50	0,930		2 200,00	2,76	3,03	0,08
2001 LC	Guaina impermeabilizzante	0,50	0,230		1 000,00	0,02	0,02	0,02

3.Trasmittanza termica degli elementi divisorii tra unità immobiliari

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Spessore strato	s
Conduktività termica del materiale	λ
Conduttanza unitaria	C
Massa volumica	ρ
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50%	$\delta_a 10^{-12}$
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95%	$\delta_v 10^{-12}$
Resistenza termica dei singoli strati	R
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	(*)
Inverso della resistenza termica totale	(**)
Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali	(***)

MI2 – –MI2 – DIVISORIO 10			
Spessore totale [cm]:		10,00	Massa superficiale [kg/m²] 2,00
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	0,13
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	0,56	Tot. [(m²·K)/W]:	1,77
Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]:	0,56	Tot. adottata [(m²·K)/W]:	1,77

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ _{a10-12}	δ _{u10-12}	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
10	Pannello di cartongesso	1,25	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
10	Pannello di cartongesso	1,25	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
10351pr osp2lan aroc01	Pannello in lana di roccia 40	5,00	0,035		40,00	193,00	212,30	1,43
10	Pannello di cartongesso	1,25	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
10	Pannello di cartongesso	1,25	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02

MI3 – –MI3 – DIVISORIO 20			
Spessore totale [cm]:		20,00	Massa superficiale [kg/m²] 4,05
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	0,13
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	0,31	Tot. [(m²·K)/W]:	3,20
Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]:	0,31	Tot. adottata [(m²·K)/W]:	3,20

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ _{a10-12}	δ _{u10-12}	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
10	Pannello di cartongesso	1,25	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
10	Pannello di cartongesso	1,25	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
10351pr osp2lan aroc01	Pannello in lana di roccia 40	5,00	0,035		40,00	193,00	212,30	1,43
1036a	Intercapedine inerte	5,00	10 000 000,000		1,00	193,00	212,30	
10351pr osp2lan aroc01	Pannello in lana di roccia 40	5,00	0,035		40,00	193,00	212,30	1,43
10	Pannello di cartongesso	1,25	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
10	Pannello di cartongesso	1,25	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02

4. Caratteristiche termiche delle chiusure trasparenti e opache dell'involucro edilizio

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Area del vetro	Ag
Area del telaio	Af
Lunghezza della superficie vetrata	Lg
Trasmittanza termica dell'elemento vetrato	Ug
Trasmittanza termica del telaio	Uf
Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)	Ul
Trasmittanza termica totale del serramento	Uw
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	(*)
Inverso della resistenza termica totale	(**)

-V3 – 2.76x3.30 (est) – -V3 – 2.76x3.30 (est)					
TRASMITTANZA			RESISTENZA TERMICA		
Tot. (**) [W/(m ² · K)]:			1,20	Tot. [(m ² · K)/W]:	
				0,83	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² °C]	[W/m ² °C]
SERRAMENTO SINGOLO	7,13	1,98	28,88	1,02	1,20

-V3 – 2.76x3.30 (ovest) – -V3 – 2.76x3.30 (ovest)					
TRASMITTANZA			RESISTENZA TERMICA		
Tot. (**) [W/(m ² · K)]:			1,20	Tot. [(m ² · K)/W]:	
				0,83	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² °C]	[W/m ² °C]
SERRAMENTO SINGOLO	7,13	1,98	28,88	1,02	1,20

-V4 – 2.79x3.30 – -V4 – 2.79x3.30					
TRASMITTANZA			RESISTENZA TERMICA		
Tot. (**) [W/(m ² · K)]:			1,20	Tot. [(m ² · K)/W]:	
				0,83	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² °C]	[W/m ² °C]
SERRAMENTO SINGOLO	7,22	1,99	28,94	1,02	1,20

-V5 – 2.79x3.30 – -V5 – 2.79x3.30					
TRASMITTANZA			RESISTENZA TERMICA		
Tot. (**) [W/(m ² · K)]:			1,20	Tot. [(m ² · K)/W]:	
				0,83	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² °C]	[W/m ² °C]
SERRAMENTO SINGOLO	7,22	1,99	28,94	1,02	1,20

-V6 – 1.95x3.30 – -V6 – 1.95x3.30					
TRASMITTANZA			RESISTENZA TERMICA		
Tot. (**) [W/(m ² · K)]:			1,20	Tot. [(m ² · K)/W]:	
				0,83	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² °C]	[W/m ² °C]
SERRAMENTO SINGOLO	4,68	1,75	27,26	1,02	1,20

-V7 – 1.95x3.30 – -V7 – 1.95x3.30					
TRASMITTANZA			RESISTENZA TERMICA		
Tot. (**) [W/(m ² · K)]:			1,20	Tot. [(m ² · K)/W]:	
				0,83	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² °C]	[W/m ² °C]
SERRAMENTO SINGOLO	5,16	1,27	15,50	1,02	1,20

5. Calcolo della temperatura superficiale e della condensa interstiziale di strutture edilizie secondo la norma UNI EN ISO 13788

GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITÀ DI MISURA
Massa di vapore per unità di superficie accumulata in corrispondenza di un'interfaccia	M_a	[kg/m ²]
Resistenza termica specifica	R	[(m ² · K)/W]
Temperatura	T	[°C]
Fattore di resistenza igroscopica	μ	
Fattore di temperatura in corrispondenza alla superficie interna	f_{Rsi}	
Fattore di temperatura di progetto in corrispondenza alla superficie interna	$f_{Rsi,min}$	
Spessore dello strato corrente	S	[cm]

-PT – PAVIMENTAZIONE			
Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K) / W]	[cm]
Pavimento in gres	200	0,008	1
Sottofondo in cls magro	70	0,043	4
Calcestruzzo alleggerito	20	3,167	19
Guaina impermeabilizzante	10000	0,017	0,4
Calcestruzzo armato	100	0,209	40
Calcestruzzo di sabbia e ghiaia	100	0,052	10
Ghiaia grossa senza argilla	5	0,25	30
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9380		3,957	104,4

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	PI	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg / m ²]	[kg / m ²]
Gennaio	7,7	100	20	50	1,05	1,17	12,5	0,3860		
Febbraio	10,3	100	20	57	1,25	1,34	14,9	0,4730		
Marzo	12	100	20	63	1,4	1,48	16,5	0,5680		
Aprile	14,9	100	20	74	1,69	1,74	19,3	0,8650		
Maggio	16,5	100	20	82	1,88	1,91	20	1,0000		
Giugno	17,1	100	20	84	1,94	1,97	20	1,0000		
Luglio	17	100	20	84	1,93	1,96	20	1,0000		
Agosto	15,2	100	20	76	1,72	1,77	19,6	0,9170		
Settembre	12,5	100	20	65	1,44	1,52	17	0,6000		
Ottobre	9,8	100	20	56	1,21	1,31	14,4	0,4540		
Novembre	7,7	100	20	50	1,05	1,17	12,5	0,3860		
Dicembre	7,5	100	20	49	1,03	1,15	12,2	0,3790		

Verifiche normative
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
La quantità di condensato è limitata alla quantità rievaporabile.
La quantità di condensato non supera i 0.5 kg / m ²
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale

-COP – COPERTURA			
Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K)/W]	[cm]
Acciaio	2000000	0	0,1
Calcestruzzo ordinario	70	0,078	10
Pannello in lana di roccia 40	1	4	14
Sottofondo in cls magro	70	0,081	7,5
Guaina impermeabilizzante	10000	0,022	0,5
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9440		4,321	32,1

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	TI	Uri	Pe	PI	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Gennaio	2,6	93	20	50	0,69	1,17	11,4	0,5090		
Febbraio	3,1	86	20	48	0,66	1,12	10,9	0,4600		
Marzo	8,2	75	20	49	0,81	1,14	11,8	0,3090		
Aprile	11,7	72	20	52	0,99	1,22	13,4	0,2080		
Maggio	17,4	67	20	60	1,32	1,39	16,1			
Giugno	20,7	58	20,7	58	1,42	1,42	16,6			
Luglio	21,8	71	21,8	71	1,86	1,86	20,5			
Agosto	21,6	71	21,6	71	1,82	1,82	20,2			
Settembre	18	78	20	71	1,6	1,66	18,8	0,4160		
Ottobre	12,6	80	20	59	1,17	1,38	15,4	0,3750		
Novembre	7,3	92	20	55	0,94	1,3	13,8	0,5090		
Dicembre	3,1	98	20	52	0,75	1,21	12,1	0,5350		

Verifiche normative										
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.										
La quantità di condensato è limitata alla quantità rievaporabile.										
La quantità di condensato non supera i 0.5 kg/m ²										
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale										

-STR2 – STRUTTURA TAMPONAMENTO			
Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K)/W]	[cm]
Pannello di cartongesso	8	0,021	1,25
Pannello di cartongesso	8	0,021	1,25
Pannello in lana di roccia 40	1	2,286	8
Acciaio	2000000	0	0,5
Pannello in lana di roccia 40	1	5,714	20
Acciaio	2000000	0	0,5
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9700		8,212	31,5

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsl	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Dicembre	3,1	98	20	52	0,75	1,21	12,1	0,5350	0,00002	0,00002
Gennaio	2,6	93	20	50	0,69	1,17	11,4	0,5090	0,00002	0,00004
Febbraio	3,1	86	20	48	0,66	1,12	10,9	0,4600	0,00001	0,00005
Marzo	8,2	75	20	49	0,81	1,14	11,8	0,3090	-0,00001	0,00004
Aprile	11,7	72	20	52	0,99	1,22	13,4	0,2080	-0,00003	0,00001
Maggio	17,4	67	20	60	1,32	1,39	16,1		-0,00007	
Giugno	20,7	58	20,7	58	1,42	1,42	16,6			
Luglio	21,8	71	21,8	71	1,86	1,86	20,5			
Agosto	21,6	71	21,6	71	1,82	1,82	20,2			
Settembre	18	78	20	71	1,6	1,66	18,8	0,4160		
Ottobre	12,6	80	20	59	1,17	1,38	15,4	0,3750		
Novembre	7,3	92	20	55	0,94	1,3	13,8	0,5090		

Verifiche normative
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
La quantità di condensato è limitata alla quantità rievaporabile.
La quantità di condensato non supera i 0.5 kg/m ²
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale

-STR1 – STRUTTURA PORTANTE (pilastro)			
Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K)/W]	[cm]
Acciaio	2000000	0	0,5
Pannello in lana di roccia 40	1	5,714	20
Acciaio	2000000	0	1
Pannello in lana di roccia 40	1	5,714	20
Acciaio	2000000	0	0,5
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9790		11,599	42

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	TI	Uri	Pe	PI	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Gennaio	2,6	93	20	50	0,69	1,17	11,4	0,5090		
Febbraio	3,1	86	20	48	0,66	1,12	10,9	0,4600		
Marzo	8,2	75	20	49	0,81	1,14	11,8	0,3090		
Aprile	11,7	72	20	52	0,99	1,22	13,4	0,2080		
Maggio	17,4	67	20	60	1,32	1,39	16,1			
Giugno	20,7	58	20,7	58	1,42	1,42	16,6			
Luglio	21,8	71	21,8	71	1,86	1,86	20,5			
Agosto	21,6	71	21,6	71	1,82	1,82	20,2			
Settembre	18	78	20	71	1,6	1,66	18,8	0,4160		
Ottobre	12,6	80	20	59	1,17	1,38	15,4	0,3750		
Novembre	7,3	92	20	55	0,94	1,3	13,8	0,5090		
Dicembre	3,1	98	20	52	0,75	1,21	12,1	0,5350		

Verifiche normative
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
La quantità di condensato è limitata alla quantità rievaporabile.
La quantità di condensato non supera i 0.5 kg/m ²
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale

6. Calcolo del flusso e della trasmittanza lineica dei ponti termici.

NORME UTILIZZATE

DESCRIZIONE	NORMA
PONTI TERMICI IN EDILIZIA – COEFFICIENTE DI TRASMISSIONE TERMICA LINEICA – METODI SEMPLIFICATI E VALORI DI RIFERIMENTO	UNI EN ISO 14683
PONTI TERMICI IN EDILIZIA – FLUSSI TERMICI E TEMPERATURE SUPERFICIALI – CALCOLI DETTAGLIATI	UNI EN ISO 10211
PRESTAZIONE IGROMETRICA DEI COMPONENTI E DEGLI ELEMENTI PER EDILIZIA – TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA PER EVITARE L'UMIDITA' SUPERFICIALE CRITICA E LA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE – METODI DI CALCOLO	UNI EN ISO 13788
COMPONENTI ED ELEMENTI PER EDILIZIA – RESISTENZA TERMICA E TRASMITTANZA TERMICA – METODO DI CALCOLO	UNI EN 6946

PREMESSA

Chi si occupa di calcoli energetici o della costruzione di edifici a basso consumo energetico deve necessariamente prendere in considerazione un'accurata analisi dei ponti termici, elementi che provocano condense, muffe e dispersioni termiche. Le norme tecniche UNI TS 11300 hanno introdotto l'uso di metodi più accurati per la valutazione dei ponti termici attraverso l'utilizzo di abachi, come descritto nella norma UNI EN ISO 14683, o effettuando il calcolo dei flussi termici e delle temperature superficiali con metodi di calcolo dettagliati in accordo alla UNI EN ISO 10211 a cui si fa riferimento per il **calcolo ad elementi finiti** del ponte termico.

L'analisi del ponte termico agli elementi finiti consiste nella definizione delle seguenti informazioni:

- schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma, le dimensioni e la posizione dei piani di taglio adiabatici;
- le stratigrafie dei materiali che lo compongono;
- le condizioni al contorno: coefficienti di scambio termico liminare, temperatura e umidità dell'ambiente a contatto con il ponte termico.

Si può procedere quindi al calcolo che consentirà di determinare i flussi termici su ogni elemento e il flusso termico totale, le temperature interne e le temperature superficiali, le trasmittanze termiche dei singoli elementi, il coefficiente di accoppiamento termico e la **trasmittanza termica lineica ψ** del ponte termico da utilizzare per il calcolo energetico dell'edificio.

La **valutazione del ponte termico** con il metodo di **calcolo ad elementi finiti** si rende inoltre necessaria in tutti quei casi in cui la tipologia di intervento prescelta richieda la verifica dell'assenza di muffa in corrispondenza del ponte termico, in accordo alla norma UNI EN ISO 13788.

CONDIZIONI AL CONTORNO ESTERNE

Località		
Comune		Palazzolo Sull'Oglio
Provincia		Brescia
Gradi giorno (determinati in base al DPR 412/93)	[°Cg]	2383
Zona climatica		E

Dal comune selezionato, si ricavano i valori medi mensili della temperatura, dell'umidità e della pressione di vapore esterna.

Valori medi mensili dei dati climatici													
		GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
T _e	[°C]	2,60	3,10	8,20	11,70	17,40	20,70	21,80	21,60	18,00	12,60	7,30	3,10
φ _e	[%]	93,4	86,0	74,5	72,1	66,6	58,2	71,0	70,6	77,8	80,3	92,4	97,9
P _e	[kPa]	0,7	0,7	0,8	1,0	1,3	1,4	1,9	1,8	1,6	1,2	1,2	0,8

CARATTERISTICHE DEI PONTI TERMICI

Ponte termico: PAVIMENTO – PILASTRO

Categoria	Pavimenti su terreno
-----------	----------------------

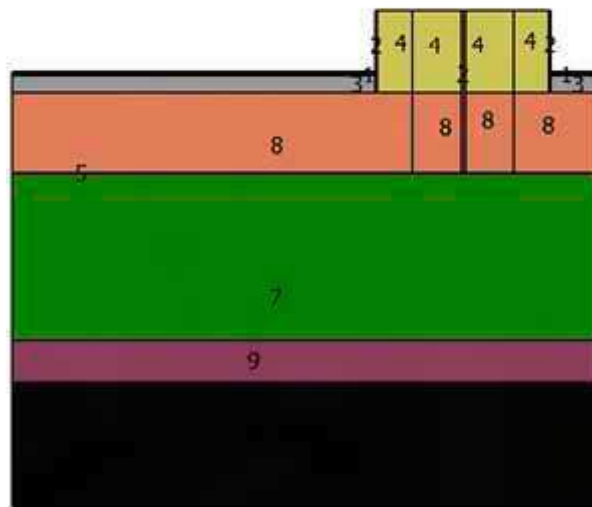
Caratteristiche termofisiche dei materiali

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

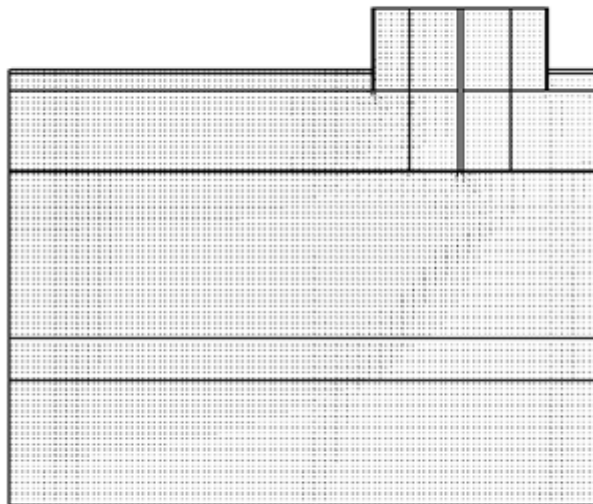
CODICE	COLORE	MATERIALE	λ
			[W/(mK)]
1		Pavimento in gres	1,200
2		Acciaio	52,000
3		Sottofondo in cls magro	0,930
4		Pannello in lana di roccia 40	0,035
5		Guaina impermeabilizzante	0,230
6		Ghiaia grossa senza argilla	1,200
7		Calcestruzzo armato	1,910
8		Calcestruzzo alleggerito	0,060
9		Calcestruzzo di sabbia e ghiaia	1,910

Schema geometrico

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.



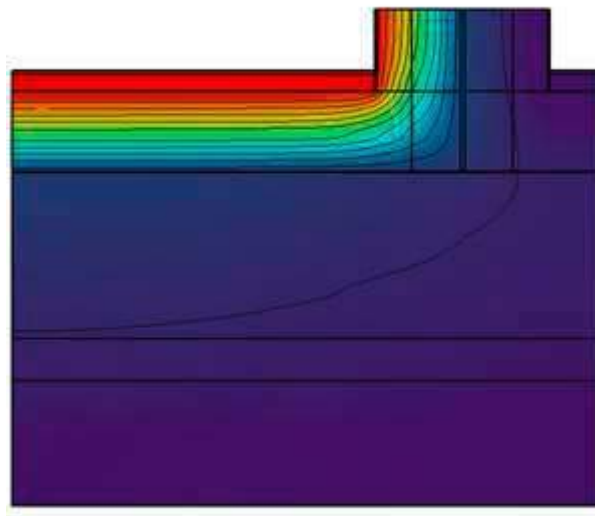
Direzione del flusso di calore



Distribuzione delle temperature

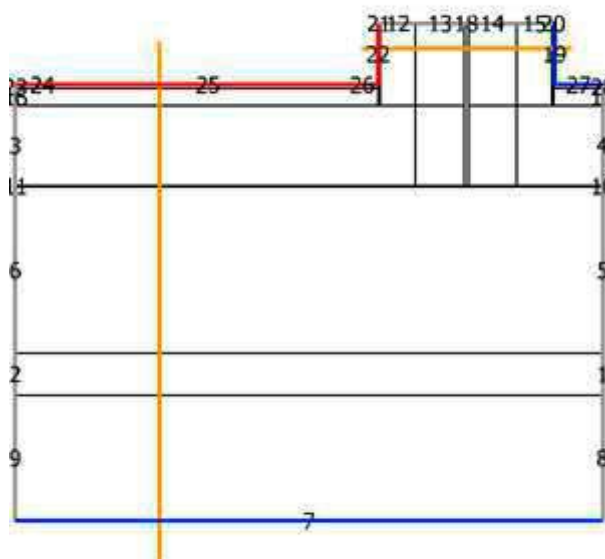
In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono

Temperatura [°C]



Condizioni al contorno interne

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1		Adiabatica		
2		Adiabatica		
3		Adiabatica		
4		Adiabatica		
5		Adiabatica		
6		Adiabatica		
7		Esterna	0,04	
8		Adiabatica		
9		Adiabatica		
10		Adiabatica		
11		Adiabatica		
12		Adiabatica		
13		Adiabatica		
14		Adiabatica		
15		Adiabatica		
16		Adiabatica		
17		Adiabatica		
18		Adiabatica		
19		Esterna	0,04	
20		Adiabatica		
21		Adiabatica		
22		Interna	0,13	20,0
23		Adiabatica		
24		Interna	0,17	20,0
25		Interna	0,17	20,0
26		Interna	0,17	20,0
27		Esterna	0,04	
28		Adiabatica		



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
[(m ² K)/W]	VERTECALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTECALE DISCENDENTE
R _{si}	0,10	0,13	0,17
R _{se}	0,04	0,04	0,04

Risultati di calcolo

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale Φ che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento L_{2D} , e la trasmittanza termica lineica Ψ da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	Φ	[W]	4,736
Coefficiente di accoppiamento	L_{2D}	[W/(mK)]	0,280
Trasmittanza termica lineica esterna	Ψ_{est}	[W/(mK)]	-0,147
Trasmittanza termica lineica interna	Ψ_{int}	[W/(mK)]	0,049
Lunghezza equivalente esterna	l_{est}	[m]	2,47
Lunghezza equivalente interna	l_{int}	[m]	1,01
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	7,222
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	3,910
Temperatura minima	θ_{min}	[°C]	19,14
U critica	U	[W/m²K]	1,839

Verifica formazione muffe

			<i>Mese critico</i>
			Dicembre
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	f_{Rsi}	[-]	0,949
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0,761

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	T_e	φ_e	p_e	T_i	T_{min}	T_{acc}
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Ottobre	12,59	80,29	1170	20,00	19,62	16,83
Novembre	7,29	92,03	940	20,00	19,35	16,40
Dicembre	3,09	98,40	750	20,00	19,14	15,96
Gennaio	2,59	93,80	690	20,00	19,11	15,50
Febbraio	3,09	86,59	660	20,00	19,14	14,96
Marzo	8,19	74,58	810	20,00	19,40	14,61
Aprile	11,69	72,08	990	20,00	19,58	15,24

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	T_e	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	φ_e	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	p_e	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	T_i	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	T_{min}	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	T_{acc}	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: Dicembre						
f_{Rsi}	Fattore di resistenza superficiale	[-]	0,9489	>	0,7612	✓
Legenda: ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

Ponte termico: SERRAMENTO

Categoria	Serramenti di porte e finestre
-----------	--------------------------------

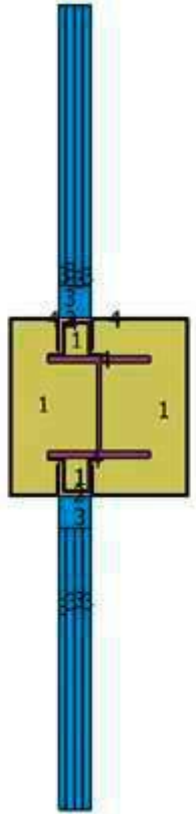
Caratteristiche termofisiche dei materiali

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

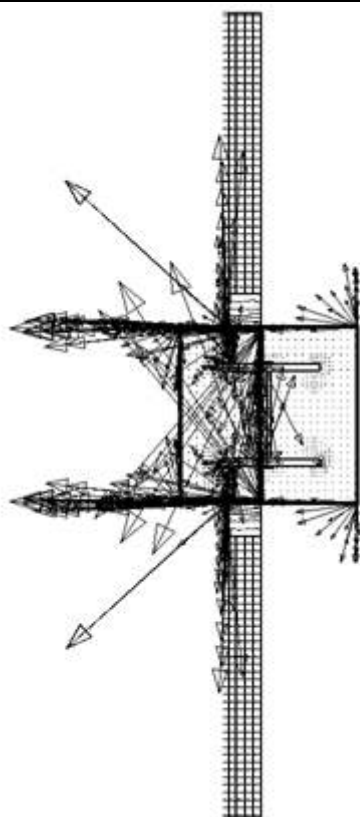
CODICE	COLORE	MATERIALE	λ
			[W/(mK)]
1		Pannello in lana di roccia 40	0,035
2		Gurnizione in neoprene	0,050
3		Serramento	0,112
4		Acciaio	52,000

Schema geometrico

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.



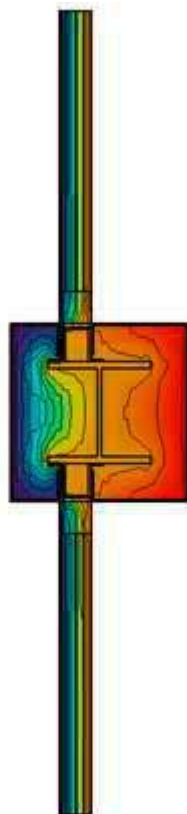
Direzione del flusso di calore



Distribuzione delle temperature

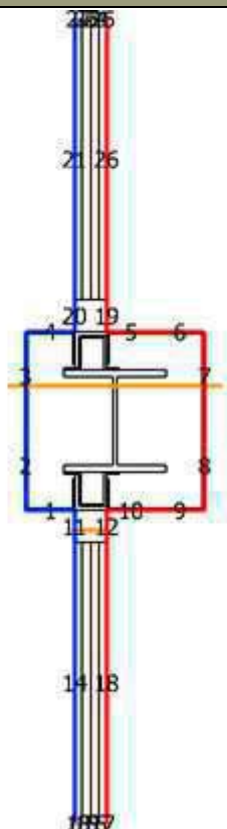
In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono

Temperatura [°C]



Condizioni al contorno interne

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1		Esterna	0,04	
2		Esterna	0,04	
3		Esterna	0,04	
4		Esterna	0,04	
5		Interna	0,13	20,0
6		Interna	0,13	20,0
7		Interna	0,13	20,0
8		Interna	0,13	20,0
9		Interna	0,13	20,0
10		Interna	0,13	20,0
11		Esterna	0,04	
12		Interna	0,13	20,0
13		Adiabatica		
14		Esterna	0,04	
15		Adiabatica		
16		Adiabatica		
17		Adiabatica		
18		Interna	0,13	20,0
19		Interna	0,13	20,0
20		Esterna	0,04	
21		Esterna	0,04	
22		Adiabatica		
23		Adiabatica		
24		Adiabatica		
25		Adiabatica		
26		Interna	0,13	20,0



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
[(m²K)/W]	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

Risultati di calcolo

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale Φ che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento L_{2D} , e la trasmittanza termica lineica Ψ da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	Φ	[W]	40,736
Coefficiente di accoppiamento	L_{2D}	[W/(mK)]	2,409
Trasmittanza termica lineica esterna	Ψ_{est}	[W/(mK)]	0,997
Trasmittanza termica lineica interna	Ψ_{int}	[W/(mK)]	1,497
Lunghezza equivalente esterna	l_{est}	[m]	1,58
Lunghezza equivalente interna	l_{int}	[m]	1,16
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	23,877
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	15,417
Temperatura minima	θ_{min}	[°C]	16,17
U critica	U	[W/m²K]	1,839

Verifica formazione muffe

			<i>Mese critico</i>
			Dicembre
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	f_{Rsi}	[-]	0,774
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0,761

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	T_e	φ_e	p_e	T_i	T_{min}	T_{acc}
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Ottobre	12,59	80,29	1170	20,00	18,32	16,83
Novembre	7,29	92,03	940	20,00	17,12	16,40
Dicembre	3,09	98,40	750	20,00	16,17	15,96
Gennaio	2,59	93,80	690	20,00	16,06	15,50
Febbraio	3,09	86,59	660	20,00	16,17	14,96
Marzo	8,19	74,58	810	20,00	17,33	14,61
Aprile	11,69	72,08	990	20,00	18,12	15,24

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	T_e	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	φ_e	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	p_e	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	T_i	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	T_{min}	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	T_{acc}	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: Dicembre						
f_{Rsi}	Fattore di resistenza superficiale	[-]	0,7736	>	0,7612	✓
Legenda: ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

Ponte termico: COPERTURA

Categoria	Coperture		
Trasmittanza termica lineica esterna	Ψ_{est}	[W/(mK)]	-0,503
Trasmittanza termica lineica interna	Ψ_{int}	[W/(mK)]	-0,510

Verifica formazione muffe

			Mese critico
			Dicembre
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	f_{Rsi}	[-]	0,882
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0,761

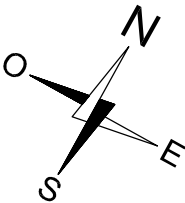
Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	T_e	φ_e	p_e	T_i	T_{min}	T_{acc}
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Ottobre	12,59	80,29	1170	20,00	18,00	16,83
Novembre	7,29	92,03	940	20,00	18,00	16,40
Dicembre	3,09	98,40	750	20,00	18,00	15,96
Gennaio	2,59	93,80	690	20,00	18,00	15,50
Febbraio	3,09	86,59	660	20,00	18,00	14,96
Marzo	8,19	74,58	810	20,00	18,00	14,61
Aprile	11,69	72,08	990	20,00	18,00	15,24

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	T_e	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	φ_e	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	p_e	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	T_i	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	T_{min}	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	T_{acc}	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: Dicembre						
f_{Rsi}	Fattore di resistenza superficiale	[-]	0,8817	>	0,7612	✓
Legenda: ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

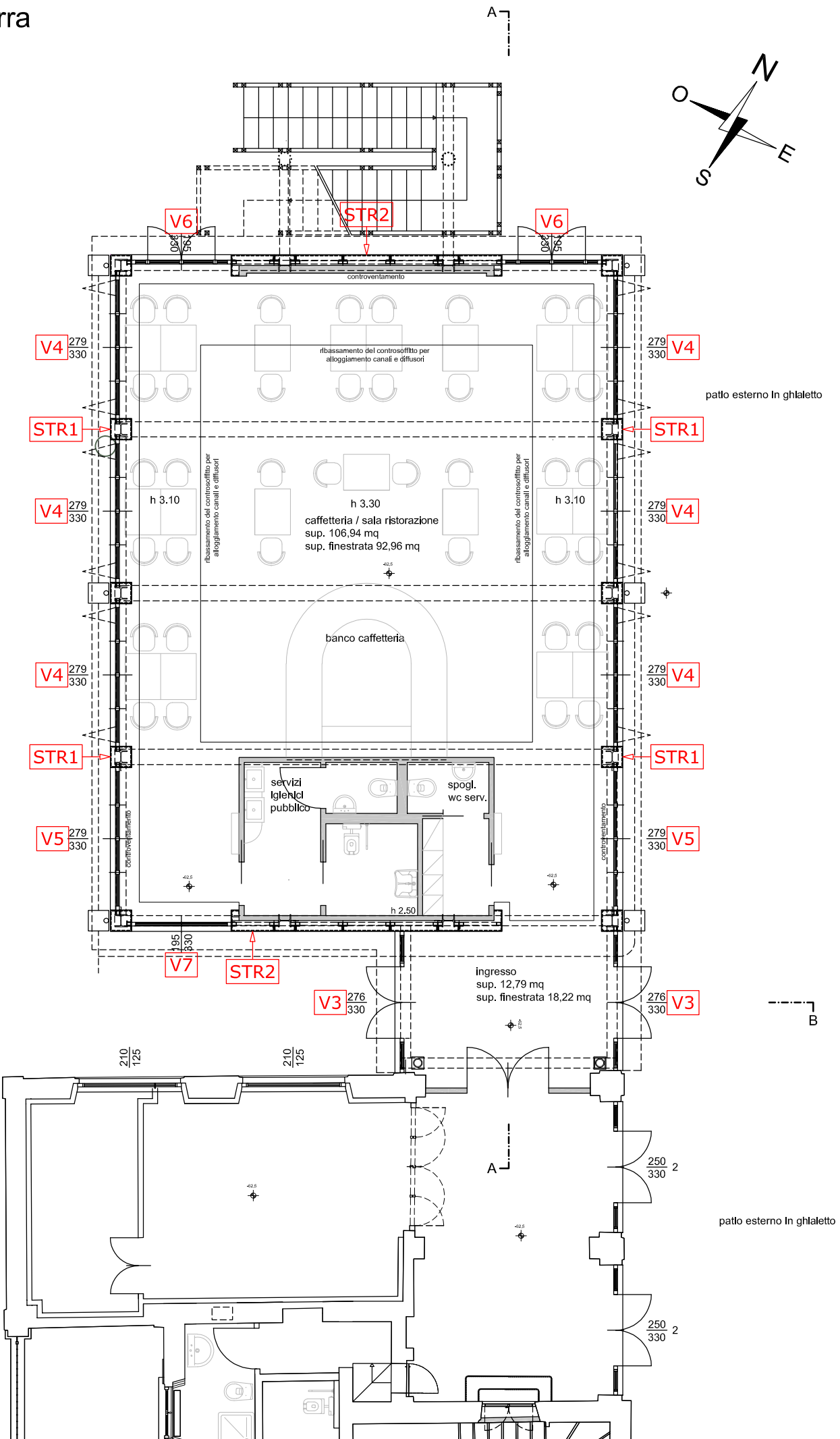
Piano Terra



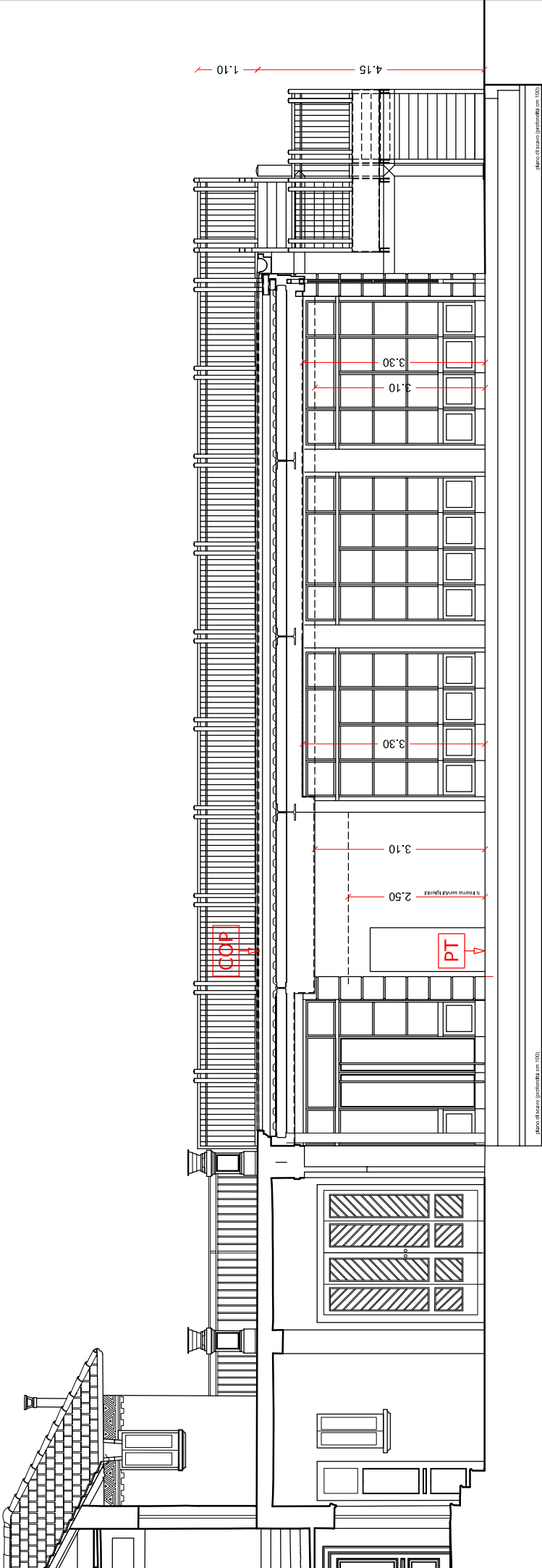
patio esterno in ghiaietto

patio esterno in ghiaietto

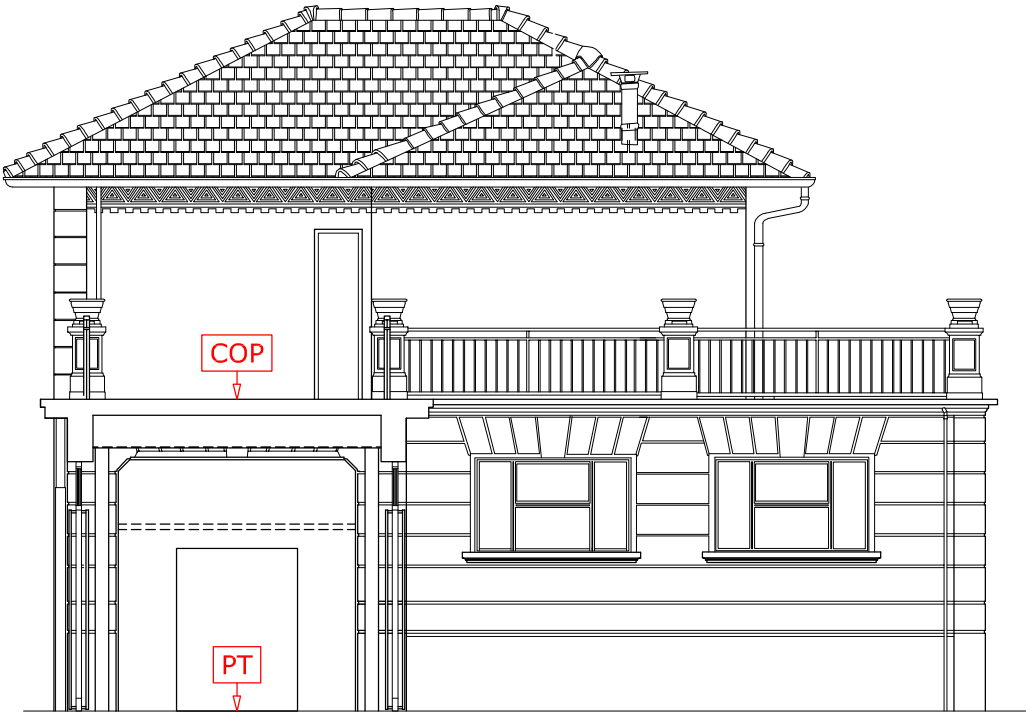
patio esterno in ghiaietto



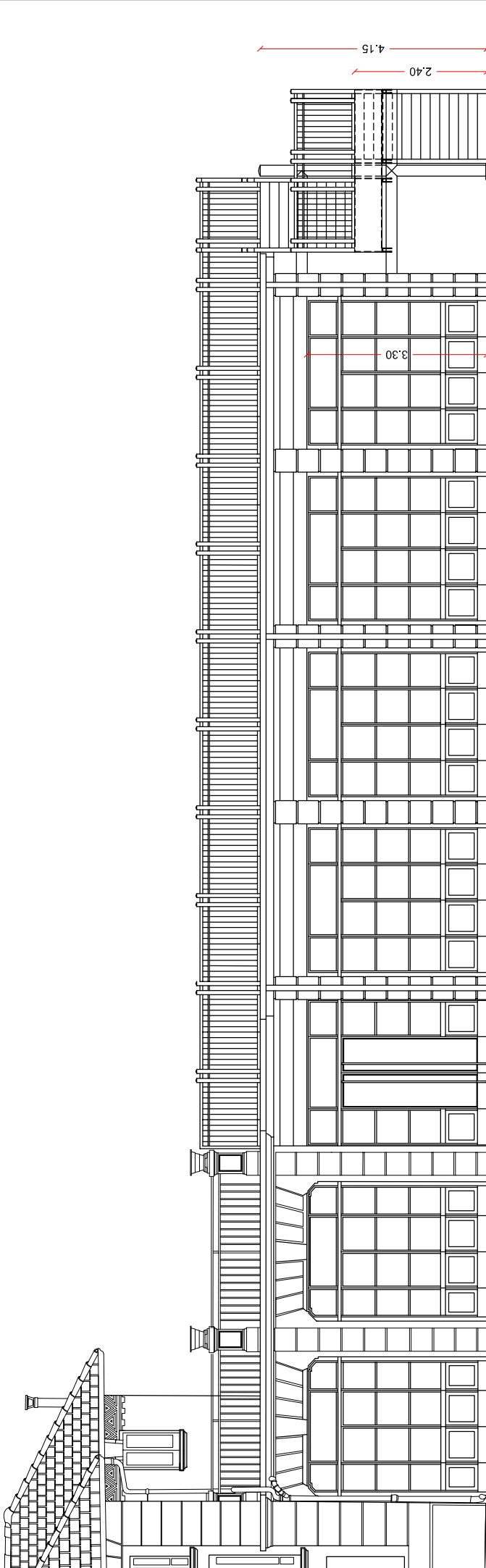
SEZIONE A-A



SEZIONE B-B

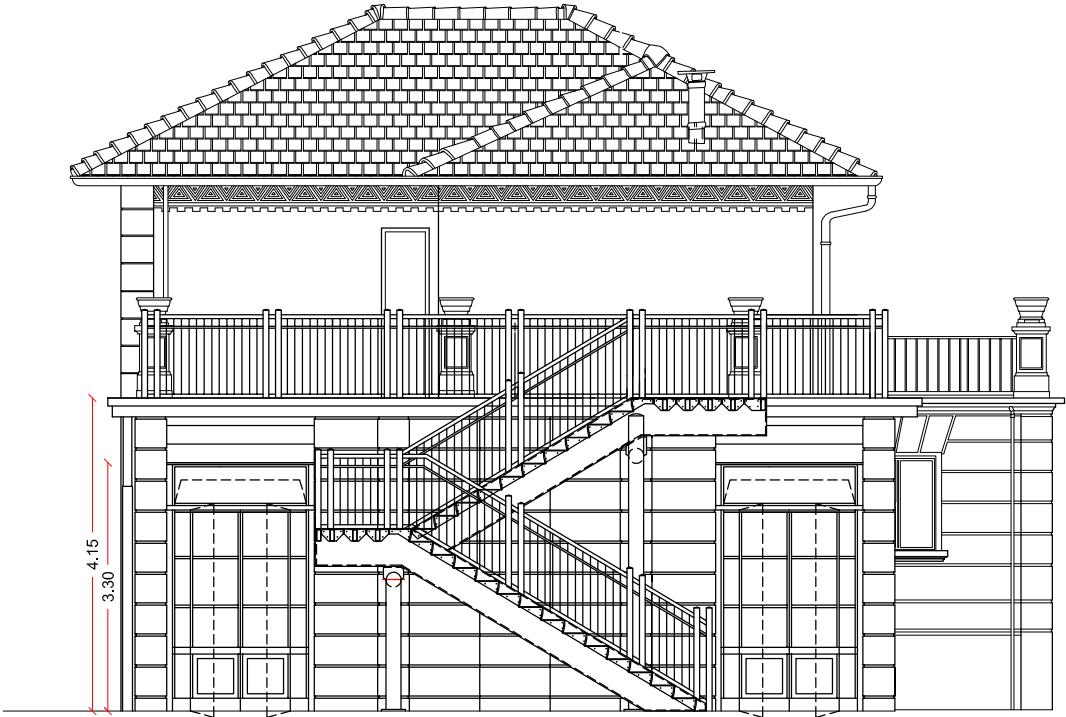


PROSPETTO NORD-EST

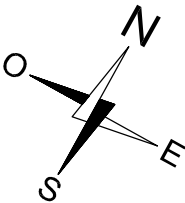


struttura portante in acciaio
serramenti con struttura metallica sottile a taglio termico in acciaio tipo "Secco" con vetrocassiere stratificate antiriflettenti; serramenti interamente apribili con
ripiegamento verso l'esterno; colore grigio scuro antracite o verde scuro senza laccature

PROSPETTO NORD-OVEST



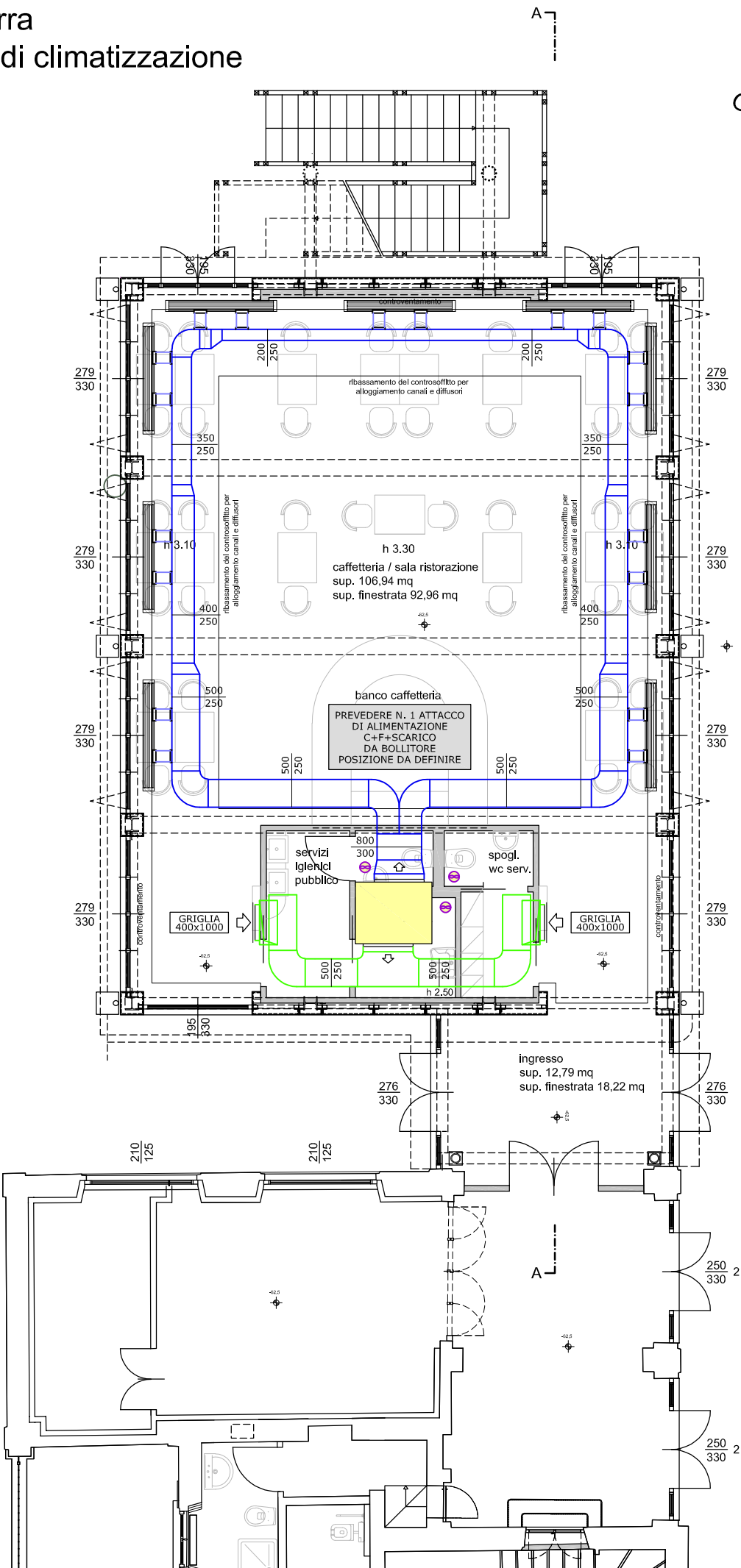
Piano Terra
Impianto di climatizzazione



patio esterno in ghiaietto

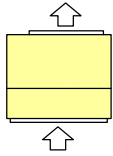
patio esterno in ghiaietto

patio esterno in ghiaietto



LEGENDA

Climatizzazione



Unità interna di climatizzazione sistema VRV, gas refrigerante R-410 A
Daikin modello FXMQ 250
Modello canalizzabile da controsoffitto ad alta prevalenza
Prevedere botola per accesso manutenzione
Collegamento a unità esterna
Daikin modello RYYQ 10 posizionata in copertura



Canale in pannello sandwich spessore 20 mm
costituito da schiuma poliuretanica rivestuto con lamina di alluminio
Servizio: trasporto aria
- mandata aria climatizzazione
- ripresa aria climatizzazione
Posa: a vista nel locale tecnico e al piano ammezzato
Posa: in controsoffitto al piano terra e primo



Griglia di ripresa in alluminio ad alette inclinate completa di filtro estraibile



Condotto flessibile fonoassorbente Ø200



Diffusore lineare a feritoie con deflettori orientabili in alluminio estruso
completo di deflettore, serranda a scorrimento e plenum isolato
Tecno-ventil modello a quattro feritoie DLF4D



Ventilatore di estrazione temporizzato

**DICHIARAZIONE
SOSTITUTIVA DI ATTO DI NOTORIETÀ**

(Art. 38 e 47 del D.P.R. 28 dicembre 2000, n.445)

Il sottoscritto **GIOVANNI TONELLI**

Residente in **VIA VALLE MARZIA** n. **31**

Comune **ROVATO** CAP **25038** Prov. **BS**

nato a **TRAVAGLIATO** Prov. **BS** il **03_01_1962**

Codice fiscale **TNLGNN62A03L339H**

Consapevole delle sanzioni penali e amministrative, nel caso di dichiarazioni non veritiere e falsità negli atti, richiamate dall'art. 76 del Decreto del Presidente della Repubblica 28.12.2000, n.445

DICHIARA SOTTO LA PROPRIA RESPONSABILITÀ

ai sensi degli articoli 38 e 47 del D.P.R. 28 dicembre 2000, n.445, che i seguenti documenti

- ☐ *Attestato di prestazione energetica*
- ☐ *Rapporto di controllo tecnico*
- ☒ *Relazione tecnica*
- ☐ *Asseverazione di conformità*
- ☐ *Attestato di qualificazione energetica*

sono stati da me redatti e sottoscritti e sono resi sotto forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'articolo 15 del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n.192, come modificato dall'art. 12 della Legge di conversione 3 agosto 2013, n. 90.

Allegati:

- ☒ Copia fotostatica di un documento di identità del sottoscrittore⁽¹⁾

Luogo e data **ROVATO, 14/02/2022**

Firma _____

⁽¹⁾ La dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà, redatta in carta semplice, deve essere corredata della fotocopia leggibile di un documento d'identità non scaduto del firmatario.