

REALIZZAZIONE DEL
NUOVO SCIENCE CENTRE
Città della Scienza

Via Coroglio 59 - 80124 - Napoli

PROGETTO DI FATTIBILITA'
TECNICO-ECONOMICA

CODICE	ELABORATO		
RE.RT	RELAZIONE ENERGETICA PRELIMINARE		
FASE	SCALA		
Conferenza di servizi	-		
DATA PRIMA EMISSIONE	REVISIONE	DATA	
31/01/2023	01	21/03/2023	

IL PROGETTISTA	RTI FINALCA INGEGNERIA s.r.l.	Capogruppo Mandataria
INTEGR. PRESTAZIONI SPECIALISTICHE	Ing. Alfredo Postiglione	
PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA	Arch. Andrea Guazzieri	
	Arch. Valerio Ciotola	
	Dinamicamente Architetti (Arch. Luciano Esposito - Arch. Biagio Bove)	
CONSULENZA ARCHITETTONICA	Arch. Raul Forsoni	
PROGETTAZIONE STRUTTURE	Ing. Nicola Marchetti	
PROGETTAZIONE IMPIANTI	ICARO s.r.l (Ing. Angelo Puerto)	Impianto di climatizzazione
	Ing. Salvatore De Lucia	Impianti elettrici e speciali
	FINALCA INGEGNERIA s.r.l	Impianti idrici e antincendio
COORD. DELLA SICUREZZA	Ing. Nicola Marchetti	
CONSULENZA SCIENTIFICA	Ing. Roberto Castelluccio	
CONS. PREVENZIONE INCENDI	Ing. Paolo Zannelli	
CONS. RISPARMIO ENERGETICO	Ing. Agata Mancini	
CONSULENZA SCIENTIFICA PAESAGGISTICA	Arch. Fabio Mangone	

INDICE

1. PREMESSA	2
2. PRESTAZIONI ENERGETICHE	3
3. OBBLIGO DI INTEGRAZIONE DELLE FONTI RINNOVABILI	4
4. RISPONDENZA DELL'INTERVENTO AI REQUISITI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI	6
5. ALLEGATI	9

1. PREMESSA

L'oggetto della presente relazione tecnica energetica di fattibilità è il nuovo edificio Science Center previsto in Via Coroglio, nel Comune di Napoli.

Ai sensi del DPR 412/93, esso ricade nella destinazione d'uso E.4: Edifici adibiti a mostre, musei, biblioteche.

L'immagine aerea seguente riporta una vista planimetrica del progetto del nuovo edificio all'interno del complesso di Città della Scienza:



Dal punto di vista strutturale, l'edificio si divide in cinque sottostrutture contigue e indipendenti alle quali si aggiungono ulteriori due corpi scala; la separazione in elevazione è ottenuta attraverso un raddoppio di pilastri posto in corrispondenza di aree di servizio. Il sistema fondale adottato, comune a tutti i corpi di fabbrica, è del tipo diretto con platea in c.a. dello spessore di 70 cm. Le strutture in elevazione sono costituite da un'intelaiatura sismo-resistente del tipo non dissipativo, data dall'assemblaggio di elementi in acciaio S355 zincato a caldo. Per i solai praticabili è stata adottata una tecnologia del tipo prefabbricato caratterizzata da lastre in c.a.p. del tipo alveolare dello spessore a secco di 36 cm. Per la copertura a falde multiple è prevista l'adozione di una struttura reticolare piana caratterizzata da arcarecci e crociere in profili "a doppio T" di uso corrente e profili del tipo alveolare HEA320/465 per le travi di falda.

2. PRESTAZIONI ENERGETICHE

Sul piano energetico, trattandosi di nuova costruzione e di edificio pubblico, l'edificio dovrà rispettare i requisiti NZEB, sintetizzati nella seguente tabella:

Parametro	Significato	Requisiti specifici
H'_{tr} [W/m ² K]	Coefficiente di scambio termico per trasmissione medio	$H'_{tr} < H'_{tr,lim}$
$A_{sol,sum}/A_t$ [-]	Area solare equivalente / Area pavimento	$(A_{sol,sum}/A_t) < (A_{sol,sum}/A_t)_{lim}$
$EP_{H,nd}$ [kWh/m ²]	Indice di prestazione energetica – fabbisogno riscaldamento	$EP_{H,nd} < (EP_{H,nd})_{lim,2019}$
$EP_{C,nd}$ [kWh/m ²]	Indice di prestazione energetica – fabbisogno raffrescamento	$EP_{C,nd} < (EP_{C,nd})_{lim,2019}$
$EP_{gl,tot}$ [kWh/m ²]	Indice di prestazione energetica – globale totale $EP_{gl,tot} = EP_H + EP_C + EP_W + EP_V + EP_L + EP_T$	$EP_{gl,tot} < (EP_{gl,tot})_{lim,2019}$
η_H [-]	Efficienza impianto di riscaldamento	$\eta_H < \eta_{H,lim}$
η_C [-]	Efficienza impianto di raffrescamento	$\eta_C < \eta_{C,lim}$
η_W [-]	Efficienza impianto di produzione ACS	$\eta_W < \eta_{W,lim}$
RER_{H+C+W} [-] ^(1,2)	Rapporto energia da fonti rinnovabili (H+C+W)	$RER_{H+C+W} > 0,65$
RER_W [-] ^(1,2)	Rapporto energia da fonti rinnovabili (W)	$RER_W > 0,65$
W_{PV} [kW] ⁽¹⁾	Potenza impianto fotovoltaico	$W_{PV} > (A_{foot-print}/20) \cdot 1,10$

⁽¹⁾ D.Lgs. 28/2011 – Allegato 3
⁽²⁾ Non richiesto in caso di teleriscaldamento per riscaldamento e acqua calda sanitaria.

In Italia, si definisce un NZEB (Nearly Zero Energy Building) come un edificio ad altissima prestazione energetica, il cui fabbisogno energetico (molto basso o quasi nullo) è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta in loco.

L'edificio sarà, quindi, progettato secondo i requisiti NZEB, grazie alla realizzazione di perimetrazioni ad alte prestazioni energetiche, all'installazione di un impianto fotovoltaico per lo sfruttamento delle energie rinnovabili, e alla scelta di impianti termici ad elevato rendimento.

In particolare, per raggiungere i più elevati livelli energetici, sono stati scelti, per le murature perimetrali esterne, pannelli prefabbricati in cemento fibro-rinforzato (UHPC) coibentato internamente, di spessore 35 mm, oltre allo spessore di isolante, diverso per le pareti esposte a Sud (isolante: XPS 11,5 mm + lana di roccia 5 mm) e per le pareti esposte a Nord (isolante: XPS 9,5 mm + lana di roccia 5 mm); la finitura interna di tali pareti è in doppio strato di lastre di gesso rivestito, di spessore 2x12.5 mm, oltre a un ulteriore strato di isolamento in lana di minerale di spessore 4 mm.

Le coperture a falda avranno una composizione simile, con variazioni dello spessore degli strati isolanti, inferiori rispetto alle pareti, al fine di consentire il comportamento ottimale della struttura nella stagione invernale e nella stagione estiva.

Le soluzioni adottate garantiranno eccellenti valori di trasmittanza e di sfasamento termico, la migrazione del vapore acqueo e un elevato isolamento acustico. Il dettaglio delle stratigrafie è riportato nell'allegato "Schede tecniche dei componenti opachi".

Gli infissi saranno in metallo a taglio termico con doppio o triplo vetro basso emissivo; in particolare, sono previsti infissi dalle prestazioni più elevate sui prospetti con esposizione nell'emisfero Sud, con triplo vetro e schermature solari integrate e infissi dalle prestazioni meno elevate sui prospetti con esposizione nell'emisfero Nord, in modo da garantire, sempre nel rispetto dei requisiti minimi energetici vigenti, la necessaria permeabilità dell'involucro ai fini delle prestazioni della climatizzazione estiva. Il dettaglio delle caratteristiche degli infissi previsti è riportato nell'allegato "Schede tecniche dei componenti trasparenti".

Con riferimento agli impianti, il riscaldamento sarà del tipo a pavimento radiante e ventilconvettori, secondo le necessità dei vari ambienti e zone, garantendo il miglior comfort ambientale, relativamente alla distribuzione della temperatura negli ambienti; i generatori di calore saranno del tipo a pompa di calore aria-acqua. Per provvedere alla qualità dell'aria indoor sarà previsto un impianto VMC (Ventilazione Meccanica Controllata).

L'impianto di illuminazione sarà realizzato utilizzando esclusivamente corpi illuminanti equipaggiati con lampade LED; il comando di accensione dei circuiti luce saranno ubicati all'interno degli ambienti medesimi mentre nei locali con permanenza limitata (bagni, ecc.) il comando sarà eseguito automaticamente in modo centralizzato e/o sulla base di segnali comandati dai sensori di presenza. In tutti gli ambienti sarà garantito il controllo del sistema di illuminazione attraverso apparecchi regolabili e sensori di luminosità che comanderanno la regolazione in funzione del livello di luce naturale rilevata.

L'edificio sarà dotato di un sistema di supervisione e domotica con un BACS di classe A, che integri tutti gli impianti elettrici e speciali, gli HVAC e l'illuminazione esterna e interna. Il sistema garantirà la corretta gestione degli impianti, finalizzata all'ottimizzazione dei consumi energetici e alla corretta manutenzione degli stessi.

3. OBBLIGO DI INTEGRAZIONE DELLE FONTI RINNOVABILI

Il D. Lgs. 28/2011 impone, all'art. 11, l'obbligo di integrazione delle fonti rinnovabili nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, secondo i requisiti di cui all'allegato 3 dello stesso decreto, come modificato dal D.Lgs. 199/2021, che richiede che, a decorrere dal 13 giugno 2022, gli edifici siano progettati e realizzati in modo da:

1. Garantire, tramite il ricorso ad impianti alimentati da fonti rinnovabili, il contemporaneo rispetto della copertura del 60% (65% per gli edifici pubblici) dei consumi previsti per la produzione di acqua calda sanitaria e del 60% (65% per gli edifici pubblici) della somma dei consumi previsti per la produzione di acqua calda sanitaria, la climatizzazione invernale e la climatizzazione estiva;
2. Assicurare una potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, misurata in kW, calcolata secondo la seguente formula:

$$P = k \times S$$

dove:

K è uguale a 0,025 per gli edifici esistenti e 0,05 per gli edifici di nuova costruzione, valori aumentati del 10% in caso di edifici pubblici;

S è la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno ovvero la proiezione al suolo della sagoma dell'edificio. Nel calcolo della superficie in pianta non si tengono in considerazione le pertinenze, sulle quali tuttavia è consentita l'installazione degli impianti.

In caso di utilizzo di pannelli solari termici o fotovoltaici disposti sui tetti degli edifici, i predetti componenti devono essere aderenti o integrati nei tetti medesimi, con la stessa inclinazione e lo stesso orientamento della falda.

Nel caso specifico, la superficie in pianta prevista per l'edificio è 4.567 m² e, a fronte di una potenza minima richiesta pari a 251,2 kW (= 4.567 x 0,05 x 1,1), è stata prevista l'installazione di pannelli fotovoltaici per una potenza complessiva di 271,2 kW, installati in parte su una delle falde di copertura dell'edificio esposte a Sud (circa 570 m², per una potenza complessiva di 128 kW) e in parte sulle coperture delle pertinenze (circa 630 m², per una potenza complessiva di circa 143,2 kW).

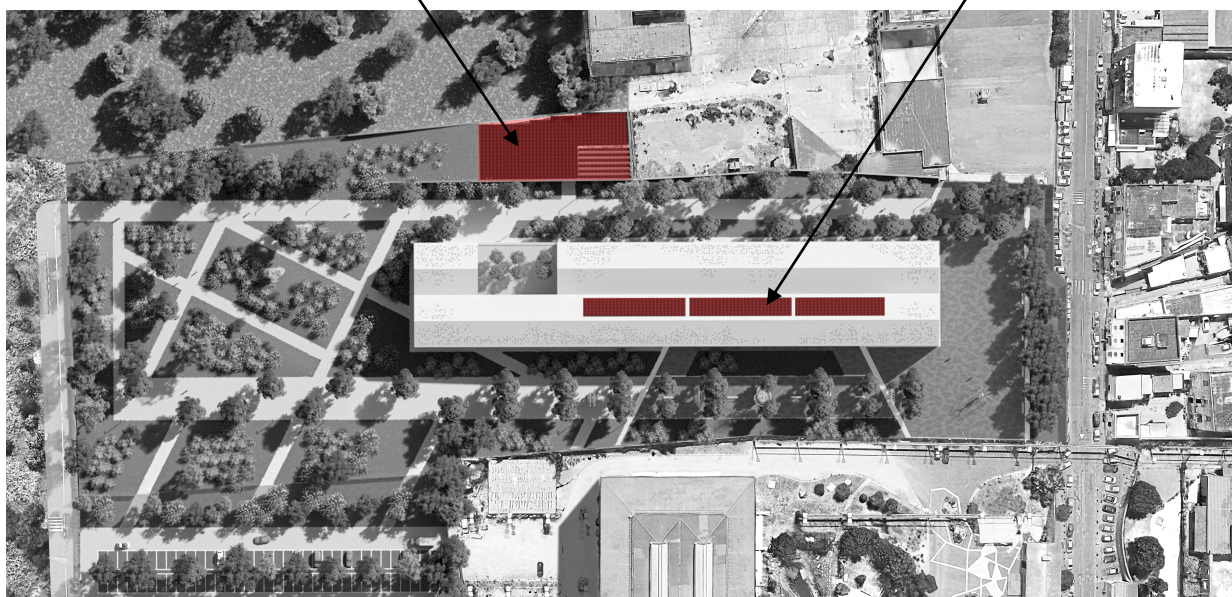
L'impianto sarà quindi suddiviso in n. 3 sezioni, ciascuna caratterizzata da una tipologia di pannelli e modalità di installazione, come sintetizzato nella tabella seguente:

Sezione	Numero pannelli	Potenza pannelli (Wp)	Potenza (kW)	Energia (kWh)
1 Falda interna Sud	320	400	128,00	91.115,47
2 Locali tecnici – area UTA	48	430	20,64	32.122,56
3 Copertura Blocco tecnico	285	430	122,55	62.368,35
Totale	653		271,19	385.606,38

L'impianto sarà, quindi, in grado di produrre circa 385.600 kWh/anno di energia elettrica, che contribuiranno in maniera significativa al fabbisogno elettrico stimato per gli usi previsti nell'edificio in questione, assicurando la copertura di oltre il 65% dei consumi previsti per climatizzazione invernale, estiva e acqua calda sanitaria.

Impianto fotovoltaico su locali tecnici:
superficie 630 m² circa, potenza 143,2
kW circa

Impianto fotovoltaico su falda Sud-Est
interna: superficie 570 m² circa,
potenza 128 kW



4. RISPONDENZA DELL'INTERVENTO AI REQUISITI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI

La prestazione energetica calcolata per l'immobile è elevata, consentendo il raggiungimento della massima classe energetica.

La qualità invernale dell'involucro progettato è ottima, mentre la qualità estiva dello stesso è bassa, non essendo tecnicamente possibile raggiungere elevate qualità estive con pareti di tamponamento leggero, a bassa capacità termica, come nel caso in esame. Per soddisfare i requisiti normativi, si è quindi sopperito alla carenza di capacità termica, caratteristica delle pareti "pesanti", con una riduzione della trasmittanza termica e un'accurata scelta degli isolanti e della stratigrafia.



Sono stati, in tal modo, soddisfatti tutti i requisiti normativi relativi all'involucro edilizio. I valori dei principali parametri che intervengono nella definizione delle prestazioni energetiche dell'edificio sono riportati nelle tabelle che seguono:

Riepilogo energia primaria				
DESCRIZIONE	Simbolo	U.M.	Edificio reale	Ed. riferimento
Energia primaria globale non rinnovabile	EPgl,nren	kWh/m² anno	46,91	96,07
Energia primaria globale rinnovabile	EPgl,ren	kWh/m² anno	94,53	84,10
Energia primaria globale totale	EPgl,tot	kWh/m² anno	141,44	180,17
Emissioni CO2			11,07	9,75
Classificazione EPgl,nren,rif,standard(2019/21)			A4	
Servizio: Riscaldamento				
Indice di prestazione termica utile per il riscaldamento	EPH,nd	kWh/m² anno	33,99	40,49
Rendimento medio stagionale	η_H	-	0,837	0,645
Energia primaria non rinnovabile per il servizio	EPH,nren	kWh/m² anno	21,67	19,68
Energia primaria rinnovabile per il servizio	EPH,ren	kWh/m² anno	18,92	43,06
Energia primaria totale per il servizio	EPH	kWh/m² anno	40,60	62,74
Servizio: Produzione acqua calda sanitaria				
Indice di prestazione termica utile per ACS	EPW,nd	kWh/m² anno	0,17	0,17
Rendimento medio stagionale	η_W	-	0,838	0,629
Energia primaria non rinnovabile per il servizio	EPW,nren	kWh/m² anno	0,06	0,04
Energia primaria rinnovabile per il servizio	EPW,ren	kWh/m² anno	0,14	0,23
Energia primaria totale per il servizio	EPW	kWh/m² anno	0,20	0,26



Servizio: Raffrescamento

Indice di prestazione termica utile per raffrescamento	EPC,nd kWh/m ² anno	45,21	45,52
Rendimento medio stagionale	η_C	1,015	2,032
Energia primaria non rinnovabile per il servizio	EPC,nren kWh/m ² anno	5,36	0,00
Energia primaria rinnovabile per il servizio	EPC,ren kWh/m ² anno	39,19	22,40
Energia primaria totale per il servizio	EPC	44,55	22,40



Servizio: Illuminazione

Energia primaria non rinnovabile per il servizio	EPL,nren kWh/m ² anno	8,19	43,29
Energia primaria rinnovabile per il servizio	EPL,ren kWh/m ² anno	19,97	10,43
Energia primaria totale per il servizio	EPL	28,16	53,72



Servizio: Ventilazione meccanica

Energia primaria non rinnovabile per il servizio	EPV,nren kWh/m ² anno	11,63	33,07
Energia primaria rinnovabile per il servizio	EPV,ren kWh/m ² anno	16,31	7,97
Energia primaria totale per il servizio	EPV	27,94	41,04

5. ALLEGATI

1. Scheda di sintesi dei componenti disperdenti opachi
2. Scheda di sintesi dei componenti finestrati
3. Scheda di sintesi della copertura da fonti energetiche rinnovabili

RELAZIONE ENERGETICA PRELIMINARE

ALLEGATO 1 – CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE COMPONENTI OPACHI

Tipologia: **Solaio Esterno**

Confine: **Esterno**

Codice: **S6-E**

Descrizione: **Solaio fuoriterza tipo 6**

Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	C [J/kgK]	μ [-]	R [m ² K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,100
1	Cartongesso in lastre	0,013	0,250	900,00	1000,00	4	0,050
2	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,030	0,039	200,00	1030,00	1	0,769
3	Aria non ventilata 25 mm (flusso orizzontale)	0,250	-	1,30	1000,00	1	0,180
4	Solaio a lastre tralicciate in c.a. con PSE (predalles) da 20 cm	0,200	-	2000,00	1000,00	100	0,347
5	Solaio a lastre tralicciate in c.a. con PSE (predalles) da 20 cm	0,200	-	2000,00	1000,00	100	0,347
6	Solaio a lastre tralicciate in c.a. con PSE (predalles) da 30 cm	0,300	-	2000,00	1000,00	100	0,500
7	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	0,050	2,150	2400,00	1000,00	100	0,023
8	Barriera vapore in fogli di PVC	0,002	0,160	1400,00	1300,00	10000	0,013
9	Poliuretano espanso in discontinuo in lastre	0,030	0,034	50,00	1300,00	140	0,882
10	Massetto in calcestruzzo alleggerito (900 kg/m ³)	0,030	0,580	900,00	1000,00	60	0,052
11	Impermeabilizzazione con PVC in fogli	0,002	0,160	1400,00	1300,00	50000	0,013
12	Massetto in calcestruzzo alleggerito (900 kg/m ³)	0,040	0,580	900,00	1000,00	60	0,069
13	Piastrelle in cemento e ghiaia	0,010	1,400	2000,00	840,00	100	0,007
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	TOTALE	1,157					3,392

Legenda

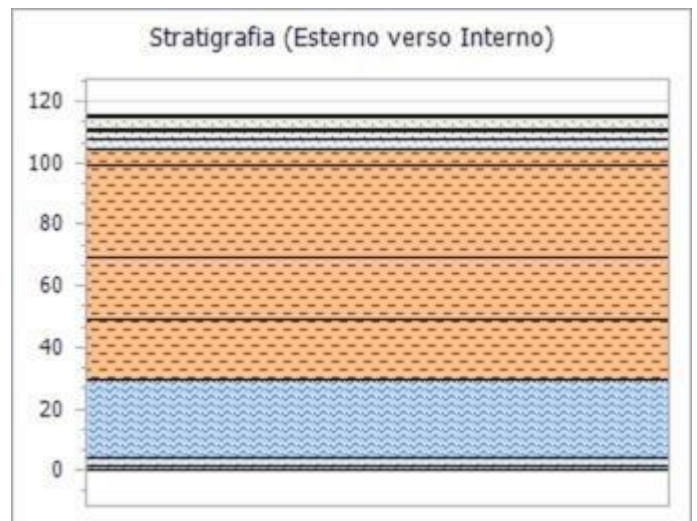
s Spessore dello strato
 ρ Massa volumica

λ Conducibilità termica del materiale
 μ Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale
 R Resistenza termica degli strati

Parametri termici

Spessore	s	115,65	cm
Trasmittanza termica	U	0,295	W/m ² K
Resistenza termica	R	3,392	m ² K/W
Massa superficiale	M	1627,68	Kg/m ²
Capacità termica	C	1626,79	kJ/m ² K
Trasmittanza termica periodica	Y _{IE}	0,000	W/m ² K
Capacità termica areica interna	k ₁	17,56	kJ/m ² K
Capacità termica areica esterna	k ₂	70,19	kJ/m ² K
Fattore di attenuazione	f _d	0,000	-
Sfasamento	ϕ	12,93	h
Ammettenza termica interna	Y _{ii}	1,277	W/m ² K
Ammettenza termica esterna	Y _{ee}	5,104	W/m ² K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M _S	1616,43	kg/m ²



Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Umidità critica (ϕ_{cr}) muffa:

Umidità critica (ϕ_{cr}) condensa:

Temperature interne e umidità nota

0,80 [-]

1,00 [-]

Condizioni a contorno

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	θ_i [°C]	φ_i [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	7,80	79,96	846	1058	20,00	65,00	1519	2337
Febbraio	6,80	76,27	753	988	20,00	65,00	1519	2337
Marzo	9,50	70,40	836	1187	20,00	65,00	1519	2337
Aprile	12,60	78,57	1146	1458	26,00	65,00	1341	2063
Maggio	17,30	64,11	1265	1974	26,00	65,00	1341	2063
Giugno	21,00	67,75	1684	2486	26,00	65,00	1616	2486
Luglio	23,10	63,87	1804	2825	26,00	65,00	1836	2825
Agosto	23,60	61,12	1779	2911	26,00	65,00	1892	2911
Settembre	19,70	71,17	1633	2294	26,00	65,00	1491	2294
Ottobre	16,00	72,82	1323	1817	26,00	65,00	1341	2063
Novembre	9,70	72,22	869	1203	20,00	65,00	1519	2337
Dicembre	7,90	75,66	806	1065	20,00	65,00	1519	2337

Legenda simboli

θ - Temperatura
 φ - Umidità relativa
 P - Pressione

Legenda pedici

i - Interna
 e - Esterna
 vap - Vapore
 sat - Saturazione

Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi
% - Percentuale
Pa - Pascal

Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1899	1899	1899	1676	1676	2020	2295	2365	1864	1676	1899	1899
$\theta_{si,min}$	°C	16,69	16,69	16,69	14,74	14,74	17,66	19,71	20,20	16,40	14,74	16,69	16,69
$f_{R,si,min}$	[-]	0,729	0,749	0,685	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,679	0,726

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie
 $f_{R,si,min}$ Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Febbraio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,749

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,971

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1519	1519	1519	1341	1341	1616	1836	1892	1491	1341	1519	1519
$\theta_{si,min}$	°C	13,22	13,22	13,22	11,33	11,33	14,17	16,16	16,64	12,94	11,33	13,22	13,22
$f_{R,si,min}$	[-]	0,445	0,487	0,355	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,342	0,440

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie
 $f_{R,si,min}$ Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Febbraio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,487

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,971

Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

Tipologia: **Parete Esterna**
Codice: **CDS PE A-Nord**

Confine: **Esterno**
Descrizione: **Parete prefabbricata in calcestruzzo isolato**

Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	C [J/kgK]	μ [-]	R [m ² K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Cartongesso in lastre	0,025	0,250	900,00	1000,00	4	0,100
2	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,040	0,039	200,00	1030,00	1	1,026
3	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. asc.)	0,300	-	1,30	1000,00	1	0,080
4	Aria debolmente ventilata 50 mm (fl. asc.)	0,040	-	1,30	1000,00	1	0,080
5	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,050	0,039	200,00	1030,00	1	1,282
6	Barriera vapore in fogli di polietilene	0,002	0,350	950,00	2100,00	50000	0,006
7	Polistirene espanso sint. in lastre	0,095	0,040	30,00	1250,00	75	2,375
8	Pannello prefabbricato in cls	0,035	1,580	2000,00	880,00	60	0,022
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	TOTALE	0,587					5,141

Legenda

s Spessore dello strato
 ρ Massa volumica

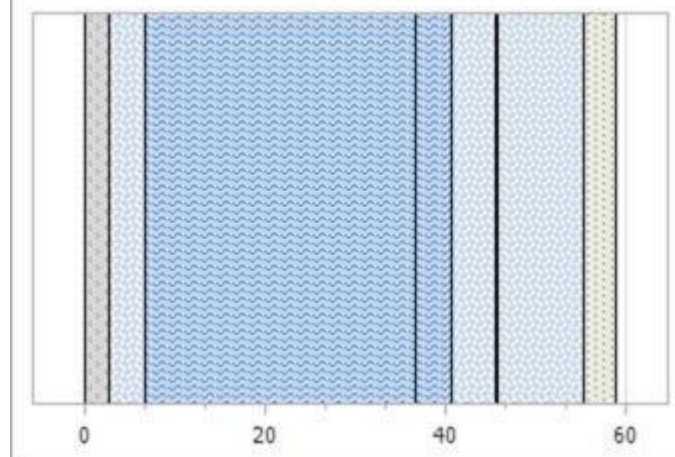
λ Conducibilità termica del materiale
 μ Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

C Calore specifico del materiale
R Resistenza termica degli strati

Parametri termici

Spessore	s	58,7	cm
Trasmittanza termica	U	0,195	W/m ² K
Resistenza termica	R	5,141	m ² K/W
Massa superficiale	M	115,69	Kg/m ²
Capacità termica	C	110,63	kJ/m ² K
Trasmittanza termica periodica	Y _{IE}	0,106	W/m ² K
Capacità termica areica interna	k ₁	27,73	kJ/m ² K
Capacità termica areica esterna	k ₂	63,32	kJ/m ² K
Fattore di attenuazione	f _d	0,546	-
Sfasamento	ϕ	7,47	h
Ammettenza termica interna	Y _{ii}	1,912	W/m ² K
Ammettenza termica esterna	Y _{ee}	4,499	W/m ² K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M _S	93,19	kg/m ²

Stratigrafia



Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Umidità critica (ϕ_{cr}) muffa:

Temperature interne e umidità nota

0,80 [-]

Umidità critica (ϕ_{cr}) condensa:

1,00 [-]

Condizioni a contorno

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	θ_i [°C]	φ_i [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,80	80,11	970	1211	20,00	65,00	1519	2337
Febbraio	8,80	76,40	865	1132	20,00	65,00	1519	2337
Marzo	11,50	70,52	956	1356	20,00	65,00	1519	2337
Aprile	14,60	78,71	1307	1661	26,00	65,00	1341	2063
Maggio	19,30	64,22	1437	2238	26,00	65,00	1454	2238
Giugno	23,00	67,86	1905	2808	26,00	65,00	1825	2808
Luglio	25,10	63,97	2037	3185	26,00	65,00	2070	3185
Agosto	25,60	61,22	2009	3281	26,00	65,00	2133	3281
Settembre	21,70	71,29	1850	2594	26,00	65,00	1686	2594
Ottobre	18,00	72,94	1505	2063	26,00	65,00	1341	2063
Novembre	11,70	72,35	994	1374	20,00	65,00	1519	2337
Dicembre	9,90	75,80	924	1219	20,00	65,00	1519	2337

Legenda simboli

θ - Temperatura
 φ - Umidità relativa
 P - Pressione

Legenda pedici

i - Interna
 e - Esterna
 vap - Vapore
 sat - Saturazione

Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi
% - Percentuale
Pa - Pascal

Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1899	1899	1899	1676	1818	2281	2588	2666	2108	1676	1899	1899
$\theta_{si,min}$	°C	16,69	16,69	16,69	14,74	16,01	19,61	21,66	22,14	18,35	14,74	16,69	16,69
$f_{R,si,min}$	[-]	0,675	0,704	0,610	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,601	0,672

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie
 $f_{R,si,min}$ Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Febbraio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,704

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,975

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1519	1519	1519	1341	1454	1825	2070	2133	1686	1341	1519	1519
$\theta_{si,min}$	°C	13,22	13,22	13,22	11,33	12,56	16,07	18,06	18,53	14,84	11,33	13,22	13,22
$f_{R,si,min}$	[-]	0,336	0,395	0,203	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,184	0,329

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie
 $f_{R,si,min}$ Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Febbraio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,395

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,975

Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

Tipologia: **Parete Esterna**

Confine: **Aree interne di circolazione (senza muri esterni)
(Btr,x: 0)**

Codice: **PI01-1**

Descrizione: **Parete verso locali non riscaldati**

Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	μ [-]	R [m ² K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Cartongesso in lastre	0,025	0,250	900,00	1000,00	4	0,100
2	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,160	0,033	120,00	1030,00	1	4,848
3	Cartongesso in lastre	0,025	0,250	900,00	1000,00	4	0,100
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	TOTALE	0,210					5,218

Legenda

s Spessore dello strato
 ρ Massa volumica

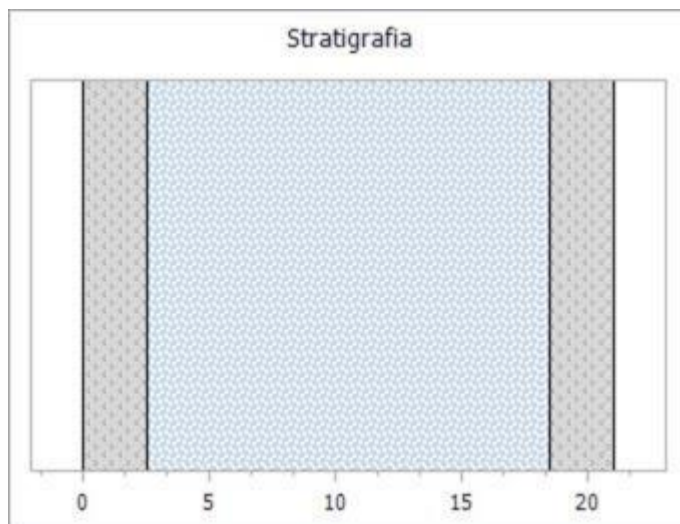
λ Conducibilità termica del materiale
 μ Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale
R Resistenza termica degli strati

Parametri termici

Spessore	s	21	cm
Trasmittanza termica	U	0,192	W/m ² K
Resistenza termica	R	5,218	m ² K/W
Massa superficiale	M	64,20	Kg/m ²
Capacità termica	C	64,78	kJ/m ² K
Trasmittanza termica periodica	Y _{IE}	0,136	W/m ² K
Capacità termica areica interna	k ₁	26,66	kJ/m ² K
Capacità termica areica esterna	k ₂	28,50	kJ/m ² K
Fattore di attenuazione	f _d	0,710	-
Sfasamento	ϕ	6,14	h
Ammettenza termica interna	Y _{ii}	1,815	W/m ² K
Ammettenza termica esterna	Y _{ee}	1,942	W/m ² K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M _S	19,20	kg/m ²

Stratigrafia



Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Temperature interne e umidità nota

Umidità critica (ϕ_{cr}) muffa:

0,80 [-]

Umidità critica (ϕ_{cr}) condensa:

1,00 [-]

Condizioni a contorno

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	θ_i [°C]	φ_i [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	20,00	41,51	970	2337	20,00	65,00	1519	2337
Febbraio	20,00	37,01	865	2337	20,00	65,00	1519	2337
Marzo	20,00	40,93	956	2337	20,00	65,00	1519	2337
Aprile	20,00	55,94	1307	2337	26,00	65,00	1519	2337
Maggio	20,00	61,49	1437	2337	26,00	65,00	1519	2337
Giugno	20,00	81,53	1905	2337	26,00	65,00	1519	2337
Luglio	20,00	87,18	2037	2337	26,00	65,00	1519	2337
Agosto	20,00	85,95	2009	2337	26,00	65,00	1519	2337
Settembre	20,00	79,14	1850	2337	26,00	65,00	1519	2337
Ottobre	20,00	64,38	1505	2337	26,00	65,00	1519	2337
Novembre	20,00	42,54	994	2337	20,00	65,00	1519	2337
Dicembre	20,00	39,54	924	2337	20,00	65,00	1519	2337

Legenda simboli	Legenda pedici	Legenda unità di misura
θ - Temperatura	i - Interna	°C - Gradi centigradi
φ - Umidità relativa	e - Esterna	% - Percentuale
P - Pressione	vap - Vapore	Pa - Pascal
	sat - Saturazione	

Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1899	1899	1899	1899	1899	1899	1899	1899	1899	1899	1899	1899
$\theta_{si,min}$	°C	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69
$f_{R,si,min}$	[-]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Legenda		
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie	$\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile
$f_{R,si,min}$	Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie	

Mese critico:		Gennaio
Fattore di temperatura del mese critico:	$f_{R,si,max}$	0,000
Fattore di temperatura del componente:	$f_{R,si}$	0,975
Verifica muffa:	$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$	Verificato

Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519
$\theta_{si,min}$	°C	13,22	13,22	13,22	13,22	13,22	13,22	13,22	13,22	13,22	13,22	13,22	13,22
$f_{R,si,min}$	[-]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Legenda		
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie	$\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile
$f_{R,si,min}$	Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie	

Mese critico:		Gennaio
Fattore di temperatura del mese critico:	$f_{R,si,max}$	0,000
Fattore di temperatura del componente:	$f_{R,si}$	0,975
Verifica condensa superficiale:	$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$	Verificato

Tipologia: **Parete Esterna**

Confine: **Esterno**

Codice: **CDS PE A**

Descrizione: **Parete prefabbricata in calcestruzzo isolato**

Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	μ [-]	R [m ² K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Cartongesso in lastre	0,025	0,250	900,00	1000,00	4	0,100
2	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,040	0,039	200,00	1030,00	1	1,026
3	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. asc.)	0,300	-	1,30	1000,00	1	0,080
4	Aria debolmente ventilata 50 mm (fl. asc.)	0,040	-	1,30	1000,00	1	0,080
5	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,050	0,039	200,00	1030,00	1	1,282
6	Barriera vapore in fogli di polietilene	0,002	0,350	950,00	2100,00	50000	0,006
7	Polistirene espanso sint. in lastre	0,115	0,040	30,00	1250,00	75	2,875
8	Pannello prefabbricato in cls	0,035	1,580	2000,00	880,00	60	0,022
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	TOTALE	0,607					5,641

Legenda

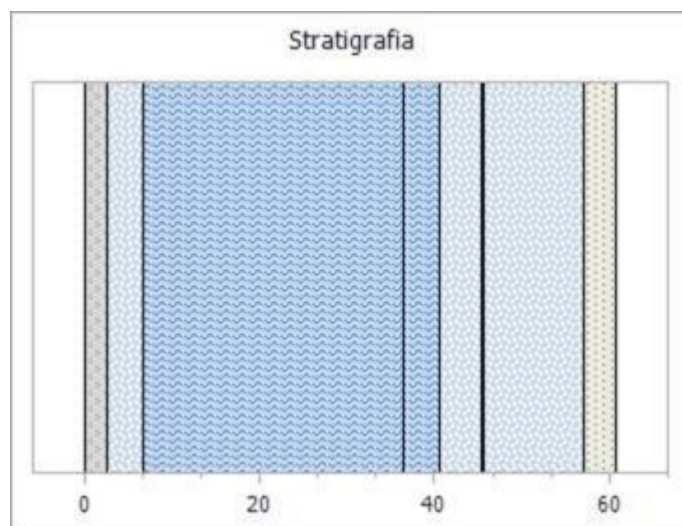
s Spessore dello strato
 ρ Massa volumica

λ Conducibilità termica del materiale
 μ Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale
R Resistenza termica degli strati

Parametri termici

Spessore	s	60,7	cm
Trasmittanza termica	U	0,177	W/m ² K
Resistenza termica	R	5,641	m ² K/W
Massa superficiale	M	116,29	Kg/m ²
Capacità termica	C	111,38	kJ/m ² K
Trasmittanza termica periodica	Y_{IE}	0,091	W/m ² K
Capacità termica areica interna	k_1	27,55	kJ/m ² K
Capacità termica areica esterna	k_2	63,05	kJ/m ² K
Fattore di attenuazione	f_d	0,511	-
Sfasamento	ϕ	7,84	h
Ammettenza termica interna	Y_{ii}	1,913	W/m ² K
Ammettenza termica esterna	Y_{ee}	4,496	W/m ² K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M_s	93,79	kg/m ²



Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Umidità critica (ϕ_{cr}) muffa:

Umidità critica (ϕ_{cr}) condensa:

Temperature interne e umidità nota

0,80 [-]

1,00 [-]

Condizioni a contorno

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	θ_i [°C]	φ_i [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,80	80,11	970	1211	20,00	65,00	1519	2337
Febbraio	8,80	76,40	865	1132	20,00	65,00	1519	2337
Marzo	11,50	70,52	956	1356	20,00	65,00	1519	2337
Aprile	14,60	78,71	1307	1661	26,00	65,00	1341	2063
Maggio	19,30	64,22	1437	2238	26,00	65,00	1454	2238
Giugno	23,00	67,86	1905	2808	26,00	65,00	1825	2808
Luglio	25,10	63,97	2037	3185	26,00	65,00	2070	3185
Agosto	25,60	61,22	2009	3281	26,00	65,00	2133	3281
Settembre	21,70	71,29	1850	2594	26,00	65,00	1686	2594
Ottobre	18,00	72,94	1505	2063	26,00	65,00	1341	2063
Novembre	11,70	72,35	994	1374	20,00	65,00	1519	2337
Dicembre	9,90	75,80	924	1219	20,00	65,00	1519	2337

Legenda simboli

θ - Temperatura
 φ - Umidità relativa
 P - Pressione

Legenda pedici

i - Interna
 e - Esterna
 vap - Vapore
 sat - Saturazione

Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi
% - Percentuale
Pa - Pascal

Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1899	1899	1899	1676	1818	2281	2588	2666	2108	1676	1899	1899
$\theta_{si,min}$	°C	16,69	16,69	16,69	14,74	16,01	19,61	21,66	22,14	18,35	14,74	16,69	16,69
$f_{R,si,min}$	[-]	0,675	0,704	0,610	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,601	0,672

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie
 $f_{R,si,min}$ Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Febbraio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,704

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,977

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1519	1519	1519	1341	1454	1825	2070	2133	1686	1341	1519	1519
$\theta_{si,min}$	°C	13,22	13,22	13,22	11,33	12,56	16,07	18,06	18,53	14,84	11,33	13,22	13,22
$f_{R,si,min}$	[-]	0,336	0,395	0,203	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,184	0,329

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie
 $f_{R,si,min}$ Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Febbraio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,395

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,977

Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

Tipologia: **Pavimento Esterno**

Confine: **Esterno**

Codice: **S1-A**

Descrizione: **Solaio contro terra tipo 1**

Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	μ [-]	R [m ² K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,170
1	Piastrelle in cemento e marmo	0,010	1,500	2200,00	840,00	100	0,007
2	Massetto in calcestruzzo alleggerito (1400 kg/m ³)	0,080	0,580	1400,00	1000,00	60	0,138
3	Polistirene espanso in lastre termocompresse	0,050	0,039	30,00	1250,00	60	1,282
4	Barriera vapore in fogli di polietilene	0,002	0,350	950,00	2100,00	50000	0,006
5	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	0,750	2,150	2400,00	1000,00	100	0,349
6	Impermeabilizzazione con PVC in fogli	0,002	0,160	1400,00	1300,00	50000	0,013
7	Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	0,100	0,150	400,00	1000,00	60	0,667
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	TOTALE	0,994					2,670

Legenda

s Spessore dello strato

ρ Massa volumica

λ Conducibilità termica del materiale

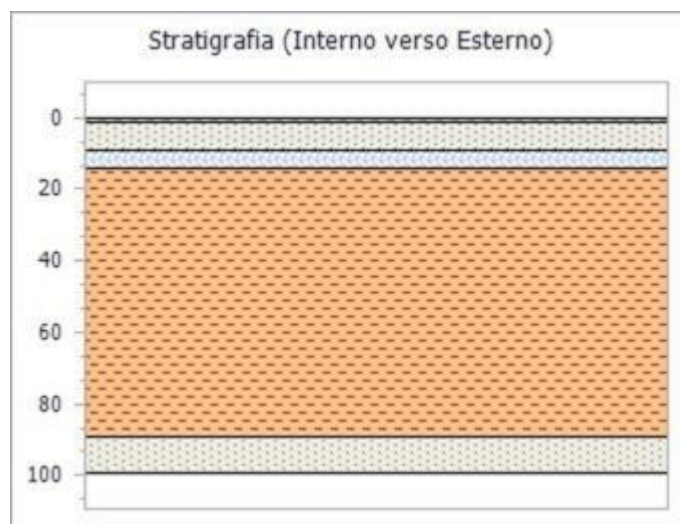
μ Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale

R Resistenza termica degli strati

Parametri termici

Spessore	s	99,4	cm
Trasmittanza termica	U	0,374	W/m ² K
Resistenza termica	R	2,670	m ² K/W
Massa superficiale	M	1980,20	Kg/m ²
Capacità termica	C	1979,99	kJ/m ² K
Trasmittanza termica periodica	Y_{IE}	0,000	W/m ² K
Capacità termica areica interna	k_1	56,39	kJ/m ² K
Capacità termica areica esterna	k_2	24,66	kJ/m ² K
Fattore di attenuazione	f_d	0,001	-
Sfasamento	ϕ	27,49	h
Ammettenza termica interna	Y_{ii}	4,101	W/m ² K
Ammettenza termica esterna	Y_{ee}	1,793	W/m ² K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M_s	1980,20	kg/m ²



Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Umidità critica (ϕ_{cr}) muffa:

Umidità critica (ϕ_{cr}) condensa:

Temperature interne e umidità nota

0,80 [-]

1,00 [-]

Condizioni a contorno

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	θ_i [°C]	φ_i [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,80	80,11	970	1211	20,00	65,00	1519	2337
Febbraio	8,80	76,40	865	1132	20,00	65,00	1519	2337
Marzo	11,50	70,52	956	1356	20,00	65,00	1519	2337
Aprile	14,60	78,71	1307	1661	26,00	65,00	1341	2063
Maggio	19,30	64,22	1437	2238	26,00	65,00	1454	2238
Giugno	23,00	67,86	1905	2808	26,00	65,00	1825	2808
Luglio	25,10	63,97	2037	3185	26,00	65,00	2070	3185
Agosto	25,60	61,22	2009	3281	26,00	65,00	2133	3281
Settembre	21,70	71,29	1850	2594	26,00	65,00	1686	2594
Ottobre	18,00	72,94	1505	2063	26,00	65,00	1341	2063
Novembre	11,70	72,35	994	1374	20,00	65,00	1519	2337
Dicembre	9,90	75,80	924	1219	20,00	65,00	1519	2337

Legenda simboli
 θ - Temperatura
 φ - Umidità relativa
 P - Pressione

Legenda pedici
 i - Interna
 e - Esterna
 vap - Vapore
 sat - Saturazione

Legenda unità di misura
°C - Gradi centigradi
% - Percentuale
Pa - Pascal

Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1899	1899	1899	1676	1818	2281	2588	2666	2108	1676	1899	1899
$\theta_{si,min}$	°C	16,69	16,69	16,69	14,74	16,01	19,61	21,66	22,14	18,35	14,74	16,69	16,69
$f_{R,si,min}$	[-]	0,675	0,704	0,610	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,601	0,672

Legenda
 $P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie
 $\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile
 $f_{R,si,min}$ Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico: Febbraio
Fattore di temperatura del mese critico: $f_{R,si,max}$ 0,704
Fattore di temperatura del componente: $f_{R,si}$ 0,936
Verifica muffa: $(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$ **Verificato**

Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1519	1519	1519	1341	1454	1825	2070	2133	1686	1341	1519	1519
$\theta_{si,min}$	°C	13,22	13,22	13,22	11,33	12,56	16,07	18,06	18,53	14,84	11,33	13,22	13,22
$f_{R,si,min}$	[-]	0,336	0,395	0,203	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,184	0,329

Legenda
 $P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie
 $\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile
 $f_{R,si,min}$ Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico: Febbraio
Fattore di temperatura del mese critico: $f_{R,si,max}$ 0,395
Fattore di temperatura del componente: $f_{R,si}$ 0,936
Verifica condensa superficiale: $(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$ **Verificato**

Tipologia: **Solaio Esterno**

Confine: **Esterno**

Codice: **SOL_E4A**

Descrizione: **4A - Copertura in pannello prefabbricato di cls isolato**

Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	μ [-]	R [m ² K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,100
1	Cartongesso in lastre	0,025	0,250	900,00	1000,00	4	0,100
2	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,040	0,039	200,00	1030,00	1	1,026
3	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. asc.)	0,300	-	1,30	1000,00	1	0,080
4	Aria debolmente ventilata 5 mm	0,040	-	1,30	1000,00	1	0,055
5	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,040	0,033	120,00	1030,00	1	1,212
6	Barriera vapore in fogli di PVC	0,002	0,160	1400,00	1300,00	10000	0,013
7	Polistirene espanso sint. in lastre	0,065	0,040	30,00	1250,00	75	1,625
8	Pannello prefabbricato in cls	0,035	1,580	2000,00	880,00	60	0,022
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	TOTALE	0,547					4,272

Legenda

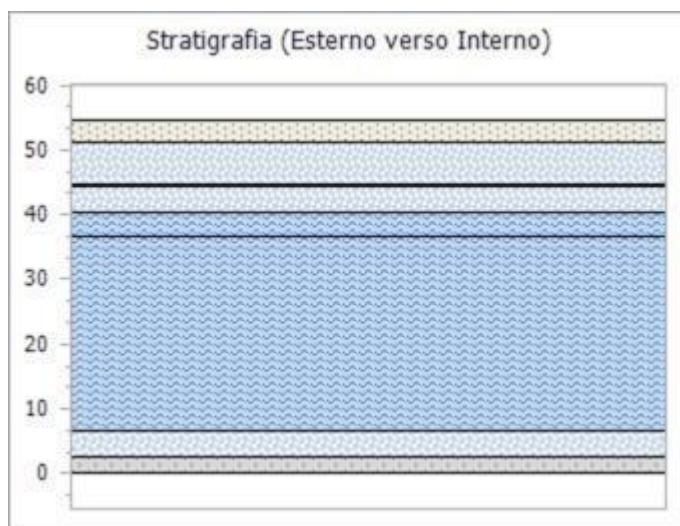
s Spessore dello strato
 ρ Massa volumica

λ Conducibilità termica del materiale
 μ Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale
R Resistenza termica degli strati

Parametri termici

Spessore	s	54,7	cm
Trasmittanza termica	U	0,234	W/m ² K
Resistenza termica	R	4,272	m ² K/W
Massa superficiale	M	110,49	Kg/m ²
Capacità termica	C	103,80	kJ/m ² K
Trasmittanza termica periodica	Y_{IE}	0,176	W/m ² K
Capacità termica areica interna	k_1	29,08	kJ/m ² K
Capacità termica areica esterna	k_2	64,49	kJ/m ² K
Fattore di attenuazione	f_d	0,752	-
Sfasamento	ϕ	5,53	h
Ammettenza termica interna	Y_{ii}	1,967	W/m ² K
Ammettenza termica esterna	Y_{ee}	4,528	W/m ² K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M_S	87,99	kg/m ²



Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Umidità critica (ϕ_{cr}) muffa:

Temperature interne e umidità nota

0,80 [-]

Umidità critica (ϕ_{cr}) condensa:

1,00 [-]

Condizioni a contorno

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	θ_i [°C]	φ_i [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	7,80	79,96	846	1058	20,00	65,00	1519	2337
Febbraio	6,80	76,27	753	988	20,00	65,00	1519	2337
Marzo	9,50	70,40	836	1187	20,00	65,00	1519	2337
Aprile	12,60	78,57	1146	1458	26,00	65,00	1341	2063
Maggio	17,30	64,11	1265	1974	26,00	65,00	1341	2063
Giugno	21,00	67,75	1684	2486	26,00	65,00	1616	2486
Luglio	23,10	63,87	1804	2825	26,00	65,00	1836	2825
Agosto	23,60	61,12	1779	2911	26,00	65,00	1892	2911
Settembre	19,70	71,17	1633	2294	26,00	65,00	1491	2294
Ottobre	16,00	72,82	1323	1817	26,00	65,00	1341	2063
Novembre	9,70	72,22	869	1203	20,00	65,00	1519	2337
Dicembre	7,90	75,66	806	1065	20,00	65,00	1519	2337

Legenda simboli

θ - Temperatura
 φ - Umidità relativa
 P - Pressione

Legenda pedici

i - Interna
 e - Esterna
 vap - Vapore
 sat - Saturazione

Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi
% - Percentuale
Pa - Pascal

Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1899	1899	1899	1676	1676	2020	2295	2365	1864	1676	1899	1899
$\theta_{si,min}$	°C	16,69	16,69	16,69	14,74	14,74	17,66	19,71	20,20	16,40	14,74	16,69	16,69
$f_{R,si,min}$	[-]	0,729	0,749	0,685	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,679	0,726

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie
 $f_{R,si,min}$ Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Febbraio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,749

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,977

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1519	1519	1519	1341	1341	1616	1836	1892	1491	1341	1519	1519
$\theta_{si,min}$	°C	13,22	13,22	13,22	11,33	11,33	14,17	16,16	16,64	12,94	11,33	13,22	13,22
$f_{R,si,min}$	[-]	0,445	0,487	0,355	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,342	0,440

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie
 $f_{R,si,min}$ Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Febbraio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,487

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,977

Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

Tipologia: **Solaio Esterno**

Confine: **Esterno**

Codice: **SOL_E4A-Nord**

Descrizione: **4A - Copertura in pannello prefabbricato di cls isolato**

Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	μ [-]	R [m ² K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,100
1	Cartongesso in lastre	0,025	0,250	900,00	1000,00	4	0,100
2	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,030	0,039	200,00	1030,00	1	0,769
3	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. asc.)	0,300	-	1,30	1000,00	1	0,080
4	Aria debolmente ventilata 5 mm	0,040	-	1,30	1000,00	1	0,055
5	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,030	0,033	120,00	1030,00	1	0,909
6	Barriera vapore in fogli di PVC	0,002	0,160	1400,00	1300,00	10000	0,013
7	Polistirene espanso sint. in lastre	0,045	0,040	30,00	1250,00	75	1,125
8	Pannello prefabbricato in cls	0,035	1,580	2000,00	880,00	60	0,022
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	TOTALE	0,507					3,213

Legenda

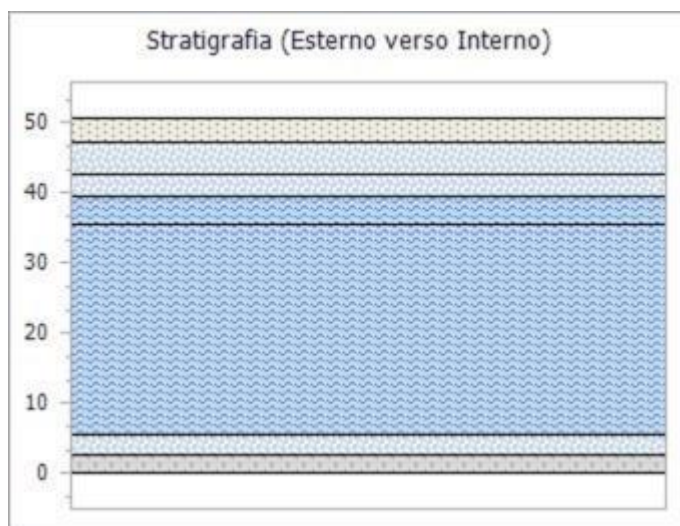
s Spessore dello strato
 ρ Massa volumica

λ Conducibilità termica del materiale
 μ Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale
R Resistenza termica degli strati

Parametri termici

Spessore	s	50,7	cm
Trasmittanza termica	U	0,311	W/m ² K
Resistenza termica	R	3,213	m ² K/W
Massa superficiale	M	106,69	Kg/m ²
Capacità termica	C	99,76	kJ/m ² K
Trasmittanza termica periodica	Y_{IE}	0,266	W/m ² K
Capacità termica areica interna	k_1	28,41	kJ/m ² K
Capacità termica areica esterna	k_2	64,90	kJ/m ² K
Fattore di attenuazione	f_d	0,856	-
Sfasamento	ϕ	4,17	h
Ammettenza termica interna	Y_{ii}	1,899	W/m ² K
Ammettenza termica esterna	Y_{ee}	4,527	W/m ² K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M_S	84,19	kg/m ²



Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Umidità critica (ϕ_{cr}) muffa:

Umidità critica (ϕ_{cr}) condensa:

Temperature interne e umidità nota

0,80 [-]

1,00 [-]

Condizioni a contorno

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	θ_i [°C]	φ_i [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	7,80	79,96	846	1058	20,00	65,00	1519	2337
Febbraio	6,80	76,27	753	988	20,00	65,00	1519	2337
Marzo	9,50	70,40	836	1187	20,00	65,00	1519	2337
Aprile	12,60	78,57	1146	1458	26,00	65,00	1341	2063
Maggio	17,30	64,11	1265	1974	26,00	65,00	1341	2063
Giugno	21,00	67,75	1684	2486	26,00	65,00	1616	2486
Luglio	23,10	63,87	1804	2825	26,00	65,00	1836	2825
Agosto	23,60	61,12	1779	2911	26,00	65,00	1892	2911
Settembre	19,70	71,17	1633	2294	26,00	65,00	1491	2294
Ottobre	16,00	72,82	1323	1817	26,00	65,00	1341	2063
Novembre	9,70	72,22	869	1203	20,00	65,00	1519	2337
Dicembre	7,90	75,66	806	1065	20,00	65,00	1519	2337

Legenda simboli

θ - Temperatura
 φ - Umidità relativa
 P - Pressione

Legenda pedici

i - Interna
 e - Esterna
 vap - Vapore
 sat - Saturazione

Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi
% - Percentuale
Pa - Pascal

Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1899	1899	1899	1676	1676	2020	2295	2365	1864	1676	1899	1899
$\theta_{si,min}$	°C	16,69	16,69	16,69	14,74	14,74	17,66	19,71	20,20	16,40	14,74	16,69	16,69
$f_{R,si,min}$	[-]	0,729	0,749	0,685	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,679	0,726

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie
 $f_{R,si,min}$ Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Febbraio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,749

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,969

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1519	1519	1519	1341	1341	1616	1836	1892	1491	1341	1519	1519
$\theta_{si,min}$	°C	13,22	13,22	13,22	11,33	11,33	14,17	16,16	16,64	12,94	11,33	13,22	13,22
$f_{R,si,min}$	[-]	0,445	0,487	0,355	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,342	0,440

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie
 $f_{R,si,min}$ Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Febbraio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,487

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,969

Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

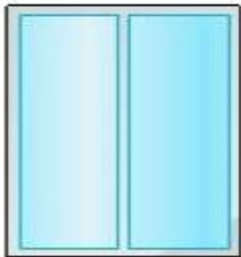
RELAZIONE ENERGETICA PRELIMINARE
ALLEGATO 2 – CARATTERISTICHE TERMICHE COMPONENTI FINESTRATI

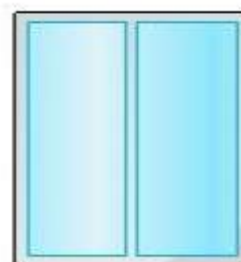
Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
V-200 - Infisso CDS	Doppio infisso	Integrato in pareti vetrate

Dati vetro	
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale Gas:Argon
Trasmittanza (U _g)	1,500 W/m²K
Trasmittanza di energia solare (g _{gl,n})	0,670

Dati telaio	
Tipo	Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 90 mm, lunghezza barrette taglio termico: 52-58 mm, riempimento cavità tramite schiuma
Trasmittanza (U _f)	1,100 W/m²K

Dati infisso	
Trasmittanza (U _w)	1,700 W/m²K
Fattore di telaio (F _f)	0,200



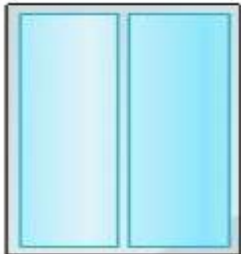


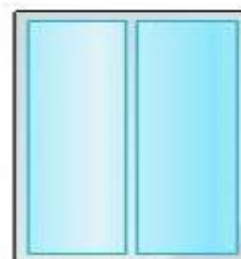
Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
V-200 - Infisso Nord	Doppio infisso	Integrato in pareti vetrate Nord

Dati vetro	
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale Gas:Argon
Trasmittanza (U _g)	1,300 W/m²K
Trasmittanza di energia solare (g _{gl,n})	0,670

Dati telaio	
Tipo	Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 45-55 mm, lunghezza barrette taglio termico: 14-16 mm
Trasmittanza (U _f)	2,800 W/m²K

Dati infisso	
Trasmittanza (U _w)	1,900 W/m²K
Fattore di telaio (F _f)	0,200



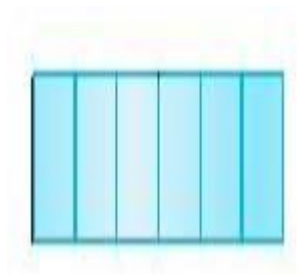


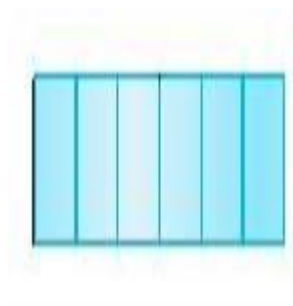
Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
VN1_VE10 - Vetra	Doppio infisso	Parete Vetrataterrazza CDS - parte fissa

Dati vetro	
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale Gas:Argon
Trasmittanza (U _g)	1,200 W/m²K
Trasmittanza di energia solare (g _{gl,n})	0,670

Dati telaio	
Tipo	Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 70-75 mm, lunghezza barrette taglio termico: 30-36 mm
Trasmittanza (U _f)	2,200 W/m²K

Dati infisso	
Trasmittanza (U _w)	1,700 W/m²K
Fattore di telaio (F _f)	0,200



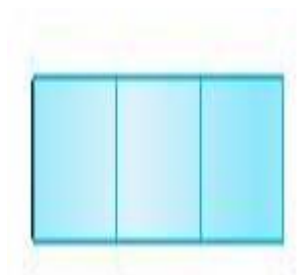


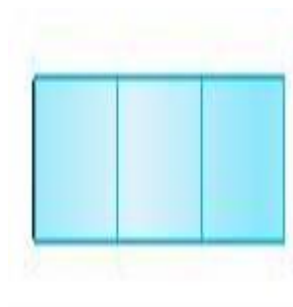
Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
VN1_VE1 - Nord	Singolo	Parete Vetrata CDS - parte fissa Nord

Dati vetro	
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale Gas:Argon
Trasmittanza (U _g)	1,300 W/m²K
Trasmittanza di energia solare (g _{gl,n})	0,670

Dati telaio	
Tipo	Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 45-55 mm, lunghezza barrette taglio termico: 14-16 mm
Trasmittanza (U _f)	2,800 W/m²K

Dati infisso	
Trasmittanza (U _w)	1,900 W/m²K
Fattore di telaio (F _f)	0,200



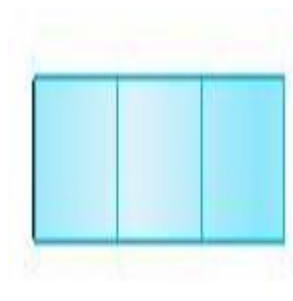


Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
VN1_VE1 - Vetrata	Singolo	Parete Vetrata CDS - parte fissa

Dati vetro	
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale Gas:Argon
Trasmittanza (U _g)	1,200 W/m²K
Trasmittanza di energia solare (g _{gl,n})	0,670

Dati telaio	
Tipo	Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 70-75 mm, lunghezza barrette taglio termico: 30-36 mm
Trasmittanza (U _f)	2,200 W/m²K

Dati infisso	
Trasmittanza (U _w)	1,700 W/m²K
Fattore di telaio (F _f)	0,200

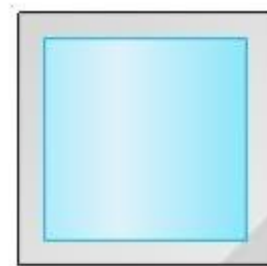


Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
W311	Singolo	Foro 311x311

Dati vetro	
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale Gas:Argon
Trasmittanza (Ug)	1,300 W/m²K
Trasmittanza di energia solare (ggl,n)	0,670

Dati telaio	
Tipo	Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 45-55 mm, lunghezza barrette taglio termico: 14-16 mm
Trasmittanza (Uf)	2,800 W/m²K

Dati infisso	
Trasmittanza (Uw)	1,900 W/m²K
Fattore di telaio (Ff)	0,200

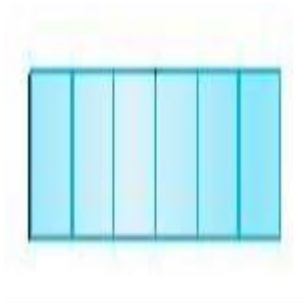


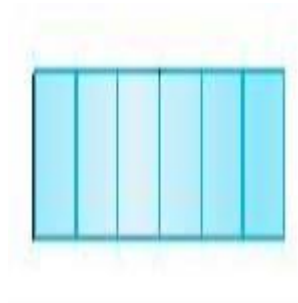
Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
VN1_VE10 - Nord	Singolo	Parete Vetrataterrazza CDS - parte fissa

Dati vetro	
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale Gas:Argon
Trasmittanza (U _g)	1,300 W/m²K
Trasmittanza di energia solare (g _{gl,n})	0,670

Dati telaio	
Tipo	Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 45-55 mm, lunghezza barrette taglio termico: 14-16 mm
Trasmittanza (U _f)	2,800 W/m²K

Dati infisso	
Trasmittanza (U _w)	1,900 W/m²K
Fattore di telaio (F _f)	0,200



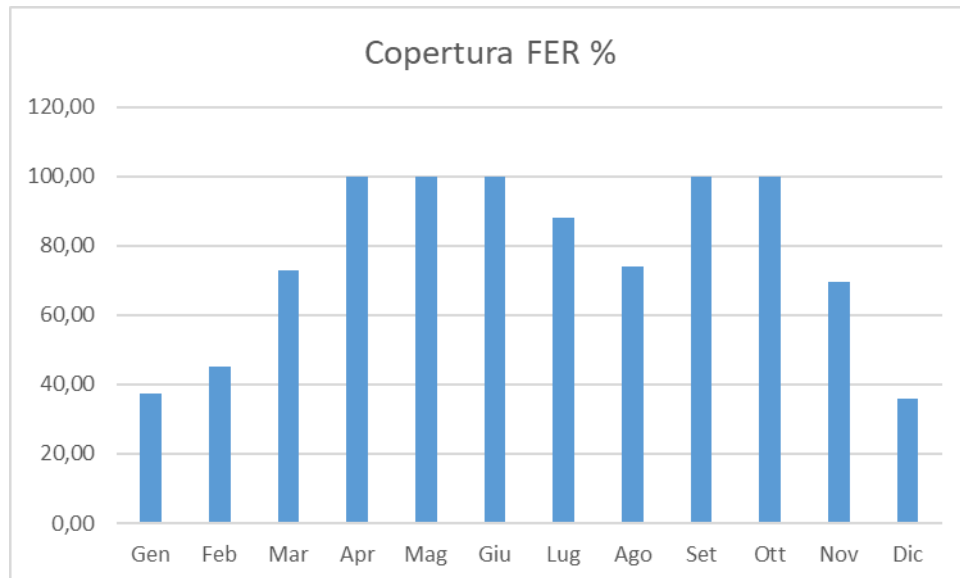


RELAZIONE ENERGETICA PRELIMINARE
ALLEGATO 3 – VERIFICA COPERTURA FONTI RINNOVABILI

- Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, 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 (come modificato dal D.Lgs. 199/2021)

Verifica (D. Lgs. 28/2011)	Percentuale di copertura del fabbisogno [%]
Verifica della copertura di almeno il 65% del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria	70,6 %
Verifica della copertura di almeno il 65% del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento [kW]	67,0 %
Potenza di picco installata sull'edificio	271,2
Potenza minima di legge $[(1/K) * S * 1,1 = (1/20) * 4567 * 1,1]$ [kW]	251,2
Verifica della potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili	VERIFICATO

- La quota di copertura del fabbisogno da fonti rinnovabili, pari a circa il 67% annuo, è variabile nell'anno, in funzione delle condizioni climatiche e di utilizzo degli impianti. La copertura garantita va da un minimo del 36% del mese di dicembre al massimo del 100% del fabbisogno energetico per i mesi primaverili/estivi e per i mesi autunnali:



	U.M.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot
Copertura FER	%	37,22	44,67	71,94	100,00	100,00	100,00	100,00	90,86	100,00	100,00	68,41	36,13	67,70