



Studio tecnico di Ingegneria Civile

• Strutture • Energetica • Sicurezza • Antincendio • Acustica



Regione Piemonte
Comune di FOGLIZZO
Città Metropolitana di Torino



Oggetto:

**LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DI PARTE DELLA
COPERTURA DELL'EDIFICIO PLURIUSO EX SAIFA.**

Ubicazione:

Foglizzo (TO) - Via Giovanni Don Bosco nr. 2/A.

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO **RELAZIONE ENERGETICA**

Il Professionista: Magnone Ing. Antonio



L'Amministrazione comunale:

Rondissone: Luglio 2021



SOMMARIO

1.0 Premessa introduttiva	3
2.0 Inquadramento climatico – obiettivo NZEB	4
3.0 Caratteristiche dell’involucro copertura	7
4.0 Descrizione degli interventi sulla “copertura”	8



1.0 Premessa introduttiva.

Il presente progetto definitivo-esecutivo relativo ai lavori di efficientamento energetico dell'edificio pluriuso "Ex Saifa" a servizio del centro polifunzionale comunale, conferitomi dall'Amministrazione Comunale di Foglizzo, interessa esclusivamente parte di copertura dello stesso. In generale il complesso in esame è situato nel tessuto urbano del comune di Foglizzo al limitare del centro storico in Via del Castello 2; lo stesso è sede dell'impianto polivalente comunale, ed è costituito da salone polivalente per allenamenti e partite ufficiali e da zone comuni quali salette attività e locali destinati alle associazioni che ne fanno uso, oltre ad un locale di deposito della Protezione Civile e un locale centrale termica.

L'intervento richiesto dall'amministrazione ed oggetto di progetto ha due scopi fondamentali:

- 1) rientrare in un piano d'azione globale avente la finalità di eseguire le opere atte alla riqualificazione energetica degli stabili comunali ed alla volontà di ridurre i consumi energetici. A tal proposito l'amministrazione ha recentemente incaricato altri professionisti per uno studio definitivo/esecutivo sull'intero immobile al fine di trasformare lo stesso in plesso edilizio NZEB tramite la realizzazione delle opere di efficientamento necessarie al raggiungimento degli obiettivi indicati dalla legislazione energetica vigente. Lo studio per il raggiungimento della classificazione di Edificio a Energia Quasi Zero è stato ovviamente effettuato del suo complesso, a partire dall'intero involucro e dell'intero sistema di riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, produzione di acqua calda sanitaria ed elettricità, nel rispetto dei limiti normativi del Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici e ss.mm.ii.
- 2) eliminare definitivamente le infiltrazioni di acqua provenienti dalla copertura pseudo-piana; a tale scopo è stato richiesto di effettuare una copertura in lamiera, con una minima pendenza per il rispetto dei vari vincoli di altezze e finestre presenti, in modo da risolvere definitivamente il problema. E' stata scartata l'ipotesi di ricatramatura dell'estradosso della copertura in quanto dopo altri anni i teli bituminosi con i vari sbalzi termici estivi e invernali possono far ripresentare i problemi di infiltrazioni, sia a causa della rottura del telo per vetusta, sia sui giunti.

La parte relativa all'isolamento termico dell'estradosso del solaio, verrà eseguita rispettando quanto previsto nello studio definitivo/esecutivo redatto dallo studio dell'Ing. Debora Vittone e studio MF&A Ing. Migliavacca Francesco precedentemente incaricato dall'amministrazione comunale. Tale studio ha previsto un'analisi, per individuare gli interventi di efficientamento energetico e per valutarne la fattibilità tecnico economica, al fine di trasformare il centro polifunzionale di Foglizzo in un edificio Nearly Zero Energy Building (NZEB).

Nella fattispecie verrà rispettata la parte inerente all'isolamento dell'estradosso del solaio che verrà interessato dall'intervento al fine di poter mantenere lo stesso standard NZEB quando l'opera verrà compiuta in ogni sua parte.

Per tale motivo, nella presente relazione si riporta esclusivamente parte della relazione della diagnosi energetica NZEB e parte della relazione della verifica dei requisiti energetici già trasmessa all'amministrazione comunale dall'incarico precedentemente appaltato allo studio professionale dell'Ing. Debora Vittone e studio MF&A Ing. Migliavacca Francesco. La parte di relazione riportata riguarda nella fattispecie l'isolamento della copertura.

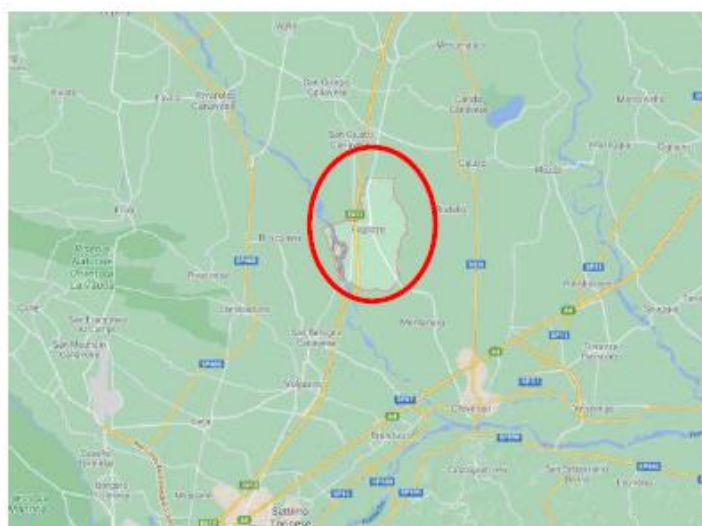


2.0 Inquadramento climatico – obiettivo NZEB.

Inquadramento territoriale e climatico	
Collocazione geografica (Comune, Provincia, Regione)	Fogizzo, Torino, Piemonte
Latitudine	45°16'24" N
Longitudine	7°49'15" E
Descrizione del contesto urbano	Area per servizi pubblici (attrezzature di interesse comune)
Altitudine s.l.m. [m]	247
Zona Climatica	E
Gradi Giorno (dpr 412)	2724
Temperatura esterna di progetto	-8°C



Inquadramento territoriale rispetto alla provincia di riferimento ed alla Città Metropolitana di Torino



Inquadramento territoriale del Comune

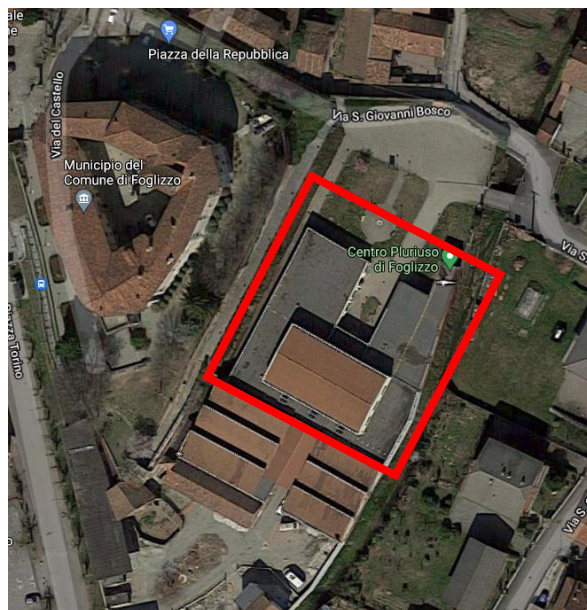
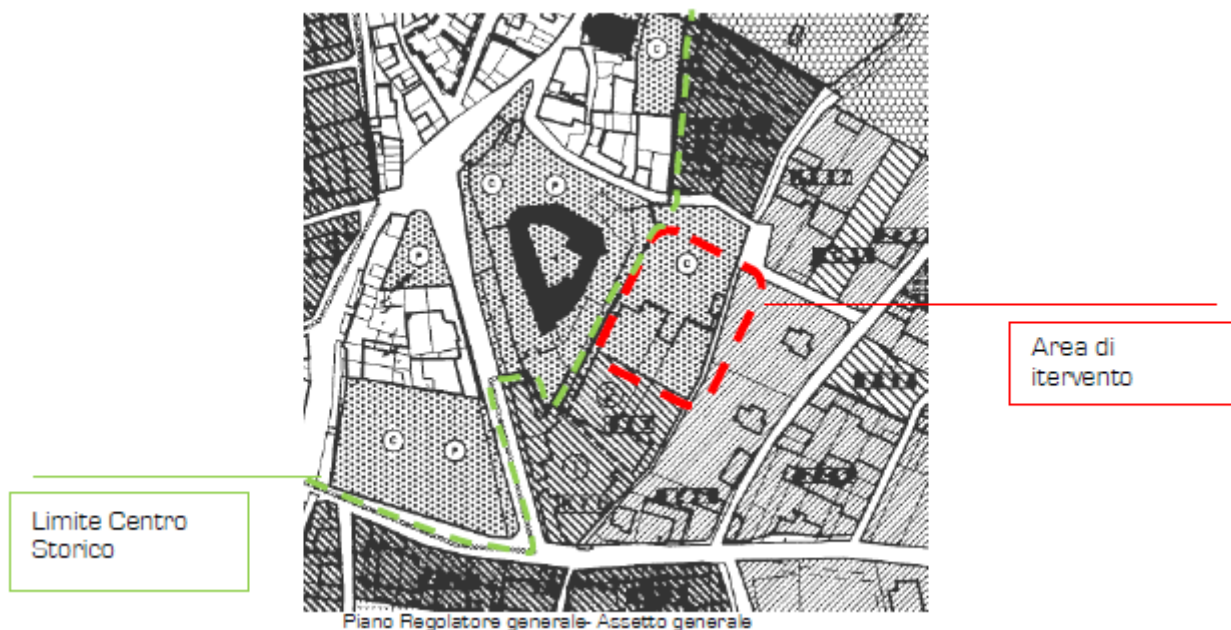


Foto aerea



Come detto nelle premesse, l'obiettivo dello studio effettuato è stato quello di valutare la fattibilità di rendere l'edificio in analisi una struttura NZEB. Il recepimento della direttiva europea in Italia è avvenuto con il DL 63/2013 poi tramutato in Legge 90 il 3 agosto 2013. Il decreto riporta la definizione dello NZEB: "edificio ad altissima prestazione energetica, calcolata conformemente alle disposizioni del presente decreto [...]. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo e coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta all'interno del confine del sistema (in situ)".

A partire dal 31 dicembre 2018, gli edifici di nuova costruzione occupati da pubbliche amministrazioni e di proprietà di queste ultime, compresi gli edifici scolastici, devono essere edifici a energia quasi zero. Dal 1° gennaio 2021 la predetta disposizione è estesa a tutti gli edifici di nuova costruzione.

Il Decreto Requisiti Minimi (DM 26 giugno 2015) stabilisce concretamente le verifiche da effettuare ed i requisiti da rispettare affinché un edificio nuovo, o ristrutturato, possa definirsi NZEB

Nella fattispecie, la parte che interessa questo progetto, riguarda esclusivamente l'isolamento energetico della copertura oggetto di rifacimento.

Si riportano le verifiche dell'involucro "copertura", cioè i limiti di trasmittanza termica della struttura opaca solaio di copertura che dovrà essere rispettata.

Tabella 2 - Trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura, verso l'esterno e gli ambienti non climatizzati

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2019/2021 ⁽²⁾
A e B	0,38	0,35
C	0,36	0,33
D	0,30	0,26
E	0,25	0,22
F	0,23	0,20

Quindi la struttura "copertura" deve essere sottoposta a verifica termoigrometrica per scongiurare il rischio di formazione di muffe e condense. Va verificato il valore del coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie $H'T$; il limite, dipende, oltre che dalla zona climatica, dal rapporto di forma S/V . La tabella riporta i limiti da rispettare e come debba essere calcolato il coefficiente.

$$H'T = H_{tr,adj} / \sum k A_k \text{ [W/m}^2\text{K]} \quad \text{con:}$$

- $H_{tr,adj}$ e il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione dell'involucro calcolato con la UNITS 11300-1 (W/K);
- A_k e la superficie del k-esimo componente (opaco o trasparente) costituente l'involucro (m²).
-

Tabella 10 - Valore massimo ammissibile del coefficiente globale di scambio termico $H'T$ (W/m²°K)

Numero Riga	RAPPORTO DI FORMA (S/V)	Zona climatica				
		A e B	C	D	E	F
1	$S/V \geq 0,7$	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48
2	$0,7 > S/V \geq 0,4$	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53
3	$0,4 > S/V$	0,80	0,80	0,80	0,75	0,70
Numero Riga	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	Zona climatica				
		A e B	C	D	E	F
4	Ampliamenti e Ristrutturazioni importanti di secondo livello per tutte le tipologie edilizie	0,73	0,70	0,68	0,65	0,62

Sempre relativamente all'involucro va verificata l'area solare equivalente estiva per unità di superficie utile. L'area solare viene calcolata come segue:

$$A_{sol,est} = \sum k F_{sh,ob} \times g_{gl+sh} \times (1 - FF) \times A_{w,p} \times F_{sol,est} \text{ [m}^2\text{]} \quad \text{dove:}$$

- $F_{sh,ob}$ e il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie vetrata k-esima, riferito al mese di luglio;
- g_{gl+sh} e la trasmittanza di energia solare totale della finestra calcolata nel mese di luglio, quando la schermatura solare è utilizzata;
- FF e la frazione di area relativa al telaio, rapporto tra l'area proiettata del telaio e l'area proiettata totale del componente finestrato;
- $A_{w,p}$ e l'area proiettata totale del componente vetrato (area del vano finestra);

- $F_{sol,est}$ è il fattore di correzione per l'irraggiamento incidente, ricavato come rapporto tra l'irradianza media nel mese di luglio, nella località e sull'esposizione considerata, e l'irradianza media annuale di Roma, sul piano orizzontale.

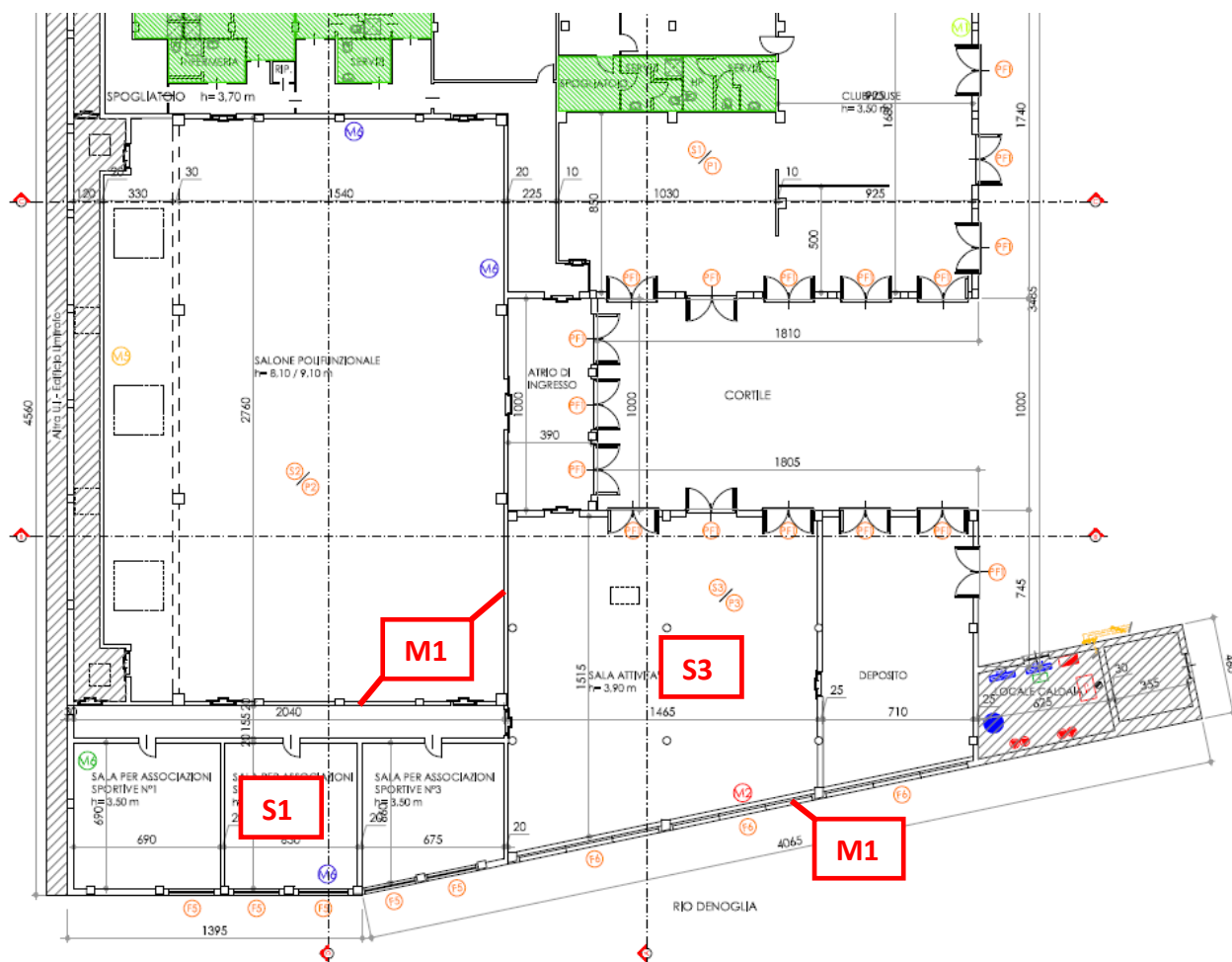
Seguono i limiti da rispettare:

- Categoria E.I (fatta eccezione per collegi, conventi, caserme) nonché per la categoria E.1(3) $\leq 0,030$
- **Tutti gli altri edifici $\leq 0,040$**

3.0 Caratteristiche dell'involucro "copertura".

Omettendo tutta la descrizione generale sulle strutture dell'intero involucro, ci si concentra sulla parte inerente alla copertura. Lo studio Vittone-Migliavacca ha effettuato un rilievo accurato ottenendo così le caratteristiche geometrico-dimensionali sia da rilievi sul posto che da documentazione tecnica messa a disposizione dell'amministrazione comunale.

Nella tabella che segue, si riportano le caratteristiche esistenti dell'involucro "copertura" che ci interessano in questa fase progettuale. Viene riportata la tavola grafica della relazione del suddetto studio professionale al fine di un riferimento del codice struttura, individuabili con il cerchio rosso. Inoltre viene anche riportato il codice struttura delle pareti M1 in quanto potrà essere utile in caso di isolamento di parte delle stesse (nodo copertura - muro) al fine di ovviare a possibili ponti termici.





Involucro edilizio - Componenti opache						
Codice	Struttura	Tipologia	Spessore medio (m)	Superficie disperdente (m²)	Trasmittanza Indicativa [W/m²K]	Stato di conservazione
M1	Muro perimetrale verso cortile	Muratura in laterizio con intercapedine d'aria	0,32	208,7	0,92	Buono
S1	Soffitto terrazzo	Solaio laterocemento	0,52	803,6	1,23	Discreto
S3	Soffitto su manica Est	Solaio laterocemento	0,22	320,5	2,22	Buono

4.0 Descrizione degli interventi sulla “copertura”.

Per rispettare e arrivare alla classe NZEB è indispensabile il miglioramento della coibentazione dell'involucro opaco della struttura; la fattispecie del presente appalto riguarda la “copertura”. Potrebbe essere interessato anche una parte delle murature perimetrali (sia della parte del polivalente rialzata che delle murature perimetrali lato ri Denaglia). Per le pareti esterne si ipotizza la realizzazione di un cappotto esterno da 6+8cm, segue la stratigrafia ipotizzata (si prende ad esempio la struttura codice M1); la stessa cosa vale per i muretti perimetrali che vi sono sulla copertura.

Il progetto prevede altresì la coibentazione dei solai orizzontali ed inclinati mediante la posa di n°2 strati 8+6 cm (oppure unico strato da 14 cm) di polistirene espanso sul quale viene installato a protezione un ulteriore strato in pannello sandwich grecato con isolante al suo interno dello spessore totale di 4 cm o soluzione similare con manto continuo.

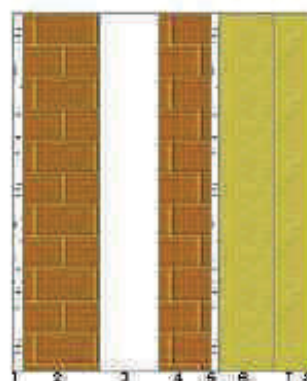
Di seguito vengono riportate le schede tecniche relative alla stratigrafia delle coibentazioni della parte di involucro che interessa la presente fase progettuale. Si ripete che tali schede sono le stesse definite dalla progettazione NZEB dello studio Vittone-Migliavacca, al fine di rispettare l'intero progetto energetico.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI secondo UNI EN 12831 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *Parete esterna Cortile*

Codice: *M1*

Trasmittanza termica	0,189	W/m ² K
Spessore	462	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	19,743	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	216	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	165	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,022	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,117	-
Sfasamento onda termica	-12,4	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di calce e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
2	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	120,00	0,300	0,400	800	1,00	7
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	90,00	0,500	0,180	-	-	-
4	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	80,00	0,300	0,267	800	1,00	7
5	Intonaco di calce e sabbia	15,00	0,800	0,019	1600	1,00	10
6	Polistirene espanso, estruso con pelle	80,00	0,033	2,424	35	1,45	60
7	Polistirene espanso, estruso con pelle	60,00	0,033	1,818	35	1,45	60
8	Intonaco di gesso e sabbia	2,00	0,800	0,003	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conducibilità termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-



Caratteristiche igrometriche dei componenti opachi secondo UNI EN ISO 13788

Descrizione della struttura: *Parete esterna Cortile*

Codice: *M1*

- [x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
[x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
[] La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento **20,0 °C**

Criterio per l'aumento dell'umidità interna **Classe di concentrazione del vapore (0,006 kg/m³)**

Verifica criticità di condensa superficiale

Verifica condensa superficiale ($f_{rst,max} \leq f_{rst}$) **Positiva**

Mese critico **novembre**

Fattore di temperatura del mese critico $f_{rst,max}$ **0,723**

Fattore di temperatura del componente f_{rst} **0,954**

Umidità relativa superficiale accettabile **80 %**

Verifica del rischio di condensa interstiziale (secondo UNI EN ISO 13788)

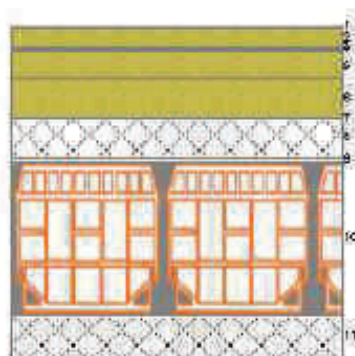
Non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI secondo UNI EN 12831 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *Soffitto a terrazzo*

Codice: *S1*

Trasmittanza termica	0,159	W/m ² K
Spessore	700	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,010	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	880	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	880	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,003	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,017	-
Sfasamento onda termica	-20,2	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-
1	Leghe di alluminio	1,00	160,000	0,000	2800	0,88	9999999
2	Polistirene espanso, estruso con pelle	38,00	0,033	1,152	35	1,45	60
3	Leghe di alluminio	1,00	160,000	0,000	2800	0,88	9999999
4	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	5,00	0,045	0,110	-	-	-
5	Polistirene espanso, estruso con pelle	60,00	0,033	1,818	35	1,45	60
6	Polistirene espanso, estruso con pelle	80,00	0,033	2,424	35	1,45	60
7	Impermeabilizzazione con bitume	5,00	0,170	0,029	1200	1,00	188000
8	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	80,00	1,490	0,054	2200	0,88	70
9	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	10,00	0,067	0,150	-	-	-
10	Solaio tipo predalles	320,00	0,889	0,360	1394	0,84	9
11	C.I.s. con massa volumica alta	100,00	2,000	0,050	2400	1,00	130
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-



Caratteristiche igrometriche dei componenti opachi secondo UNI EN ISO 13788

Descrizione della struttura: *Soffitto a terrazzo*

Codice: *S1*

- [x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
[] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
[x] La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento **20,0 °C**

Criterio per l'aumento dell'umidità interna **Classe di concentrazione del vapore (0,006 kg/m³)**

Verifica criticità di condensa superficiale

Verifica condensa superficiale ($f_{RSt,max} \leq f_{RSt}$)	Positiva
Mese critico	novembre
Fattore di temperatura del mese critico $f_{RSt,max}$	0,723
Fattore di temperatura del componente f_{RSt}	0,961
Umidità relativa superficiale accettabile	80 %

Verifica del rischio di condensa interstiziale (secondo UNI EN ISO 13788)

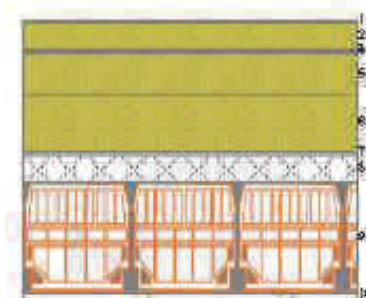
Verifica condensa interstiziale	Positiva
Quantità massima di condensa durante l'anno M_a	1 g/m²
Quantità di condensa ammissibile M_{lim}	27 g/m²
Verifica di condensa ammissibile ($M_a \leq M_{lim}$)	Positiva
Mese con massima condensa accumulata	marzo
L'evaporazione a fine stagione è	Completa

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI secondo UNI EN 12831 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *Solette esistenti*

Codice: *S3*

Trasmittanza termica	0,169	W/m ² K
Spessore	400	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,010	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	418	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	402	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,024	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,140	-
Sfasamento onda termica	-11,6	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-
1	Leghe di alluminio	1,00	160,000	0,000	2800	0,88	9999999
2	Polistirene espanso, estruso con pelle	38,00	0,033	1,152	35	1,45	60
3	Leghe di alluminio	1,00	160,000	0,000	2800	0,88	9999999
4	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	5,00	0,045	0,110	-	-	-
5	Polistirene espanso, estruso con pelle	60,00	0,033	1,818	35	1,45	60
6	Polistirene espanso, estruso con pelle	80,00	0,033	2,424	35	1,45	60
7	Impermeabilizzazione con bitume	5,00	0,170	0,029	1200	1,00	188000
8	C.l.s. armato (2% acciaio)	40,00	2,500	0,016	2400	1,00	130
9	Soletta in laterizio	160,00	0,720	0,222	1800	0,84	9
10	Intonaco di calce e sabbia	10,00	0,800	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-



Caratteristiche igrometriche dei componenti opachi secondo UNI EN ISO 13788

Descrizione della struttura: *Solette esistenti*

Codice: *S3*

- ☒ La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- ☐ La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- ☒ La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento **20,0 °C**

Criterio per l'aumento dell'umidità interna **Classe di concentrazione del vapore (0,006 kg/m³)**

Verifica criticità di condensa superficiale

Verifica condensa superficiale ($f_{\text{res},\text{max}} \leq f_{\text{res}}$)	Positiva
Mese critico	novembre
Fattore di temperatura del mese critico $f_{\text{res},\text{max}}$	0,723
Fattore di temperatura del componente f_{res}	0,959
Umidità relativa superficiale accettabile	80 %

Verifica del rischio di condensa interstiziale (secondo UNI EN ISO 13788)

Verifica condensa interstiziale	Positiva
Quantità massima di condensa durante l'anno M_a	1 g/m²
Quantità di condensa ammissibile M_{lim}	27 g/m²
Verifica di condensa ammissibile ($M_a \leq M_{\text{lim}}$)	Positiva
Mese con massima condensa accumulata	marzo
L'evaporazione a fine stagione è	Completa



Per ultimo si riportano i principali risultati dei calcoli inerenti all'involucro "copertura" ai sensi della DGR 4-8-2009 nr. 46-11968, così come verificati dallo studio energetico globale dell'edificio.

Trasmittanza media delle strutture opache orizzontali

Cod.	Descrizione	Trasmittanza media [W/m ² K]	Valore limite [W/m ² K]	Verifica
S1	Soffitto a terrazzo	0,161	0,300	Positive
S2	Soffitto a falda su c.s.	0,170	0,300	Positive
S3	Solette esistenti	0,169	0,300	Positive
S4	Soffitto a terrazzo Spogliatoi	0,159	0,300	Positive

Per quanto concerne la parte impiantistica, le superfici vetrate, e le altre superfici opache, si omette qualunque tipo di relazione in quanto le stesse non sono oggetto del presente appalto.