



# Comune di Castelletto sopra Ticino

## Provincia di Novara

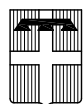
P.zza F.lli Cervi - 28053 - Castelletto sopra il Ticino (NO)  
tel 0331 - 971940 - fax 0331 -962277  
www.comune.castellettosopraticino.no.it - lavoripubblici@comune.castellettosopraticino.no.it

### RISTRUTTURAZIONE SCUOLA DELL'INFANZIA PLESSO 2 - EX "DARIO SIBILIA"

#### PROGETTAZIONE

**TECSE** ENGINEERING  
STUDIO ASSOCIATO

Ing. Franco BETTA - Arch. Alessandro BETTA - Ing. Fabrizio BETTA  
C.so MONTE CUCCO, 73/d - 10141 - TORINO  
tel. (+39) 011 3842231 - fax. (+39) 011389585  
www.tecse-engineering.com - info@tecse-engineering.com



**Dott. BETTA Ing. FRANCO**

**3642**

**ORDINE INGEGNERI  
PROVINCIA DI TORINO**



IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO

IL PROGETTISTA

L'IMPRESA

IL DIRETTORE  
DEI LAVORI

N°	AGGIORNAMENTI	COMPILATORE	CONTROLLORE	DATA
-	EMISSIONE	Ing. Fabrizio BETTA	Ing. Fabrizio BETTA	31/01/2018
1	REVISIONE PER VALIDAZIONE	Ing. Fabrizio BETTA	Ing. Fabrizio BETTA	10/04/2018
2				
3				

## PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL  
DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N.192, ATTESTANTE LA  
RISPONDENZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO  
DEL COSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

FILE: TS808_ESEC_IS01_rev01.pdf	COMPILATORE Ing. Fabrizio BETTA	SCALA ***	ELABORATO <b>IS01</b>
PROGETTO TS 808	CONTROLLORE Ing. Fabrizio BETTA	DATA 10/04/2018	



## SOMMARIO

1	PREMESSA.....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	2
2.1	NORMATIVA COMUNITARIA.....	2
2.2	NORMATIVA NAZIONALE.....	2
2.3	NORMATIVA REGIONALE.....	3
3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	4
3.1	RIFACIMENTO DEL MANTO DI COPERTURA ED ISOLAMENTO DEL SOTTOTETTO .....	4
3.2	PARETE PERIMETRALE.....	4
3.3	PARETE VENTILATA.....	5
3.4	SERRAMENTI ESTERNI.....	6
3.5	SISTEMI DI OSCURAMENTO E CONTROLLO DEI RAGGI SOLARI.....	7
4	CLASSIFICAZIONE DELL'INTERVENTO.....	8
5	VERIFICHE PARAMETRI .....	9
5.1	CALCOLO DELLE VARIE TIPOLOGIE DI SEZIONE (UNI EN ISO 6946:2008).....	9
5.1.1	Parete1 - Nuova .....	9
5.1.2	Parete 2 - Esistente .....	10
5.1.3	Copertura.....	11
5.2	CALCOLO DELLA TRASMITTANZA TERMICA MEDIA DELLE STRUTTURE OPACHE.....	12
5.3	CALCOLO DELLA TEMPERATURA SUPERFICIALE E DELLA CONDENZA INTERSTIZIALE DI STRUTTURE EDILIZIE (UNI EN ISO 13788:2003) .....	15
5.3.1	Parete 1 – Nuova .....	15
5.3.2	Parete 2 – Esistente .....	18
5.3.3	Copertura.....	21

## 1 PREMESSA

L'Amministrazione Comunale, nell'ambito di conservare al meglio il proprio patrimonio edilizio e sensibile nell'accogliere le istanze di miglioramento degli strumenti necessari all'erogazione dei servizi alla popolazione, ha ritenuto opportuno prevedere un piano di intervento sugli edifici scolastici del territorio comunale.

A tale scopo sono state individuate le priorità di intervento, commisurate anche alle disponibilità finanziarie di bilancio ed alla possibilità di accesso al credito da parte dell'Amministrazione Comunale. Tra tali priorità è stato inserito il progetto di "Ristrutturazione della scuola dell'infanzia plesso 2 - ex Dario Sibilìa", oggetto di questa relazione.

**La presente relazione tecnica è redatta in conformità al comma 1 dell'articolo 8 del decreto legislativo 19 Agosto 2005 n. 192 ed attesta la rispondenza del suddetto intervento alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici.**

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### 2.1 NORMATIVA COMUNITARIA

- Direttiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica dell'edilizia (rifusione)
- Direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 aprile 2009 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE
- Direttiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 aprile 2006 concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazione della direttiva 93/76/CEE del Consiglio
- Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia

### 2.2 NORMATIVA NAZIONALE

- Decreti Ministero Sviluppo Economico 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici. - Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici. - Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.
- Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n. 102 Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.
- Decreto Legge 4 giugno 2013, n. 63, coordinato con la legge di conversione 3 agosto 2013, n. 90 «Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale».
- Decreto del Presidente della Repubblica 16 aprile 2013, n. 74 - Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.
- Decreto del Presidente della Repubblica 16 aprile 2013, n. 75 - Regolamento recante disciplina dei criteri di accreditamento per assicurare la qualificazione e l'indipendenza degli esperti e degli organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.
- Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE".
- Decreto Ministeriale 26 Giugno 2009 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici."



- Decreto del Presidente della Repubblica 2 Aprile 2009, n. 59 "Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia."
- Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 115 "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE".
- Legge 24 dicembre 2007 n. 244 – Finanziaria 2008 - "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato" (Stralcio).
- Decreto legislativo 29 Dicembre 2006, n. 311 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia" (Testo coordinato con il Dlgs 192/05).
- Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10" (Testo aggiornato con s.m.i.).

## 2.3 NORMATIVA REGIONALE

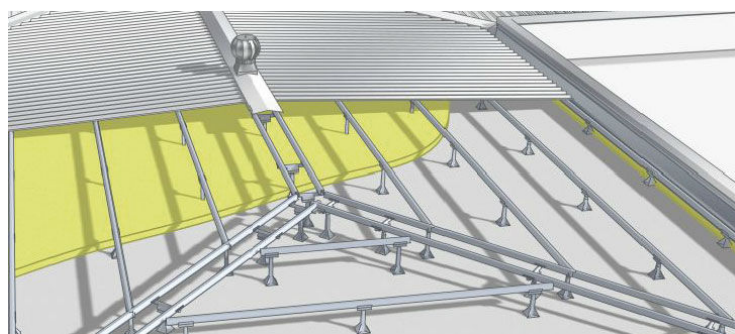
- Deliberazione della Giunta Regionale 2 novembre 2015, n. 24-2360 "Deliberazione della Giunta regionale 21 settembre 2015, n. 14-2119 recante disposizioni in materia di attestazione della prestazione energetica degli edifici in attuazione del d.lgs. 192/2005 e s.m.i., del d.p.r. 75/2013 e s.m.i. e del d.m. 26 giugno 2015. Rettifica errori materiali".
- Deliberazione della Giunta Regionale 21 settembre 2015, n. 14-2119 "Disposizioni in materia di attestazione della prestazione energetica degli edifici in attuazione del d.lgs. 192/2005 e s.m.i., del d.p.r. 75/2013 e s.m.i., del d.m. 26 giugno 2015 "Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico 26 giugno 2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici" e degli articoli 39, comma 1, lettera g) e i) e 40 della l.r. 3/2015.
- Deliberazione della Giunta Regionale 6 ottobre 2014, n. 13-381 "Disposizioni operative per la costituzione e gestione del catasto degli impianti termici in attuazione del d.lgs.192/2005 e s.m.i. e del d.p.r. 74/2013. Approvazione nuovi modelli di libretto di impianto e di rapporto di controllo di efficienza energetica".
- Deliberazione della Giunta Regionale 4 agosto 2014, n. 41-231 "Modifiche al paragrafo 1.4.17 della d.g.r. 4 agosto 2009, n. 46-11968 recante l'aggiornamento dello Stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento, nonché le disposizioni attuative dell'art. 21, comma 1, lettere a) b) e q) della legge regionale 28 maggio 2007, n. 13".
- Deliberazione della Giunta Regionale 6 Agosto 2012, n. 16-4488 "Proroga termini di adeguamento dei livelli emissivi dei generatori di calore".
- Deliberazione della Giunta Regionale 27 Aprile 2012, n. 85-3795 "Proroga termini di installazione dei sistemi di contabilizzazione e termoregolazione individuale per le singole unità immobiliari".
- Deliberazione della Giunta Regionale 3 Agosto 2011, n. 18-2509 "Proroga termini per utilizzo di gasolio, acqua gasolio e biodiesel".
- Legge Regionale 2 Marzo 2011, n. 1. Modifiche alla Legge Regionale 14 Luglio 2009, n. 20 "Snellimento delle procedure in materia di edilizia ed urbanistica" ed alla Legge Regionale 6 Agosto 1998, n. 21 "Norme per il recupero a fini abitativi di sottotetti".
- Deliberazione della Giunta Regionale 4 Agosto 2009, n. 46-11968 "Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria - Stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento e disposizioni attuative in materia di rendimento energetico nell'edilizia ai sensi dell'articolo 21, comma 1, lettere a) b) e q) della legge regionale 28 maggio 2007, n. 13 "Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia".
- Deliberazione della Giunta Regionale 22 Marzo 2010, n. 13618-930 "Determinazione del nuovo termine di entrata in vigore".
- Legge Regionale 28 Maggio 2007, n. 13 come modificata dalla LR 03/2009, LR 20/2009 e LR 22/2009 "Disposizioni in materia di rendimento energetico dell'edilizia". ABROGATA
- Deliberazione della Giunta Regionale 4 Agosto 2009, n. 43-11965 "Legge regionale 28 maggio 2007, n. 13 "Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia". Disposizioni attuative in materia di certificazione energetica degli edifici ai sensi dell'articolo 21, comma 1, lettere d), e) ed f)". ABROGATA

- Deliberazione della Giunta Regionale 4 Agosto 2009, n. 45-11967 "Legge regionale 28 maggio 2007, n. 13 "Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia". Disposizioni attuative in materia di impianti solari termici, impianti da fonti rinnovabili e serre solari ai sensi dell'articolo 21, comma 1, lettere g) e p)".
- Legge regionale n. 20 del 14 Luglio 2009 "Snellimento delle procedure in materia di edilizia e urbanistica".
- Deliberazione della Giunta Regionale 30 Settembre 2008, n. 35-9702 Legge regionale 28 maggio 2007, n. 13 "Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia"
- Disposizioni attuative in materia di impianti termici ai sensi dell'art. 21, comma 1, lettere h), i), j), k), l), m) ed o).
- Legge Regionale 8 Luglio 1999, n. 19 "Norme in materia di edilizia e modifiche alla Legge Regionale 5 Dicembre 1977, n. 56 "Tutela ed uso del suolo" - Definizione di variante essenziale/sostanziale".

### 3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

L'intervento si concentra sostanzialmente sull'involucro perimetrale opaco e sui serramenti esterni. Per quanto riguarda il primo si è optato per la realizzazione di un sistema innovativo, ma di comprovata funzionalità tecnica, costituito da una parete ventilata con isolamento esterno, tipo cappotto. Di seguito si descrivono nel dettaglio gli interventi previsti in progetto.

#### 3.1 RIFACIMENTO DEL MANTO DI COPERTURA ED ISOLAMENTO DEL SOTTOTETTO



I tetti saranno completamente rifatti aumentando leggermente l'inclinazione per una miglior riposta alle acque meteoriche. Nello specifico, oltre al rifacimento della guaina protettiva, ed all'installazione di lastre in acciaio tipo Coverib 850 a profilo grecato, si prevede la coibentazione della copertura con pannelli isolanti in polistirene espanso sintetizzato (EPS) CON GRAFITE, esenti da CFC o HCFC, resistenza a compressione pari a 70 kpa e densità compresa tra 13-18 kg/m<sup>3</sup> (secondo

la norma UNI EN 13163), euroclasse E di resistenza al fuoco, marchiatura CE, lambda inferiore a 0,030 W/mK. spessore 100 mm;

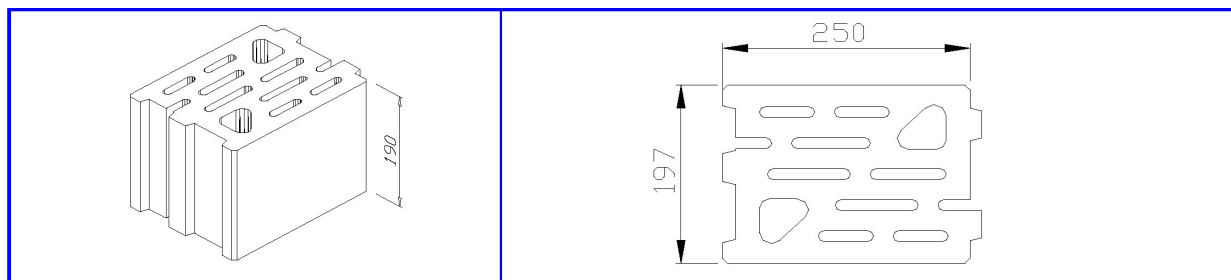
#### 3.2 PARETE PERIMETRALE

Per la parte interna delle nuove pareti perimetrali, è prevista la realizzazione di una muratura in blocchi di argilla espansa Leca tipo LECABLOCCO BIOCLIMA TERMOISOLANTE, fornito da Azienda con sistema di qualità certificato UNI EN ISO 9001 da ente accreditato. I blocchi devono essere conformi a quanto previsto dal Progetto di norma UNI U73060800 per blocchi da intonaco ad Alte prestazioni ed alla norma UNI EN 771-3; tali caratteristiche devono essere verificate dall'Azienda tramite prove condotte in regime di autocontrollo.

I singoli elementi hanno le seguenti dimensioni modulari: Lunghezza mm 250, larghezza mm 200, altezza mm 200 ed una densità del calcestruzzo pari a kg/mc 1400 ± 10%. La parete avrà quindi uno spessore di 20 cm.

I blocchi da impiegare possiedono le seguenti caratteristiche minime: resistenza media normalizzata maggiore di > 4,5 N/mm<sup>2</sup> - percentuale di foratura di 19,5% - isolamento acustico  $R_w$  (indice di valutazione a 500 Hz) di 54 dB con intonaco - conducibilità termica a secco del calcestruzzo Leca (W/mK) = 0,297 - resistenza termica della parete a secco (mqK/W)  $R_T = 0,656$ .

I blocchi inoltre saranno dotati di certificazione comprovante la bassa emissione di Radon e testati in laboratorio sulla emissione di radionuclidi. I blocchi dovranno essere posati con malta di classe M5 (D.M. 14/01/2008).

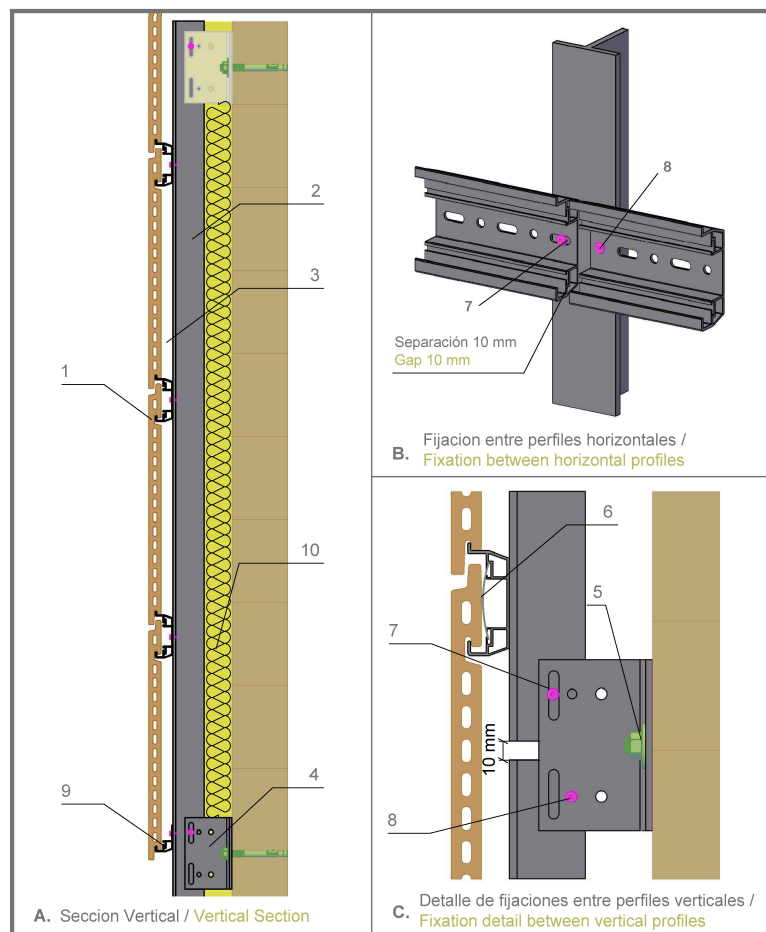


### 3.3 PARETE VENTILATA

La parete ventilata rappresenta una soluzione d'avanguardia per la realizzazione di un'architettura ecosostenibile. I suoi principali vantaggi sono: l'isolamento termico, che si realizza grazie alla stratificazione che fa da "scudo termico" contro l'irraggiamento solare; l'inerzia termica, cioè la capacità della parete ventilata di attenuare ogni dispersione e trasmissione di calore da e verso l'interno dell'edificio; l'isolamento acustico, grazie all'efficace capacità della struttura di assorbire le onde sonore; la protezione dall'acqua meteorica, garantita dal rivestimento esterno che impedisce quasi totalmente infiltrazioni anche in presenza di vento forte; la traspirabilità della parete, favorita dalla circolazione costante di aria all'interno dell'intercapedine. In sintesi, la parete ventilata garantisce risparmio energetico, miglior preservazione dell'edificio e riduzione dei costi di manutenzione.

Per l'intervento in questione si prevede l'utilizzo di un sistema tipo TECHLEVER® KV BASE. Questo sistema con gancio a vista ha come base strutturale un profilo estruso di alluminio, lega 6060 T5, posizionato lungo le linee di fuga verticali delle lastre secondo il passo di finitura (in questo caso 1.00 - 1,20 m.). I montanti che compongono la struttura sono realizzati con varie geometrie tubolari con lato esterno zigrinato, idonei ad accogliere sia gli accessori per il sostegno delle lastre di rivestimento, sia i necessari staffaggi posteriori. Le staffe sono ancorate al supporto murario per mezzo di idonei tasselli e dotate di asolature che consentono una perfetta registrazione della planarità della facciata. Gli elementi di ancoraggio sono realizzati con monoplacche di acciaio INOX AISI 304 che possono essere verniciati a polveri epossidiche con colori mimetici. Tutti i componenti portanti della struttura sono conformi alla normativa UNI 11018. L'ampiezza delle fughe di rivestimento è di mm.7.

La finitura esterna verrà realizzata mediante la messa in opera di lastre alveolari in Gres porcellanato estruso tipo Ceramica Mayor smaltato/opaco (700x300 mm - sp.16 mm) o equivalente



L'isolamento termico della facciata ventilata verrà realizzato mediante l'inserimento di uno strato in lastre in polistirene espanso sinterizzato (EPS) contenente particelle di grafite all'interno della struttura cellulare, tipo ISORAY® TRENTA - spessore 100 mm. Le lastre saranno di tipo controllato e certificato ETICS, secondo le linee guida ETAG004:2000 e la norma UNI EN13499:2005, aventi il "Certificato di Conformità" redatto da Ente Certificatore esterno secondo il Sistema 1+ di valutazione e verifica della costanza della prestazione.

Le lastre, marcate CE secondo la UNI EN 13163:2012, dovranno garantire le seguenti proprietà: conduttività termica dichiarata a 10°C  $\lambda_D \leq 0,030 \text{ W/m}^\circ\text{K}$  (EN 12667); resistenza a flessione  $BS \geq 50 \text{ kPa}$  (EN 12089); resistenza a trazione perpendicolare alle facce  $TR \geq 150 \text{ kPa}$  (EN 1607); resistenza al taglio  $f_{tk} \geq 20 \text{ kPa}$ ; modulo di taglio  $G_m \geq 1000 \text{ kPa}$ ; assorbimento d'acqua per immersione parziale  $W_{lp} \leq 0,5 \text{ kg/m}^2$ ; resistenza al passaggio del vapore ( $\mu$ ) 20-40 (EN 12086); stabilità dimensionale in condizioni normali di laboratorio  $DS(N)2$  (EN 1603); classe di reazione al fuoco E (EN 13501-1).

### 3.4 SERRAMENTI ESTERNI

Si interverrà alla sostituzione di tutti i serramenti esterni esistenti, attualmente formati con profili estrusi in lega leggera UNI3569 e vetri semplici. I nuovi serramenti avranno caratteristiche di isolamento e taglio termico in accordo con le norme vigenti e dotate di vetri a doppia camera di sicurezza in accordo con la specifica normativa relativa agli edifici scolastici.



Sono previsti serramenti metallici esterni a una o più ante, con apertura a vasistas e ad anta battente con fermo normale, completi di telaio a taglio termico e vetro montato tipo camera basso emissivo, per finestre, e portefinestre con marcatura CE (UNI EN 14351-1), con profili fermavetro, gocciolatoio, serratura, ferramenta e maniglia antinfortunistica

Telaio in alluminio con profilati estrusi in lega EN AW 6060 con strato di forniture T6 e tolleranze dimensionali e spessori secondo le norme EN 12020/2.

Vetro stratificato, tipo vetrocamera con basso emissivo; formato da due lastre di vetro, con interposta pellicola di polivinilbutirrale (4+ pvb 0,76+ 4) per classe di sicurezza 1B1 (anticaduta – UNI EN 12600); classe minima da garantire per edifici scolastici ad un'altezza superiore ai 100 cm, 2B2 – antiferita UNI EN 12600.

La trasmittanza termica del serramento dovrà aver un valore  $U_w \leq 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  essendo in zona climatica E, come definito dal DM 26/06/2015, Appendice B.

Zona climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015 <sup>(1)</sup>	2021 <sup>(2)</sup>
A e B	3,20	3,00
C	2,40	2,00
D	2,10	1,80
E	1,90	1,40
F	1,70	1,00

Figura 1. DM 26/06/2015. Appendice B. Tabella 4. Trasmittanza termica U massima delle chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati soggette a riqualificazione

Le porte finestre esterne saranno costituite da telaio in alluminio con profilati estrusi in lega EN AW 6060 con strato di forniture T6 e tolleranze dimensionali e spessori secondo le norme EN 12020/2, pannellatura in vetro di sicurezza antisfondamento specifico per l'edilizia scolastica: vetro stratificato 4+4 con PVB 0,76 classe 1B1, a norma UNI EN 12600 e classe P2A, a norma UNI EN 356.

Colori a discrezione della Direzione Lavori.

### 3.5 SISTEMI DI OSCURAMENTO E CONTROLLO DEI RAGGI SOLARI



I serramenti esterni dovranno essere dotati di veneziane in stecche di alluminio plastificato per installazione all'esterno dei serramenti stessi, con guide laterali e servomeccanismo di richiamo, tipo GRIESSER LAMISOL o equivalente. Il sistema prevede anche l'installazione del comando manuale ad asta snodata attraversante il serramento con comando all'interno.

Colore RAL9006 o comunque in tinta con il serramento esterno, a scelta della Direzione Lavori.

## 4 CLASSIFICAZIONE DELL'INTERVENTO

Il presente intervento interessa l'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 25 per cento della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio ma non interessa l'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva.

Pertanto, ai sensi del D.M. 26 giugno 2015, Allegato 1 par. 1.4.1 - Decreto Interministeriale "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici" - l'intervento è classificabile come intervento di "Ristrutturazione importante di secondo livello".

In tali casi i requisiti di prestazione energetica richiesti si applicano ai soli componenti edilizi oggetto di intervento e si riferiscono alle loro relative caratteristiche termo-fisiche.

Le prescrizioni e le verifiche di legge si applicano pertanto al:

- rispetto dei requisiti di trasmittanza termica limite di cui all'Appendice B del DM 26/06/2015 delle porzioni e delle quote di elementi e componenti l'involucro dell'edificio interessati dai lavori di riqualificazione energetica e ricadenti nella zona climatica E;

Zona climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015 <sup>(1)</sup>	2021 <sup>(2)</sup>
A e B	0,45	0,40
C	0,40	0,36
D	0,36	0,32
E	0,30	0,28
F	0,28	0,26

Figura 2. DM 26/06/2015. Appendice B. Tabella 1. Trasmittanza termica U massima delle strutture opache verticali, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015 <sup>(1)</sup>	2021 <sup>(2)</sup>
A e B	0,34	0,32
C	0,34	0,32
D	0,28	0,26
E	0,26	0,24
F	0,24	0,22

Figura 3. DM 26/06/2015. Appendice B. Tabella 2. Trasmittanza termica U massima delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015 <sup>(1)</sup>	2021 <sup>(2)</sup>
A e B	3,20	3,00
C	2,40	2,00
D	2,10	1,80
E	1,90	1,40
F	1,70	1,00

Figura 4. DM 26/06/2015. Appendice B. Tabella 4. Trasmittanza termica U massima delle chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati soggette a riqualificazione

- rispetto del requisito relativo al coefficiente globale di scambio termico per trasmissione (H'T), di cui all'Appendice A.



## 5 VERIFICHE PARAMETRI

### 5.1 CALCOLO DELLE VARIE TIPOLOGIE DI SEZIONE (UNI EN ISO 6946:2008)

#### 5.1.1 Parete1 - Nuova

Dati zona climatica			
Provincia	Novara	Comune	Castelletto sopra Ticino
Gradi giorno	2598	Zona Climatica	E
	U Coperture	U Pareti	U Pavimenti
Parametri Edificio di riferimento DM 26/6/2015*	0.22	0.26	0.26
Ristrutturazioni e riqualificazioni energetiche DM 26/6/2015*	0.24	0.28	0.29
Valori limite per accedere alle detrazioni (D.M. 26/01/2010)	0.24	0.27	0.30

**\* NB. Valori limiti fissati dalla legislazione nazionale e in vigore a partire da 1/1/2021. Verificare i limiti previsti da eventuali provvedimenti in vigore a livello regionale, provinciale o comunale.**

La verifica del parametro di trasmittanza termica periodica ( $Y_{ie}$ ) è prevista per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni e ristrutturazioni di 1° livello in zone con irradianza maggiore o uguale a 290 W/m<sup>2</sup>. Sono esclusi gli edifici in zona climatica F e le categoria E6 e E8.

Limiti previsti DM 26/6/2015:	Coperture	Pareti
	$Y_{ie} < 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$	$Y_{ie} < 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ (in alternativa Massa Superficiale > 230 kg/m <sup>2</sup> )

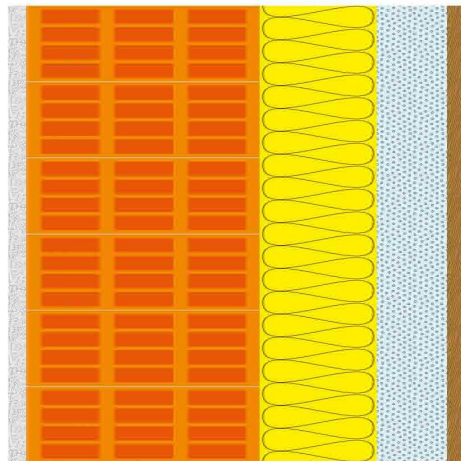
Descrizione della Struttura e Parametri Termici		Statigrafia della struttura
Tipo di struttura	Parete	
Spessore (s)	39.1 cm	
Massa Superficiale (m)	186 Kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza Termica (U)	0.225 W/m <sup>2</sup> K	
Resistenza Termica (R)	4.440 m <sup>2</sup> K/W	
Parametri Termici Dinamici	Modulo	
Trasmittanza termica periodica (Y <sub>ie</sub> )	0.055 W/m <sup>2</sup> K	
Capacità termica areica interna (K <sub>i</sub> )	41.2kJ/m <sup>2</sup> K	
Capacità termica areica esterna (K <sub>e</sub> )	25.3kJ/m <sup>2</sup> K	
Fattore di attenuazione (f)	0.242	
Sfasamento (φ)	9.78 h	
Ammettenza Termica interna (Y <sub>ii</sub> )	2.942 W/m <sup>2</sup> K	
Ammettenza Termica esterna (Y <sub>ee</sub> )	1.797 W/m <sup>2</sup> K	
Massa superficiale esclusi intonaci	186 Kg/m <sup>2</sup>	

Tabella descrizione strati

Descrizione dello strato	s	$\rho$	$\mu$	c	$\lambda$	R
	[mm]	[Kg/m <sup>3</sup> ]	[-]	[J/KgK]	[W/mK]	[m <sup>2</sup> K/W]
Strato limitare interno						0.13
1) Intonaco di gesso puro	15.0	1200	10	835	0.350	0.04
2) Blocchi forati f.o. sp. 20 cm	200.0	765	10	835	0.297	0.67
3) Polistirene Espanso Sinterizzato EPS 250	100.0	38	120	1450	0.030	3.33
4) Camera debolmente ventilata sp. 50 mm - ITD	60.0	1	1	1000	0.476	0.13
5) Pannelli di particelle estrusi	16.0	700	20	2090	0.170	0.09
Strato limitare esterno						0.04

Legenda

s	spessore dello strato	c	calore specifico del materiale
$\rho$	massa volumica	$\lambda$	conducibilità termica del materiale
$\mu$	fattore di resistenza alla diffusione del vapore	R	resistenza termica degli strati

### 5.1.2 Parete 2 - Esistente

Dati zona climatica			
Provincia	Novara	Comune	Castelletto sopra Ticino
Gradi giorno	2598	Zona Climatica	E
	U Coperture	U Pareti	U Pavimenti
Parametri Edificio di riferimento DM 26/6/2015*	0.22	0.26	0.26
Ristrutturazioni e riqualificazioni energetiche DM 26/6/2015*	0.24	0.28	0.29
Valori limite per accedere alle detrazioni (D.M. 26/01/2010)	0.24	0.27	0.30

**\* NB. Valori limiti fissati dalla legislazione nazionale e in vigore a partire da 1/1/2021. Verificare i limiti previsti da eventuali provvedimenti in vigore a livello regionale, provinciale o comunale.**

La verifica del parametro di trasmittanza termica periodica ( $Y_{ie}$ ) è prevista per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni e ristrutturazioni di 1° livello in zone con irradianza maggiore o uguale a 290 W/m<sup>2</sup>. Sono esclusi gli edifici in zona climatica F e le categoria E6 e E8.

Limiti previsti DM 26/6/2015:	Coperture	Pareti
	$Y_{ie} < 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$	$Y_{ie} < 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ (in alternativa Massa Superficiale > 230 kg/m <sup>2</sup> )

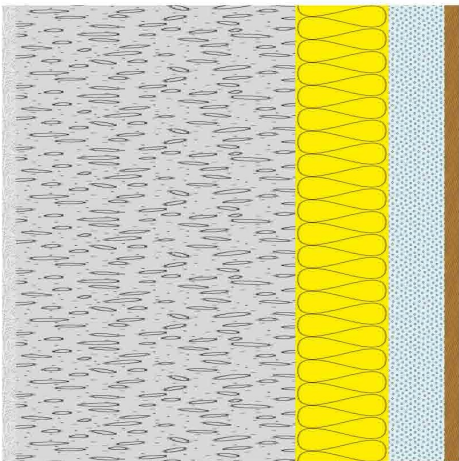
Descrizione della Struttura e Parametri Termici		Statigrafia della struttura	
Tipo di struttura	Parete		
Spessore (s)	49.1 cm		
Massa Superficiale (m)	483 Kg/m <sup>2</sup>		
Trasmittanza Termica (U)	0.237 W/m <sup>2</sup> K		
Resistenza Termica (R)	4.228 m <sup>2</sup> K/W		
Parametri Termici Dinamici			Modulo
Trasmittanza termica periodica (Y <sub>ie</sub> )	0.019 W/m <sup>2</sup> K		
Capacità termica areica interna (K <sub>i</sub> )	52.6kJ/m <sup>2</sup> K		
Capacità termica areica esterna (K <sub>e</sub> )	24.6kJ/m <sup>2</sup> K		
Fattore di attenuazione (f)	0.081		
Sfasamento (φ)	24.00 h		
Ammettenza Termica interna (Y <sub>ii</sub> )	3.811 W/m <sup>2</sup> K		
Ammettenza Termica esterna (Y <sub>ee</sub> )	1.788 W/m <sup>2</sup> K		
Massa superficiale esclusi intonaci	483 Kg/m <sup>2</sup>		

Tabella descrizione strati

Descrizione dello strato	s	$\rho$	$\mu$	c	$\lambda$	R
	[mm]	[Kg/m <sup>3</sup> ]	[-]	[J/KgK]	[W/mK]	[m <sup>2</sup> K/W]
Strato liminare interno						0.13
1) Intonaco di gesso puro	15.0	1200	10	835	0.350	0.04
2) CLS generico - 1500 kg/m <sup>3</sup>	300.0	1500	75	835	0.650	0.46
3) Polistirene Espanso Sinterizzato EPS 250	100.0	38	120	1450	0.030	3.33
4) Camera debolmente ventilata sp. 10 mm - FTA	60.0	1	1	1000	0.476	0.13
5) Pannelli di particelle estrusi	16.0	700	20	2090	0.170	0.09
Strato liminare esterno						0.04

Legenda

s	spessore dello strato	c	calore specifico del materiale
$\rho$	massa volumica	$\lambda$	conducibilità termica del materiale
$\mu$	fattore di resistenza alla diffusione del vapore	R	resistenza termica degli strati



### 5.1.3 Copertura

Dati zona climatica				
Provincia	Novara	Comune	Castelletto sopra Ticino	
Gradi giorno	2598	Zona Climatica	E	
	U Coperture	U Pareti	U Pavimenti	
Parametri Edificio di riferimento DM 26/6/2015*	0.22	0.26	0.26	
Ristrutturazioni e riqualificazioni energetiche DM 26/6/2015*	0.24	0.28	0.29	
Valori limite per accedere alle detrazioni (D.M. 26/01/2010)	0.24	0.27	0.30	

**\* NB. Valori limiti fissati dalla legislazione nazionale e in vigore a partire da 1/1/2021. Verificare i limiti previsti da eventuali provvedimenti in vigore a livello regionale, provinciale o comunale.**

La verifica del parametro di trasmittanza termica periodica ( $Y_{ie}$ ) è prevista per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni e ristrutturazioni di 1° livello in zone con irradianza maggiore o uguale a 290 W/m<sup>2</sup>. Sono esclusi gli edifici in zona climatica F e le categoria E6 e E8.

Limiti previsti DM 26/6/2015:	Coperture	Pareti
	$Y_{ie} < 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$	$Y_{ie} < 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ (in alternativa Massa Superficiale > 230 kg/m <sup>2</sup> )

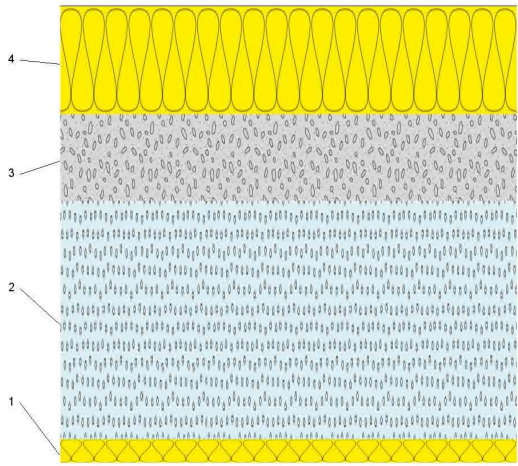
Descrizione della Struttura e Parametri Termici		Statigrafia della struttura	
Tipo di struttura	Copertura		
Spessore (s)	42.2 cm		
Massa Superficiale (m)	149 Kg/m <sup>2</sup>		
Trasmittanza Termica (U)	0.233 W/m <sup>2</sup> K		
Resistenza Termica (R)	4.292 m <sup>2</sup> K/W		
Parametri Termici Dinamici		Modulo	
Trasmittanza termica periodica ( $Y_{ie}$ )	0.037 W/m <sup>2</sup> K		
Capacità termica areica interna ( $K_i$ )	16.1 kJ/m <sup>2</sup> K		
Capacità termica areica esterna ( $K_e$ )	5.0 kJ/m <sup>2</sup> K		
Fattore di attenuazione (f)	0.160		
Sfasamento ( $\varphi$ )	6.80 h		
Ammettenza Termica interna ( $Y_{ii}$ )	1.158 W/m <sup>2</sup> K		
Ammettenza Termica esterna ( $Y_{ee}$ )	0.339 W/m <sup>2</sup> K		
Massa superficiale esclusi intonaci	149 Kg/m <sup>2</sup>		

Tabella descrizione strati

Descrizione dello strato	s	$\rho$	$\mu$	c	$\lambda$	R
	[mm]	[Kg/m <sup>3</sup> ]	[-]	[J/KgK]	[W/mK]	[m <sup>2</sup> K/W]
Strato limitare interno						0.1
1) Pannelli rigidi in fibre minerali di roccia - 80 kg/m <sup>3</sup>	22.0	80	1	835	0.039	0.56
2) Camera non ventilata sp. 300 mm - FTD	220.0	1	1	1000	1.304	0.17
3) CLS generico - 1800 kg/m <sup>3</sup>	80.0	1800	90	835	0.930	0.09
4) Polistirene Espanso Sinterizzato EPS 250	100.0	38	120	1450	0.030	3.33
Strato limitare esterno						0.04

Legenda

s	spessore dello strato	c	calore specifico del materiale
$\rho$	massa volumica	$\lambda$	conducibilità termica del materiale
$\mu$	fattore di resistenza alla diffusione del vapore	R	resistenza termica degli strati

## 5.2 CALCOLO DELLA TRASMITTANZA TERMICA MEDIA DELLE STRUTTURE OPACHE

Il calcolo è stato condotto considerando l'intervento come *ristrutturazione importante di secondo livello* in quanto la superficie disperdente oggetto dell'intervento è superiore al 25% e non si interviene su gli impianti di climatizzazione dell'edificio. In tale caso, i requisiti di prestazione energetica da verificare riguardano non solo le caratteristiche termo-fisiche delle sole porzioni e dei componenti dell'involucro dell'edificio oggetto di intervento, ma anche la valutazione del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione ( $H'_T$ ), che è stato valutato come:

$$H'_T = \frac{H_{tr,adj}}{\sum_k A_k} \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

$A_k$  è la superficie del k-esimo componente (opaco o trasparente) costituente l'involucro ( $m^2$ );

$H_{tr,adj}$  è il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione dell'involucro calcolato con la UNI/TS 11300-1 (W/K):

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

$H_D$  è il coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso l'ambiente esterno, espresso in W/K;

$H_g$  è il coefficiente di scambio termico stazionario per trasmissione verso il terreno, espresso in W/K;

$H_U$  è il coefficiente di scambio termico per trasmissione verso gli ambienti non climatizzati, espresso in W/K;

$H_A$  è il coefficiente di scambio termico per trasmissione verso altre zone climatizzate a temperatura diversa, espresso in W/K.

Nella valutazione di  $H_{tr,adj}$  è stato considerato il solo termine  $H_D$  in quanto è l'unico che interessa le aree oggetto di intervento:

$$H_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k L_k \Psi_k + \sum_j X_j$$

$U_i$  trasmittanza termica i-esimo componente (opaco o trasparente) dell'involucro edilizio confinante con l'esterno ( $W/m^2 K$ );

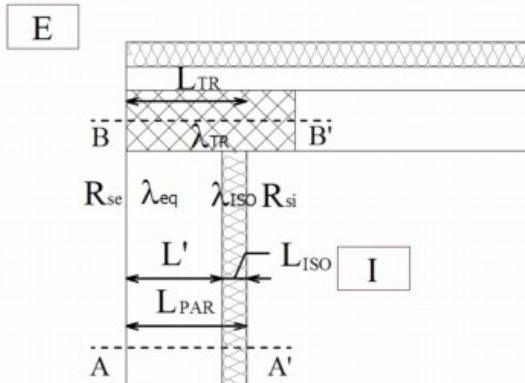
$A_i$  area interessata dalla trasmittanza  $U_i$  ( $m^2$ );

$\Psi_k$  trasmittanza termica lineica (o lineare) del k-esimo ponte lineare confinante con l'esterno (W/m K);

$L_k$  lunghezza lungo cui si applica la trasmittanza  $\Psi_k$  (m);

$X_j$  trasmittanza termica puntuale del j-esimo ponte termico puntuale confinante con l'esterno (W/K).

Per la valutazione del ponte termico della trave di bordo della copertura è stato utilizzato il seguente schema:

COP.006	PARETE ISOLATA ALL'INTERNO CON COPERTURA ISOLATA E TRAVE NON ISOLATA
Ponte termico formato dalla giunzione di una parete isolata dall'interno con una copertura piana isolata superiormente, con trave non isolata.	
SEZIONE VERTICALE	
	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE	
Riferita alle dimensioni esterne	$\psi_E = 0.292 - 0.057 \cdot U^* + \frac{0.053}{\lambda_{eq}} \left( \frac{W}{m \cdot K} \right)$
Riferita alle dimensioni interne	$\psi_I = 0.645 - 0.046 \cdot U^* + \frac{0.030}{\lambda_{eq}} \left( \frac{W}{m \cdot K} \right)$
Con: Trasmittanza adimensionale	$U^* = \frac{U_{TR}}{U_{PAR}}$
Trasmittanza della trave (per lo spessore pari alla parete)	$U_{TR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{TR}}{\lambda_{TR}} + R_{se}} \left( \frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Trasmittanza della parete	$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + R_{se}} \left( \frac{W}{m^2 \cdot K} \right)$
Campo di validità	$5.3 \leq U^* \leq 12.1 \quad 0.23 \leq \lambda_{eq} \leq 0.81 \left( \frac{W}{m \cdot K} \right)$
Intervallo di confidenza	$IC_E^{95\%} = \pm 0.04 \left( \frac{W}{m \cdot K} \right) \quad IC_I^{95\%} = \pm 0.04 \left( \frac{W}{m \cdot K} \right)$

$$\lambda_{eq} = 0,30 \text{ [W/mK]}$$

$$\lambda_{eq,TR} = 0,93 \text{ [W/mK]}$$

$$U_{TR} = 1,92 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$U^* = 8,53$$

$$\psi_I = 0,645 - 0.046 \times 8,53 + 0.03/0.3 = \mathbf{0.355} \text{ [W/mK]}$$

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

Figura 5. DM 26/06/2015. Appendice A. Tabella 10. Valore massimo ammissibile del coefficiente globale di scambio termico  $H'T$ 

Si riportano di seguito i calcoli in cui sono state tenute in conto solamente le superfici oggetto di intervento:

Elemento	U [W/mq*K]	Area [mq]	$\Psi$ [W/m*K]	L [m]	br	U*A [W/°K]	$\Psi*L$ [W/°K]
Parete 1 - Nuova	0.225	361.22			1	81.27	0
Parete 2 - Esistene	0.237	40.03			1	9.49	0
Copertura	0.233	1294.00			1	301.50	0
Infissi	1.40	157.28			1	220.19	0
Ponte termico trave di bordo copertura			0.355	225.78	1	0	80.15
		<b>TOTALE</b>				612.45	80.15

**VERIFICA**

$H'_T$  **0.374**  
limite **0.65**

**SI**

## 5.3 CALCOLO DELLA TEMPERATURA SUPERFICIALE E DELLA CONDENSA INTERSTIZIALE DI STRUTTURE EDILIZIE (UNI EN ISO 13788:2003)

### 5.3.1 Parete 1 - Nuova

#### VERIFICA IGROTERMICA DELLA STRUTTURA

Mese	Ti (°C)	Pi (Pa)	Te (°C)	Pe (Pa)
Gennaio	20.00	1474.91	0.90	624.00
Febbraio	20.00	1362.99	3.30	619.00
Marzo	20.00	1318.78	8.40	802.00
Aprile	20.00	1157.40	13.10	850.00
Maggio	20.00	1291.83	17.40	1176.00
Giugno	21.80	1534.00	21.80	1534.00
Luglio	24.30	1825.00	24.30	1825.00
Agosto	23.30	1797.00	23.30	1797.00
Settembre	20.00	1595.64	19.20	1560.00
Ottobre	20.00	1347.31	12.90	1031.00
Novembre	20.00	1405.70	7.10	831.00
Dicembre	20.00	1334.08	2.40	550.00

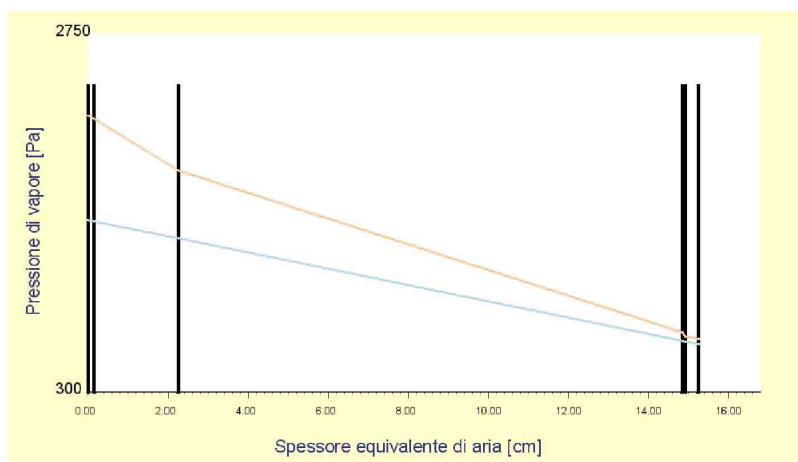
Legenda

Ti	Temperatura interna	Pi	Pressione vapore interna
Te	Temperatura esterna	Pe	Pressione vapore esterna

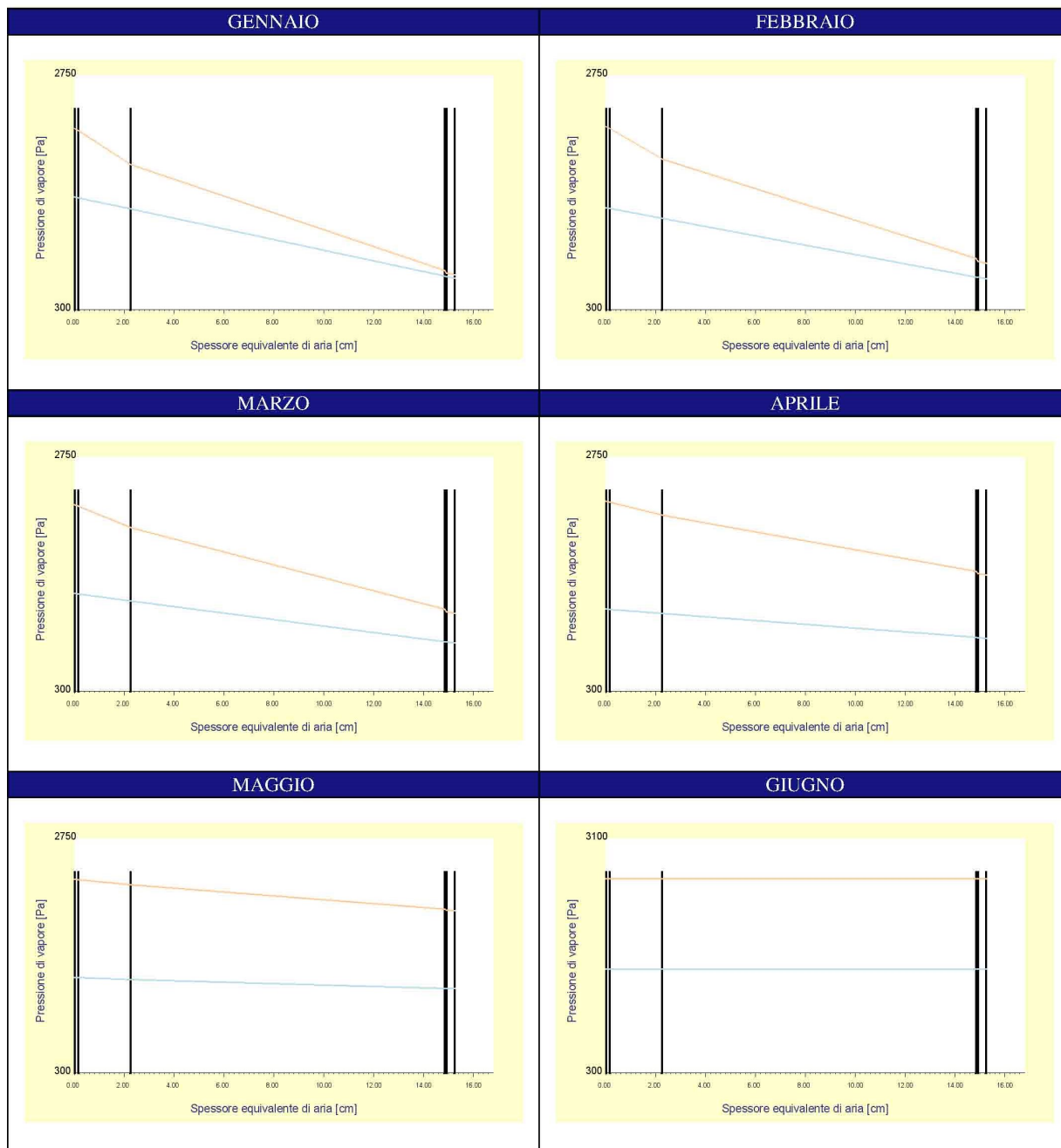
**La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale**

**La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale**

**Mese critico: Gennaio**

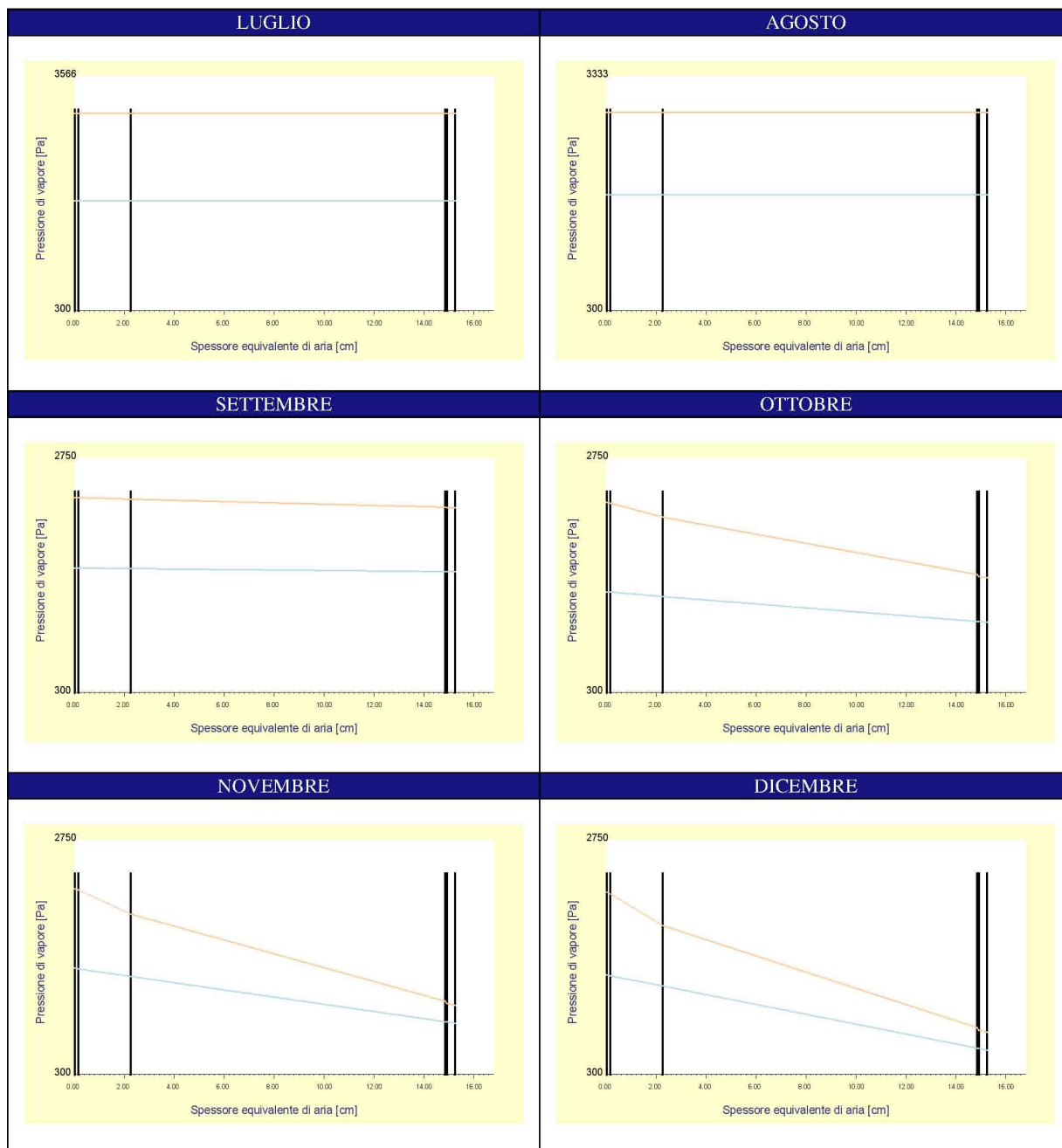


## GRAFICI MENSILI DELLE PRESSIONI DI SATURAZIONE E PARZIALI DI VAPORE





## GRAFICI MENSILI DELLE PRESSIONI DI SATURAZIONE E PARZIALI DI VAPORE



### 5.3.2 Parete 2 – Esistente

#### VERIFICA IGROTERMICA DELLA STRUTTURA

Mese	Ti (°C)	Pi (Pa)	Te (°C)	Pe (Pa)
Gennaio	20.00	1474.91	0.90	624.00
Febbraio	20.00	1362.99	3.30	619.00
Marzo	20.00	1318.78	8.40	802.00
Aprile	20.00	1157.40	13.10	850.00
Maggio	20.00	1291.83	17.40	1176.00
Giugno	21.80	1534.00	21.80	1534.00
Luglio	24.30	1825.00	24.30	1825.00
Agosto	23.30	1797.00	23.30	1797.00
Settembre	20.00	1595.64	19.20	1560.00
Ottobre	20.00	1347.31	12.90	1031.00
Novembre	20.00	1405.70	7.10	831.00
Dicembre	20.00	1334.08	2.40	550.00

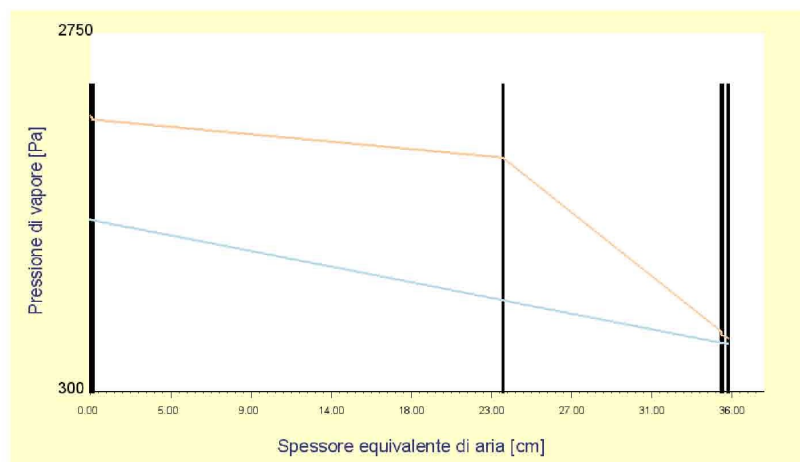
Legenda

Ti	Temperatura interna	Pi	Pressione vapore interna
Te	Temperatura esterna	Pe	Pressione vapore esterna

**La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale**

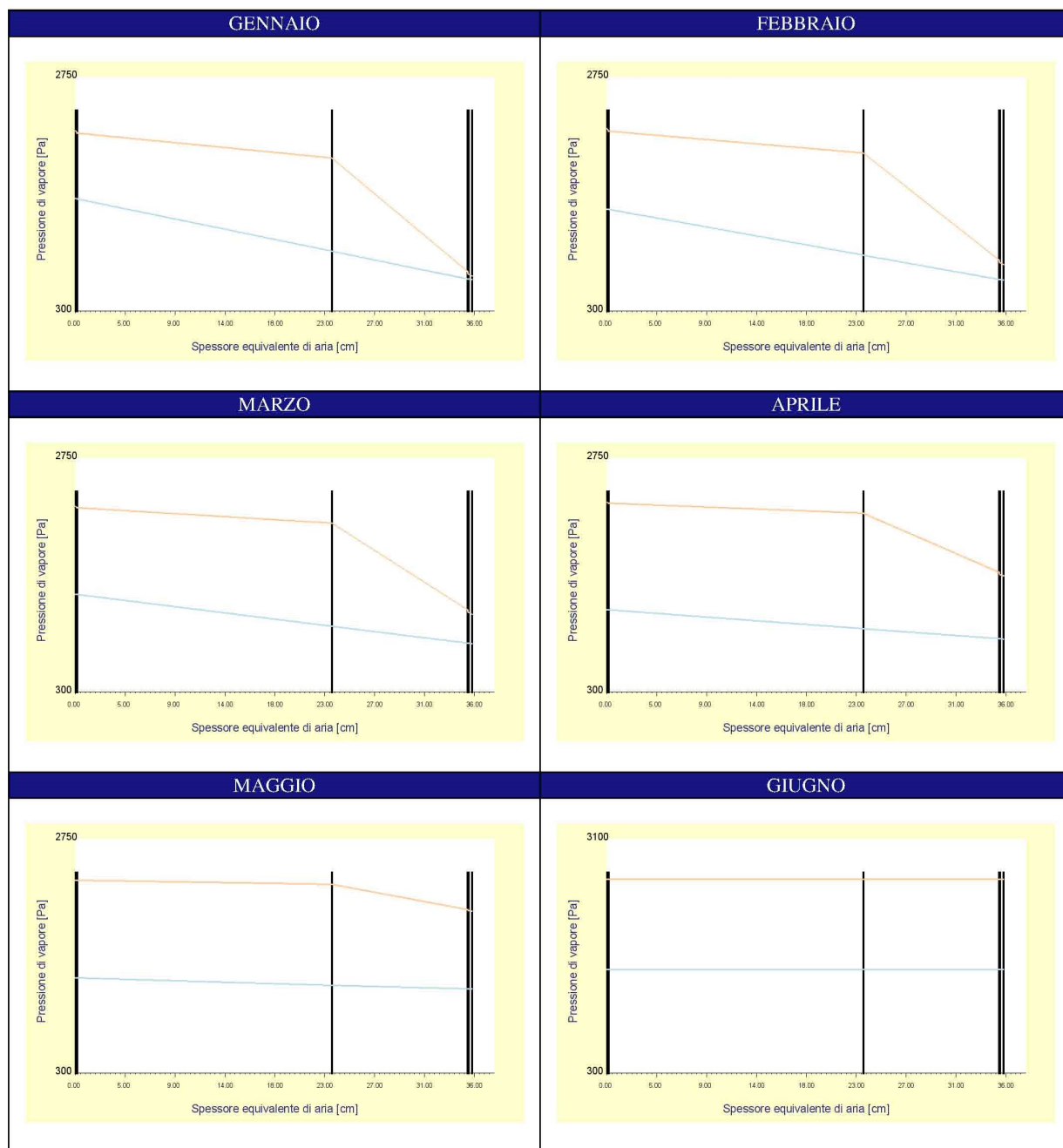
**La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale**

**Mese critico: Gennaio**

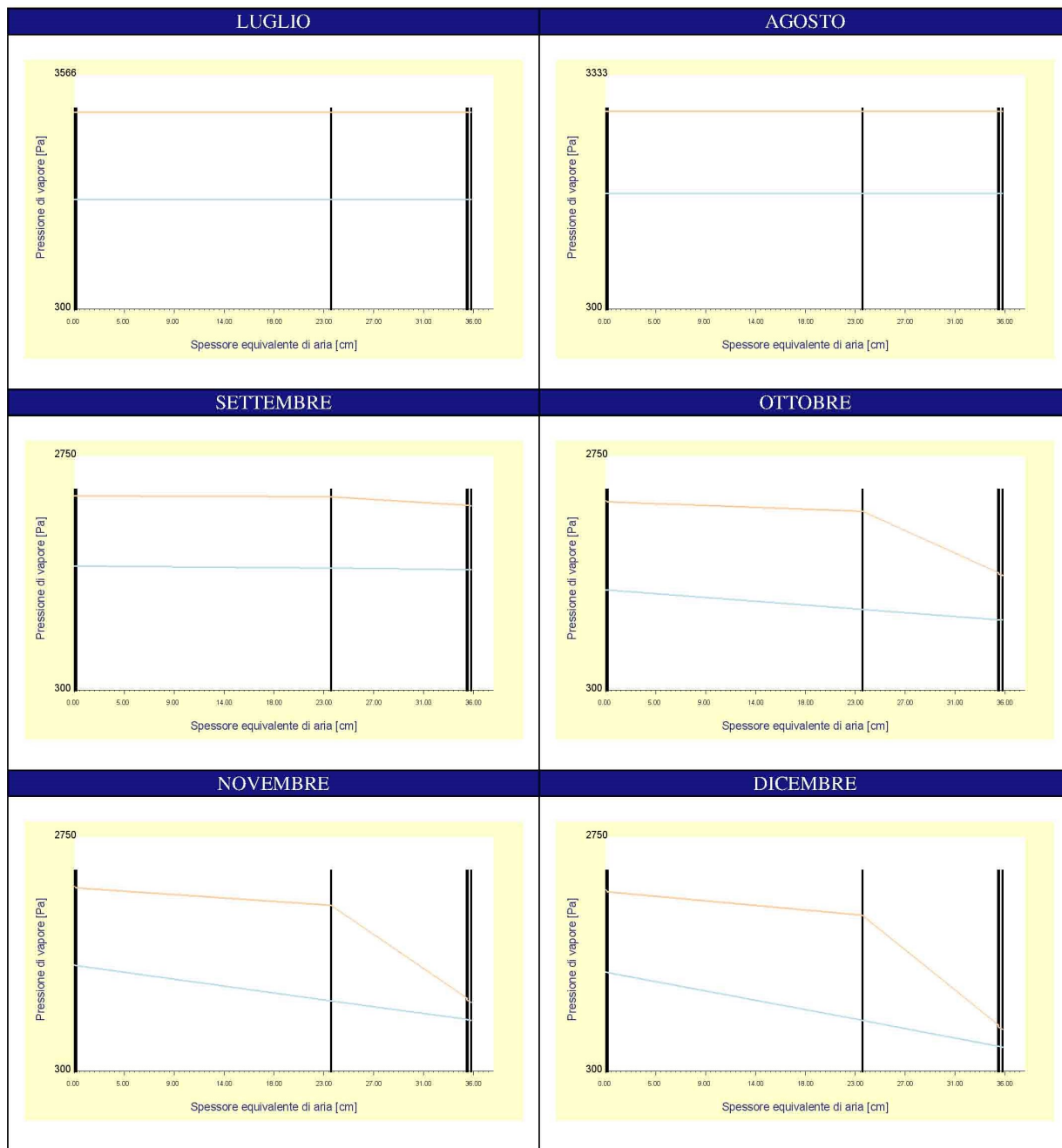




## GRAFICI MENSILI DELLE PRESSIONI DI SATURAZIONE E PARZIALI DI VAPORE



## GRAFICI MENSILI DELLE PRESSIONI DI SATURAZIONE E PARZIALI DI VAPORE



### 5.3.3 Copertura

#### VERIFICA IGROTERMICA DELLA STRUTTURA

Mese	Ti (°C)	Pi (Pa)	Te (°C)	Pe (Pa)
Gennaio	20.00	1474.91	0.90	624.00
Febbraio	20.00	1362.99	3.30	619.00
Marzo	20.00	1318.78	8.40	802.00
Aprile	20.00	1157.40	13.10	850.00
Maggio	20.00	1291.83	17.40	1176.00
Giugno	21.80	1534.00	21.80	1534.00
Luglio	24.30	1825.00	24.30	1825.00
Agosto	23.30	1797.00	23.30	1797.00
Settembre	20.00	1595.64	19.20	1560.00
Ottobre	20.00	1347.31	12.90	1031.00
Novembre	20.00	1405.70	7.10	831.00
Dicembre	20.00	1334.08	2.40	550.00

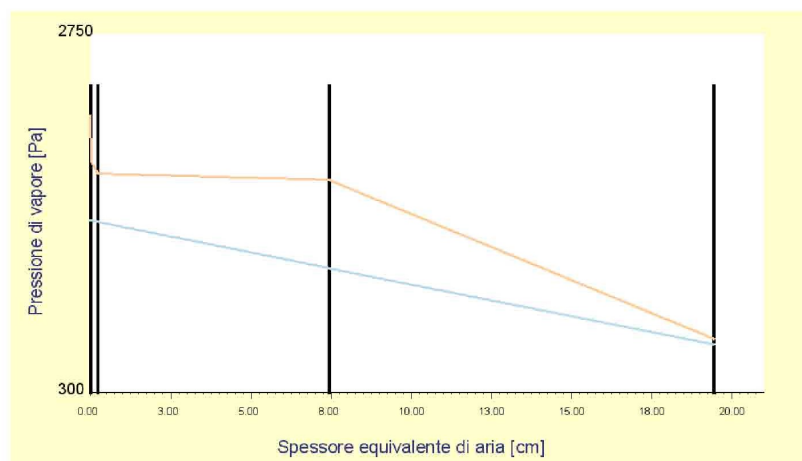
Legenda

Ti	Temperatura interna	Pi	Pressione vapore interna
Te	Temperatura esterna	Pe	Pressione vapore esterna

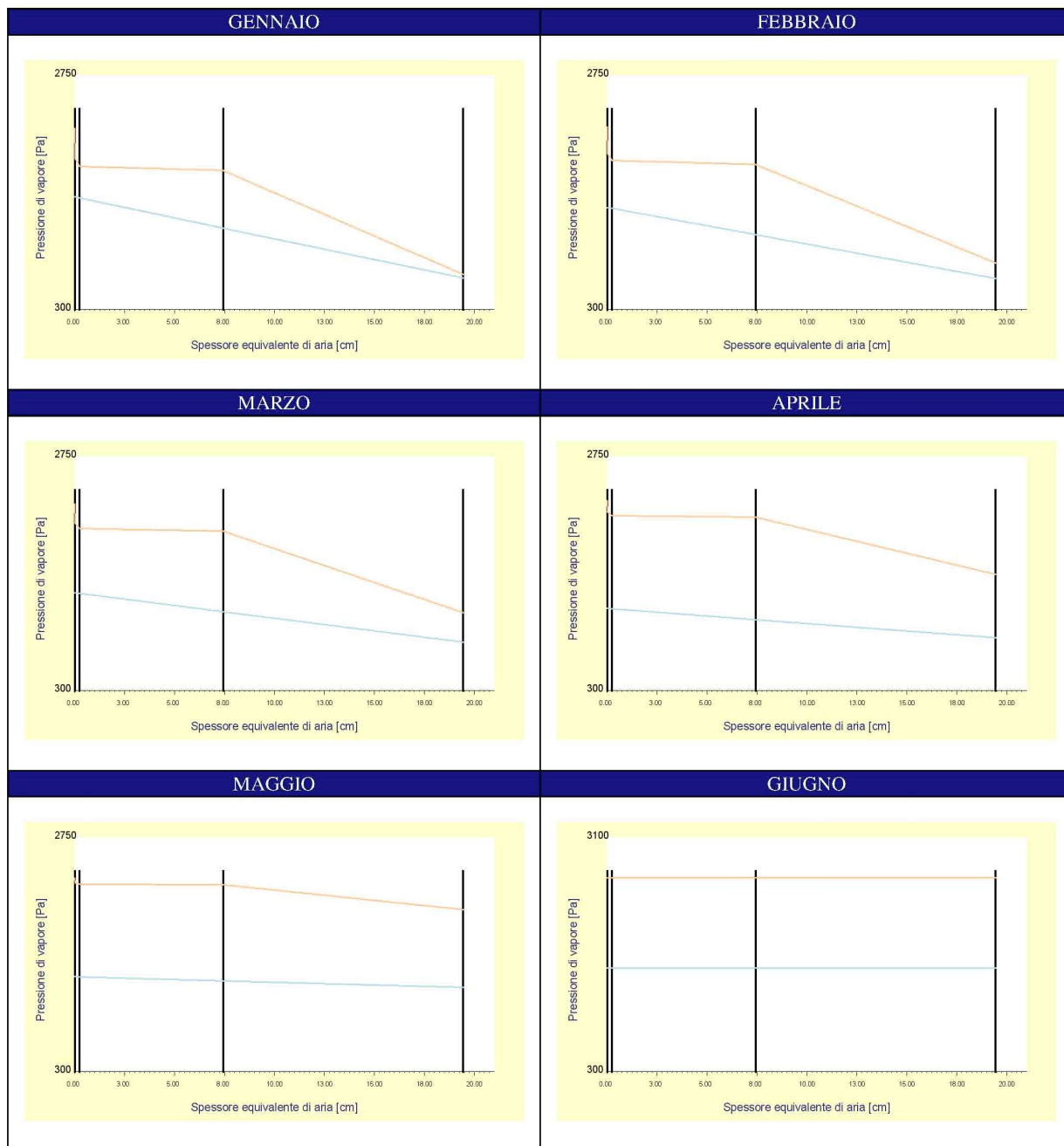
**La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale**

**La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale**

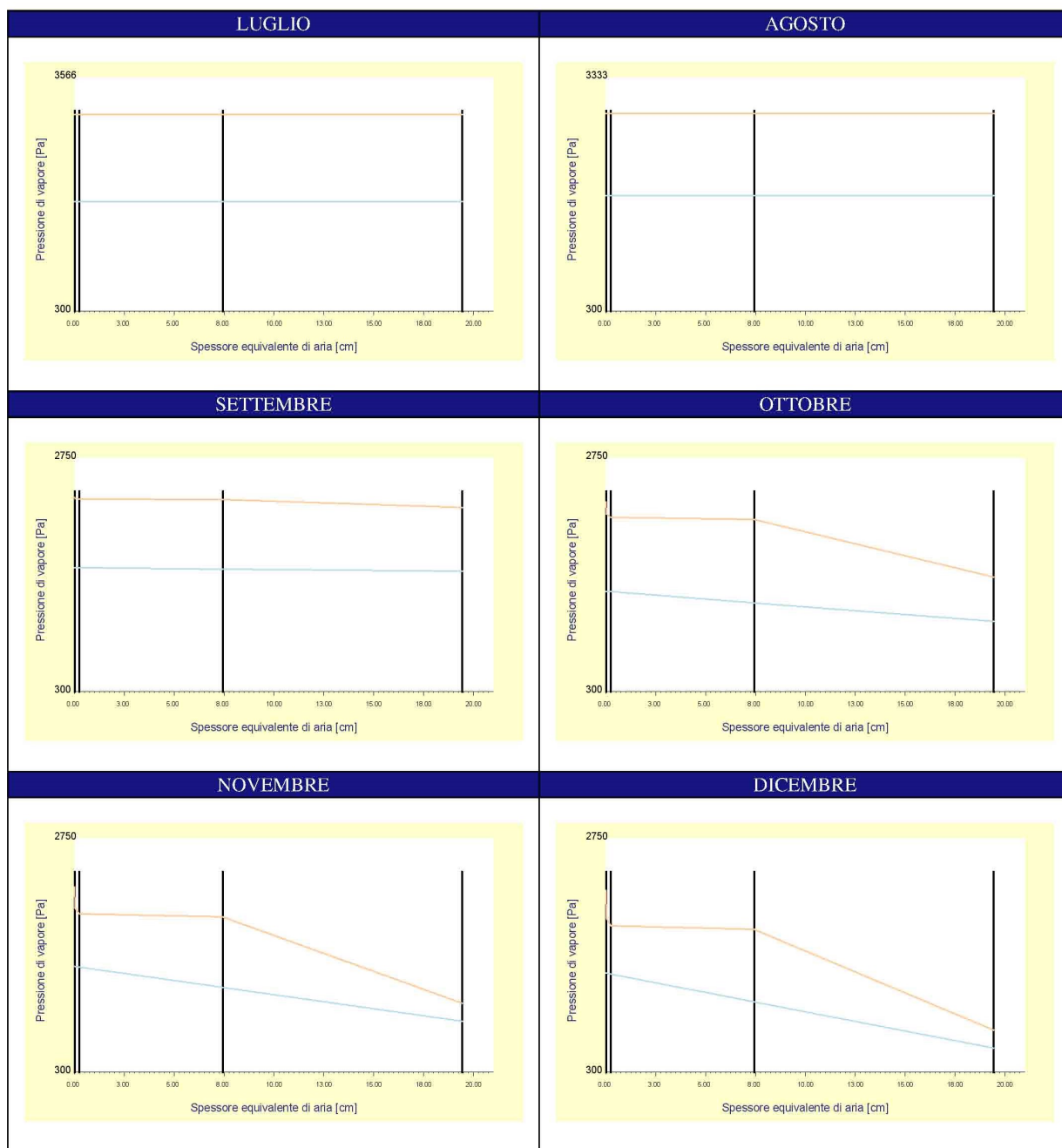
**Mese critico: Gennaio**



## GRAFICI MENSILI DELLE PRESSIONI DI SATURAZIONE E PARZIALI DI VAPORE



## GRAFICI MENSILI DELLE PRESSIONI DI SATURAZIONE E PARZIALI DI VAPORE



IL PROGETTISTA: