

# COMUNE DI CESENA

## **PIANO URBANISTICO ATTUATIVO (GIA' P.U.A. 25 PREGRESSO PRG '85) VIA DISMANO**

### **Progetto di nuova costruzione di : FABBRICATO 1 REPARTO DI PRODUZIONE 1 con collegamento aereo con AC 3**

TAV.  
P 1 - 06

**RELAZIONE TECNICA DI CUI ALL'ART. 28  
DELLA LEGGE 9 GENNAIO 1991, N.10**

Scala  
///

Come prevista dall'allegato 4 della delibera di Assemblea legislativa della regione Emilia-Romagna n. 156/2008, atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici  
Aggiornata alla D.G.R. 1366/2001, modifica degli allegati di cui alla parte seconda della delibera di assemblea legislativa n. 156/2008

#### **Committenti:**



**Immobiliare Cedro s.r.l.**  
via Rasi Spinelli n° 194 - Cesena (FC)  
P.E.C. cedroimmobiliare@arubapec.it

**OROGEL Società Cooperativa Agricola**  
via Dismano, 2830 - Pievesestina di Cesena (FC)  
Tel. 0547 3771  
P.E.C. orogelcoop@pec.it

**Per. Ind. MUCCIOLI CORRADO**  
Studio impianti tecnologici

47522 CESENA (FC) Piazzale Caduti del Lavoro, 200  
Tel. 0547-335722 Telefax 0547-318493  
E Mail corrado@studiomuccioli.net - PEC studiomuccioli@italia-pec.com

## RELAZIONE TECNICA DI CUI ALL'ART. 28 DELLA LEGGE 9 GENNAIO 1991, N. 10

Come prevista dall'allegato 4 della delibera di Assemblea legislativa della regione Emilia-Romagna n.156/2008, atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici

Aggiornata alla D.G.R. 1366/2011, modifica degli allegati di cui alla parte seconda della delibera di assemblea legislativa n. 156/2008

**OPERE RELATIVE AD EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE OVVERO A RISTRUTTURAZIONE DI EDIFICI DI SUPERFICIE UTILE SUPERIORE A 1000 m<sup>2</sup> O ALL' AMPLIAMENTO DI EDIFICI ESISTENTI QUANDO L'INTERVENTO SUPERA DEL 20 % IL VOLUME ATTUALE OPPURE CON SUPERFICIE SUPERIORE AD 80m<sup>2</sup>**

### 1. INFORMAZIONI GENERALI

**Comune di**  
CESENA

**Provincia**  
FORLI' - CESENA

**Progetto per la realizzazione di SPOGLIATOI E SERVIZI REPARTO PRODUZIONE FABBRICATO 1**

**Sito in** VIA DISMANO

**Titolo abilitativo (D.I.A. o Permesso di Costruire)** n.: del:

**Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui all'articolo 3 del DPR 26 agosto 1993, n.412**

	Unità immobiliare	Classificazione
	Fabb 1 Spogliatoi	E.6 (2) - Spogliatoi a servizio attività produttiva

**Numero delle unità abitative** 1

**Committente(i)** OROGEL Soc. Coop. Agricola Via Dismano, 2830 Cesena  
Immobiliare Cedro s.r.l. Via Rasi Spinelli, 194 Cesena

**Progettista(i) degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio** Per. Ind. MUCCIOLI Corrado

**Direttore(i) lavori degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio** Per. Ind. MUCCIOLI Corrado

L'edificio (o il complesso di edifici) rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico ai sensi dell'Allegato 1 ed ai fini dell'articolo 5, comma 15, del DPR n. 412/93 e dell'articolo 5, comma 4, lettera c) della L.R. n. 26/04

## 2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (O COMPLESSO DI EDIFICI)

Gli elementi tipologici forniti, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i seguenti :

X Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali

Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione sistemi di protezione solare

Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari

## 3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR n. 412/93)	2130 [GG]
Temperatura minima invernale di progetto (dell'aria esterna secondo le vigenti norme tecniche di settore)	-5 [°C]
Temperatura massima estiva di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 10349 e successivi aggiornamenti, o equivalenti)	32 [°C]
Umidità relativa dell'aria di progetto per la climatizzazione estiva, se presente (secondo la norma UNI 10339 e successivi aggiornamenti, o equivalenti)	51,11 [%]
Irradianza solare massima estiva su superficie orizzontale: valore medio giornaliero (secondo norma UNI 10349 e successivi aggiornamenti, o equivalenti)	307,87 [W/m <sup>2</sup> ]

## 4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI) E DELLE RELATIVE STRUTTURE

Unità immobiliari centralizzate	T.Int. Risc.	U.R.Int. Risc.	T.Int. Raff. <sup>(*)</sup>	U.R.Int. Raff. <sup>(*)</sup>	V. Lordo	S. Lorda	S/V	S.Utile
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>-1</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]
Centrale: <b>Pdc fabb 1</b>	18,00	45,00	24,00	55,00	512,75	488,32	0,95	140,55
Unità immobiliare: <b>Fabb 1 Spogliatoi</b>					512,75	488,32	0,95	140,55

(\*) Se presente

## 5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

### 5.1 Descrizione impianto

#### 5.1.a) Tipologia

**Centrale:** Centrale con unità condensante esterna a P.d.C. per riscaldamento e raffrescamento

**Impianto:** a espansione diretta con apparecchiature a portata variabile di gas refrigerante/riscaldante (VRV). Le unità interne sono del tipo a cassetta in controsoffitto

Sistemi di generazione: Unità motocondensante per sistema a Volume di Refrigerante Variabile, controllate da inverter, refrigerante R410A, a pompa di calore, avente le seguenti caratteristiche:

#### Potenzialità nominale:

- in regime di raffreddamento 28 kW con temperatura interna 27°CBS/19°CBU, temperatura esterna 35°CBS
- In regime di riscaldamento 31.5 kW con temperatura interna 20°CBS, temperatura esterna 7°CBS/6°CBU,
- lunghezza equivalente del circuito 5 m, dislivello 0 m.

Assorbimento nominale (Raffreddamento/Riscaldamento) di 7.29 / 7.38 kW.

Sistemi di termoregolazione: Comando a filo con schermo a cristalli liquidi con accesso diretto ai pulsanti principali, con funzione di autodiagnosi e monitoraggio del sistema VRV, dotato di termostato interno, colore bianco.

Possibilità di impostazione di limiti di funzionamento massimo e minimo, funzione attivabile manualmente o con timer programmatore, orologio con indicazione del giorno e dell'ora in tempo reale, timer programmatore settimanale, modalità di Leave Home ( protezione antigelo), permette, in caso di assenza, il mantenimento della temperatura interna ad un livello reimpostato, possibilità di selezionare diversi livelli di abilitazione dei pulsanti.

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica: NON PRESENTE

Sistemi di distribuzione del vettore termico :

Il gas frigorifero nella fase liquida e/o gassosa viene inviato dalla unità condensante esterna alle unità interne mediante tubazioni in rame

Sistemi di ventilazione forzata (se presente): tipologie:

Unità di trattamento d'aria primaria , adatta per installazione in controsoffitto , comprendente scambiatore per recupero del calore sensibile e latente , serranda di by-pass per free-cooling batteria di trattamento alimentata da refrigerante R410A Ventilatore d'aria d'espulsione e ventilatore d'aria di mandata. Scheda elettronica di controllo gestione e comando , adatta ad essere collegata a bus di trasmissione dati per sistemi di climatizzazione tipo VRV.

Caratteristiche tecniche dell'unità:

- Scocca di contenimento di tutta l'apparecchiatura in acciaio zincato, con 4 attacchi canalizzabili
- Ventilatori tipo centrifugo a due velocità con tensione di alimentazione 220 Volt 50 Hz
- Portata aria max 1000 mc/h
- Batteria di trattamento
- Recuperatore di calore a scambio totale aria-aria , a flusso incrociato , con scambiatore in carta trattata ad alta conducibilità in grado di scambiare il calore sia sensibile che latente
- Efficienza in % dello scambio termico di temperatura 77/80
- Efficienza in % dello scambio entalpico a ciclo invernale 66/71
- Efficienza in % dello scambio entalpico a ciclo estivo 61.5/66
- Serranda di by-pass per free-cooling

Sistemi di accumulo termico (se presente): NON PRESENTE

Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Produzione ACS mediante pompa di calore, rete di distribuzione mediante tubazioni multistrato

**Centrale:** Pdc fabb 1 **Impianto:** Riscaldamento ed a.c.s.

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata maggiore o uguale a 350 kW

20.00 [Gradi francesi]

**5.1.b) Specifiche dei generatori di energia termica** (da compilare per ogni generatore di energia termica)

### **Pdc ACS It 300 per produzione ACS**

Tipo: Pompa di calore a ciclo inverso a compressione di gas, azionata da motore elettrico

Fluido termovettore

Aria20

Valore nominale della potenza termica utile

1,67 [kW]

**Combustibile utilizzato**

Energia elettrica

*(Nel caso di generatori che utilizzino più di un combustibile indicare il tipo e le percentuali di utilizzo dei singoli combustibili; nel caso di generatori alimentati con biomasse, indicarne la tipologia e provenienza fra quelle indicate in allegato X alla parte V del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152)*

### **Daikin RXYQ 10T per la climatizzazione dei locali**

Tipo: Pompa di calore a ciclo inverso a compressione di gas, azionata da motore elettrico

Fluido termovettore

Aria

Valore nominale della potenza termica utile

31,50 [kW]

**Combustibile utilizzato**

Energia elettrica

(Nel caso di generatori che utilizzino più di un combustibile indicare il tipo e le percentuali di utilizzo dei singoli combustibili; nel caso di generatori alimentati con biomasse, indicarne la tipologia e provenienza fra quelle indicate in allegato X alla parte V del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152)

NOTA - Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse dai generatori di calore convenzionali (quali, ad esempio, macchine frigorifere, pompe di calore, gruppi di cogenerazione di energia termica ed elettrica), le prestazioni delle macchine diverse dai generatori di calore sono fornite indicando le caratteristiche normalmente utilizzate per le specifiche apparecchiature, applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.

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

Tipo di conduzione prevista	<input checked="" type="checkbox"/> continua con attenuazione notturna	<input type="checkbox"/> intermittente
-----------------------------	--	--

Sistema di telegestione dell'impianto termico, se esistente NON PRESENTE

Sistema di termoregolazione in centrale termica (solo per impianti centralizzati) **Non prevista**

Sistemi di termoregolazione delle singole zone o unità immobiliari

- Numero di apparecchi: 1

- Descrizione sintetica delle funzioni:

Sistema di gestione centralizzato, dedicato per il controllo e la gestione di sistemi di climatizzazione VRF

Il sistema permette il controllo delle unità interne del blocco servizi

Caratteristiche principali:

Utilizzo semplice da parte dell'utente:

- Installazione a parete.
- Visualizzazione e gestione touch screen tramite finestre.
- Visualizzazione delle unità per lista o per icone; per ciascuna unità è possibile modificare i relativi parametri.
- Riconoscimento automatico dei modelli di unità interne.

- Descrizione sintetica delle funzioni:

- Possibilità di inserimento della pianta dell'edificio.
- Impostazione delle macro-aree del sistema per una gestione a vari livelli.

Visualizzazione ed invio di messaggi (anche sonori) di errore da parte del sistema. Possibilità di consultare la lista degli errori verificatisi e reperire i dati con estrema facilità.

- Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: 4 livelli per ciascun giorno della settimana

Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura nei singoli locali o nelle singole zone, ciascuna avente caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi

Numero di apparecchi: 7

- Descrizione sintetica dei dispositivi: Comando a filo con schermo a cristalli liquidi con accesso diretto ai pulsanti principali, collegamento all'unità interna controllata con cavo bifilare permette il controllo fino a 16 unità interne, funzione di autodiagnosi e monitoraggio del sistema VRV, dotato di termostato interno.

Possibilità di impostazione di limiti di funzionamento massimo e minimo, funzione attivabile manualmente o non

Dotazione sistemi BACS (se presenti) NON PRESENTE

**5.1.d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore nelle singole unità immobiliari**

NON PRESENTE

**5.1.e) Terminali di erogazione dell'energia termica**

Numero di apparecchi (quando applicabile)	7
Tipo	Unità interne a cassetta a 4 vie per montaggio a controsoffitto con flusso dell'aria a 360° per sistema VRV ad R410a, con le seguenti caratteristiche tecniche: <b>Carrozzeria</b> in lamiera d'acciaio zincato rivestita di materiale termoacustico, pannello decorativo antiurto, griglia con ripresa centrale, dotata di filtro
Potenza termica nominale (quando applicabile)	n. 1 potenza nominale 2 KW n. 1 potenza nominale 2.5 KW n. 2 potenza nominale 3.2 KW n. 2 potenza nominale 4 KW
Potenza elettrica nominale (quando applicabile)	Potenza elettrica ventilatori mediamente 50/60 Watt

**5.1.f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione NON PRESENTI****5.1.g) Sistemi di trattamento dell'acqua**

Filtro autopulente impianto idrico sanitario

**5.1.h) Specifiche dell'isolamento termico delle rete di distribuzione**Isolante in elastomeri espansi a celle chiuse "Classe 1"  $\lambda = 0.04 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$ 

Φ 28 – 22 spessore 13 mm.

Φ 18 - 16 – 12 spessore 9 mm.

**5.1.i) Specifiche della/e pompa/e di circolazione**

NON PRESENTE

<b>6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI</b>		
<b>6.1 Dato termo fisici relativi all'involucro edilizio</b>		
<b>6.1.a) Trasmittanza chiusure</b>	Valore di progetto	Valore limite (Allegato 3 DAL 156/08)
<b>6.1.b) Trasmittanza chiusure (U) degli elementi divisori tra alloggi o unità immobiliari confinanti</b>		
	Valore di progetto	Valore limite (Allegato 3 DAL 156/08)
<b>Trasmittanza termica delle pareti verticali di separazione</b>	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parete interna cartongesso cm 15</li> <li>• Parete interna cartongesso cm 10</li> </ul>	0,39 0,61	0,8 0,8
<b>Trasmittanza termica dei solai di separazione</b>	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soffitto Vs locali freddi</li> <li>• Pav Vs locali non riscaldati</li> </ul>	0,40 0,53	0,8 0,8
<b>6.1.c) Attenuazione dei ponti termici (provvedimenti e calcoli)</b> La parete perimetrale esterna è costituita da pannello sandwich, i ponti termici degli infissi e dei solai sono calcolati nei relativi coefficienti.		
<b>6.1.e) Comportamento termico in regime estivo</b>	Valore di progetto	Valore limite (Allegato 3 DAL 156/08)
Indice di prestazione energetica dell'involucro edilizio per il raffrescamento (EP <sub>e,inv</sub> )		
Centrale: <b>Pdc fabb 1</b>	3,54 [kWh/m <sup>3</sup> anno]	10 [kWh/m <sup>3</sup> anno]
<b>6.2 Serramenti esterni e schermature</b>		
Caratteristiche: infissi con telaio metallico a taglio termico con vetro basso emissivo avente un fattore solare 0.45		
Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni A 3		
- Valutazione dell'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate: LE SUPERFICI VETRATE HANNO UN FATTORE SOLARE NON SUPERIORE A 0.45		
Caratteristiche del fattore solare (g) del vetro dei componenti finestrati dell'involucro edilizio. <b>Non superiore a 0.45</b>		
Confronto e verifica con i valori limite riportati dalla DAL 156/08 (se applicabile) Vedi allegato alla presente relazione		
<b>6.3 Controllo della condensazione</b>		
Vedi allegati alla presente relazione		

**6.4 Ventilazione**

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore) (specificare per le diverse zone)	0,3
Portata d'aria di ricambio (G) solo nei casi di ventilazione meccanica controllata	750 [m <sup>3</sup> /h]

**6.5 Verifica dell'impianto termico**

**6.5.a) Rendimenti dei sottosistemi dell'impianto termico**

Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto	
Rendimento di produzione	361,83 [%]
Rendimento di regolazione	98,00 [%]
Rendimento di distribuzione	91,17 [%]
Rendimento di emissione	95,00 [%]

**6.5.b) Rendimento globale medio stagionale**

	Valore di progetto	Valore limite
Rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico	[%]	[%]
Centrale termica - Pdc fabb 1	195,61	69,49

**6.6) Indici di prestazione energetica**

**6.6.a) Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale**

Valore di progetto EP <sub>i</sub>	10,05 [kWh/m <sup>3</sup> anno]
Confronto con il valore limite riportato dalla DAL 156/08	19,03 [kWh/m <sup>3</sup> anno]
Energia termica utile per il riscaldamento prodotta mediante PDC	8.387,49 [kWh/anno]
Fabbisogno di combustibile	[Nm <sup>3</sup> /anno] [Kg/anno]
Fabbisogno di energia elettrica da rete	2.371,05 [kWh]
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale (fonti rinnovabili)	1.016,39 [kWh]

**6.6.b) Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale**

Valore di progetto (trasformazione del corrispondente dato calcolato al punto 6.6.a)	16,99 [kJ/m <sup>3</sup> GG]
--	------------------------------

**6.6.c) Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria (EP<sub>acs</sub>)**

Valore di progetto EP <sub>acs</sub>	3,76 [kWh/m <sup>3</sup> anno]
Confronto con il valore limite riportato dalla DAL 156/08	3,89 [kWh/m <sup>3</sup> anno]
Fabbisogno di combustibile	[Nm <sup>3</sup> /anno] [Kg/anno]
Fabbisogno di energia elettrica da rete	887,46 [kWh]
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale (fonti rinnovabili)	2.178,13 [kWh]

**6.7) Impianti e sistemi per la produzione di energia da fonti rinnovabili e altri sistemi di generazione**

**6.7.a) Impianti a fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria e riscaldamento (produzione di energia)**



**termica da FER)**

Descrizione, caratteristiche tecniche e schemi funzionali:

- IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE ESTIVA ED INVERNALE MEDIANTE POMPA DI CALORE CONDENSATA AD ARIA
- IMPIANTO DI PRODUZIONE ACS MEDIANTE POMPA DI CALORE CONDENSATA AD ARIA

Energia primaria per la produzione di ACS prodotta mediante FER	15.431,60 [kWh/anno]
Energia primaria per la produzione di ACS prodotta mediante PDC	11.409,90 [kWh/anno]
Fabbisogno totale annuo di energia primaria per la produzione di ACS	17.361,00 [kWh/anno]
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	88,89 [%]
Valore limite ai sensi del punto A.1	50,00 [%]
Energia primaria per il riscaldamento e per ACS prodotta mediante FER	26.977,80 [kWh/anno]
Energia primaria per il riscaldamento e per ACS prodotta mediante PDC	19.797,40 [kWh/anno]
Fabbisogno tot. annuo di energia primaria per il riscaldamento e per ACS	34.061,80 [kWh/anno]
Percentuale di copertura dei consumi previsti	79,20 [%]
Valore limite ai sensi del punto A.2	35,00 [%]

**6.7.b) Impianti a fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica (produzione di energia elettrica da FER)**

Descrizione, caratteristiche tecniche e schemi funzionali

IMPIANTO DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA MEDIANTE PANNELLI FOTOVOLTAICI

Potenza elettrica da FER installata ( <i>se applicabile</i> )	6,24 [kW]
Potenza elettrica minima ai sensi del punto C.1	1,54 [kW]
Energia elettrica prodotta mediante fonti rinnovabili	3.194,52 [kWh/anno]
Fabbisogno di energia elettrica dell'edificio (kWh)	6.453,02 [kWh/anno]
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	49,50 [%]

**6.7.c) Altri sistemi di generazione dell'energia (unità o impianti di micro o piccola cogenerazione e/o collegamento ad impianti consortili e/o reti di teleriscaldamento)**

NON PRESENTE

**7. ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE  
NON SONO PREVISTE DEROGHE****8. VALUTAZIONI SPECIFICHE PER L'UTILIZZO DELLE FONTI DI ENERGIA RINNOVABILE**

Indicare le tecnologie che, in sede di progetto, sono state valutate ai fini del soddisfacimento del fabbisogno energetico mediante ricorso a fonti rinnovabili di energia o assimilate, e giustificare le scelte effettuate (punti

6.7.a. e 6.7.b.) in relazione a:

- caratteristiche e potenzialità del sito
- limiti connessi alla tipologia edilizio-insediativa
- dimensionamento ottimale

L'utilizzo di pompe di calore sia per la climatizzazione estiva ed invernale che per la produzione dell'acqua calda sanitaria in abbinamento all'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica permette, come si evince dai risultati di cui sopra, di ottenere una percentuale di utilizzo delle fonti rinnovabili che soddisfano quanto previsto all'allegato 2 della Deliberazione della Giunta Regionale E.R. n. 1366

#### **9. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (elenco indicativo)**

Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali.

Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analoga voce del paragrafo "Dati relativi agli impianti".

Tabelle ed elaborati con indicazione delle caratteristiche termiche, termoigrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio.

Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e loro permeabilità all'aria compreso le caratteristiche di trasmettere calore verso gli ambienti interni (fattore solare)

#### **10. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA**

Il sottoscritto Per. Ind. MUCCIOLI Corrado iscritto al Collegio dei Periti Industriali della Provincia di Forlì - Cesena essendo a conoscenza delle sanzioni previste dalla normativa nazionale e regionale dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nella Delibera di Assemblea Legislativa n. 156/08 e s.m.i.
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data 23 Dicembre 2014

Firma

# Allegati

1. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **strutture opache verticali** dell'involucro edilizio.
2. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **strutture opache orizzontali** dell'involucro edilizio.
3. Trasmittanza termica delle degli **elementi divisori** tra unità immobiliari
4. Caratteristiche termiche dei **componenti finestrati e porte opache** dell'involucro edilizio.
5. Verifica **termo-igrometrica dei componenti** opachi dell'involucro edilizio

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

## LEGENDA

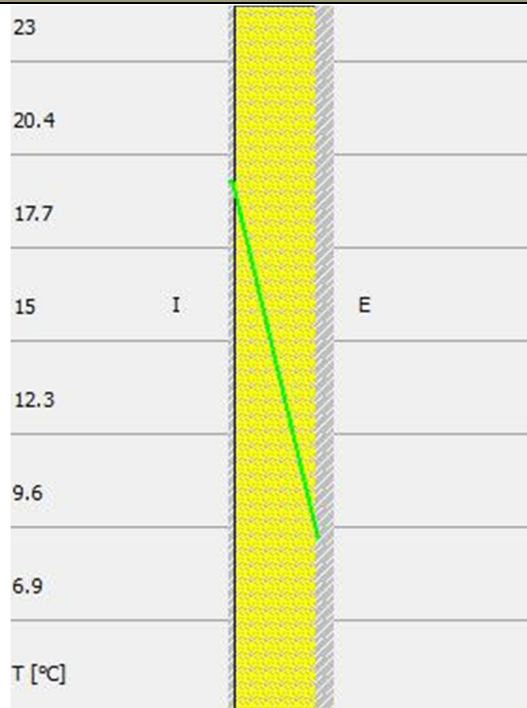
DEFINIZIONE	SIMBOLO
Spessore strato	<b>s</b>
Conduttività termica del materiale	<b><math>\lambda</math></b>
Conduttanza unitaria	<b>C</b>
Massa volumica	<b><math>\rho</math></b>
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50%	<b><math>\delta_a 10^{12}</math></b>
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95%	<b><math>\delta_u 10^{12}</math></b>
Resistenza termica dei singoli strati	<b>R</b>
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete interna e parete esterna	<b><math>U_{iw}</math></b>
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pilastro	<b><math>U_p</math></b>
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e solaio/balcone	<b><math>U_b</math></b>
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pavimento	<b><math>U_f</math></b>
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	<b>(*)</b>
Inverso della resistenza termica totale	<b>(**)</b>
Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali	<b>(***)</b>

## D101 – Pannello Sandwich esterno cm 15

Spessore totale [cm]:	15,20	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]:	
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,17	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	5,85
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,19	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	5,32

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>10-12</sub>	δ <sub>10-12</sub>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
300	Acciaio	0,10	52,000		7.800,00			
180	Poliuretano esp. in fabbrica	15,00	0,026		40,00	2,41	2,65	5,68
300	Acciaio	0,10	52,000		7.800,00			

## Immagine stratigrafia



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

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Spessore strato	<b>s</b>
Conduttività termica del materiale	<b><math>\lambda</math></b>
Conduttanza unitaria	<b>C</b>
Massa volumica	<b><math>\rho</math></b>
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50%	<b><math>\delta_b 10^{-12}</math></b>
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95%	<b><math>\delta_u 10^{-12}</math></b>
Resistenza termica dei singoli strati	<b>R</b>
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete interna e parete esterna	<b><math>U_{iw}</math></b>
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pilastro	<b><math>U_p</math></b>
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e solaio/balcone	<b><math>U_b</math></b>
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pavimento	<b><math>U_f</math></b>
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	<b>(*)</b>
Inverso della resistenza termica totale	<b>(**)</b>
Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali	<b>(***)</b>

## D102 – Soffitto Vs locali freddi

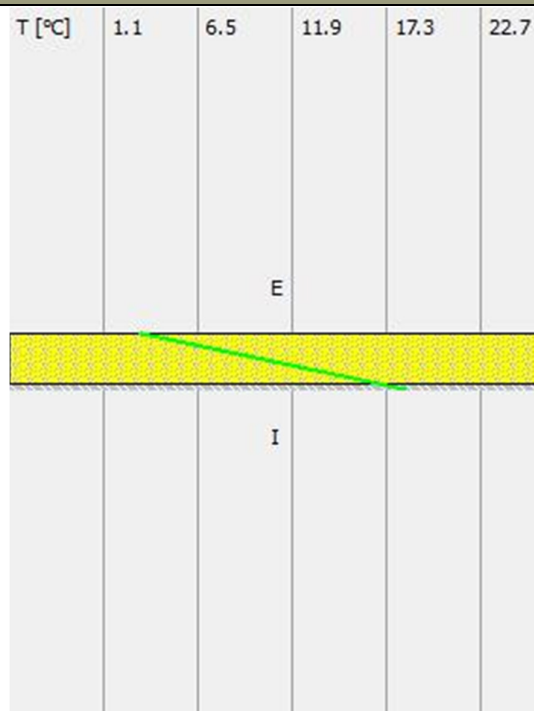
Spessore totale [cm]:	10,10	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	10,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,10
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,40	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	2,48
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,45	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	2,25

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>10-12</sub>	δ <sub>u10-12</sub>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
10	Pannello di cartongesso	0,10	0,600		750,00	24,13	26,54	
148	Feltro trapuntato 60	10,00	0,044		60,00	149,61	164,57	2,27

## Confronto con i valori limite di cui all' Allegato C al D.Lgs. n. 311/06

La struttura divisoria è del tipo	<b>Orizzontale/Inclinata</b>
Trasmittanza termica U	<b>0,404</b> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## Immagine stratigrafia



## D103 – Pav Vs locali non riscaldati

Spessore totale [cm]:	27,10	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	5,88	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,17
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	5,88	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,17
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,53	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	1,88
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,58	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	1,71

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>10-12</sub>	δ <sub>u10-12</sub>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
313	Piastrelle	1,00	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,01
1201	Sottofondo in cls magro	5,00	0,930		2.200,00	2,76	3,03	0,05
1318	C.l.s. alleggerito ISOCAL 400	15,00	0,104		400,00	193,00	212,30	1,44
1200	C.l.s. ordinario 2200 Kg/mc	6,00	1,670		2.200,00	2,76	3,03	0,04
300	Acciaio	0,10	52,000		7.800,00			

## Confronto con i valori limite di cui all' Allegato C al D.Lgs. n. 311/06

La struttura divisoria è del tipo

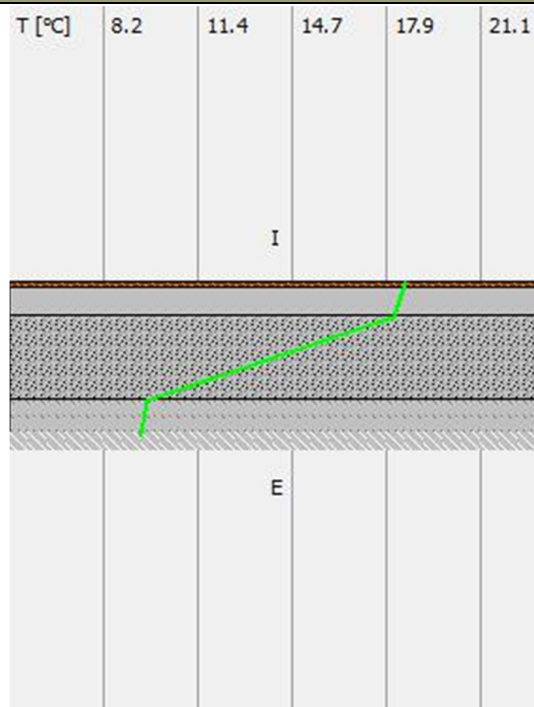
**Orizzontale/Inclinata**

Trasmittanza termica U

**0,531**

**[W/(m<sup>2</sup>·K)]**

## Immagine stratigrafia





### 3) Trasmittanza termica degli elementi interni

#### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Spessore strato	<b>s</b>
Conduttività termica del materiale	<b><math>\lambda</math></b>
Conduttanza unitaria	<b>C</b>
Massa volumica	<b><math>\rho</math></b>
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50%	<b><math>\delta_0 10^{-12}</math></b>
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95%	<b><math>\delta_v 10^{-12}</math></b>
Resistenza termica dei singoli strati	<b>R</b>
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	<b>(*)</b>
Inverso della resistenza termica totale	<b>(**)</b>
Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali	<b>(***)</b>

## D104 – Parete interna cartongesso cm 15

Spessore totale [cm]:	10,40	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale interna <sup>(*)</sup> [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale esterna <sup>(*)</sup> [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,39	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	2,54
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,43	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	2,31

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>u</sub> 10-12	δ <sub>u</sub> 10-12	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
10a	Aquapanel Indoor	0,20	0,385		1.050,00	6,43	7,08	0,01
151	Pannello LR 100 Kg	10,00	0,044		100,00	193,00	212,30	2,27
10a	Aquapanel Indoor	0,20	0,385		1.050,00	6,43	7,08	0,01

## Confronto con i valori limite di cui all' Allegato C al D.Lgs. n. 311/06

La struttura divisoria è del tipo

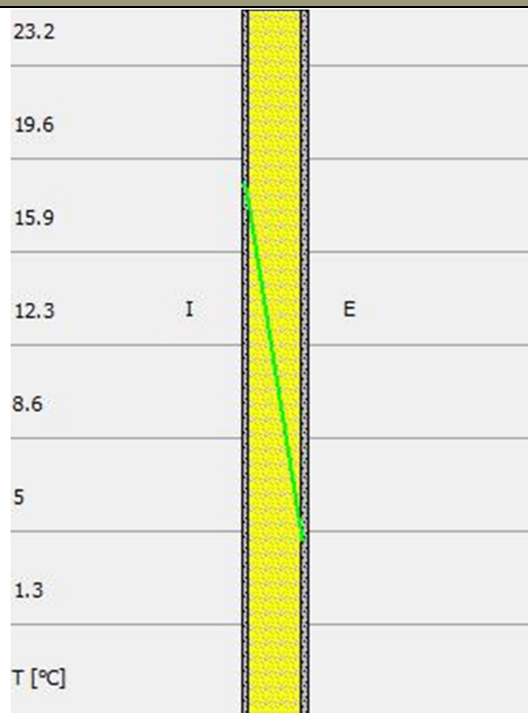
**Verticale**

Trasmittanza termica U

**0,393**

**[W/(m<sup>2</sup>·K)]**

## Immagine stratigrafia



## D105 – Parete interna cartongesso cm 10

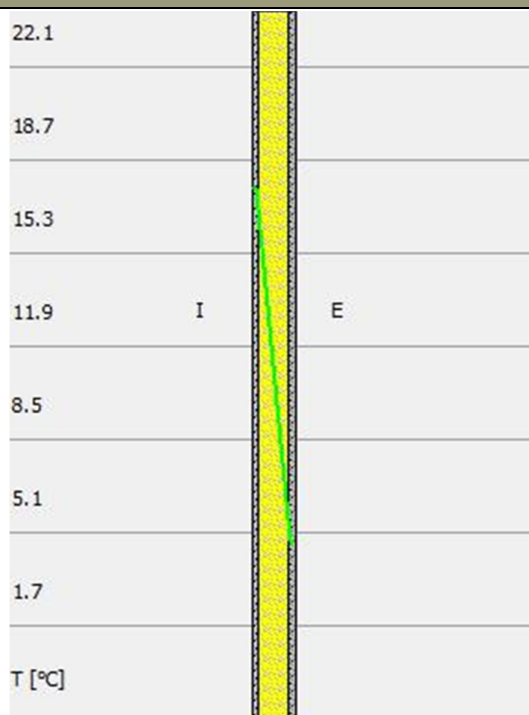
Spessore totale [cm]:	6,40	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,61	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	1,63
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,67	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	1,49

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>u10-12</sub>	δ <sub>u10-12</sub>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
10a	Aquapanel Indoor	0,20	0,385		1.050,00	6,43	7,08	0,01
151	Pannello LR 100 Kg	6,00	0,044		100,00	193,00	212,30	1,36
10a	Aquapanel Indoor	0,20	0,385		1.050,00	6,43	7,08	0,01

## Confronto con i valori limite di cui all' Allegato C al D.Lgs. n. 311/06

La struttura divisoria è del tipo	<b>Verticale</b>	
Trasmittanza termica U	<b>0,612</b>	<b>[W/(m<sup>2</sup>·K)]</b>

## Immagine stratigrafia



## 4) Caratteristiche termiche dei componenti finestrati e porte opache dell'involucro edilizio

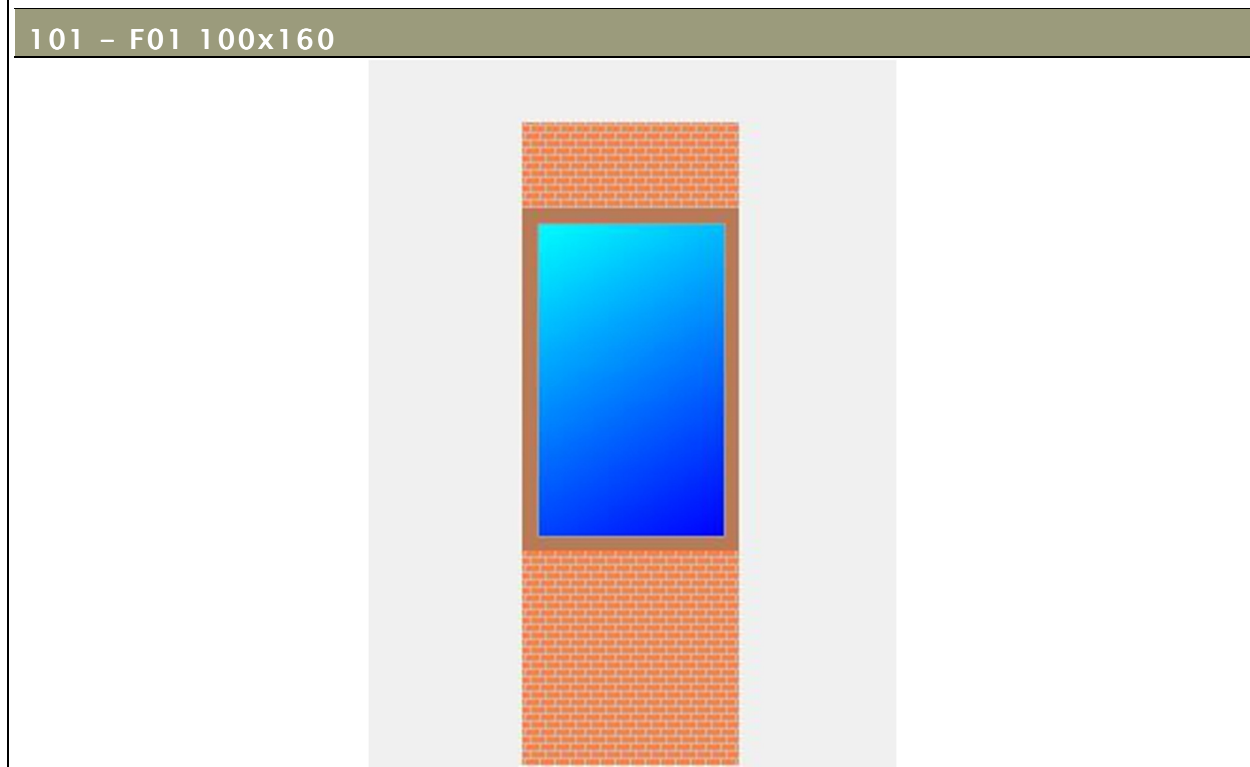
### LEGENDA

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

101 - F01 100x160							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:		4,13		Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:		0,24	
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:		25,00		Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:		0,04	
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:		1,76		Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:		0,57	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ui	Uw
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[W/m <sup>2</sup> °C]	[W/m <sup>2</sup> °C]	[W/m <sup>2</sup> °C]	[W/m <sup>2</sup> °C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,26	0,34	4,64	1,40	2,40	0,05	1,76

**Confronto con i valori limite di cui all'Allegato 3, D.A.L. 156/08 agg. alla D.G.R. 1366/11 (edifici con un rapporto tra superficie delle chiusure trasparenti e delle chiusure opache inferiore al 50%)**

Fattore solare (g) della componente vetrata dei serramenti esterni	<b>0,450</b>	<b>Verificato</b>
Valore limite	<b>0,600</b>	



## 5) Verifica termo-igrometrica dei componenti opachi dell'involucro edilizio

### GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

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

## Pannello Sandwich esterno cm 15

Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Acciaio	2000000	0	0,1
Poliuretano esp. in fabbrica	80	5,682	15
Acciaio	2000000	0	0,1
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9580</b>		<b>5,852</b>	<b>15,2</b>

## Calcolo della condensa

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Novembre	9,3	85	20	65	0,99	1,51	16,6	0,6830	0	0
Dicembre	4,4	86	20	65	0,71	1,51	16,6	0,7820	0	0
Gennaio	3	85	20	65	0,64	1,51	16,6	0,8000	0	0
Febbraio	4,5	81	20	65	0,68	1,51	16,6	0,7800	0	0
Marzo	8,9	74	20	65	0,84	1,51	16,6	0,6920	0	0
Aprile	13,6	73	20	65	1,13	1,51	16,6	0,4640	0	0
Maggio	17,7	71	20	65	1,43	1,51	16,6		0	0
Giugno	22,6	71	20	65	1,92	1,51	16,6		0	0
Luglio	25,2	65	20	65	2,06	1,51	16,6		0	0
Agosto	24,7	66	20	65	2,04	1,51	16,6		0	0
Settembre	21,1	74	20	65	1,85	1,51	16,6		0	0
Ottobre	15,1	79	20	65	1,34	1,51	16,6	0,3120	0	0

## Verifiche normative

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

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m<sup>2</sup>

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

## Riepilogo grafico dei mesi

