

# UNIONE DEI COMUNI DELLA BASSA VALLE DEL TIRSO E GRIGHINE

## ADEGUAMENTO DELLA NUOVA SEDE DELL' UNIONE DEI COMUNI DELLA BASSA VALLE DEL TIRSO E GRIGHINE



### **Progetto definitivo-esecutivo**

RELAZIONE TECNICA  
ai sensi del D.L. 192/2005, ART. 8, COMMA 1

***Allegato A.2***

IL PROGETTISTA  
Ing. Salvatore Carta

Data

Gennaio 2018

IL PRESIDENTE  
Dott. Nicola Cherchi

IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO  
Giovanni Pes

**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 CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI**

**N.B. : Gli elementi utilizzati nei presenti calcoli impiantistici, devono essere considerati come tipologia. Le marche ed i modelli non rappresentano elementi vincolanti nella realizzazione dell'impianto di climatizzazione.**

**Dovranno comunque essere utilizzati elementi con caratteristiche fisiche e prestazionali simili, così come descritti nelle voci di Elenco Prezzi e Capitolato Speciale d'Appalto**

## ***Riqualificazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello. Costruzioni esistenti con riqualificazione dell'involucro edilizio e di impianti termici.***

Un edificio esistente è sottoposto a riqualificazione energetica quando i lavori, in qualunque modo denominati, a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo, ricadono nelle tipologie indicate al paragrafo 1.4.2 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, ed insistono su elementi edilizi facenti parte dell'involucro edilizio che racchiude il volume condizionato e/o impianti aventi proprio consumo energetico.

***La seguente relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce ad un'applicazione parziale del decreto legislativo 192/2005.***

### **1. INFORMAZIONI GENERALI**

Comune di *Simaxis (Fraz. Di San Vero Congius)*      Provincia di *Oristano*

Progetto per la realizzazione di

***Adeguamento alla normativa vigente della nuova sede dell'Unione dei Comuni della Bassa Valle del Tirso e Grighine***

Edificio pubblico                      ☒ sì                      ☐ no

Edificio a uso pubblico                      ☐ sì                      ☒ no

Sito in *Via San Nicola - San Vero Congius -, 09088 Simaxis (OR)*

Classificazione dell'edificio in base alla categoria di cui al punto 1.2 dell'allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005;

***E.2-Edificio adibito ad ufficio ed assimilabili***

Numero delle unità immobiliari: *1*

Committente:      ***Unione dei Comuni della Valle del Tirso e del Grighine***

Progettista degli impianti di climatizzazione e dell'isolamento termico:

*Carta Salvatore*

Direttore dei lavori degli impianti di climatizzazione e dell'isolamento termico:

*Carta Salvatore*

Progettista dei sistemi di illuminazione dell'edificio: *Carta Salvatore*

Direttore dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio: *Carta Salvatore*

### **2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO**

Gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i primi tre allegati obbligatori di cui al punto 7 della presente relazione.

### **3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ**

|  |         |
|--|---------|
| Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93)                          | 1069 GG |
| Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti) | 3,0 °C  |
| Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma                               | 32,9 °C |

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

##### Climatizzazione invernale

|   |  |
|---|--|
| Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V) | 985,89 m <sup>3</sup>  |
| Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato (S)                            | 702,97 m <sup>2</sup>  |
| Rapporto S/V  | 0,71 m <sup>-1</sup>   |
| Superficie utile climatizzata dell'edificio   | 157,51 m <sup>2</sup>  |
| Valore di progetto della temperatura interna invernale                                  | 20,0 °C  |
| Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale                              | 50,0 %   |
| Presenza sistema di contabilizzazione del calore  | <input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no |

##### Climatizzazione estiva

|   |  |
|---|--|
| Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V) | 985,89 m <sup>3</sup>  |
| Superficie disperdente che delimita il volume condizionato (S)                          | 702,97 m <sup>2</sup>  |
| Superficie utile climatizzata dell'edificio   | 157,51 m <sup>2</sup>  |
| Valore di progetto della temperatura interna estiva                                     | 26,0 °C  |
| Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva                                 | 50 %   |
| Presenza sistema di contabilizzazione del freddo  | <input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no |

## 5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

### 5.1 Impianti termici

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

#### a) Descrizione impianto

*Impianto di climatizzazione*

Impianto di climatizzazione a pavimento, con centrale termica costituita da macchina frigorifera ad energia elettrica

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065) ☐ sì ☒ no

Filtro di sicurezza ☐ sì ☒ no

#### b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria ☐ sì ☒ no

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto ☐ sì ☒ no

***L'importo del finanziamento non consente l'installazione della centrale termica, che dovrà essere messa in opera con altro intervento. Per il calcolo a norma di legge si considera comunque un generatore con le seguenti caratteristiche:***

**Aermec - NRK090H**

**Pompa di calore :** ☒ elettrica ☐ a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno): *aria/acqua*

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo - sonde orizzontali/ suolo - sonde verticali/altro): *aria*

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro): *acqua*

Potenza termica utile riscaldamento: *24,40*

Potenza elettrica assorbita: *5,98*

Coefficiente di prestazione (COP): *4,080*

Indice di efficienza energetica (EER): *3,980*

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

Tipo di conduzione invernale prevista: *Intermittente*

Tipo di conduzione estiva prevista: *Intermittente*

#### d) Terminali di erogazione dell'energia termica

Impianto radiante a pavimento

#### e) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Pannello isolante in polistirene espanso, conducibilità termica pari a 0,032 W/m•K spessore: 40 mm in lastre, cod. 1123020145, resistenza termica dichiarata 1,30 m<sup>2</sup>K/W.

#### f) Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato inserire schema unifilare degli impianti termici con specificato:

- il posizionamento e la potenze dei terminali di erogazione;
- il posizionamento e tipo dei generatori;
- il posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione,
- il posizionamento e tipo degli elementi di controllo;

- il posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza.  
(VEDERE TAV. 4 – IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE)

## **5.2 Impianti fotovoltaici**

*L'importo del finanziamento non consente l'installazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Da realizzare con altro intervento*

## **5.3 Impianti solari termici**

Non previsto. La Centrale Termica produce l'acqua calda sanitaria

## **5.4 Impianti di illuminazione**

(VEDERE TAV. 3.3 – IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE)

## 6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

### a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

#### Solaio piano di copertura 16+4 cm, coibentato

- Tipo involucro: *Copertura*
- Caratteristiche del materiale isolante  
inserimento: ☐ cappotto esterno    ☐ cappotto interno    ☒ intercapedine  
spessore (cm):  
tipo:
- Trasmissanza ante operam:  $1,98 \text{ (W/m}^2\text{K)}$
- Trasmissanza post operam :  $0,32 \text{ (W/m}^2\text{K)}$
- Trasmissanza periodica  $Y_{IE}$  (p.o.):  $0,04 \text{ (W/m}^2\text{K)}$

#### Basamento contro-terra in calcestruzzo ordinario, coibentato

- Tipo involucro: *Basamento*
- Caratteristiche del materiale isolante  
inserimento: ☐ cappotto esterno    ☐ cappotto interno    ☒ intercapedine  
spessore (cm):  
tipo:
- Trasmissanza ante operam:  $1,09 \text{ (W/m}^2\text{K)}$
- Trasmissanza post operam :  $0,39 \text{ (W/m}^2\text{K)}$
- Trasmissanza periodica  $Y_{IE}$  (p.o.):  $0,00 \text{ (W/m}^2\text{K)}$

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti verticali opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento

Confronto con i valori limite riportati nella tabella 1 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti orizzontali o inclinati opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento

Confronto con i valori limite riportati nelle tabelle 2 e 3 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio interessati all'intervento

Confronto con i valori limite riportati nella tabella 4 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche opache, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio

Confronto con i valori limite riportati nella tabella 4 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

Vedi allegati alla presente relazione

Valore del fattore di trasmissione solare totale ( $g_{gl+sh}$ ) della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est

Confronto con il valore limite del fattore di trasmissione solare totale della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est presente nella tabella 5 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Vedi allegati alla presente relazione

Trasmissanza termica (U) degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti (distinguendo pareti verticali e solai):

- pareti verticali:  $0,00 \text{ W/m}^2\text{K}$

- solai:  $0,00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Confronto con il valore limite pari a  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Verifica termoigrometrica

(vedi allegati alla presente relazione )

|   |      |                 |
|---|------|-----------------|
| Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore) | 2,85 | $\text{h}^{-1}$ |
|---|------|-----------------|

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

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in  $\text{kWh/m}^2$  anno, così come definiti al paragrafo 3.3 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica:

- $H'_T$ : coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789):  **$0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$** ;

$H'_{T,L}$ : coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (Tabella 10 appendice A all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005):  **$0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$** ;

Verifica  $H'_T < H'_{T,L}$  **POSITIVA**

- $\eta_H$ : efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento:  **$0,5078$** ;

$\eta_{H,limite}$  efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento:  **$0,4498$** ;

Verifica  $\eta_H < \eta_{H,limite}$  **POSITIVA**

- $\eta_C$ : efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità):  **$1,1952$** ;

$\eta_{C,limite}$ : efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità):  **$0,8368$** ;

Verifica  $\eta_C > \eta_{C,limite}$  **POSITIVA**

- $\eta_W$ : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria:  **$0,7247$** ;

$\eta_{W,limite}$ : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria calcolato nell'edificio di riferimento:  **$0,4464$** ;

Verifica  $\eta_W > \eta_{W,limite}$  **POSITIVA**

## c) Consuntivo energia

- energia consegnata o fornita ( $E_{P,del}$ ):  **$36\,196 \text{ kWh}$**
- energia rinnovabile ( $E_{P,gl,ren}$ ):  **$17\,966 \text{ kWh}$**
- energia esportata ( $E_{P,exp}$ ):  **$0 \text{ kWh}$**
- energia rinnovabile in situ:  **$9\,242 \text{ kWh}$**
- fabbisogno annuale globale di energia primaria ( $E_{P,gl,tot}$ ):  **$54\,162 \text{ kWh}$**



## 7. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (obbligatoria)

- ☒ Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi
- ☒ Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogia voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera f)' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4. (VEDERE ALTRI ELABORATI DI PROGETTO SPECIFICI)
- ☒ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali
- ☒ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e della loro permeabilità all'aria

## 8. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto *Salvatore Carta*, iscritto a *Ordine degli Ingegneri* provincia di *Oristano* n° iscrizione *392* essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo 192/2005

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto legislativo 192/2005 nonché nel decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data 28/12/2017

Salvatore Carta

---

A. CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

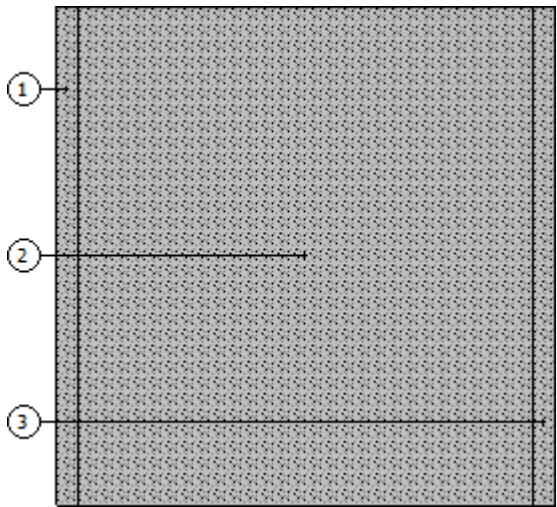
Parete esterna in trachite, 55 cm

| N               | Descrizione<br>dall'interno verso l'esterno | Spessore<br>[cm] | $\lambda$<br>[W/mK] | C<br>[W/m²K] | $\delta$<br>[kg/m³] | $\delta_p \times 10^{12}$<br>[kg/msPa] | R<br>[m²K/W] |
|-----------------|---|------------------|---------------------|--------------|---------------------|--|--------------|
| 1               | Calce e sabbia                              | 2,5              | 0,800               |              | 1 600               | 19                                     | 0,031        |
| 2               | Trachite                                    | 50,0             | 2,900               |              | 2 300               | 0                                      | 0,172        |
| 3               | Calce e sabbia                              | 2,5              | 0,800               |              | 1 600               | 19                                     | 0,031        |
| Spessore totale |   | 55,0             |                     |              |                     |  |              |

|                              |       |                                 |       |
|------------------------------|-------|---------------------------------|-------|
|                              |       | Resistenza superficiale interna | 0,130 |
|                              |       | Resistenza superficiale esterna | 0,040 |
| Trasmittanza termica [W/m²K] | 2,470 | Resistenza termica totale       | 0,405 |

|  |        |
|--|--------|
| Struttura verticale esterna  |        |
| Trasmittanza (valore massimo della media tra struttura e ponti[W/m²K]) | 2,720  |
| Valore limite [W/m²K]  | ---    |
| Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m²K]                        | 0,269  |
| Valore limite [W/m²K]  | 0,100  |
| Sfasamento [h]   | 12,182 |
| Smorzamento  | 0,109  |
| Capacità termica [kJ/m²K]  | 76,665 |

Massa superficiale: 1 150,00 kg/m²



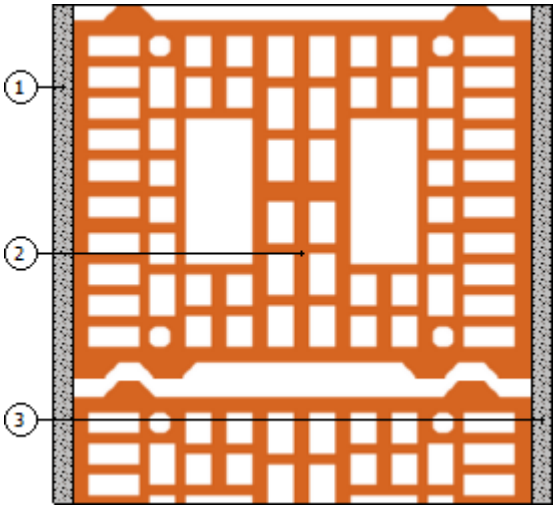
**Parete esterna in blocchi di laterizio, 30 cm**

| N               | Descrizione<br>dall'interno verso l'esterno | Spessore<br>[cm] | $\lambda$<br>[W/mK] | C<br>[W/m²K] | $\delta$<br>[kg/m³] | $\delta_p \times 10^{12}$<br>[kg/msPa] | R<br>[m²K/W] |
|-----------------|---|------------------|---------------------|--------------|---------------------|--|--------------|
| 1               | Malta di cemento                            | 1,5              | 1,400               |              | 2 000               | 9                                      | 0,011        |
| 2               | Poroton 800                                 | 33,0             | 0,230               |              | 800                 | 19                                     | 1,435        |
| 3               | Malta di cemento                            | 1,5              | 1,400               |              | 2 000               | 9                                      | 0,011        |
| Spessore totale |   | 36,0             |                     |              |                     |  |              |

|                              |       |                                 |       |
|------------------------------|-------|---------------------------------|-------|
|                              |       | Resistenza superficiale interna | 0,130 |
|                              |       | Resistenza superficiale esterna | 0,040 |
| Trasmittanza termica [W/m²K] | 0,615 | Resistenza termica totale       | 1,626 |

|  |  |        |
|--|--|--------|
| Struttura verticale esterna  |  |        |
| Trasmittanza (valore massimo della media tra struttura e ponti[W/m²K]) |  | 0,711  |
| Valore limite [W/m²K]  |  | ---    |
| Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m²K]                        |  | 0,103  |
| Valore limite [W/m²K]  |  | 0,100  |
| Sfasamento [h]   |  | 13,683 |
| Smorzamento  |  | 0,167  |
| Capacità termica [kJ/m²K]  |  | 50,091 |

**Massa superficiale:** 264,00 kg/m²



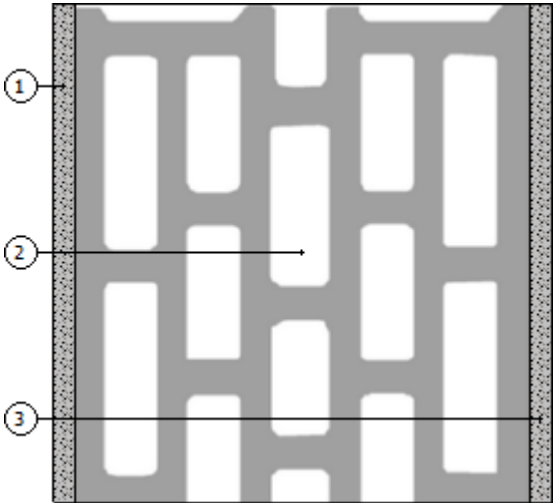
Parete esterna in blocchi di cls, 30 cm

| N               | Descrizione<br>dall'interno verso l'esterno  | Spessore<br>[cm] | $\lambda$<br>[W/mK] | C<br>[W/m²K] | $\delta$<br>[kg/m³] | $\delta_p \times 10^{12}$<br>[kg/msPa] | R<br>[m²K/W] |
|-----------------|--|------------------|---------------------|--------------|---------------------|--|--------------|
| 1               | Calce e sabbia   | 1,5              | 0,800               |              | 1 600               | 19                                     | 0,019        |
| 2               | Blocco semipieno di calcestruzzo alleggerito<br>(495*300*195) spessore 300 (249 kg/m²) | 30,0             |                     | 1,235        | 830                 | 21                                     | 0,810        |
| 3               | Calce e sabbia   | 1,5              | 0,800               |              | 1 600               | 19                                     | 0,019        |
| Spessore totale |  | 33,0             |                     |              |                     |  |              |

|                              |       |                                 |       |
|------------------------------|-------|---------------------------------|-------|
|                              |       | Resistenza superficiale interna | 0,130 |
|                              |       | Resistenza superficiale esterna | 0,040 |
| Trasmittanza termica [W/m²K] | 0,983 | Resistenza termica totale       | 1,017 |

|  |        |
|--|--------|
| Struttura verticale esterna  |        |
| Trasmittanza (valore massimo della media tra struttura e ponti[W/m²K]) | 1,309  |
| Valore limite [W/m²K]  | ---    |
| Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m²K]                        | 0,309  |
| Valore limite [W/m²K]  | 0,100  |
| Sfasamento [h]   | 10,018 |
| Smorzamento  | 0,314  |
| Capacità termica [kJ/m²K]  | 54,732 |

Massa superficiale: 249,00 kg/m²



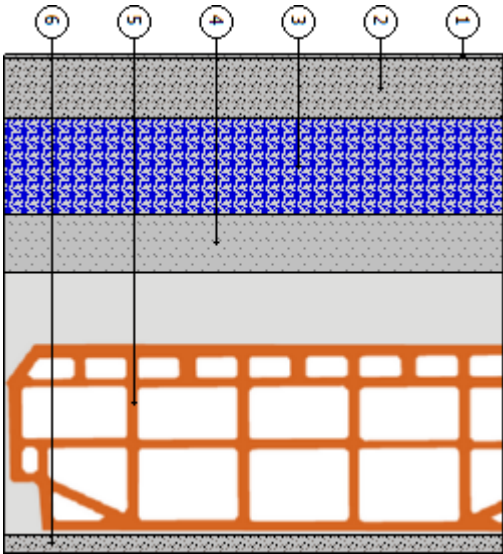
Solaio piano di copertura 16+4 cm, coibentato

| N               | Descrizione<br>dall'alto verso il basso  | Spessore<br>[cm] | $\lambda$<br>[W/mK] | C<br>[W/m²K] | $\delta$<br>[kg/m³] | $\delta_p \times 10^{12}$<br>[kg/msPa] | R<br>[m²K/W] |
|-----------------|--|------------------|---------------------|--------------|---------------------|--|--------------|
| 1               | Bitume: feltro/foglio  | 0,4              | 0,230               |              | 1 100               | 0                                      | 0,017        |
| 2               | Calcestruzzo a struttura aperta di argilla espansa per pareti esterne con umidità del 6% (800 kg/m³) | 5,0              | 0,260               |              | 800                 | 28                                     | 0,192        |
| 3               | Polistirene espanso estruso, con pelle (30 kg/m³)  | 8,0              | 0,034               |              | 30                  | 3                                      | 2,353        |
| 4               | Calcestruzzo (1800 kg/m³) - Media densità  | 5,0              | 1,150               |              | 1 800               | 2                                      | 0,043        |
| 5               | Blocco da solaio di laterizio (495*160*250) spessore 220 (267 kg/m²)                                 | 22,0             |                     | 3,030        | 1 214               | 21                                     | 0,330        |
| 6               | Calce e sabbia   | 1,5              | 0,800               |              | 1 600               | 19                                     | 0,019        |
| Spessore totale |  | 41,9             |                     |              |                     |  |              |

|                              |       |                                 |       |
|------------------------------|-------|---------------------------------|-------|
|                              |       | Resistenza superficiale interna | 0,100 |
|                              |       | Resistenza superficiale esterna | 0,040 |
| Trasmittanza termica [W/m²K] | 0,323 | Resistenza termica totale       | 3,095 |

|   |        |
|---|--------|
| Copertura                                       |        |
| Trasmittanza [W/m²K]                            | 0,323  |
| Valore limite [W/m²K]                           | 0,340  |
| Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m²K] | 0,036  |
| Valore limite [W/m²K]                           | 0,180  |
| Sfasamento [h]                                  | 12,314 |
| Smorzamento                                     | 0,112  |
| Capacità termica [kJ/m²K]                       | 67,326 |

Massa superficiale: 403,88 kg/m²



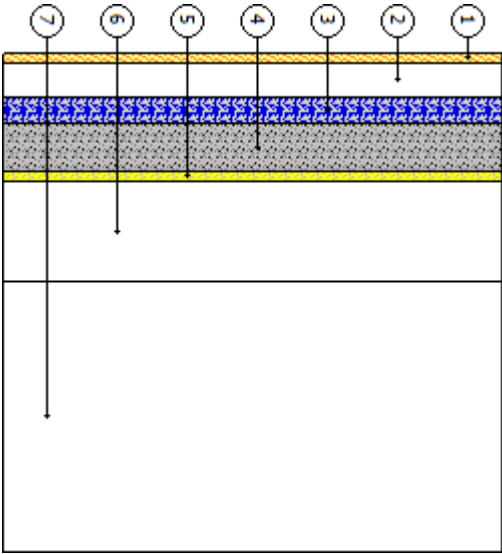
**Basamento contro-terra in calcestruzzo ordinario, coibentato**

| N               | Descrizione<br>dall'alto verso il basso  | Spessore<br>[cm] | $\lambda$<br>[W/mK] | C<br>[W/m²K] | $\delta$<br>[kg/m³] | $\delta_p \times 10^{12}$<br>[kg/msPa] | R<br>[m²K/W] |
|-----------------|--|------------------|---------------------|--------------|---------------------|--|--------------|
| 1               | Piastrelle in porcellana   | 1,5              | 1,000               |              | 2 300               | 0                                      | 0,015        |
| 2               | Calcestruzzo (1800 kg/m³)  | 5,0              | 1,150               |              | 1 800               | 2                                      | 0,043        |
| 3               | Polistirene espanso estruso, con pelle (30 kg/m³)  | 4,0              | 0,034               |              | 30                  | 3                                      | 1,176        |
| 4               | Calcestruzzo a struttura aperta di argilla espansa per pareti esterne con umidità del 6% (500 kg/m³) | 7,0              | 0,180               |              | 500                 | 28                                     | 0,389        |
| 5               | Pavimentazione interna - gres  | 1,5              | 1,470               |              | 1 700               | 28                                     | 0,010        |
| 6               | Calcestruzzo (1800 kg/m³)  | 15,0             | 1,150               |              | 1 800               | 2                                      | 0,130        |
| 7               | Ciottoli e pietre frantumate (umidità 2%)  | 40,0             | 0,700               |              | 1 500               | 39                                     | 0,571        |
| Spessore totale |  | 74,0             |                     |              |                     |  |              |

|                              |       |                                 |       |
|------------------------------|-------|---------------------------------|-------|
|                              |       | Resistenza superficiale interna | 0,170 |
|                              |       | Resistenza superficiale esterna | 0,040 |
| Trasmittanza termica [W/m²K] | 0,393 | Resistenza termica totale       | 2,546 |

|   |        |
|---|--------|
| Basamento                                       |        |
| Trasmittanza [W/m²K]                            | 0,393  |
| Valore limite [W/m²K]                           | 0,420  |
| Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m²K] | 0,004  |
| Valore limite [W/m²K]                           | 0,180  |
| Sfasamento [h]                                  | 23,629 |
| Smorzamento                                     | 0,009  |
| Capacità termica [kJ/m²K]                       | 59,815 |

**Massa superficiale:** 1 056,20 kg/m²



## B. CHIUSURE TECNICHE

### B.1. Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti

| Descrizione                     | $A_g$<br>m <sup>2</sup> | $A_f$<br>m <sup>2</sup> | $l_g$<br>m | $U_g$<br>W/m <sup>2</sup> K | $U_f$<br>W/m <sup>2</sup> K | $\Psi$<br>W/mK | $U_w$<br>W/m <sup>2</sup> K | $U_{ws}$<br>W/m <sup>2</sup> K | $U_{lim}$<br>W/m <sup>2</sup> K | Classe<br>perm. |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Finestra A 0,60x0,75            | 0,26                    | 0,19                    | 2,06       | 1,20                        | 1,20                        | 0,06           | 1,48                        | 1,48                           | 2,40                            | 2               |
| Finestra B 1,00x1,60            | 0,98                    | 0,62                    | 7,12       | 1,20                        | 1,20                        | 0,06           | 1,47                        | 1,22                           | 2,40                            | 2               |
| Finestra C 1,20x2,10            | 1,71                    | 0,81                    | 9,52       | 1,20                        | 1,20                        | 0,06           | 1,43                        | 1,20                           | 2,40                            | 2               |
| Finestra D 0,75x2,50            | 1,38                    | 0,49                    | 5,86       | 1,20                        | 1,20                        | 0,06           | 1,39                        | 1,39                           | 2,40                            | 2               |
| Finestra E 0,80x1,60            | 0,92                    | 0,36                    | 4,16       | 1,20                        | 1,20                        | 0,06           | 1,40                        | 1,17                           | 2,40                            | 2               |
| Portoncino d'ingresso 1,20x2,40 | 1,80                    | 0,85                    | 9,92       | 1,30                        | 1,20                        | 0,06           | 1,49                        | 1,24                           | 2,40                            | 2               |
| Portafinestra A 1,20x2,40       | 1,97                    | 0,91                    | 10,72      | 1,30                        | 1,20                        | 0,06           | 1,49                        | 1,24                           | 2,40                            | 2               |

### B.2. Fattore di trasmissione solare totale

| Descrizione                     | Orientamento | $g_{gl+sh}$<br>[W/m <sup>2</sup> K] | $g_{gl+sh,lim}$<br>[W/m <sup>2</sup> K] |
|---------------------------------|--------------|-------------------------------------|---|
| Finestra B 1,00x1,60            | Verticale    | 0,66                                | 0,35                                    |
| Finestra C 1,20x2,10            | Verticale    | 0,66                                | 0,35                                    |
| Finestra D 0,75x2,50            | Verticale    | 0,61                                | 0,35                                    |
| Portoncino d'ingresso 1,20x2,40 | Verticale    | 0,66                                | 0,35                                    |
| Portafinestra A 1,20x2,40       | Verticale    | 0,66                                | 0,35                                    |

#### Legenda

|                 |   |
|-----------------|---|
| $A_g$           | Area del vetro  |
| $A_f$           | Area del telaio   |
| $l_g$           | Perimetro della superficie vetrata                                    |
| $U_g$           | Trasmittanza termica dell'elemento vetrato                            |
| $U_f$           | Trasmittanza termica del telaio                                       |
| $\Psi$          | Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)                 |
| $U_w$           | Trasmittanza termica totale del serramento                            |
| $U_{ws}$        | Trasmittanza termica del serramento comprensiva delle chiusure opache |
| $U_{lim}$       | Trasmittanza limite   |
| $g_{gl+sh}$     | Fattore di trasmissione solare totale                                 |
| $g_{gl+sh,lim}$ | Fattore di trasmissione solare totale limite                          |

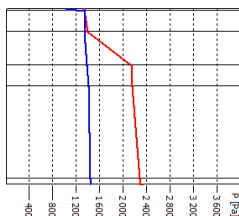
## C. VERIFICA TERMOIGROMETRICA

### Solaio piano di copertura 16+4 cm, coibentato

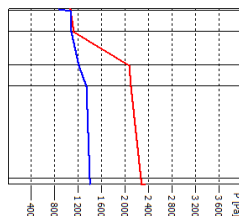
| N                               | Descrizione<br>dall'alto verso il basso  | $\mu$  | Spessore<br>[cm] | R<br>[m²K/W] |
|---------------------------------|--|--------|------------------|--------------|
| 1                               | Bitume: feltro/foglio  | 50 000 | 0,4              | 0,017        |
| 2                               | Calcestruzzo a struttura aperta di argilla espansa per pareti esterne con umidità del 6% (800 kg/m³) | 7      | 5,0              | 0,192        |
| 3                               | Polistirene espanso estruso, con pelle (30 kg/m³)  | 60     | 8,0              | 2,353        |
| 4                               | Calcestruzzo (1800 kg/m³) - Media densità  | 100    | 5,0              | 0,043        |
| 5                               | Blocco da solaio di laterizio (495*160*250) spessore 220 (267 kg/m²)                                 | 9      | 22,0             | 0,330        |
| 6                               | Calce e sabbia   | 10     | 1,5              | 0,019        |
| Resistenza superficiale interna |  |        |                  | 0,100        |
| Resistenza superficiale esterna |  |        |                  | 0,040        |
| Totale                          |  |        |                  | 41,9         |

| Mese      | T <sub>i</sub> [°C] | P <sub>i</sub> [Pa] | T <sub>e</sub> [°C] | P <sub>e</sub> [Pa] | T <sub>si</sub> [°C] | T <sub>si,min</sub> [°C] | f <sub>Rsi,min</sub> | g <sub>c</sub> [kg/m²] | M <sub>a</sub> [kg/m²] |
|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Novembre  | 20,0                | 1 437               | 11,2                | 1 025               | 19,7                 | 15,8                     | 0,5250               | 0,0031                 | 0,0031                 |
| Dicembre  | 20,0                | 1 401               | 7,8                 | 868                 | 19,6                 | 15,4                     | 0,6250               | 0,0137                 | 0,0168                 |
| Gennaio   | 20,0                | 1 376               | 7,1                 | 818                 | 19,6                 | 15,1                     | 0,6231               | 0,0147                 | 0,0316                 |
| Febbraio  | 20,0                | 1 372               | 8,1                 | 849                 | 19,6                 | 15,1                     | 0,5876               | 0,0103                 | 0,0418                 |
| Marzo     | 20,0                | 1 452               | 9,7                 | 986                 | 19,7                 | 16,0                     | 0,6098               | 0,0096                 | 0,0514                 |
| Aprile    | 18,0                | 1 241               | 12,2                | 1 141               | 0,0                  | 0,0                      | 0,0000               | -0,0088                | 0,0427                 |
| Maggio    | 18,0                | 1 273               | 16,6                | 1 173               | 0,0                  | 0,0                      | 0,0000               | -0,0289                | 0,0138                 |
| Giugno    | 20,2                | 1 556               | 20,2                | 1 456               | 0,0                  | 0,0                      | 0,0000               | -0,0138                | 0,0000                 |
| Luglio    | 22,2                | 1 671               | 22,2                | 1 571               | 0,0                  | 0,0                      | 0,0000               | 0,0000                 | 0,0000                 |
| Agosto    | 22,2                | 1 592               | 22,2                | 1 492               | 0,0                  | 0,0                      | 0,0000               | 0,0000                 | 0,0000                 |
| Settembre | 18,7                | 1 466               | 18,7                | 1 366               | 0,0                  | 0,0                      | 0,0000               | 0,0000                 | 0,0000                 |
| Ottobre   | 18,0                | 1 301               | 15,6                | 1 201               | 0,0                  | 0,0                      | 0,0000               | 0,0000                 | 0,0000                 |

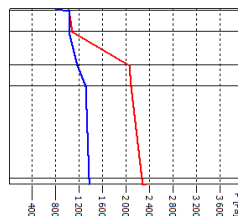
**Novembre**



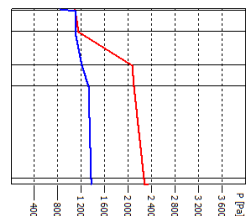
**Dicembre**



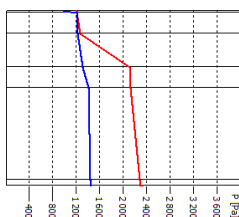
**Gennaio**



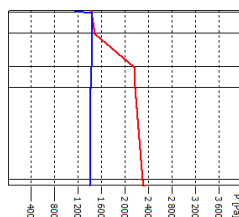
**Febbraio**



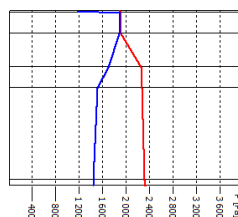
**Marzo**



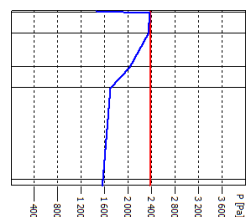
**Aprile**



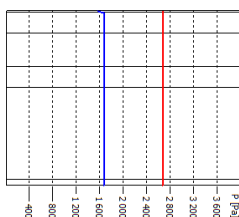
**Maggio**



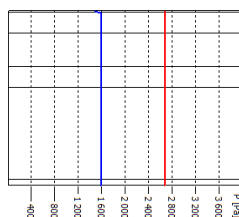
**Giugno**



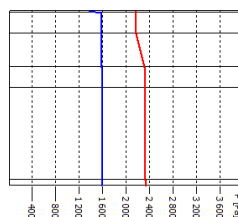
**Luglio**



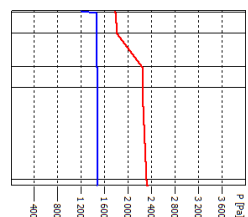
**Agosto**



**Settembre**



**Ottobre**



f<sub>Rsi</sub> Struttura: 0,9677

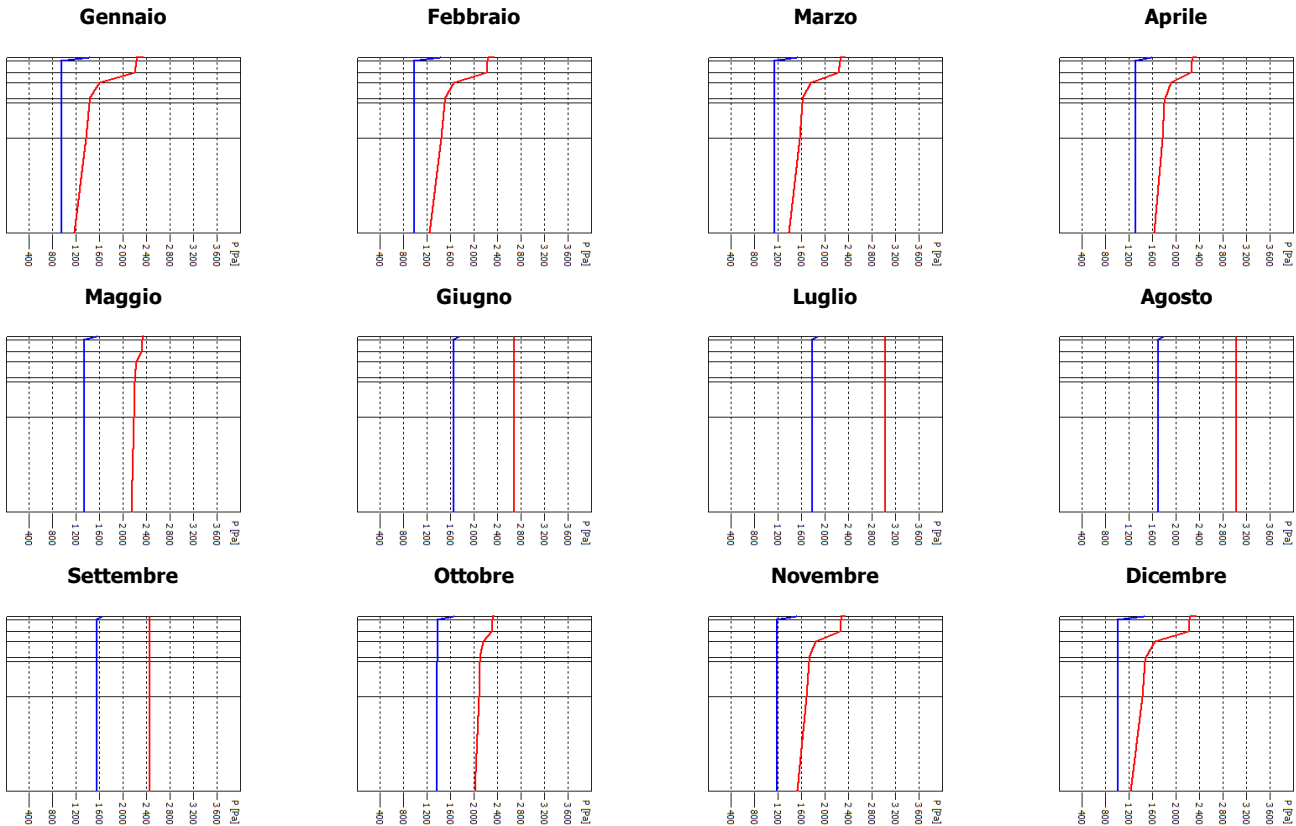
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.



Basamento contro-terra in calcestruzzo ordinario, coibentato

| N                               | Descrizione<br>dall'alto verso il basso  | μ         | Spessore<br>[cm] | R<br>[m²K/W] |
|---------------------------------|--|-----------|------------------|--------------|
| 1                               | Piastrelle in porcellana   | 1 000 000 | 1,5              | 0,015        |
| 2                               | Calcestruzzo (1800 kg/m³)  | 100       | 5,0              | 0,043        |
| 3                               | Polistirene espanso estruso, con pelle (30 kg/m³)  | 60        | 4,0              | 1,176        |
| 4                               | Calcestruzzo a struttura aperta di argilla espansa per pareti esterne con umidità del 6% (500 kg/m³) | 7         | 7,0              | 0,389        |
| 5                               | Pavimentazione interna - gres  | 7         | 1,5              | 0,010        |
| 6                               | Calcestruzzo (1800 kg/m³)  | 100       | 15,0             | 0,130        |
| 7                               | Ciottoli e pietre frantumate (umidità 2%)  | 5         | 40,0             | 0,571        |
| Resistenza superficiale interna |  |           |                  | 0,170        |
| Resistenza superficiale esterna |  |           |                  | 0,040        |
| Totale                          |  |           | 74,0             | 2,546        |

| Mese      | T <sub>i</sub> [°C] | P <sub>i</sub> [Pa] | T <sub>e</sub> [°C] | P <sub>e</sub> [Pa] | T <sub>si</sub> [°C] | T <sub>si,min</sub> [°C] | f <sub>Rsi,min</sub> | g <sub>c</sub> [kg/m²] | M <sub>a</sub> [kg/m²] |
|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Gennaio   | 20,0                | 1 424               | 9,1                 | 937                 | 19,3                 | 15,7                     | 0,6032               | 0,0000                 | 0,0000                 |
| Febbraio  | 20,0                | 1 423               | 10,1                | 972                 | 19,3                 | 15,7                     | 0,5626               | 0,0000                 | 0,0000                 |
| Marzo     | 20,0                | 1 522               | 11,7                | 1 127               | 19,4                 | 16,7                     | 0,6043               | 0,0000                 | 0,0000                 |
| Aprile    | 18,0                | 1 400               | 14,2                | 1 300               | 0,0                  | 0,0                      | 0,0000               | 0,0000                 | 0,0000                 |
| Maggio    | 18,6                | 1 431               | 18,6                | 1 331               | 0,0                  | 0,0                      | 0,0000               | 0,0000                 | 0,0000                 |
| Giugno    | 22,2                | 1 746               | 22,2                | 1 646               | 0,0                  | 0,0                      | 0,0000               | 0,0000                 | 0,0000                 |
| Luglio    | 24,2                | 1 873               | 24,2                | 1 773               | 0,0                  | 0,0                      | 0,0000               | 0,0000                 | 0,0000                 |
| Agosto    | 24,2                | 1 784               | 24,2                | 1 684               | 0,0                  | 0,0                      | 0,0000               | 0,0000                 | 0,0000                 |
| Settembre | 20,7                | 1 646               | 20,7                | 1 546               | 0,0                  | 0,0                      | 0,0000               | 0,0000                 | 0,0000                 |
| Ottobre   | 18,0                | 1 464               | 17,6                | 1 364               | 0,0                  | 0,0                      | 0,0000               | 0,0000                 | 0,0000                 |
| Novembre  | 20,0                | 1 510               | 13,2                | 1 169               | 19,5                 | 16,6                     | 0,4999               | 0,0000                 | 0,0000                 |
| Dicembre  | 20,0                | 1 456               | 9,8                 | 994                 | 19,3                 | 16,0                     | 0,6102               | 0,0000                 | 0,0000                 |



f<sub>Rsi</sub> Struttura: 0,9332  
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.