

Eurostamp s.r.l.

Via dell'Industria

Gragnano Trebbiense (PC)

**PROGETTO DI COSTRUZIONE DI NUOVO EDIFICIO
ADIBITO AD ATTIVITA' PRODUTTIVA SITO IN VIA
DELL'INDUSTRIA IN LOC. SORDELLO NEL COMUNE DI
GRAGNANO TREBBIENSE (PC)**

**Relazione tecnica di progetto attestante la rispondenza alle prescrizioni
per il contenimento del consumo di energia degli edifici e dei relativi
impianti termici secondo DGR 1548/2020 Regione Emilia Romagna**

PROGETTISTA:

Dott. Ing. Andrea Molinari

iscritta all'albo degli ingegneri della provincia di Piacenza con n. 1218



DIRETTORE TECNICO:

Dott. Ing. Enrico Riccardi

iscritto all'albo degli ingegneri della provincia di Piacenza con n. 1003



55-22 DMRT01 Rev1

| Revisione | Descrizione | Data | Eseguito | Approvato |
|-----------|-----------------|------------|----------|-----------|
| 0 | Prima emissione | 27/11/2023 | A.M. | E.R. |
| | | | | |

SRC Ingegneria s.r.l.

Via Castello, 58/79 – 29121 Piacenza - Tel +39-0523324851 – Fax +39-0523 1860416

email: info@srcingegneria.it web: www.srcingegneria.it

C.F. & PIVA 01514040334 iscr. REA PC-169043

Sommario

| | |
|--|----|
| 1. RELAZIONE TECNICA..... | 3 |
| 2. INFORMAZIONI GENERALI..... | 3 |
| 3. DATI GEOMETRICI E CLIMATICI DI PROGETTO..... | 4 |
| 4. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI..... | 6 |
| 5. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI..... | 10 |
| 6. ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE..... | 12 |
| 7. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA..... | 13 |
| 8. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA..... | 14 |

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 2 di 17 |

1. RELAZIONE TECNICA

Relazione tecnica secondo art. 8 comma 2 per la realizzazione di:

Edificio di nuova costruzione
(art.3 comma 2 lett. a)

2. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di **Gragnano Trebbiense**

Provincia **Piacenza**

Progetto per la realizzazione di: **Edificio di nuova costruzione**

Edificio pubblico <> sì <X> no

Edificio a uso pubblico <> sì <X> no

Sito in: **Via Dell'Industria – Gragnano Trebbiense (PC)**

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) 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; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie):

E.8 - Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili

Numero delle unità immobiliari: 1

Committente(i): **EUROSTAMP s.r.l.**

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 3 di 17 |

Fattori tipologici dell'edificio:

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi
- Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi
- Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari
- Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogo voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
- 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
- Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza

3. DATI GEOMETRICI E CLIMATICI DI PROGETTO

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) GG: 2.563

Temperatura minima di progetto °C: -5,11

Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma °C : 32,49

Climatizzazione invernale

| | | |
|--|----------------|-----------|
| Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano (V) | m ³ | 71.900,00 |
| Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato (S) | m ² | 13.364,00 |
| Rapporto S/V | 1/ m | 0,185 |
| Superficie utile climatizzata dell'edificio | m ² | 7.843,00 |
| Valore di progetto della temperatura interna invernale | °C | 18,00 |
| Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale | % | n.c. |

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 4 di 17 |

Presenza sistema di contabilizzazione del calore <> sì <X> no

Informazioni generali e prescrizioni

Presenza di reti di teleriscaldamento/raffreddamento a meno di 1000 <> sì <X> no

Livello di automazione per il controllo la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS), classe: B (min = classe B norma UNI EN 15232)

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture <X> sì < > no

Copertura riflettanza di oltre il > 30% come richiesto per le coperture a falda

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture < > sì <X> no

Adozione di misuratori d'energia <> sì <X> no

In quanto impianto autonomo

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore <> sì <X> no

In quanto impianto autonomo

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo <> sì <X> no

In quanto impianto autonomo

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell'A.C.S. <> sì <X> no

In quanto impianto autonomo

Adozione di sistemi di compensazione climatica <X> sì <> no

Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento secondo i principi minimi di integrazione, le modalità e le decorrenze di cui all'allegato 3, del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28.

Produzione di energia termica

Indicare la % di copertura tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, dei consumi previsti per:

- acqua calda sanitaria (%): 58,31
- acqua calda sanitaria, climatizzazione invernale (%): 60,89

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 5 di 17 |

Produzione di energia elettrica

Indicare la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

- superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S (mq): 7.843 mq
- potenza elettrica minima $P=(1/K)*S$: 393 kW

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

n. 24 Unità di riscaldamento ibride con pompa di calore tipo aria/acqua elettrica e modulo a gas metano per la climatizzazione invernale/estiva pot. 13,88/9,98 kW cad. oltre 34,8 kW modulo a gas.

n. 1 pompa di calore tipo aria/aria elettrica per la climatizzazione invernale/estiva dei locali spogliatoi e della mensa pot. 20,0/22,0 kW.

Pompa di calore per la sola produzione di acqua calda ad usi sanitari pot. 2,5 kW con accumulo da 500 litri.

Adozione sistemi di regolazione automatica della temperatura

ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale sì no

Adozione sistemi di compensazione climatica nella regolazione

automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale sì no

Valutazione sull'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate sia esterni che interni presenti:

Vetrature con sistema filtrante con fattore di trasmissione solare (g) inferiore a 0,5.

Verifiche di cui alla lettera b) del punto 3.3.4 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Vedi allegato 3

4. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

Impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale ed estiva e produzione di acqua calda.

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 6 di 17 |

a) Descrizione impianto

Impianto autonomo di riscaldamento e raffrescamento con unità di riscaldamento ibride con pompa di calore tipo aria/acqua elettrica e modulo a gas metano. Sistema di emissione con unità ventilanti a parete tipo aerotermini.

Impianto di produzione acqua calda sanitaria con boiler elettrico.

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065) <X> sì < > no

b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria <> sì <X> no

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto <> sì <X> no

Unità ibride per la climatizzazione invernale: <X> elettrica <X> a gas

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

Lato esterno: **aria**

Fluido lato utenze: **acqua**

Potenza termica utile riscaldamento (pompa di calore): **13,88 kW cad. (tot. 180,44 kW)**

Potenza utile raffrescamento (pompa di calore): **9,98 kW cad. (tot. 129,74 kW)**

Potenza termica utile riscaldamento (caldaia): **34,8 kW cad. (tot. 452,4 kW)**

Potenza elettrica assorbita: **3,16 kWe a modulo, totale 41,08 kWe**

Coefficienti di prestazione: **COP 4,1**

Coefficienti di prestazione: **EER 2,9**

Caldaia

Generatore di calore a biomassa <> sì <X> no

Combustibile utilizzato: **gas metano**

Fluido termovettore: **acqua calda**

Sistema di emissione: **aerotermini**

Valore nominale della potenza termica utile kW : **34,8 kW**

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 7 di 17 |

Rendimento termico utile al 100% Pn: **105,9**

Valore di progetto % : **105,9**

Rendimento termico utile al 30% Pn: **106,8**

Valore di progetto % : **106,8**

Pompa di calore per la climatizzazione invernale/estiva:

<X> elettrica

<X> a gas

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

Lato esterno: **aria**

Fluido lato utenze: **acqua**

Potenza termica utile riscaldamento (pompa di calore): **20,0 kW (A7/W45)**

Potenza utile raffrescamento (pompa di calore): **22,0 kW cad. (A35/W7)**

Potenza elettrica assorbita: **8,45 kWe**

Coefficienti di prestazione: **COP 3,16**

Coefficienti di prestazione: **EER 2,85**

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

Tipo di conduzione invernale prevista: intermittente

Tipo di conduzione estiva prevista: intermittente

Sistema di gestione dell'impianto termico: autonomo

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 8 di 17 |

Centralina climatica, Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: centralina climatica per la regolazione della temperatura di mandata in funzione della temperatura esterna su tre livelli

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari: termostati ambiente per il controllo della temperatura ambiente (n. 1 per unità)

d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari (solo per impianti centralizzati)

Non necessari in quanto impianto autonomo

e) Terminali di erogazione dell'energia termica

- Unità ventilanti tipo arotermo a parete (Capannone)
- Unità tipo a cassetta 4 vie in controsoffitto (spogliatoi e mensa)

f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Le unità ibride sono provviste di camino di scarico fumi DN 60 mm con scarico diretto in atmosfera

g) Sistemi di trattamento dell'acqua (tipo di trattamento)

Impianto caricato con acqua addolcita

h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Vedi elaborati grafici allegati

i) Schemi funzionali degli impianti termici

Vedi elaborati grafici allegati

Impianti fotovoltaici

Pannelli fotovoltaici monocristallino posati integrati sulla falda di copertura del capannone.

Potenza di picco 393 kW

Inclinazione 23° - Azimut +/- 90°

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 9 di 17 |

Impianti solari termici

Nessuno(Produzione a.c.s. da pompa di calore)

5. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

Trasmittanza termica (U) degli elementi opachi e trasparenti e verifiche igrometriche: vedi allegati

Numeri di ricambi d'aria naturali (media nelle 24 ore): 0,5 vol/h

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 kWh/m² anno, così come definite 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);

Valore: 0,251

Limite: 0,750

Verifica $H'T < H'T,L$: Positiva

- Asol,est /Asup utile

Valore: 0,0087

Limite: 0,0400

Verifica (Asol,est /Asup utile) limite : Positiva

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 10 di 17 |

- EPH,nd: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio;

Valore: 53,13

Limite: 54,55

Verifica $EPH,nd < EPH,nd,limite$: Positiva

- EPC,nd: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio (compreso l'eventuale controllo dell'umidità);

Valore: 6,39

Limite: 6,60

Verifica $EPC,nd < EPC,nd,limite$: Positiva

- $EPgl,tot = EPH + EPW + EPV + EPC + EPL + EPT$: indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria totale)

Valore: 78,23

Limite: 94,69

Verifica $EPgl,tot < EPgl,tot,limite$: Positiva

- $EPgl,nren = EPH + EPW + EPV + EPC + EPL + EPT$: indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria non rinnovabile)

Valore: 28,27

Limite: 33,15

Verifica $EPgl,tot < EPgl,tot,limite$: Positiva

- hH: efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento;

Valore: 1,25

Limite: 1,17

Verifica $hH > hH,limite$ Positiva

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 11 di 17 |

- hW: efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria;

Valore: 0,49

Limite: 0,36

Verifica hW > hW,limite : Positiva

c) Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria

Nessuno: poiché il fabbisogno di acqua calda sanitaria è inferiore a 40 litri/giorno (10 litri/giorno l'investimento non è giustificato). La produzione acqua calda sanitaria avviene mediante boiler elettrico da 80 litri. Assorbimento elettrico massimo 1500 W.

d) Impianti fotovoltaici

Pannelli fotovoltaici monocristallino posati integrati sulla falda di copertura.

Potenza di picco 393 kW

Inclinazione 23° - Azimut +/- 90°

6. ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE

Nessuna

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 12 di 17 |

7. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi
- Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi
- Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari
- Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogo voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
- 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
- Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 13 di 17 |

8. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto ANDREA MOLINARI, iscritto all'Ordine degli ingegneri della Provincia di Piacenza al n. 1218 essendo a conoscenza delle sanzioni previste dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute dalla DGR 1548/2020
- b) il progetto relativo alle opere di cui sopra rispetta gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi contenuti nel decreto attuativo dalla DGR 1548/2020
- c) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 14 di 17 |

Allegato 1
DATI CLIMATICI

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 15 di 17 |

DATI CLIMATICI

| | | | |
|---|---------------------|-------|--|
| Provincia | Piacenza | | |
| Comune | Gragnano Trebbiense | | |
| Latitudine nord | 45,03 | | |
| Zona climatica | E | | |
| Gradi giorno | 2.563 | | |
| Altezza sul livello del mare | [m] | 82 | |
| Temperatura esterna di progetto invernale | [°C] | -5,11 | |
| Conduktività termica del terreno | [W/(m·K)] | 1,50 | |
| Velocità del vento | [m/s] | 1,20 | |

RIEPILOGO DATI MENSILI

| | | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Temperatura media giornaliera dell'aria esterna | [°C] | 3,35 | 3,64 | 9,24 | 12,65 | 18,44 | 22,55 | 23,65 | 22,05 | 19,75 | 14,35 | 7,55 | 1,54 |
| Temperatura esterna media annuale | [°C] | 13,23 | | | | | | | | | | | |
| Irradiazione solare diffusa, H _{dh} | [MJ/m²] | 2,00 | 3,30 | 4,80 | 6,30 | 7,80 | 9,20 | 8,60 | 7,70 | 5,60 | 4,00 | 2,30 | 2,00 |
| Irradiazione solare diretta, H _{bh} | [MJ/m²] | 1,80 | 5,40 | 7,70 | 9,30 | 13,40 | 15,20 | 15,30 | 11,40 | 9,70 | 4,40 | 2,80 | 2,20 |
| Irradiazione solare su superficie orizzontale | [MJ/m²] | 3,80 | 8,70 | 12,50 | 15,60 | 21,20 | 24,40 | 23,90 | 19,10 | 15,30 | 8,40 | 5,10 | 4,20 |
| Irradiazione solare su superficie verticale, S | [MJ/m²] | 6,62 | 12,95 | 12,44 | 10,23 | 10,44 | 10,70 | 10,95 | 11,08 | 12,94 | 10,05 | 8,98 | 8,65 |
| Irradiazione solare su superficie verticale, SO-SE | [MJ/m²] | 5,22 | 10,70 | 11,72 | 11,36 | 12,95 | 13,68 | 13,91 | 12,88 | 13,07 | 8,73 | 7,09 | 6,64 |
| Irradiazione solare su superficie verticale, E-O | [MJ/m²] | 3,05 | 6,95 | 9,24 | 10,74 | 14,00 | 15,75 | 15,61 | 12,88 | 11,05 | 6,30 | 4,17 | 3,54 |
| Irradiazione solare su superficie verticale, NO-NE | [MJ/m²] | 1,51 | 3,34 | 5,51 | 7,75 | 11,23 | 13,39 | 12,88 | 9,79 | 7,01 | 3,64 | 1,92 | 1,53 |
| Irradiazione solare su superficie verticale, N | [MJ/m²] | 1,38 | 2,53 | 3,65 | 5,12 | 8,02 | 10,29 | 9,50 | 6,70 | 4,36 | 2,85 | 1,66 | 1,42 |
| Pressione parziale del vapore d'acqua nell'aria esterna | [Pa] | 637 | 502 | 711 | 907 | 1.117 | 1.452 | 1.548 | 1.433 | 1.436 | 1.089 | 873 | 541 |

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 16 di 17 |

Allegato 2
COMPONENTI OPACHI E TRASPARENTI

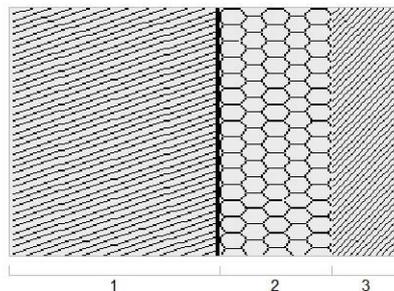
| | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Livello Progetto: Progetto Definitivo | Nome Volume RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI EDIFICIO | N. Volume 55-22 DMRT01 Rev1 |
| File: 55-22 DMRT01 Rev1.doc | Cliente / Progetto Eurostamp s.r.l. | Pag. 17 di 17 |

COMPONENTE OPACO

Codice ME1
 Descrizione MURO CAPANNONE
 Note MURO ESTERNO IN PANNELLI PREFABB.
 Giacitura VE=Verticale esterno
 Origine dei dati Da stratigrafia

RIEPILOGO

| | | |
|----------------------------------|------------------------|---------|
| Spessore | m | 0,28000 |
| Massa superficiale | kg/m ² | 402,400 |
| Massa totale | kg/m ² | 402,400 |
| Capacità termica interna | kJ/(m ² ·K) | 77,836 |
| Capacità termica esterna | kJ/(m ² ·K) | 83,786 |
| Resistenza termica dei materiali | m ² ·K/W | 2,739 |
| Resistenza termica totale | m ² ·K/W | 2,909 |
| Trasmittanza termica totale | W/(m ² ·K) | 0,344 |
| Trasmittanza termica periodica | W/(m ² ·K) | 0,099 |



1 2 3

STRATIGRAFIA

| | Codice materiale | Descrizione | d m | l W/(m·K) | C W/(m ² ·K) | ρ kg/m ³ | c _p J/(kg·K) | R m ² ·K/W |
|---|------------------|---------------------------------|---------|--------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | | Resistenza superficiale interna | | | | | | |
| 1 | CLS004 | St. chiusa (est. non protetto) | 0,15000 | 1,263 | 0,000 | 2.000,000 | 880 | 0,130 |
| 2 | ISO93 | Stiferite tipo P3 | 0,08000 | 0,031 | 0,000 | 30,000 | 1.300 | 2,581 |
| 3 | CLS004 | St. chiusa (est. non protetto) | 0,05000 | 1,263 | 0,000 | 2.000,000 | 880 | 0,040 |
| | | Resistenza superficiale esterna | | | | | | 0,040 |

Codice ME1
 Descrizione MURO CAPANNONE

VERIFICA IGROMETRICA

Condizioni al contorno

Ambiente confinante Esterno
 Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile
 Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile
 Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2
 Struttura leggera No
 Classe di umidità 1 - Magazzini
 Umidità relativa massima accettabile 80 %

| | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| θ_e [°C] | 0,10 | 2,40 | 7,70 | 12,20 | 16,30 | 20,70 | 23,20 | 22,30 | 18,90 | 12,80 | 6,90 | 2,00 |
| p_e [Pa] | 595 | 635 | 718 | 969 | 1.378 | 1.409 | 2.235 | 1.922 | 1.560 | 1.299 | 964 | 564 |
| θ_i [°C] | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 18,00 | 20,70 | 23,20 | 22,30 | 18,90 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| p_i [Pa] | 891 | 897 | 901 | 1.084 | 1.433 | 1.409 | 2.235 | 1.922 | 1.576 | 1.406 | 1.159 | 831 |

Proprietà dei materiali

| Codice Materiale | Descrizione | d m | R m ² ·K/W | μ | sd m |
|------------------|---------------------------------|---------|--------------------------|-------|----------|
| CLS004 | Resistenza superficiale esterna | | 0,040 | | |
| | St. chiusa (est. non protetto) | 0,05000 | 0,040 | 99 | 4,95000 |
| ISO93 | Stifferite tipo P3 | 0,08000 | 2,581 | 80 | 6,40000 |
| CLS004 | St. chiusa (est. non protetto) | 0,15000 | 0,119 | 99 | 14,85000 |
| | Resistenza superficiale interna | | 0,130 | | |

Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico Dicembre
 Fattore di temperatura, f_{Rsi} 0,917
 Fattore di temperatura massimo, $f_{Rsi,max}$ 0,309
 Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.

Verifica Positiva

Risultati di calcolo

| | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| θ_e [°C] | 0,10 | 2,40 | 7,70 | 12,20 | 16,30 | 20,70 | 23,20 | 22,30 | 18,90 | 12,80 | 6,90 | 2,00 |
| p_e [Pa] | 595 | 635 | 718 | 969 | 1.378 | 1.409 | 2.235 | 1.922 | 1.560 | 1.299 | 964 | 564 |
| θ_i [°C] | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 18,00 | 20,70 | 23,20 | 22,30 | 18,90 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| p_i [Pa] | 891 | 897 | 901 | 1.084 | 1.433 | 1.409 | 2.235 | 1.922 | 1.576 | 1.406 | 1.159 | 831 |
| p_s [Pa] | 1.105 | 931 | 1.087 | 1.270 | 1.425 | 1.815 | 1.935 | 1.791 | 1.799 | 1.466 | 1.322 | 1.019 |
| $\theta_{si,min}$ [°C] | 8,44 | 5,94 | 8,20 | 10,51 | 12,25 | 15,98 | 16,99 | 15,77 | 15,84 | 12,68 | 11,11 | 7,25 |
| f_{Rsi} | 0,31 | 0,14 | -0,10 | -0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,30 | 0,29 | 0,31 |
| θ_{si} [°C] | 18,63 | 18,65 | 19,11 | 19,39 | 18,44 | 22,55 | 23,65 | 22,05 | 19,75 | 19,53 | 18,97 | 18,48 |

Codice ME1
Descrizione MURO CAPANNONE

VERIFICA MASSA SUPERFICIALE E TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA

Riferimento normativo 2015
Verifica limiti come Verticale verso l'esterno o verso locali non riscaldati
Zona climatica E
Località Gragnano Trebbiense
Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva Im,s:
valore di progetto 282,000 W/m²
valore di confronto 290,00 W/m²
Verifica richiesta No

Verifica massa superficiale

Valore di progetto 402,400 kg/m²
Valore di confronto 0 kg/m²
Verifica Non richiesta

Verifica trasmittanza termica periodica

Risultati di calcolo

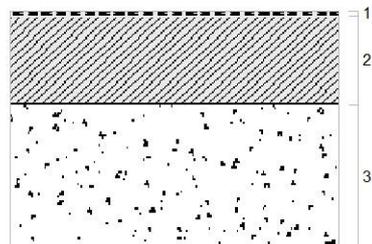
| | Modulo | Δt h |
|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Matrice di trasferimento | | |
| Z11 | 56,717 | 9,140 |
| Z12 | 10,150 W/(m ² -K) | -4,130 |
| Z21 | 339,946 W/(m ² -K) | 1,670 |
| Z22 | 56,717 | 9,140 |
| Ammissioni termiche | | |
| Lato interno | 5,588 W/(m ² -K) | 1,268 |
| Lato esterno | 5,995 W/(m ² -K) | 4,530 |
| Caratteristiche termiche dinamiche | | |
| Trasmittanza termica periodica | 0,099 W/(m ² -K) | -7,870 |
| Fattore di decremento | 0,287 | |
| Trasmittanza termica periodica | | |
| valore di progetto | 0,099 W/(m ² -K) | |
| valore di confronto | 0,000 W/(m ² -K) | |
| Verifica | Non richiesta | |

COMPONENTE OPACO

Codice PAV1-OR
 Descrizione PAVIMENTO AL SUOLO
 Note PAVIMENTO AL SUOLO
 Giacitura PT=Pavimento terreno
 Origine dei dati Da stratigrafia

RIEPILOGO

| | | |
|----------------------------------|------------------------|---------|
| Spessore | m | 0,49500 |
| Massa superficiale | kg/m ² | 787,500 |
| Massa totale | kg/m ² | 787,500 |
| Capacità termica interna | kJ/(m ² ·K) | 56,435 |
| Capacità termica esterna | kJ/(m ² ·K) | 110,499 |
| Resistenza termica dei materiali | m ² ·K/W | 0,660 |
| Resistenza termica totale | m ² ·K/W | 0,830 |
| Trasmittanza termica totale | W/(m ² ·K) | 1,205 |
| Trasmittanza termica periodica | W/(m ² ·K) | 0,130 |



STRATIGRAFIA

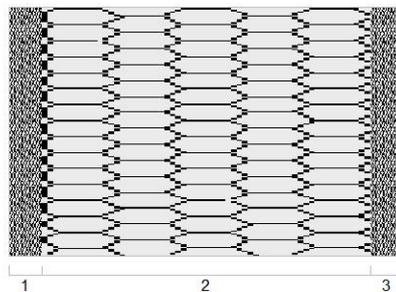
| Codice materiale | Descrizione | d m | l W/(m·K) | C W/(m ² ·K) | ρ kg/m ³ | c _p J/(kg·K) | R m ² ·K/W |
|------------------|--|---------|--------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1 PAV02 | Resistenza superficiale interna Piastrelle di ceramica | 0,01000 | 1,163 | 0,000 | 2.300,000 | 840 | 0,170 0,009 |
| 2 CLS091 | CLS in genere (int. o est.) | 0,18500 | 0,830 | 0,000 | 1.700,000 | 880 | 0,223 |
| 3 MSR16 | Ciotoli e pietre frantumate Resistenza superficiale esterna | 0,30000 | 0,700 | 0,000 | 1.500,000 | 840 | 0,429 0,000 |

COMPONENTE OPACO

Codice PO
 Descrizione PORTONE IN FERRO (est)
 Note PORTA ESTERNA ISOLATA IN FERRO
 Giacitura VE=Verticale esterno
 Origine dei dati Da stratigrafia

RIEPILOGO

| | | |
|----------------------------------|------------------------|---------|
| Spessore | m | 0,02400 |
| Massa superficiale | kg/m ² | 32,000 |
| Massa totale | kg/m ² | 32,000 |
| Capacità termica interna | kJ/(m ² ·K) | 7,362 |
| Capacità termica esterna | kJ/(m ² ·K) | 9,253 |
| Resistenza termica dei materiali | m ² ·K/W | 0,625 |
| Resistenza termica totale | m ² ·K/W | 0,795 |
| Trasmittanza termica totale | W/(m ² ·K) | 1,258 |
| Trasmittanza termica periodica | W/(m ² ·K) | 1,255 |



STRATIGRAFIA

| Codice materiale | Descrizione | d m | l W/(m·K) | C W/(m ² ·K) | ρ kg/m ³ | c _p J/(kg·K) | R m ² ·K/W |
|------------------|---------------------------------|---------|--------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | Resistenza superficiale interna | | | | | | 0,130 |
| 1 MET01 | Acciaio | 0,00200 | 52,000 | 0,000 | 7.800,000 | 500 | 0,000 |
| 2 ISO57 | Poliuretani in lastre | 0,02000 | 0,032 | 0,000 | 40,000 | 1.300 | 0,625 |
| 3 MET01 | Acciaio | 0,00200 | 52,000 | 0,000 | 7.800,000 | 500 | 0,000 |
| | Resistenza superficiale esterna | | | | | | 0,040 |

Codice PO
 Descrizione PORTONE IN FERRO (est)

VERIFICA IGROMETRICA

Condizioni al contorno

Ambiente confinante Esterno
 Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile
 Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile
 Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2
 Struttura leggera No
 Classe di umidità 1 - Magazzini
 Umidità relativa massima accettabile 80 %

| | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| θ_e [°C] | 0,10 | 2,40 | 7,70 | 12,20 | 16,30 | 20,70 | 23,20 | 22,30 | 18,90 | 12,80 | 6,90 | 2,00 |
| p_e [Pa] | 595 | 635 | 718 | 969 | 1.378 | 1.409 | 2.235 | 1.922 | 1.560 | 1.299 | 964 | 564 |
| θ_i [°C] | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 18,00 | 20,70 | 23,20 | 22,30 | 18,90 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| p_i [Pa] | 891 | 897 | 901 | 1.084 | 1.433 | 1.409 | 2.235 | 1.922 | 1.576 | 1.406 | 1.159 | 831 |

Proprietà dei materiali

| Codice Materiale | Descrizione | d m | R m ² ·K/W | μ | sd m |
|------------------|--|--------------------|--------------------------|------------------|-----------------------------|
| MET01 | Resistenza superficiale esterna Acciaio | 0,00200 | 0,040 0,000 | 9.999.999 | 19.999,998 05 |
| ISO57 MET01 | Poliuretani in lastre Acciaio | 0,02000 0,00200 | 0,625 0,000 | 125 9.999.999 | 2,50000 19.999,998 05 |
| | Resistenza superficiale interna | | 0,130 | | |

Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico Dicembre
 Fattore di temperatura, f_{Rsi} 0,727
 Fattore di temperatura massimo, $f_{Rsi,max}$ 0,309
 Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.
Verifica Positiva

Risultati di calcolo

| | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| θ_e [°C] | 0,10 | 2,40 | 7,70 | 12,20 | 16,30 | 20,70 | 23,20 | 22,30 | 18,90 | 12,80 | 6,90 | 2,00 |
| p_e [Pa] | 595 | 635 | 718 | 969 | 1.378 | 1.409 | 2.235 | 1.922 | 1.560 | 1.299 | 964 | 564 |
| θ_i [°C] | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 18,00 | 20,70 | 23,20 | 22,30 | 18,90 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| p_i [Pa] | 891 | 897 | 901 | 1.084 | 1.433 | 1.409 | 2.235 | 1.922 | 1.576 | 1.406 | 1.159 | 831 |
| p_s [Pa] | 1.105 | 931 | 1.087 | 1.270 | 1.425 | 1.815 | 1.935 | 1.791 | 1.799 | 1.466 | 1.322 | 1.019 |
| $\theta_{si,min}$ [°C] | 8,44 | 5,94 | 8,20 | 10,51 | 12,25 | 15,98 | 16,99 | 15,77 | 15,84 | 12,68 | 11,11 | 7,25 |
| f_{Rsi} | 0,31 | 0,14 | -0,10 | -0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,30 | 0,29 | 0,31 |
| θ_{si} [°C] | 15,45 | 15,53 | 17,06 | 17,99 | 18,44 | 22,55 | 23,65 | 22,05 | 19,75 | 18,46 | 16,60 | 14,96 |

Codice PO
Descrizione PORTONE IN FERRO (est)

VERIFICA MASSA SUPERFICIALE E TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA

Riferimento normativo 2015
Verifica limiti come Verticale verso l'esterno o verso locali non riscaldati
Zona climatica E
Località Gragnano Trebbiense
Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva Im,s:
valore di progetto 282,000 W/m²
valore di confronto 290,00 W/m²
Verifica richiesta No

Verifica massa superficiale

Valore di progetto 32,000 kg/m²
Valore di confronto 0 kg/m²
Verifica Non richiesta

Verifica trasmittanza termica periodica

Risultati di calcolo

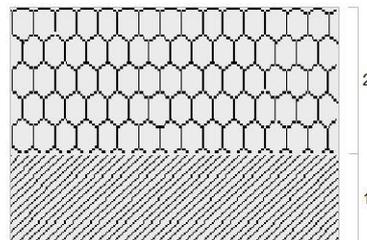
| | Modulo | Δt h |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Matrice di trasferimento | | |
| Z11 | 1,076 | 1,560 |
| Z12 | 0,797 W/(m ² -K) | -11,640 |
| Z21 | 1,230 W/(m ² -K) | -5,290 |
| Z22 | 1,076 | 1,560 |
| Ammissioni termiche | | |
| Lato interno | 1,350 W/(m ² -K) | 1,194 |
| Lato esterno | 1,387 W/(m ² -K) | 1,570 |
| Caratteristiche termiche dinamiche | | |
| Trasmittanza termica periodica | 1,255 W/(m ² -K) | -0,360 |
| Fattore di decremento | 0,998 | |
| Trasmittanza termica periodica | | |
| valore di progetto | 1,255 W/(m ² -K) | |
| valore di confronto | 0,000 W/(m ² -K) | |
| Verifica | Non richiesta | |

COMPONENTE OPACO

| | |
|------------------|--|
| Codice | SE1 |
| Descrizione | SOLAIO ESTERNO CAPANNONE |
| Note | SOLAIO ESTERNO CON ISOLAMENTO E BARRIERA AL VAPORE |
| Giacitura | SE=Solaio esterno(flusso ascendente) |
| Origine dei dati | Da stratigrafia |

RIEPILOGO

| | | |
|----------------------------------|------------------------|---------|
| Spessore | m | 0,26000 |
| Massa superficiale | kg/m ² | 204,800 |
| Massa totale | kg/m ² | 204,800 |
| Capacità termica interna | kJ/(m ² ·K) | 91,838 |
| Capacità termica esterna | kJ/(m ² ·K) | 4,374 |
| Resistenza termica dei materiali | m ² ·K/W | 4,079 |
| Resistenza termica totale | m ² ·K/W | 4,219 |
| Trasmittanza termica totale | W/(m ² ·K) | 0,237 |
| Trasmittanza termica periodica | W/(m ² ·K) | 0,125 |



STRATIGRAFIA

| | Codice materiale | Descrizione | d m | l W/(m·K) | C W/(m ² ·K) | ρ kg/m ³ | c _p J/(kg·K) | R m ² ·K/W |
|---|------------------|---------------------------------|---------|--------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | | Resistenza superficiale interna | | | | | | 0,100 |
| 1 | CLS004 | St. chiusa (est. non protetto) | 0,10000 | 1,263 | 0,000 | 2.000,000 | 880 | 0,079 |
| 2 | ISO14 | Fibre vet.: pann. semirigidi | 0,16000 | 0,040 | 0,000 | 30,000 | 840 | 4,000 |
| | | Resistenza superficiale esterna | | | | | | 0,040 |

Codice SE1
 Descrizione SOLAIO ESTERNO CAPANNONE

VERIFICA IGROMETRICA

Condizioni al contorno

Ambiente confinante Esterno
 Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile
 Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile
 Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2
 Struttura leggera No
 Classe di umidità 1 - Magazzini
 Umidità relativa massima accettabile 80 %

| | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| θ_e [°C] | 0,10 | 2,40 | 7,70 | 12,20 | 16,30 | 20,70 | 23,20 | 22,30 | 18,90 | 12,80 | 6,90 | 2,00 |
| p_e [Pa] | 595 | 635 | 718 | 969 | 1.378 | 1.409 | 2.235 | 1.922 | 1.560 | 1.299 | 964 | 564 |
| θ_i [°C] | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 18,00 | 20,70 | 23,20 | 22,30 | 18,90 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| p_i [Pa] | 891 | 897 | 901 | 1.084 | 1.433 | 1.409 | 2.235 | 1.922 | 1.576 | 1.406 | 1.159 | 831 |

Proprietà dei materiali

| Codice Materiale | Descrizione | d m | R m ² ·K/W | μ | sd m |
|------------------|---------------------------------|---------|--------------------------|-------|---------|
| ISO14 | Resistenza superficiale esterna | | 0,040 | | |
| CLS004 | Fibre vet.: pann. semirigidi | 0,16000 | 4,000 | 1 | 0,16000 |
| | St. chiusa (est. non protetto) | 0,10000 | 0,079 | 99 | 9,90000 |
| | Resistenza superficiale interna | | 0,100 | | |

Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico Dicembre
 Fattore di temperatura, f_{Rsi} 0,943
 Fattore di temperatura massimo, $f_{Rsi,max}$ 0,309
 Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.
Verifica Positiva

Risultati di calcolo

| | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| θ_e [°C] | 0,10 | 2,40 | 7,70 | 12,20 | 16,30 | 20,70 | 23,20 | 22,30 | 18,90 | 12,80 | 6,90 | 2,00 |
| p_e [Pa] | 595 | 635 | 718 | 969 | 1.378 | 1.409 | 2.235 | 1.922 | 1.560 | 1.299 | 964 | 564 |
| θ_i [°C] | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 18,00 | 20,70 | 23,20 | 22,30 | 18,90 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| p_i [Pa] | 891 | 897 | 901 | 1.084 | 1.433 | 1.409 | 2.235 | 1.922 | 1.576 | 1.406 | 1.159 | 831 |
| p_s [Pa] | 1.105 | 931 | 1.087 | 1.270 | 1.425 | 1.815 | 1.935 | 1.791 | 1.799 | 1.466 | 1.322 | 1.019 |
| $\theta_{si,min}$ [°C] | 8,44 | 5,94 | 8,20 | 10,51 | 12,25 | 15,98 | 16,99 | 15,77 | 15,84 | 12,68 | 11,11 | 7,25 |
| f_{Rsi} | 0,31 | 0,14 | -0,10 | -0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,30 | 0,29 | 0,31 |
| θ_{si} [°C] | 19,05 | 19,06 | 19,38 | 19,58 | 18,44 | 22,55 | 23,65 | 22,05 | 19,75 | 19,68 | 19,29 | 18,94 |

Codice SE1
Descrizione SOLAIO ESTERNO CAPANNONE

VERIFICA MASSA SUPERFICIALE E TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA

Riferimento normativo 2015
Verifica limiti come Copertura
Zona climatica E
Località Gragnano Trebbiense
Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva Im,s:
valore di progetto 282,000 W/m²
valore di confronto 290,00 W/m²
Verifica richiesta No

Verifica massa superficiale

Valore di progetto 204,800 kg/m²
Valore di confronto 0 kg/m²
Verifica Non richiesta

Verifica trasmittanza termica periodica

Risultati di calcolo

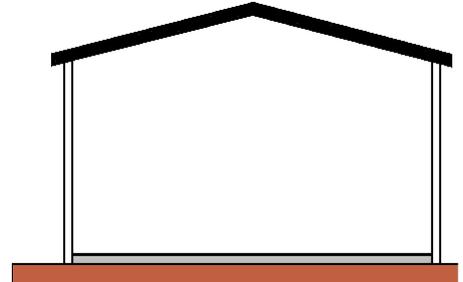
| | Modulo | Δt h |
|------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| Matrice di trasferimento | | |
| Z11 | 53,184 | 7,340 |
| Z12 | 8,016 W/(m ² -K) | -6,800 |
| Z21 | 14,595 W/(m ² -K) | -3,240 |
| Z22 | 53,184 | 7,340 |
| Ammissioni termiche | | |
| Lato interno | 6,635 W/(m ² -K) | 2,132 |
| Lato esterno | 0,272 W/(m ² -K) | 1,440 |
| Caratteristiche termiche dinamiche | | |
| Trasmittanza termica periodica | 0,125 W/(m ² -K) | -5,200 |
| Fattore di decremento | 0,526 | |
| Trasmittanza termica periodica | | |
| valore di progetto | 0,125 W/(m ² -K) | |
| valore di confronto | 0,000 W/(m ² -K) | |
| Verifica | Non richiesta | |

COMPONENTE SPECIALE PAVIMENTO

Codice PAV1-000001-04-01
Descrizione PAVIMENTO AL SUOLO
Note PAVIMENTO AL SUOLO

RISULTATI E VERIFICHE

| | | |
|---|-------------------------|-----------|
| Area del pavimento | [m ²] | 2.887,00 |
| Perimetro disperdente | [m] | 133,40 |
| Dimensione caratteristica del pavimento | [m] | 43,283 |
| Superficie disperdente del pavimento | [m ²] | 2.887,000 |
| Capacità termica del pavimento | [kJ/K] | 162.928 |
| Spessore equivalente totale del pavimento controterra, dt | [m] | 1,245 |
| Trasmittanza termica effettiva, U | [W/(m ² ·K)] | 0,103 |
| Trasmittanza termica lineare associata all'isolamento di bordo | [W/(m·K)] | 0,000 |
| Trasmittanza termica lineare associata al giunto parete/pavimento | [W/(m·K)] | 0,000 |
| Coefficiente di accoppiamento termico in regime stazionario, Hg | [W/K] | 297,361 |



DATI PER IL CALCOLO DELLA TRASMITTANZA TERMICA STAZIONARIA

Dati del componente orizzontale (pavimento su terreno)

| | | |
|--------------------------------------|--------------------------|---------|
| Codice del componente | | PAV1-OR |
| Resistenza superficiale interna, Rsi | [(m ² ·K)/W] | 0,170 |
| Resistenza superficiale esterna, Rse | [(m ² ·K)/W] | 0,000 |
| Capacità termica | [kJ/(m ² ·K)] | 56,435 |
| Resistenza termica | [(m ² ·K)/W] | 0,660 |

Dati del componente verticale (parete)

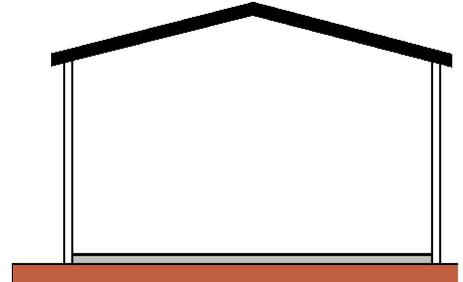
| | | |
|---|-----|-------|
| Spessore delle pareti perimetrali esterne | [m] | 0,000 |
|---|-----|-------|

COMPONENTE SPECIALE PAVIMENTO

Codice PAV1-000002-04-01
Descrizione PAVIMENTO AL SUOLO
Note PAVIMENTO AL SUOLO

RISULTATI E VERIFICHE

| | | |
|---|-------------------------|---------|
| Area del pavimento | [m ²] | 576,00 |
| Perimetro disperdente | [m] | 58,70 |
| Dimensione caratteristica del pavimento | [m] | 19,625 |
| Superficie disperdente del pavimento | [m ²] | 576,000 |
| Capacità termica del pavimento | [kJ/K] | 32,507 |
| Spessore equivalente totale del pavimento controterra, dt | [m] | 1,245 |
| Trasmittanza termica effettiva, U | [W/(m ² ·K)] | 0,187 |
| Trasmittanza termica lineare associata all'isolamento di bordo | [W/(m·K)] | 0,000 |
| Trasmittanza termica lineare associata al giunto parete/pavimento | [W/(m·K)] | 0,000 |
| Coefficiente di accoppiamento termico in regime stazionario, Hg | [W/K] | 107,712 |



DATI PER IL CALCOLO DELLA TRASMITTANZA TERMICA STAZIONARIA

Dati del componente orizzontale (pavimento su terreno)

| | | |
|--------------------------------------|--------------------------|---------|
| Codice del componente | | PAV1-OR |
| Resistenza superficiale interna, Rsi | [(m ² ·K)/W] | 0,170 |
| Resistenza superficiale esterna, Rse | [(m ² ·K)/W] | 0,000 |
| Capacità termica | [kJ/(m ² ·K)] | 56,435 |
| Resistenza termica | [(m ² ·K)/W] | 0,660 |

Dati del componente verticale (parete)

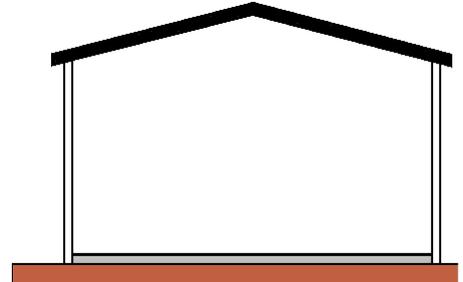
| | | |
|---|-----|-------|
| Spessore delle pareti perimetrali esterne | [m] | 0,000 |
|---|-----|-------|

COMPONENTE SPECIALE PAVIMENTO

Codice PAV1-000003-04-01
Descrizione PAVIMENTO AL SUOLO
Note PAVIMENTO AL SUOLO

RISULTATI E VERIFICHE

| | | |
|---|-------------------------|---------|
| Area del pavimento | [m ²] | 690,00 |
| Perimetro disperdente | [m] | 55,00 |
| Dimensione caratteristica del pavimento | [m] | 25,091 |
| Superficie disperdente del pavimento | [m ²] | 690,000 |
| Capacità termica del pavimento | [kJ/K] | 38.940 |
| Spessore equivalente totale del pavimento controterra, dt | [m] | 1,245 |
| Trasmittanza termica effettiva, U | [W/(m ² ·K)] | 0,156 |
| Trasmittanza termica lineare associata all'isolamento di bordo | [W/(m·K)] | 0,000 |
| Trasmittanza termica lineare associata al giunto parete/pavimento | [W/(m·K)] | 0,000 |
| Coefficiente di accoppiamento termico in regime stazionario, Hg | [W/K] | 107,640 |



DATI PER IL CALCOLO DELLA TRASMITTANZA TERMICA STAZIONARIA

Dati del componente orizzontale (pavimento su terreno)

| | | |
|--|--------------------------|---------|
| Codice del componente | | PAV1-OR |
| Resistenza superficiale interna, R _{si} | [(m ² ·K)/W] | 0,170 |
| Resistenza superficiale esterna, R _{se} | [(m ² ·K)/W] | 0,000 |
| Capacità termica | [kJ/(m ² ·K)] | 56,435 |
| Resistenza termica | [(m ² ·K)/W] | 0,660 |

Dati del componente verticale (parete)

| | | |
|---|-----|-------|
| Spessore delle pareti perimetrali esterne | [m] | 0,000 |
|---|-----|-------|

COMPONENTE FINESTRATO

Codice FE
Descrizione FINESTRA ESTERNA
Note FINESTRA ESTERNA CON VETROCAMERA
Origine dei dati Procedura analitica (UNI EN ISO 10077-1:2007)

Caratteristiche del serramento:

| | | | |
|-------------------------|----|-----------------------|------------------|
| Tipo di serramento | | | Finestra singola |
| Trasmittanza termica | Uw | W/(m ² ·K) | 1,652 |
| Trasmittanza solo vetro | Ug | W/(m ² ·K) | 1,200 |

Dati apporti solari:

| | | |
|---------------------|-------------------|-------|
| Emissività | ε | 0,837 |
| Trasmittanza solare | g _{gl,n} | 0,75 |

TELAIO

Serramento interno:

| | | | |
|-----------------------------|----|-----------------------|-------|
| Area vetro | Ag | m ² | 2,150 |
| Area telaio | Af | m ² | 0,350 |
| Area pannelli | Ap | m ² | 0,000 |
| Perimetro vetro | Lg | m | 8,360 |
| Trasmittanza termica telaio | Uf | W/(m ² ·K) | 2,519 |

VETRO

Serramento:

| | | |
|------------------------------------|-----------------------|-------|
| Trasmittanza termica vetro | W/(m ² ·K) | 1,200 |
| Trasmittanza termica distanziatore | W/(m·K) | 0,080 |

RISULTATI

| | | |
|-------------------------------|-----------------------|-------|
| Resistenza | m ² ·K/W | 0,605 |
| Trasmittanza termica | W/(m ² ·K) | 1,652 |
| Resistenza termica aggiuntiva | m ² ·K/W | 0,000 |
| Trasmittanza totale | W/(m ² ·K) | 1,652 |

Codice FE
Descrizione FINESTRA ESTERNA

VERIFICA IGROMETRICA

Condizioni al contorno

Ambiente confinante Esterno
Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile
Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile
Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2
Struttura leggera Sì
Classe di umidità 1 - Magazzini
Media delle temperature esterne minime annuali 0,0 °C

| | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| θ_e [°C] | 3,35 | 3,65 | 9,25 | 12,65 | 18,45 | 22,55 | 23,65 | 22,05 | 19,75 | 14,35 | 7,55 | 1,55 |
| p_e [Pa] | 637 | 502 | 711 | 907 | 1.117 | 1.452 | 1.548 | 1.433 | 1.436 | 1.089 | 873 | 541 |
| θ_i [°C] | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 22,55 | 23,65 | 22,05 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| p_i [Pa] | 884 | 745 | 870 | 1.016 | 1.140 | 1.452 | 1.548 | 1.433 | 1.439 | 1.173 | 1.058 | 815 |

Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico -
Fattore di temperatura, f_{Rsi} 0,832
Fattore di temperatura massimo, $f_{Rsi,max}$ 0,254
Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.

Verifica Positiva

Risultati di calcolo

θ_e [°C] 0,00
 p_e [Pa] 580
 θ_i [°C] 20,00
 p_i [Pa] 877
 p_s [Pa] 877
 $\theta_{si,min}$ [°C] 5,08
 f_{Rsi} 0,25
 θ_{si} [°C] 16,65

Simboli e unità di misura

| Simbolo | Quantità | Unità di misura |
|---------------|--|-----------------------|
| c_p | capacità termica specifica | J/(kg·K) |
| A_g | area (vetro) | m ² |
| A_f | area (telaio) | m ² |
| A_p | area (pannello) | m ² |
| C | conduttanza unitaria | W/(m ² ·K) |
| d | spessore | m |
| f_{Rsi} | fattore di temperatura in corrispondenza alla superficie interna | - |
| $f_{Rsi,max}$ | fattore di temperatura di progetto in corrispondenza alla superficie interna per il mese critico | - |
| g_c | densità di flusso di vapore (condensazione) | Kg/m ² |
| g_{ev} | densità di flusso di vapore (evaporazione) | Kg/m ² |
| U_f | trasmissione termica (telaio) | W/(m ² ·K) |
| U_g | trasmissione termica (elemento vetrato) | W/(m ² ·K) |
| Ψ_g | trasmissione termica (lineare del distanziatore) | W/(m ² ·K) |
| U_p | trasmissione termica (pannello) | W/(m ² ·K) |
| U_w | trasmissione termica (totale del serramento) | W/(m ² ·K) |
| L_g | lunghezza perimetrale della superficie vetrata | m |
| M_a | massa di vapore per unità di superficie accumulata in corrispondenza di un'interfaccia | Kg/m ² |
| p_i | pressione parziale del vapore (aria interna) | Pa |
| p_e | pressione parziale del vapore (aria esterna) | Pa |
| R | resistenza termica di progetto (da superficie a superficie) | m ² ·K/W |
| R_{si} | resistenza superficiale (interna) | m ² ·K/W |
| R_{se} | resistenza superficiale (esterna) | m ² ·K/W |
| s_d | spessore equivalente di aria per la diffusione del vapore | m |
| λ | conduttività utile di calcolo | W/(m·K) |
| μ | fattore di resistenza igroscopica | - |
| ρ | massa volumica | Kg/m ³ |
| θ_i | temperatura (aria interna) | °C |
| θ_e | temperatura (aria esterna) | °C |
| Δt | sfasamento | h |