

COMUNE DI ROCCAFRANCA
Piazza Europa n. 9 - 25030 Roccafranca (BS)

SOVRALZO DELLA MENSA ESISTENTE AL SERVIZIO DEL COMPLESSO POLIVALENTE PER LA
SCUOLA ELEMENTARE E MEDIA DI ROCCAFRANCA
Via Papa Giovanni XXIII - Roccafranca BS

PROGETTISTI:

D.T.C.
Beltrami Ing. Mattia
D.T.P.
Belotti Ing. Simone
COLLABORATORI



CHIARI - Via S.S. Trinità, n°12 [c.a.p. 25032]
tel: 0302381687
mail. info@professionisti.eu.com
pec. professionistisrl@gigapec.it

LIVELLO PROGETTUALE:

PROGETTO ESECUTIVO

RIFERIMENTO COMMESSA:

2023-0015

SETTORE PROGETTUALE:

ANALISI

ARCHIVIAZIONE FILE: 2023-0015-E-DOC-N [COPERTINE]
REVISIONE [REV] / VARIANTE [VAR] / AS-BUILT [ASB] / VALIDATO [VLD]:

CODICE	DATA	CAUSALE
--------	------	---------

TIPOLOGIA	SCALA DISEGNO	DATA
ELABORATO: DOCUMENTO	//	MAGGIO 2023

Relazione Tecnica Efficienza Energetica

DOC-N01

RELAZIONE TECNICA DI CUI AL PUNTO 4.8 DELL'ALLEGATO 1 DEL DECRETO ATTUATIVO DELLA DGR 3868 DEL 17.7.2015

Decreto dirigente unità organizzativa 18 dicembre 2019 – n. 18546

Aggiornamento delle disposizioni per l'efficienza energetica degli edifici approvate con decreto n. 2456 del 8 marzo 2017

Nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello, edifici ad energia quasi zero

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 attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Roccafranca

Provincia BS

Progetto per la realizzazione di:

Ampliamento Volumetrico: Nuova Costruzione Edificio ad uso Sala Mensa (mediante sovrizzo della mensa già realizzata al Piano Terra) al servizio del complesso polivalente per la scuola elementare e media di Roccafranca. Ampliamento volumetrico nuova porzione di Volume Lordo Climatizzato superiore a 500 mc, climatizzata mediante nuova installazione di sistemi tecnici dedicati alla climatizzazione invernale ed estiva.

☒ Edificio pubblico

☐ Edificio a uso pubblico

Sito in Via Papa Giovanni XXIII

Richiesta Permesso di Costruire N: Del:

Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA N: Del:

Variante Permesso di Costruire/ DIA/ SCIA / CIL o CIA N: Del:

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.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

Numero delle unità immobiliari:1

Soggetti coinvolti

Committente: Comune di Roccafranca

Progettista degli impianti termici: cfr. nomina sul cartiglio progetto

Progettista dell'isolamento termico dell'edificio: cfr. nomina sul cartiglio progetto

Progettista del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio: cfr. nomina sul cartiglio progetto

Direttore dei lavori per l'isolamento termico dell'edificio: cfr. nomina D.L.

Direttore dei lavori per la realizzazione degli impianti termici: cfr. nomina D.L.

Direttore dei lavori del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio: cfr. nomina D.L.

Progettista dei sistemi di illuminazione dell'edificio: cfr. nomina sul cartiglio progetto

Tecnico incaricato per la redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE): cfr. incarico
certificatore

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

Gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i primi tre allegati obbligatori di cui al punto 8 della presente relazione.

3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) GG: 2251

Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo UNI 5364 e succ agg) K: 266,3

Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma K 305,1

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

Climatizzazione invernale

Unità immobiliare	$S [m^2]$	$V [m^3]$	$S/V [m^{-1}]$	$S_u [m^2]$
Unità immobiliare 01	557,62	1.154,21	0,48	262,23

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano

S/V rapporto tra superficie disperdente e volume lordi o fattore di forma dell'edificio

S_u superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Denominazione zona climatizzata	$T_{inv} [^{\circ}C]$	$\phi_{inv} [\%]$
Unità immobiliare 01	Sovralzo Mensa Scolastica	20,0	50

T_{inv} Valore di progetto della temperatura interna invernale

ϕ_{inv} valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione invernale

Climatizzazione estiva

Unità immobiliare	$S [m^2]$	$V [m^3]$	$S_u [m^2]$
Unità immobiliare 01	557,62	1.154,21	262,23

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano

S_u Superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Denominazione zona climatizzata	$T_{est} [^{\circ}C]$	$\phi_{est} [\%]$
Unità immobiliare 01	Sovralzo Mensa Scolastica	26,0	50

T_{est} Valore di progetto della temperatura interna estiva

ϕ_{est} Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva

Informazioni generali e prescrizioni

Presenza di reti di teleriscaldamento/raffreddamento a meno di 1000 m: ☐ Si ☒ No

Se "sì" descrivere le opere edili ed impiantistiche previste necessarie al collegamento alle reti. Se non sono state predisposte opere inserire la motivazione:

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

B

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture: ☒ Si ☐ No

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali:

Adozione di rivestimento della copertura piana con guaina ad elevata riflettanza solare per le coperture (cool roof); valore di riflettanza solare non inferiore a 0,65 (copertura piana).

Valore di riflettanza solare > 0,65 per coperture piane

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture: ☐ Si ☒ No

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:

Soluzione alternativa all'adozione di materiali ad elevata riflettanza solare.

Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) ☒ Si ☐ No

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali

Controllo centralizzato

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore ☐ Si ☒ No

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo ☐ Si ☒ No

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell'A.C.S. ☐ Si ☒ No

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo e definire quale sistema di contabilizzazione è stato utilizzato:

Nel caso di impianti termici al servizio di più unità immobiliari è obbligatoria l'installazione di un sistema di contabilizzazione del calore, del freddo e dell'acqua calda sanitaria conformemente a quanto previsto dall'art.9 del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102 e s.m.i.; Impianto termico autonomo dedicato all'ampliamento sovrapposto, non obbligatoria l'installazione del sistema di contabilizzazione.

Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento di cui ai punti 6.13 e 6.15 dell'Allegato 1 del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

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 (%): 63,0
- acqua calda sanitaria, climatizzazione invernale, climatizzazione estiva (%): 58,6

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): 295,00
- potenza elettrica $P=(1/K)*S$: 6,5

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

Impianto fotovoltaico: nell'ambito degli interventi di efficientamento dell'edificio scolastico, in intervento parallelo, è prevista l'installazione di pannelli fotovoltaici sulle coperture degli edifici. [cfr specifiche di progetto dello specifico intervento]. Una quota parte di questa nuova installazione (potenza minima pari a 7 kW) è assegnata al sovrizzo mensa in oggetto, a servizio del plesso scolastico e a questo funzionalmente connessa.

Impianto di climatizzazione in pompa di calore [cfr specifiche di progetto impianti tecnologici meccanici]
Pompa di calore dedicata alla produzione acqua calda sanitaria [cfr specifiche di progetto impianti tecnologici meccanici]

Adozione sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale: [x] Si [] No

Adozione sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale: [x] Si [] No

Se "no" documentare le ragioni tecniche che hanno portato alla non utilizzazione:

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

(vedi allegati alla relazione tecnica)

Verifiche di Massa superficiale

Valore di Massa superficiale nuove perimetrali = $257 \text{ kg/m}^2 > 250 \text{ kg/m}^2$

Valore del modulo della trasmittanza termica periodica YIE

VERIFICA ALTERNATIVA AL PUNTO PRECEDENTE RELATIVO ALLA MASSA SUPERFICIALE

5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

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

a) Descrizione impianto

Tipologia: Impianto autonomo di nuova installazione dedicato alla zona ampliamento sovrizzo Mensa. Generazione separata riscaldamento/raffrescamento e produzione ACS.

Sistemi di generazione:

Unità esterna per impianto tipo Volume Refrigerante Variabile impianto di riscaldamento e raffrescamento.

Pompa di Calore dedicata alla produzione di acqua calda sanitaria.

Sistemi di termoregolazione:

Unità esterna dotata di controllo tipo dual sensing: rilevazione integrata sia della temperatura che dell'umidità esterne tramite due sensori dedicati viene calcolato il valore del calore sensibile e del calore latente, con miglioramento dell'efficienza stagionale in tutte le modalità operative e aumento delle prestazioni in riscaldamento grazie all'ottimizzazione dei cicli di sbrinamento.

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica:

Impianto autonomo, non obbligatoria contabilizzazione del calore.

Sistemi di distribuzione del vettore termico:

La distribuzione avviene secondo schema frigorifero mediante giunti frigoriferi ad Y / collettori per l'alimentazione delle singole unità interne [cfr progetto esecutivo impianti tecnologici meccanici]

Sistemi di ventilazione forzata:

Impianto di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore [cfr progetto esecutivo impianti tecnologici meccanici]

Sistemi di accumulo termico:

Non presenti sistemi di accumulo dedicati all'impianto di climatizzazione.

Bollitore acqua calda sanitaria (Pompa di calore ACS alloggiata direttamente nella parte superiore del bollitore)

Sistemi di produzione dell'acqua calda sanitaria:

Generazione separata Acqua Calda sanitaria mediante Pompa di Calore.

Pompa di calore alloggiata direttamente nella parte superiore del bollitore, usa l'energia termica dell'aria per riscaldare l'acqua del bollitore. L'energia recuperata viene trasferita all'acqua da uno scambiatore esterno disposto circonferenzialmente sulla superficie esterna del bollitore.

Sistemi di distribuzione dell'acqua calda sanitaria:

Tubazioni in multistrato installazione sottotraccia, isolate secondo normativa.

Cfr tabella riportata sull'elaborato grafico di progetto impianto idrico-sanitario: spessore di isolamento minimo previsto in funzione del diametro tubazione e della conduttività dell'isolante impiegato.

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065):

Obbligatorio un trattamento di condizionamento chimico. In presenza di acqua di alimentazione con durezza totale maggiore di 15 gradi francesi, è obbligatorio un trattamento di addolcimento dell'acqua di impianto. Per quanto riguarda i predetti trattamenti si fa riferimento alla norma tecnica UNI 8065.

b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria [] Si [x] No

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto: [] Si [x] No

Non previsti: generazione separata servizio condizionamento ambienti e produzione acqua calda sanitaria.

POMPA DI CALORE

Unità Esterna in riscaldamento

Pompa di calore ☒ elettrica ☐ a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) Aria esterna – Aria

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo – sonde orizzontali/ suolo – sonde verticali/altro): Aria

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

Potenza termica utile riscaldamento [kW] [cfr specifiche progetto esecutivo impianti tecnologici meccanici]

Coefficiente di prestazione (COP)

Il dato è in funzione delle temperature di pozzo caldo e sorgente fredda

Temp.	Temp. di pozzo caldo [°C]	
Aria esterna [°C]	20,00	
7,0	4,36	

POMPA DI CALORE

Pompa di calore ACS

Pompa di calore ☒ elettrica ☐ a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) Aria esterna – 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 [kW] [cfr specifiche progetto esecutivo impianti tecnologici meccanici]

Coefficiente di prestazione (COP)

Il dato è in funzione delle temperature di pozzo caldo e sorgente fredda

Temp.	Temp. di pozzo caldo [°C]	
Aria esterna [°C]	54,00	
7,0	2,600	
15,0	2,920	
20,0	3,120	
35,0	3,750	

POMPA DI CALORE

Unità Esterna in raffrescamento

Sorgente fredda: Aria esterna

Pozzo caldo: Aria
Funzionamento pompa: Modulante
Temperatura b.u. dell'aria nell'ambiente interno: 19,00
Temperatura bulbo secco dell'aria esterna: 35,00
Combustibile: Energia elettrica
Utilizzo: Raffrescamento

POTENZE E PRESTAZIONI

per macchina frigorifera elettrica:

Fattore di Carico [%]	EER [-]
100	4,11

Potenza nominale: [cfr specifiche progetto esecutivo impianti tecnologici meccanici]

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

Tipo di conduzione invernale prevista:

☐ Continua con attenuazione notturna ☒ Intermittente

Tipo di conduzione estiva prevista:

☐ Continua con attenuazione notturna ☒ Intermittente

Sistema di gestione dell'impianto termico

Controllo centralizzato impianto termico. Controllo e il monitoraggio di unità interne per singola unità interna e per gruppi. Programmazione giornaliera, settimanale, Mensile, Annuale e funzione Holiday per esclusione programma in caso di festività. Modalità web-access per accesso al terminale da locazioni remote per tutte le funzioni da computer connesso in rete
Controllo automatico della commutazione stagionale a doppio valore di impostazione e delle temperature limite (protezione gelo e surriscaldamento sistema).

Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati): Impianto autonomo

Centralina climatica: Impianto autonomo

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: 2

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari:

Denominazione: Comando individuale Unità Interna.

Regolazione: Ambiente

N°: Cfr progetto. Possibilità di controllo di gruppo fino a un massimo di 16 unità.

Descrizione sintetica funzioni: Funzioni disponibili: accensione e spegnimento, regolazione della temperatura desiderata, della velocità del ventilatore e della modalità di funzionamento.

Timer settimanale con impostazione di 2 intervalli di funzionamento giornaliero.

Funzione Holiday per l'esclusione del programma in caso di festività o periodi di assenza.

Funzione di blocco dei comandi principali (Child Lock).

Allarme pulizia filtri (visualizzato a cadenza di 1000 ore di funzionamento).

Sensore temperatura ambiente integrato.

Memoria di backup per la conservazione delle impostazioni in caso di assenza dell'alimentazione elettrica con durata fino a 3 ore.

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

Per Climatizzazione invernale:

Numero di apparecchi: 0

Descrizione sintetica dispositivo: Non previsti. Impianto autonomo.

Per ACS:

Numero di apparecchi: 0

Descrizione sintetica dispositivo: Non previsti. Impianto autonomo.

Per Climatizzazione estiva:

Numero di apparecchi: 0

Descrizione sintetica dispositivo: Non previsti. Impianto autonomo.

e) Terminali di erogazione dell'energia termica

Elenco dei terminali di erogazione dell'unità immobiliare

Denominazione	N.	Tipologia terminale	Potenza [W]
U.I.1- Sovralzo Mensa Scolastica	SIH2 Diretto pro get to	Unità interne sistema tipo VRV	cfr specifiche unità interne da elaborato progetto

e) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali:

Non previsti impianti termici a gas metano.

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

Descrizione e caratteristiche principali:

In relazione alla qualità dell'acqua utilizzata negli impianti termici per la climatizzazione invernale, con o senza produzione di acqua calda sanitaria, ferma restando l'applicazione della norma tecnica UNI 8065, è sempre obbligatorio un trattamento di condizionamento chimico. In presenza di acqua di alimentazione con durezza totale maggiore di 15 gradi francesi, è obbligatorio un trattamento di addolcimento dell'acqua di impianto. Per quanto riguarda i predetti trattamenti si fa riferimento alla norma tecnica UNI 8065. Cfr specifiche trattamento acqua progetto esecutivo impianti tecnologici meccanici.

h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Tipologia, conduttività termica, spessore Cfr specifiche di progetto.

i) Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato sono inseriti schemi unifilari di impianto termico con specificato:

- [x] Posizionamento e la potenze dei terminali di erogazione – Allegato Progetto esecutivo impianti tecnologici meccanici.
- [x] Posizionamento e tipo dei generatori – Allegato Progetto esecutivo impianti tecnologici meccanici.
- [x] Posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione – Allegato Progetto esecutivo impianti tecnologici meccanici.
- [x] Posizionamento e tipo degli elementi di controllo – Allegato Progetto esecutivo impianti tecnologici meccanici.
- [x] Posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza – cfr Schede tecniche del produttore sottosistemi di generazione indicati a progetto.

5.2 Impianti fotovoltaici

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti fotovoltaici: [X] Si [] No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali

nell'ambito degli interventi di efficientamento dell'edificio scolastico, in intervento parallelo, è prevista l'installazione di pannelli fotovoltaici sulle coperture degli edifici. [cfr specifiche di progetto dello specifico intervento]. Una quota parte di questa nuova installazione (potenza

minima pari a 7 kW) è assegnata al sovrizzo mensa in oggetto, a servizio del plesso scolastico e a questo funzionalmente connessa.

5.3 Impianti solari termici

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti solari termici: ☐ Si ☒ No

5.4 Impianti di illuminazione

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti di illuminazione: ☒ Si ☐ No

Cfr progetto esecutivo impianti tecnologici elettrici.

5.5 Altri impianti

Altri impianti dell'edificio: ☐ Si ☒ No

6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

☒ Si dichiara che l'edificio oggetto della presente relazione [il sovrizzo di nuova costruzione] può essere definito "edificio ad energia quasi zero" in quanto sono contemporaneamente rispettati:

- tutti i requisiti previsti dalla lettera b) del punto 6.13 dell'Allegato 1 del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015
- gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili previsti dalla lettera c) del punto 6.13 dell'Allegato 1 del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

Trasmittanza termica degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti; confronto con i valori limite: *(vedi allegati alla relazione tecnica).*

Verifica termoigrometrica: *(vedi allegati alla relazione tecnica).*

Portata d'aria di ricambio solo nei casi di ventilazione meccanica controllata: [cfr specifiche progetto esecutivo impianti tecnologici meccanici]

Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso: [cfr specifiche progetto esecutivo impianti tecnologici meccanici]

Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso: [cfr specifiche progetto esecutivo impianti tecnologici meccanici]

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 comma 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:

Verifica coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione:

Unità immobiliare	$H'T$ [W/(m ² K)]	$H'T,L$ [W/(m ² K)]	Verifica
Unità immobiliare 01 – sovrizzo mensa	0,296	0,65	SI

$H'T$: Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente $H'T$ (UNI EN ISO 13789)

$H'T,L$: Valore limite del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente

Verifica area solare equivalente estiva dei componenti finestrati

Unità immobiliare	$A_{sol,est} / A_{sup,utile}$	$(A_{sol,est} / A_{sup,utile})_L$	Verifica
Unità immobiliare 01 – sovrizzo mensa	0,021	0,04	SI

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale $EP_{H,nd}$:	118,74 kWh/m ²
Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento $EP_{H,nd,limite}$:	120,87 kWh/m ²
Verifica:	SI

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva EPC_{nd} :	16,53 kWh/m ²
Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento $EPC_{nd,limite}$:	19,10 kWh/m ²
Verifica:	SI

$EP_{gl} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T$ Indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria);	
Indice della prestazione energetica globale dell'edificio $EP_{gl,tot}$:	249,55 kWh/m ²
Indice della prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento $EP_{gl,tot,limite}$:	549,51 kWh/m ²
Verifica:	SI

Indice della prestazione energetica globale dell'edificio, espresso in energia primaria non rinnovabile $EP_{gl,nr}$:	134,17 kWh/m ²
--	---------------------------

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento η_H :	3,229
---	-------

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento 3,022
 $\eta_{H,limite}$
Verifica: Si

Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS η_W : 1,933
Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{W,limite}$ 0,471
Verifica: Si

Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento η_C : 1,034
Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{C,limite}$ 0,543
Verifica: Si

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

NON PREVISTI -

d) Impianti fotovoltaici Cfr progetto parallelo riqualificazione edificio scolastico

Potenza (QUOTA PARTE ASSOCIATA AL SOVRALZO 7 kW
OGGETTO DEL PRESENTE INTERVENTO)

e) Consuntivo energia

Energia prodotta in sito

Vettore energetico	Udm	Qdel
Energia elettrica da solare fotovoltaico	kWh	6.996,49
Energia entalpica prelevata all'ambiente	kWh	14.779,16

Energia consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel
Energia elettrica da rete	kWh	18.042,44

Energia primaria

Indice di prestazione rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPren [kWh/m ²]
H	21,37

W	54,14
C	5,80
L	29,62
V	4,44

Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EP _{nren} [kWh/m ²]
H	15,40
W	31,83
C	10,19
L	66,80
V	9,95

Indice di prestazione globale diviso per servizio

Servizio	EP _{tot} [kWh/m ²]
H	36,77
W	85,97
C	15,99
L	96,42
V	14,40

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

Nei casi in cui la normativa vigente consente di derogare ad obblighi generalmente validi, in questa sezione vanno adeguatamente illustrati i motivi che giustificano la deroga nel caso specifico.

Nessuna

8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

[X] Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi [cfr elaborati progetto architettonico relativi al sovrizzo]

[X] Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi. [cfr elaborati progetto architettonico]

[X] Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogica voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5. [cfr elaborati progetto impianti tecnologici meccanici]

[X] 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. [cfr allegati alla presente Relazione]

[X] Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e loro permeabilità all'aria [cfr allegati alla presente Relazione]

9. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto Ing. Alberto Carsana, iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Brescia, n°3963, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 27 della Legge regionale 11 dicembre 2006 - n. 24 e s.m.i.

Dichiara sotto la propria personale responsabilità
che:

- f) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
- g) il progetto relativo alle opere di cui sopra rispetta gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi contenuti del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
- c) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data
31 maggio 2023

Firma

SERRAMENTO: 120x210

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: 120x210

Larghezza: 120 cm

Altezza : 210 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 10 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

Numero divisioni verticali: 0

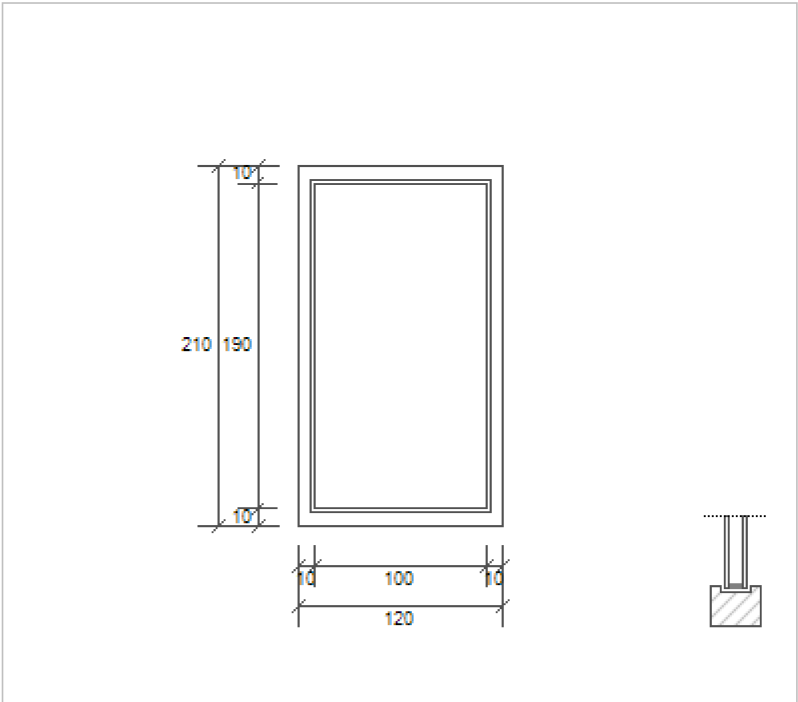
Spessore divisioni verticali: 0 cm

Numero divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

Area del vetro A_g : 1,900 m²

Area totale del serramento A_w : 2,520 m²



Area del telaio A_f : 0,620 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 5,800 m

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,670

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 1,123 W/(m² K)

Telaio

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,200 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

PERMEABILITÀ ALL'ARIA

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 1,280 W/(m² K)

STRUTTURE ASSOCIATE AL SERRAMENTO

Strutture opache e ponti termici	Area o lunghezza [m ²] o [m]	Trasmittanza [W/(m ² K)] o [W/(mK)]
Parete con serramento SER.015	6,6	0,052

SERRAMENTO: 300x160

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: 300x160

Larghezza: 300 cm

Altezza : 160 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 10 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

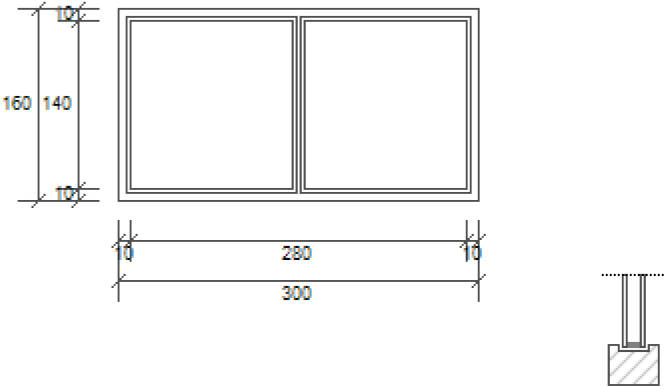
Spessore destro del telaio: 10 cm

Numero divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 10 cm

Numero divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 5 cm



Area del vetro A_g : 3,780 m²

Area del telaio A_f : 1,020 m²

Area totale del serramento A_w : 4,800 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 11,000 m

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,670

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 1,123 W/(m² K)

Telaio

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,200 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: Frangisole a lamelle orizzontali o verticali

Posizione: Schermatura esterna

g, g_l, sh, d : 0,29

g, g_l, sh, b : 0,10

$g, g_l, sh / g, g_l$: -

PERMEABILITÀ ALL'ARIA

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento Uw: 1,277 W/(m² K)

STRUTTURE ASSOCIATE AL SERRAMENTO

Strutture opache e ponti termici	Area o lunghezza [m ²] o [m]	Trasmittanza [W/(m ² K)] o [W/(mK)]
Parete con serramento SER.015	9,2	0,052

SERRAMENTO: 50x100

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: 50x100

Larghezza: 50 cm

Altezza : 100 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 10 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

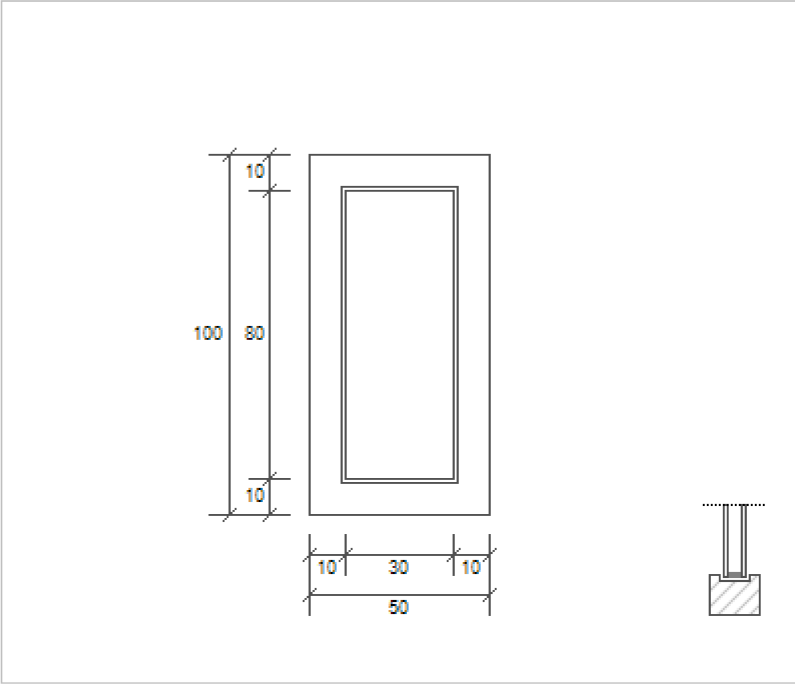
Spessore destro del telaio: 10 cm

Numero divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 10 cm

Numero divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm



Area del vetro A_g : 0,240 m²

Area del telaio A_f : 0,260 m²

Area totale del serramento A_w : 0,500 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 2,200 m

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,670

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 1,123 W/(m² K)

Telaio

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,200 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: Frangisole a lamelle orizzontali o verticali

Posizione: Schermatura esterna

g, g_l, sh, d : 0,29

g, g_l, sh, b : 0,10

g, g_l, sh, g, g_l : -

PERMEABILITÀ ALL'ARIA

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento Uw: 1,427 W/(m² K)

STRUTTURE ASSOCIATE AL SERRAMENTO

Strutture opache e ponti termici	Area o lunghezza [m ²] o [m]	Trasmittanza [W/(m ² K)] o [W/(mK)]
Parete con serramento SER.015	3,0	0,052

SERRAMENTO: 80x210

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: 80x210

Larghezza: 80 cm

Altezza : 210 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 10 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

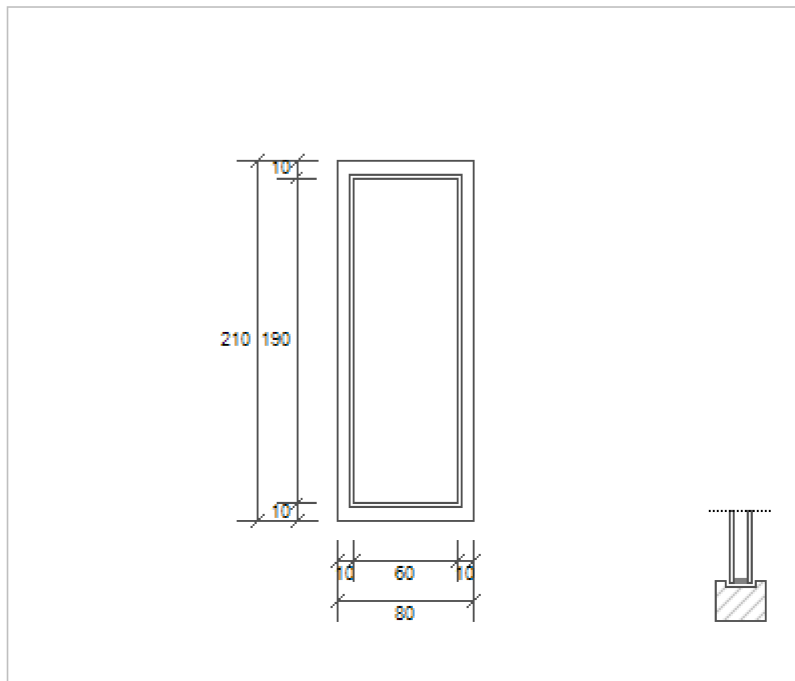
Spessore destro del telaio: 10 cm

Numero divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

Numero divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm



Area del vetro A_g : 1,140 m²

Area del telaio A_f : 0,540 m²

Area totale del serramento A_w : 1,680 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 5,000 m

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,670

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 1,123 W/(m² K)

Telaio

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,200 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : 0,060 W/(m K)

PERMEABILITÀ ALL'ARIA

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

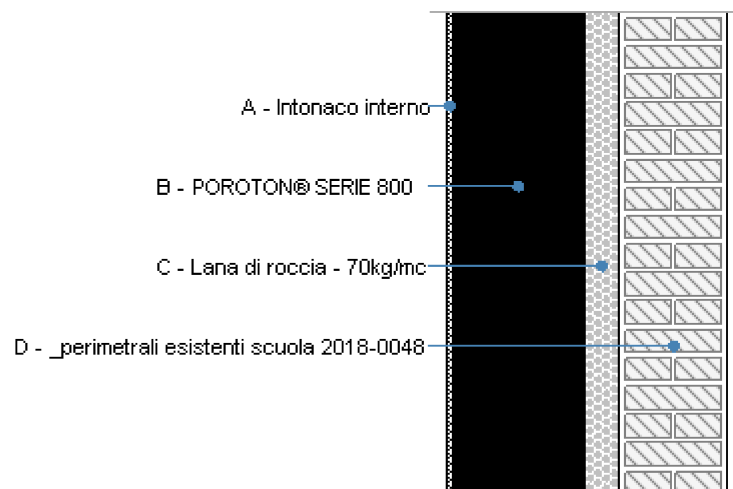
PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 1,326 W/(m² K)

STRUTTURE ASSOCIATE AL SERRAMENTO

Strutture opache e ponti termici	Area o lunghezza [m ²] o [m]	Trasmittanza [W/(m ² K)] o [W/(mK)]
Parete con serramento SER.015	5,8	0,052

_Divisorio verso scuola esistente



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: _Divisorio verso scuola esistente

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Edificio confinante riscaldato	Spessore:	635,0 mm
Trasmittanza U:	0,189 W/(m ² K)	Resistenza R:	5,297 (m ² K)/W
Massa superf.:	432 Kg/m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco interno	10,0	0,700	0,014	1.400	1,00	11,1	11,1
B	POROTON® SERIE 800	300,0	0,182	1,648	850	1,00	10,0	10,0
C	Lana di roccia - 70kg/mc	80,0	0,035	2,286	70	1,03	1,0	1,0
D	_perimetrali esistenti scuola 2018-0048	245,0	0,225	1,089	700	1,00	15,0	5,0
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
	TOTALE	635,0		5,297				

COMMITTEE: COMUNE DI ROCCA FRANCA

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,130 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

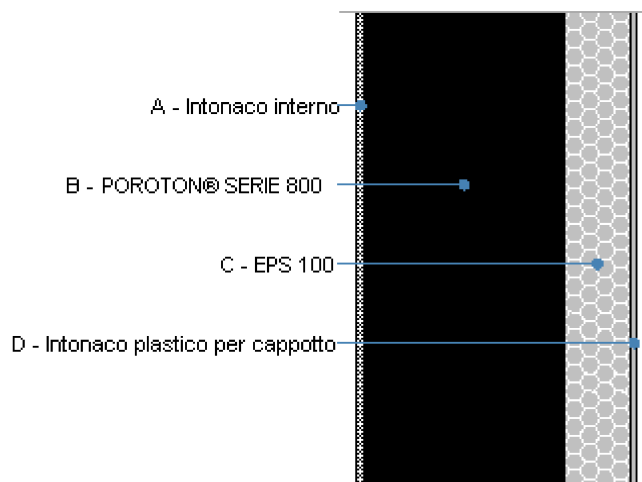
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Roccafranca	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,189 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,800 W/(m ² K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

_Perimetrali Mensa



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: _Perimetrali Mensa

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	420,0 mm
Trasmittanza U:	0,215 W/(m ² K)	Resistenza R:	4,641 (m ² K)/W
Massa superf.:	257 Kg/m ²	Colore:	Chiaro

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m ² K)/W]	Densità ρ [Kg/m ³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μa [-]	Fattore μu [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco interno	10,0	0,700	0,014	1.400	1,00	11,1	11,1
B	POROTON® SERIE 800	300,0	0,182	1,648	850	1,00	10,0	10,0
C	EPS 100	100,0	0,036	2,778	19	1,45	50,0	50,0
D	Intonaco plastico per cappotto	10,0	0,330	0,030	1.300	0,84	32,0	32,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	420,0		4,641				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Roccafranca	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,215 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,260 W/(m ² K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK [VERIFICA NON RICHIESTA PER LA TIPOLOGIA DI INTERVENTO]

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI

Comune:	Roccafranca	Tipo di calcolo:	Classi di concentrazione
Verso:	Esterno		
Classe di edificio:	Palestre, cucine, mense		
Prod. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna T_i °C	Umidità relativa interna ϕ_i %	Temperatura esterna T_e °C	Umidità relativa esterna ϕ_e %	Ricambio d'aria n 1/h
gennaio	20,0	-	2,9	93,6	0,5
febbraio	20,0	-	3,4	86,2	0,5
marzo	20,0	-	8,5	74,6	0,5
aprile	20,0	-	12,0	72,1	0,5
maggio	18,0	-	17,7	66,5	0,5
giugno	21,0	-	21,0	58,1	0,5
luglio	22,1	-	22,1	70,9	0,5
agosto	21,9	-	21,9	70,5	0,5
settembre	18,3	-	18,3	77,7	0,5
ottobre	20,0	-	12,9	80,3	0,5
novembre	20,0	-	7,6	92,5	0,5
dicembre	20,0	-	3,4	98,2	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna θ_i °C	Pressione parziale interna p_i Pa	Temperatura esterna θ_e °C	Pressione parziale esterna p_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	2,90	703,90
ESTIVA	22,10	1.728,10	22,10	1.884,90

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,012 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 285,460 Pa.

VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA SUPERFICIALE

	Pressione esterna P_e	Numero di ric. d'aria n	Variazione di pressione ΔP	Pressione interna P_i	Pressione int. di satur. P_{si}	Temp. sup. interna T_{si}	Fattore di res. sup. f_{Rsi}
--	----------------------------	------------------------------	---------------------------------------	----------------------------	--------------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------

Mese	Pa	1/h	Pa	Pa	Pa	°C	
ottobre	1194,22	-	447,9	1642,12	2052,65	17,92	0,7072
novembre	965,1	-	707,6	1672,7	2090,87	18,21	0,856
dicembre	765,13	-	913,4	1678,53	2098,16	18,27	0,8958
gennaio	703,9	-	937,9	1641,8	2052,25	17,92	0,8783
febbraio	671,63	-	913,4	1585,03	1981,29	17,36	0,841
marzo	827,51	-	663,5	1491,01	1863,77	16,4	0,6866
aprile	1010,7	-	492	1502,7	1878,38	16,52	0,5649

Verifica di condensa superficiale:

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{Rsi} : 0,8958 (mese di Dicembre)

Fattore di resistenza superficiale ammissibile f_{RsiAmm} : 0,9720

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE: OK

PRESSIONE DI VAPORE E PRESSIONE DI SATURAZIONE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.641,8	1.585,0	1.491,0	1.502,7	1.558,8	1.495,1	1.882,0	1.858,5	1.816,6	1.642,1	1.672,7	1.678,5
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.062,8	2.485,6	2.658,6	2.626,3	2.102,1	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.629,4	1.573,0	1.482,3	1.496,2	1.556,0	1.494,5	1.882,1	1.858,4	1.814,2	1.636,2	1.663,4	1.666,5
	2.261,1	2.263,3	2.285,7	2.301,2	2.061,6	2.485,6	2.658,6	2.626,3	2.102,1	2.305,2	2.281,7	2.263,3
A-B	1.295,7	1.248,0	1.246,2	1.321,2	1.480,3	1.476,3	1.883,1	1.855,9	1.749,0	1.476,8	1.411,6	1.341,5
	1.536,0	1.555,5	1.766,6	1.925,6	2.047,8	2.485,6	2.658,6	2.626,3	2.102,1	1.968,5	1.727,6	1.555,5
B-C	739,5	706,3	852,7	1.029,4	1.354,2	1.446,1	1.884,8	1.851,8	1.640,3	1.211,2	992,0	799,8
	766,0	793,1	1.122,4	1.413,0	2.024,8	2.485,6	2.658,6	2.626,3	2.102,1	1.497,7	1.056,8	793,1
C-D	703,9	671,6	827,5	1.010,7	1.346,1	1.444,1	1.884,9	1.851,6	1.633,3	1.194,2	965,1	765,1
	759,9	787,1	1.116,7	1.408,2	2.024,6	2.485,6	2.658,6	2.626,3	2.102,1	1.493,2	1.051,0	787,1
D-Add	703,9	671,6	827,5	1.010,7	1.346,1	1.444,1	1.884,9	1.851,6	1.633,3	1.194,2	965,1	765,1
	752,0	779,2	1.109,3	1.401,8	2.024,2	2.485,6	2.658,6	2.626,3	2.102,1	1.487,2	1.043,3	779,2

TEMPERATURE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	21,0	22,1	21,9	18,3	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,5	19,5	19,7	19,8	18,0	21,0	22,1	21,9	18,3	19,8	19,7	19,5
A-B	19,5	19,5	19,6	19,8	18,0	21,0	22,1	21,9	18,3	19,8	19,6	19,5
B-C	13,4	13,6	15,6	16,9	17,9	21,0	22,1	21,9	18,3	17,3	15,2	13,6
C-D	3,2	3,7	8,7	12,1	17,7	21,0	22,1	21,9	18,3	13,0	7,8	3,7
D-Add	3,0	3,5	8,6	12,1	17,7	21,0	22,1	21,9	18,3	13,0	7,7	3,5
Add-Esterno	2,9	3,4	8,5	12,0	17,7	21,0	22,1	21,9	18,3	12,9	7,6	3,4

VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA INTERSTIZIALE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. C/D												
Gc [Kg/m ²]	-0,0461	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0116
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0116
Interf. D/E												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

dicembre - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0,0116 kg/m²

Mese condensazione massima: dicembre

COMMITTENTE: COMUNE DI ROCCAFRANCA

Verifica di condensa interstiziale:

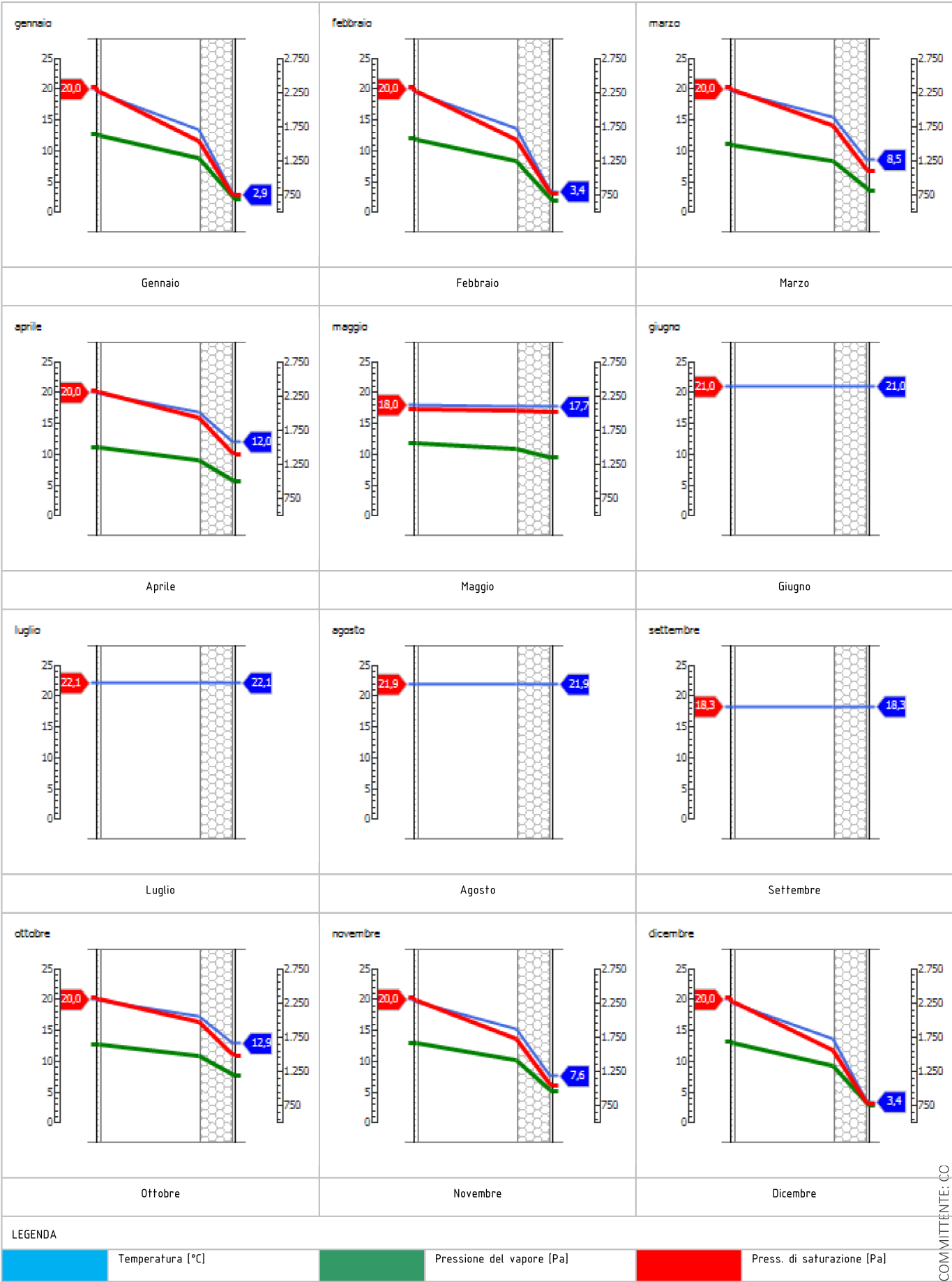
Quantità massima di vapore accumulato mensilmente G_c : 0,0116 (mese di dicembre) kg/m^2 nell'interfaccia C-D

Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia $G_{c,\text{max}}$: 0,5000 kg/m^2

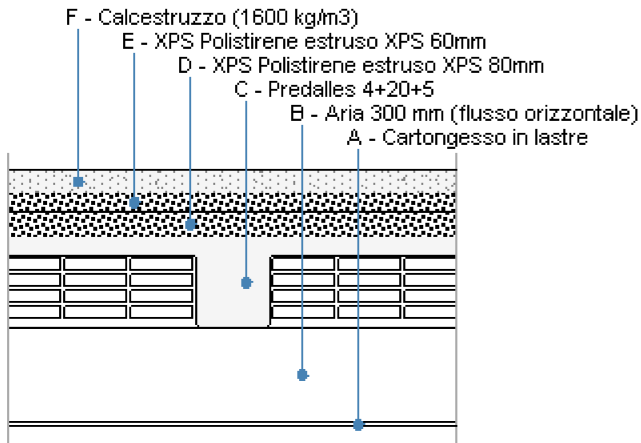
Quantità di vapore residuo M_a : 0,0116 (mese di dicembre) kg/m^2 nell'interfaccia C-D

ESITO VERIFICA DI CONDENZA INTERSTIZIALE: Interfaccia C-D - Formazione di condensa: 0,0116 kg/m^2 (rievaporabile durante il periodo estivo).

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



__Soffitto Mensa



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: __Soffitto Mensa

Tipologia:	Soffitto	Disposizione:	Orizzontale
Verso:	Esterno	Spessore:	815,0 mm
Trasmittanza U:	0,204 W/(m ² K)	Resistenza R:	4,893 (m ² K)/W
Massa superf.:	653 Kg/m ²	Colore:	Chiaro

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	15,0	0,210	0,071	900	1,30	8,7	8,7
B	Aria 300 mm (flusso orizzontale)	300,0	1,670	0,180	1	1,00	1,0	1,0
C	Predalles 4+20+5	290,0	0,596	0,487	1.800	1,00	0,0	999,999
D	XPS Polistirene estruso XPS 80mm	80,0	0,036	2,222	35	1,45	80,0	250,0
E	XPS Polistirene estruso XPS 60mm	60,0	0,036	1,667	35	1,45	80,0	250,0
F	Calcestruzzo (1600 kg/m ³)	70,0	0,730	0,096	1.600	0,88	3,3	3,3

Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
TOTALE	815,0		4,893				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m ² K)	Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m ² K)/W
Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m ² K)	Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m ² K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Roccafranca	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,204 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,220 W/(m ² K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK [VERIFICA NON RICHiesta PER LA TIPOLOGIA DI INTERVENTO]

Nota: Si prescrive l'utilizzo di materiali materiali a elevata riflettanza solare per le coperture (cool roof), assumendo per questi ultimi un valore di riflettanza solare non inferiore a:
- 0,65 (caso di coperture piane)

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

CONDIZIONI AL CONTO RNO E DATI CLIMATICI

Comune:	Roccafranca	Tipo di calcolo:	Classi di concentrazione
Verso:	Esterno		
Classe di edificio:	Palestre, cucine, mense		

Mese	Temperatura interna T_i °C	Umidità relativa interna ϕ_i %	Temperatura esterna T_e °C	Umidità relativa esterna ϕ_e %	Ricambio d'aria n 1/h
gennaio	20,0	-	2,9	93,6	0,5
febbraio	20,0	-	3,4	86,2	0,5
marzo	20,0	-	8,5	74,6	0,5
aprile	20,0	-	12,0	72,1	0,5
maggio	20,0	-	17,7	66,5	0,5
giugno	20,0	-	21,0	58,1	0,5
luglio	20,0	-	22,1	70,9	0,5
agosto	20,0	-	21,9	70,5	0,5
settembre	20,0	-	18,3	77,7	0,5
ottobre	20,0	-	12,9	80,3	0,5
novembre	20,0	-	7,6	92,5	0,5
dicembre	20,0	-	3,4	98,2	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna θ_i °C	Pressione parziale interna p_i Pa	Temperatura esterna θ_e °C	Pressione parziale esterna p_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	2,90	703,70
ESTIVA	20,00	1.728,10	22,10	1.885,80

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 462,130 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 462,130 Pa.

VERIFICA FORMAZIONE CONDENZA SUPERFICIALE

Mese	Pressione esterna P_e Pa	Numero di ric. d'aria n 1/h	Variazione di pressione ΔP Pa	Pressione interna P_i Pa	Pressione int. di satur. P_{sj} Pa	Temp. sup. interna T_{sj} °C	Fattore di res. sup. f_{Rsj}
------	----------------------------------	-------------------------------------	---	----------------------------------	--	--------------------------------------	-----------------------------------

ottobre	1193,88	-	44,7,9	1641,78	2052,22	17,92	0,7068
novembre	964,59	-	707,6	1672,19	2090,24	18,21	0,8557
dicembre	765,43	-	913,4	1678,83	2098,53	18,27	0,896
gennaio	703,72	-	937,9	1641,62	2052,02	17,92	0,8782
febbraio	671,57	-	913,4	1584,97	1981,22	17,36	0,8409
marzo	827,07	-	663,5	1490,57	1863,22	16,39	0,6862
aprile	1010,41	-	492	1502,41	1878,01	16,52	0,5645

Verifica di condensa superficiale:

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{Rsi} : 0,8960 (mese di Dicembre)

Fattore di resistenza superficiale ammissibile f_{RsiAmm} : 0,9734

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE: OK

PRESSIONE DI VAPORE E PRESSIONE DI SATURAZIONE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.641,6	1.585,0	1.490,6	1.502,4	1.559,0	1.496,1	1.882,9	1.859,0	1.815,8	1.641,8	1.672,2	1.678,8
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.631,3	1.574,9	1.483,3	1.497,0	1.556,6	1.495,5	1.882,9	1.858,9	1.813,8	1.636,9	1.664,4	1.668,8
	2.237,0	2.239,9	2.269,3	2.289,7	2.323,3	2.342,9	2.349,5	2.348,3	2.326,8	2.295,0	2.264,1	2.239,9
A-B	1.607,6	1.551,8	1.466,5	1.484,6	1.551,3	1.494,2	1.883,0	1.858,7	1.809,2	1.625,5	1.646,5	1.645,7
	2.151,1	2.156,3	2.210,5	2.248,3	2.311,2	2.348,2	2.360,7	2.358,4	2.317,9	2.258,1	2.200,8	2.156,3
B-C	1.607,6	1.551,8	1.466,5	1.484,6	1.551,3	1.494,2	1.883,0	1.858,7	1.809,2	1.625,5	1.646,5	1.645,7
	1.932,6	1.943,5	2.057,7	2.139,4	2.278,6	2.362,7	2.391,4	2.386,2	2.293,7	2.160,9	2.037,1	1.943,5
C-D	1.101,6	1.059,1	1.108,6	1.219,1	1.436,5	1.466,7	1.884,6	1.855,0	1.710,3	1.383,9	1.264,8	1.152,9
	1.163,0	1.188,1	1.471,4	1.698,6	2.134,9	2.429,9	2.535,8	2.516,3	2.186,1	1.761,8	1.417,4	1.188,1
D-E	722,1	689,5	840,1	1.020,1	1.350,5	1.446,1	1.885,8	1.852,2	1.636,1	1.202,7	978,5	783,4
	777,8	804,9	1.133,5	1.422,5	2.032,4	2.481,3	2.649,1	2.617,9	2.108,3	1.506,5	1.068,2	804,9
E-F	703,7	671,6	827,1	1.010,4	1.346,3	1.445,1	1.885,8	1.852,1	1.632,5	1.193,9	964,6	765,4
	759,5	786,7	1.116,4	1.407,9	2.026,6	2.484,3	2.655,8	2.623,9	2.103,9	1.492,9	1.050,6	786,7
F-Add	703,7	671,6	827,1	1.010,4	1.346,3	1.445,1	1.885,8	1.852,1	1.632,5	1.193,9	964,6	765,4
	752,0	779,2	1.109,3	1.401,8	2.024,2	2.485,6	2.658,6	2.626,3	2.102,1	1.487,2	1.043,3	779,2

TEMPERATURE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,5	19,6	19,7	19,8	19,9	20,0	20,1	20,1	20,0	19,8	19,7	19,6
A-B	19,3	19,3	19,5	19,7	19,9	20,0	20,1	20,1	19,9	19,7	19,5	19,3
B-C	18,7	18,7	19,1	19,4	19,8	20,1	20,2	20,1	19,9	19,4	19,0	18,7
C-D	17,0	17,1	18,0	18,6	19,6	20,2	20,4	20,3	19,7	18,7	17,8	17,1
D-E	9,2	9,5	12,7	14,9	18,5	20,6	21,3	21,2	18,9	15,5	12,2	9,5
E-F	3,4	3,9	8,8	12,2	17,8	21,0	22,0	21,8	18,3	13,1	7,9	3,9
F-Add	3,0	3,5	8,6	12,1	17,7	21,0	22,1	21,9	18,3	13,0	7,7	3,5
Add-Esterno	2,9	3,4	8,5	12,0	17,7	21,0	22,1	21,9	18,3	12,9	7,6	3,4

VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA INTERSTIZIALE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												

Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]												

Verifica di condensa interstiziale:

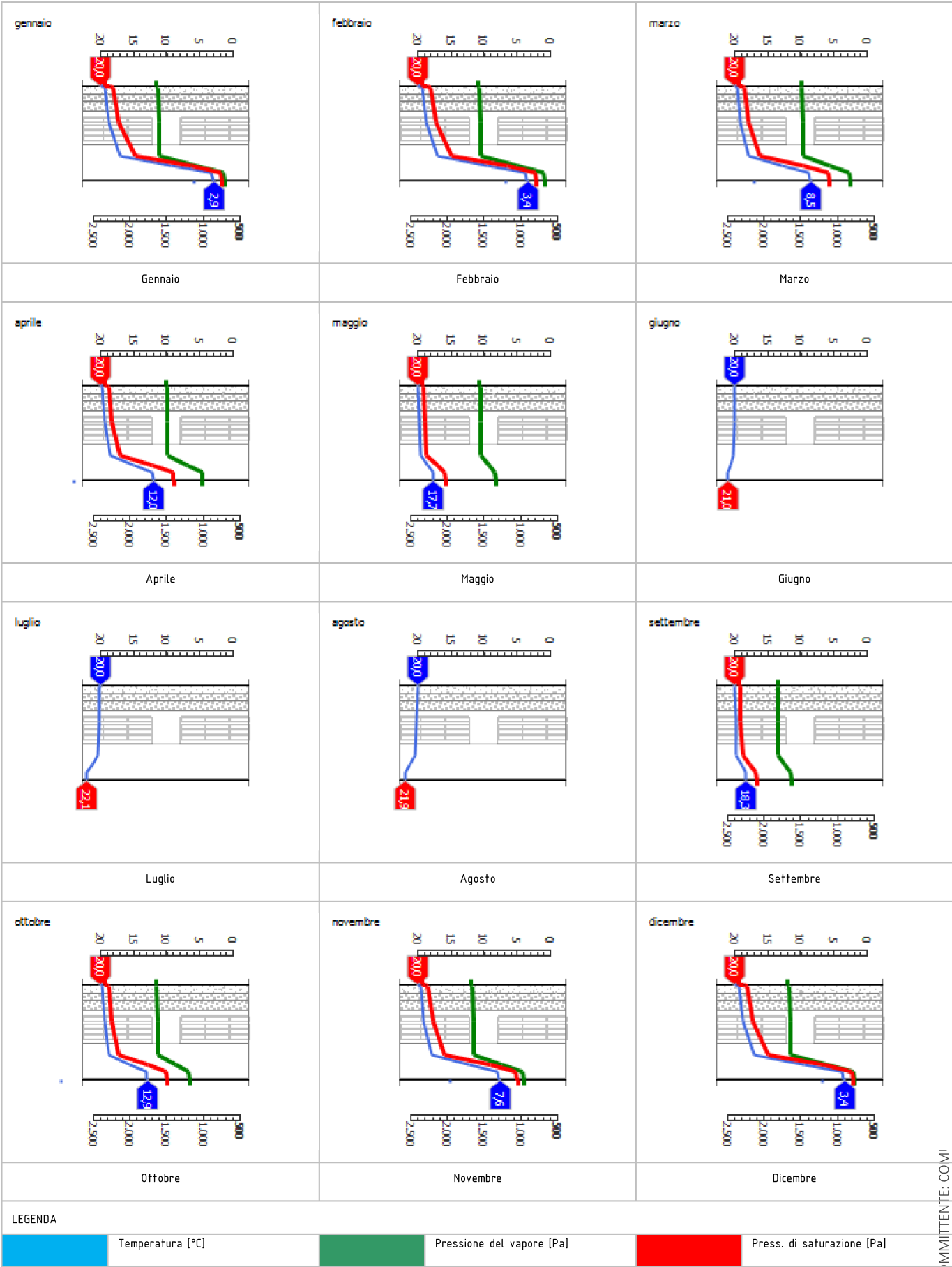
Quantità massima di vapore accumulato mensilmente G_c : 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -

Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia $G_{c,max}$: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo M_a : 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -

ESITO VERIFICA DI CONDENSA INTERSTIZIALE: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



VERIFICA DI MASSA E INERZIA TERMICA

Il comportamento termico dinamico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13786.

Verifica di massa:

Massa della struttura per metro quadrato di superficie: 653 kg/m²

Valore minimo di massa superficiale: 230 kg/m²

ESITO VERIFICA DI MASSA: OK

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

CONDIZIONI AL CONTOURNO

Comune:	Roccafranca	Colorazione:	Chiaro
Orientamento:	S	Mese massima insolazione:	luglio
Temp. media mese massima insolaz.:	24,6 °C	Temperatura massima estiva:	32,0 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno:	15,0 °C	Irradian. mensile massima piano orizz.:	284,72 W/m ²

INERZIA TERMICA

Tempo sfasamento dell'onda termica:	17h 58'	Fattore di attenuazione:	0,0228
Capacità termica interna C ₁ :	33,4 kJ/(m ² /K)	Capacità termica esterna C ₂ :	86,4 kJ/(m ² /K)
Ammettenza interna oraria:	13,4 W/(m ² /K)	Ammettenza interna in modulo:	2,4 W/(m ² /K)
Ammettenza esterna oraria:	16,1 W/(m ² /K)	Ammettenza esterna in modulo:	6,3 W/(m ² /K)
Trasmittanza termica periodica Y:	0,005 W/(m ² /K)	Classificazione struttura da normativa:	
Trasmitt. termica periodica limite Y _{lim} :	0,180 W/(m ² /K)		

ESITO VERIFICA DI INERZIA: OK

Ora	Temperatura esterna nel giorno più caldo T _e °C	Irradiazione solare nel giorno più caldo dell'anno I _e W/m ²	Temp. superficiale esterna nel giorno più caldo T _{e,sup} °C	Temperatura interna nel giorno più caldo T _i °C
0:00	19,68	0,00	19,68	25,19
1:00	18,93	0,00	18,93	25,22
2:00	18,18	0,00	18,18	25,28
3:00	17,58	0,00	17,58	25,36
4:00	17,13	0,00	17,13	25,44
5:00	16,98	9,90	17,10	25,52
6:00	17,28	48,90	17,87	25,58
7:00	18,03	85,73	19,06	25,62
8:00	19,38	172,60	21,45	25,62
9:00	21,33	315,23	25,11	25,60
10:00	23,58	432,13	28,77	25,55

11:00	26,13	507,58	32,22	25,50
12:00	28,53	533,58	34,93	25,46
13:00	30,33	507,58	36,42	25,40
14:00	31,53	432,13	36,72	25,35
15:00	31,98	315,23	35,76	25,32
16:00	31,53	172,60	33,60	25,28
17:00	30,48	64,55	31,25	25,26
18:00	28,83	49,45	29,42	25,23
19:00	26,88	9,90	27,00	25,22
20:00	24,93	0,00	24,93	25,20
21:00	23,28	0,00	23,28	25,19
22:00	21,78	0,00	21,78	25,18
23:00	20,58	0,00	20,58	25,18

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA

