

## Scuola Primaria "Pier delle Vigne"

Città di Caiazzo (CE)



### Riqualificazione energetica (NZEB) dell'edificio con Partenariato Pubblico Privato (PPP)

Proponente	 <b>RIESCO SPA</b> Grosseto		
Oggetto	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO – ECONOMICA	Anno 2024	
Documento	<b>06_DIAGNOSI ENERGETICA</b>		

Data	Revisione N°	Descrizione	Approvato	Firma
	03			
	02			
31/10/24	01			

Comune di Caiazzo- (CE)

# DIAGNOSI ENERGETICA

*Documento di Sintesi*

Diagnosi Energetica di sintesi per la realizzazione di:  
Riqualificazione energetica della scuola Primaria "Pier delle Vigne"  
con Partenariato Pubblico Privato (PPP)

DIAGNOSI ENERGETICA a cura di	<b>RiESCo S.p.A.</b>
COMMITTENTE	<b>Comune di Caiazzo</b>
EDIFICIO	<b>Rione Garibaldi 2 - Caiazzo (CE)</b>
DATA	<b>14/06/2024</b>
	Firma: _____

INTRODUZIONE

L’obiettivo della presente diagnosi energetica è definire lo stato di fatto dell’edificio dal punto di vista energetico-prestazionale e individuare interventi di riqualificazione da attuare e promuovere per incrementarne l’efficienza energetica, con particolare attenzione al rapporto tra costi di investimento e benefici attesi.

Questa relazione di sintesi riporta l’analisi sui consumi energetici, gli scenari di intervento analizzati tra cui si indica l’intervento raggiungibile. Il consumo annuale dell’edificio nel suo stato attuale è ricavato dalla raccolta delle bollette.

Come indicato dalla norma UNI CEI EN 16247-2 e dalle Linee Guida ENEA per la diagnosi energetica degli edifici, la procedura generale di diagnosi prevede le seguenti fasi: contatti preliminari, comunicazioni con il committente, incontro preliminare, raccolta dati, attività in campo, analisi, redazione del rapporto di diagnosi energetica e presentazione al committente.

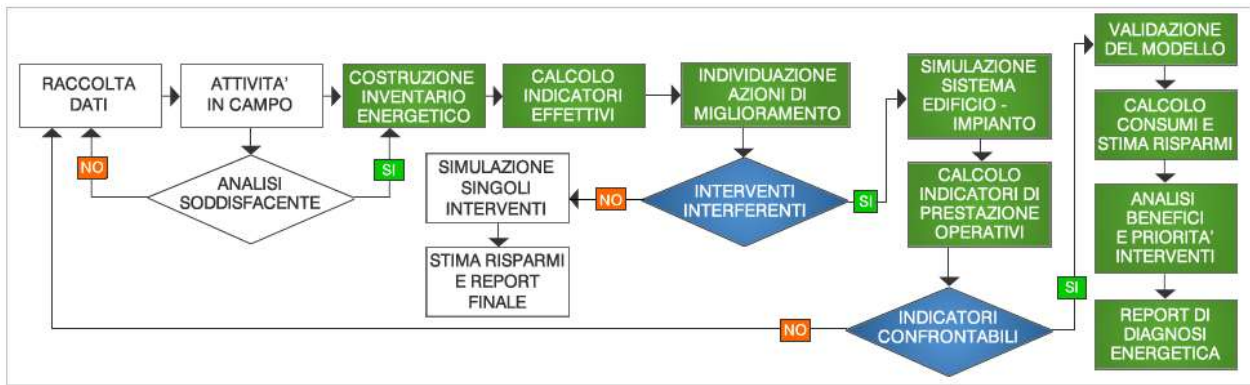


Diagramma di flusso Diagnosi Energetica

Di seguito sono riassunti lo scenario di intervento da realizzare e gli altri scenari di intervento simulati, con particolare riferimento a quelli economicamente più convenienti. Nei paragrafi successivi viene analizzato ogni singolo intervento.

Intervento	Costo [€]	Risparmio [€/Anno]	Rid.CO2 [%]
Scenario collettivo composto da: - Isolamento superfici opache - Nuovo impianto fotovoltaico e revamping dell'esistente - Nuovo impianto termico - Relamping con LED - Sostituzione infissi e schermature - Pannelli solari termici - Sistema di gestione BACS	769.315,50	9.218,0	-100,00

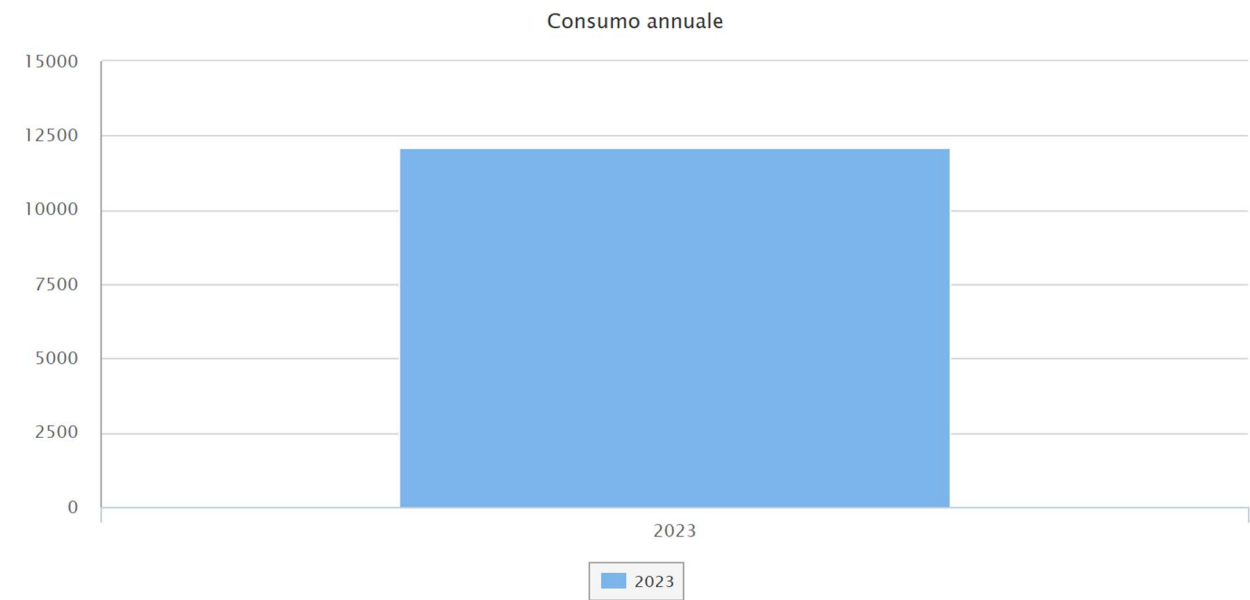
ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

CONSUMI ANNUALI

Per ogni vettore energetico sono stati raccolti i dati di consumo reale, derivanti da letture o bollette, con i quali si è definito il consumo di riferimento. Affinché l'analisi sia attendibile, è opportuno esaminare almeno i dati di tre anni, attraverso l'andamento mensile, che consente di valutarne la coerenza e di ricercare le cause di eventuali anomalie.

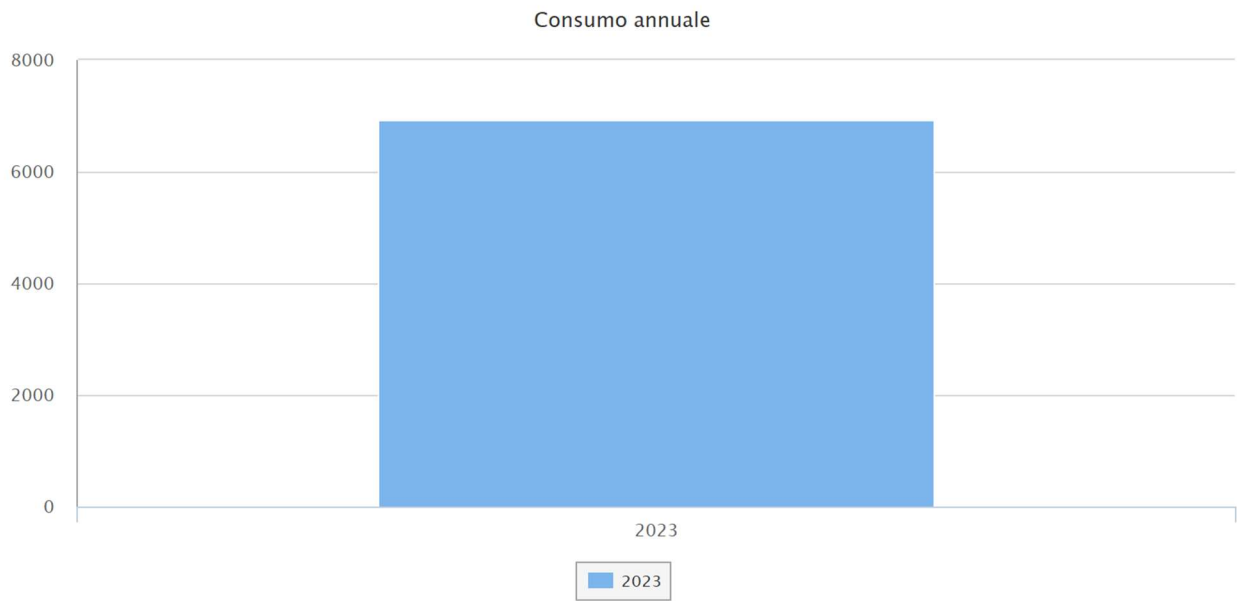
Di seguito viene riportata l'analisi di dettaglio dei consumi annuali di energia disaggregati per vettore energetico.

Vettore energetico: Energia elettrica



Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2023	kWh	11.408,00

Vettore energetico: Metano

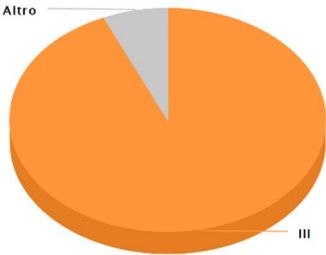


Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2023	m³	7657,70

INVENTARIO ENERGETICO

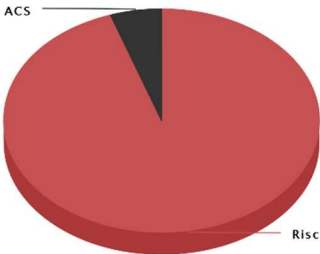
I consumi, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), vanno ripartiti secondo i servizi energetici presenti. Di seguito viene riportato l’inventario energetico, ovvero la ripartizione dei consumi relativi ad ogni vettore energetico secondo i servizi presenti, nonché la ripartizione dei costi complessivi per servizio.

Inventario energetico  
Energia elettrica

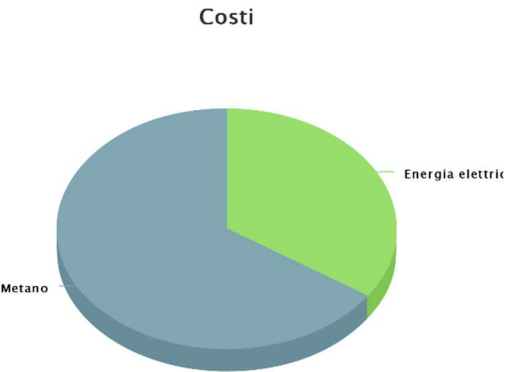


Energia elettrica	U.M.	Consumo
III	kWh	10.631,29
Altro	kWh	776,71

Inventario energetico  
Metano



Metano	U.M.	Consumo
Risc	m³	7.257,67
ACS	m³	400,04



Vettore	U.M.	Costo
Energia elettrica	€	5.137,10
Metano	€	9.770,06

PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Scenario collettivo - (Intervento consigliato)

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

Valutazione del Risparmio Energetico

Scenario collettivo - (Intervento consigliato)	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	11.203,2	0,0	11.203,2	100,0
Gas naturale [m³]	7.654,5	0,0	7.654,5	100,0

Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Scenario collettivo - (Intervento consigliato)	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	2.240,6	0,0	2.240,6	100,0
Gas naturale [€]	6.812,5	0,0	6.812,5	100,0
Costo complessivo [€]	9.053,2	0,0	9.053,2	100,0

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	769.315,50
Costi sicurezza	€	53.852,09
Somme a disposizione	€	286.832,42
IVA	€	104.048,38
Conto Termico	€	-780.000,0
Costi totali per PA	€	330.000
Risparmio economico riferito alle bollette attuali	€/Anno	9.053,2
Risparmio CO2	kg/m2	17,5



Comune di Caiazzo- (CE)

# DIAGNOSI ENERGETICA

Diagnosi Energetica per la realizzazione di:  
Riqualificazione energetica della scuola Primaria "Pier delle Vigne"  
con Partenariato Pubblico Privato (PPP)

DIAGNOSI ENERGETICA a cura di	<b>RiESCo S.p.A.</b>
COMMITTENTE	<b>Comune di Caiazzo</b>
EDIFICIO	<b>Rione Garibaldi 2 - Caiazzo (CE)</b>
DATA	<b>14/06/2024</b>
	Firma: _____

\* Copia conforme all'originale \* COMUNE DI CAIAZZO n.0018057 del 13-11-2024 - arrivo

## INDICE DELLA RELAZIONE

---

1. PREMESSA METODOLOGICA
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO
3. PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO
  - 3.1 DATI GEOGRAFICI
  - 3.2 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE
  - 3.3 CLIMATIZZAZIONE ESTIVA
  - 3.4 LOCALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO NEL CONTESTO URBANO
4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO
  - 4.1 DESCRIZIONE DELL'INVOLUCRO
  - 4.2 RILIEVO FOTOGRAFICO DELL'INVOLUCRO
  - 4.3 CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE
  - 4.4 SCAMBI TERMICI
  - 4.5 DESCRIZIONE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI
  - 4.6 RILIEVO FOTOGRAFICO DEI SISTEMI IMPIANTISTICI
  - 4.7 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI
5. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI
  - 5.1 BOLLETTE ENERGETICHE
  - 5.2 INVENTARIO ENERGETICO
6. DATI CLIMATICI E CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI
  - 6.1 DATI CLIMATICI REALI
  - 6.2 TEMPI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO
  - 6.3 CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI
7. CALIBRAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO
  - 8.1. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Scenario collettivo
    - 8.1.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
    - 8.1.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO
    - 8.1.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO
    - 8.1.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO
  - 8.2. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Fabbricato - involucro opaco
    - 8.2.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
    - 8.2.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO
    - 8.2.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO
    - 8.2.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO
  - 8.3. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Fabbricato - involucro trasparente
    - 8.3.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
    - 8.3.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

- 8.3.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO
- 8.3.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO
- 8.4. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Impianto climatizzazione - inverno
  - 8.4.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
  - 8.4.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO
  - 8.4.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO
  - 8.4.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO
- 8.5. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Altri impianti
  - 8.5.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
  - 8.5.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO
  - 8.5.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO
  - 8.5.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO
- 8.6. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Fonti rinnovabili
  - 8.6.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI
  - 8.6.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO
  - 8.6.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO
  - 8.6.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO

## 1. PREMESSE METODOLOGICHE

### Obiettivi dell'analisi energetica

L'obiettivo del presente studio è lo svolgimento di un'attività di analisi finalizzata a definire lo stato di fatto dell'edificio dal punto di vista energetico-prestazionale e all'individuazione di interventi di riqualificazione energetica da promuovere per incrementare l'efficienza energetica dello stesso, con particolare attenzione a quelli che risultano economicamente più convenienti.

### Oggetto dell'incarico

L'incarico di redigere la diagnosi energetica del fabbricato indicato è stato affidato ai sottoscritti tecnici, analizzando lo stato attuale del sistema edificio-impianto e le particolari soluzioni di interesse per il miglioramento energetico.

E' stato analizzato il fabbisogno attuale confrontato con i consumi energetici dell'ultimo periodo.

Lo studio è stato eseguito tramite sopralluoghi in loco, ed attività di analisi documentale sulla scorta dei dati e degli elaborati tecnici forniti dall'Amministratore delle proprietà comuni oggetto dello studio.

Le soluzioni di miglioramento analizzate sono le seguenti:

Scenari	Elenco interventi previsti
Scenario collettivo	[11 Muratura a cassa vuota] → [11 Muratura a cassa vuota (U=0,26)]
	[Copertura Piana] → [Copertura Piana (U=0,22)]
	[Solaio interpiano] → [Solaio interpiano (U=0,28)]
	[130x250] → [130x250 (U=1,67)]
	[300x250] → [300x250 (U=1,67)]
	[Finestra 110x180] → [Finestra 110x180 MIGLIORATA]
	[Finestra 110x60] → [Finestra 110x60 (U=1,67)]
	[Finestra 130x180] → [Finestra 130x180 (U=1,67)]
	[Finestra 300x180] → [Finestra 300x180 (U=1,67)]
	[Finestra 70x140] → [Finestra 70x140 (U=1,67)]
	[Caldaia 1] → [NEW Caldaia 1]
	Relamping dell'impianto di illuminazione
	Installazione di pannelli solari fotovoltaici

L'attività di diagnosi è proseguita valutando i costi ed i benefici dati degli interventi.

### Procedura dello studio di fattibilità

Lo studio di fattibilità richiesto si configura come una procedura di audit energetico per il condominio. Per audit energetico si intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia e all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche del sistema edificio-impianto.

La fase di audit è composta da una serie di operazioni consistenti nel rilievo ed analisi di dati relativi al sistema edificio-impianto in condizioni di esercizio (dati geometrico-dimensionali, termofisici dei componenti l'involucro edilizio, prestazionali del sistema impiantistico, ecc.) nell'analisi e nelle valutazioni economiche dei consumi energetici dell'edificio.

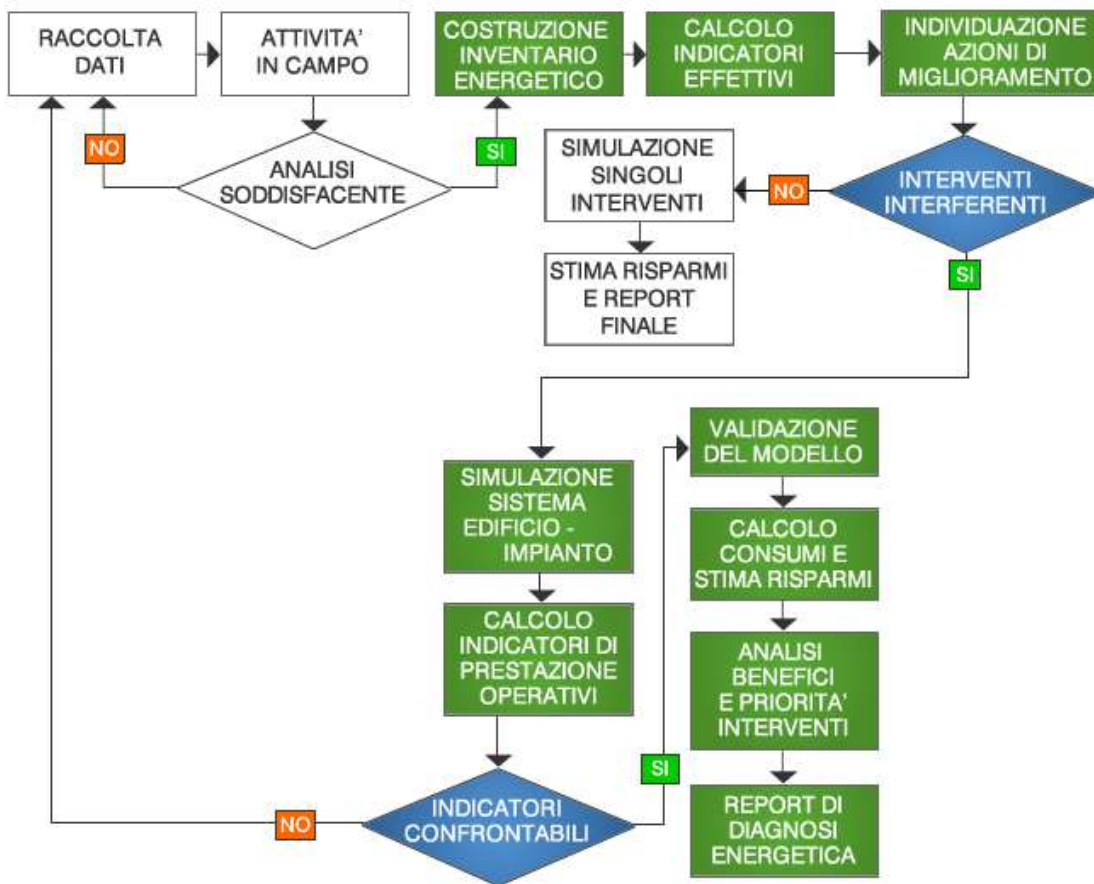
La finalità dello studio di fattibilità è quello di valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi in analisi, quantificando in termini economici il risparmio ottenibile mediante i diversi interventi in termini di risparmio gestionale e di consumo di energia primaria.

Gli obiettivi dello studio saranno:

- analizzare la configurazione attuale e lo stato dell'impianto, individuando possibili miglioramenti o criticità nella componentistica e nella configurazione attuale;
- definire il bilancio energetico del sistema edificio-impianto;
- definire un indicatore di congruità fra consumi effettivi dell'ultimo triennio e consumi attesi, calcolati con opportuni fattori di aggiustamento a partire dalle condizioni standard
- valutare in termini energetici le variazioni conseguenti all'adozione delle diverse soluzioni proposte;
- valutare in termini economici di investimento iniziale e costi di gestione le diverse soluzioni proposte, anche in riferimento ad incentivi fiscali disponibili;
- proporre miglioramenti anche di tipo gestionale rispetto alla soluzione attuale

L'analisi energetica del sistema edificio-impianto è condotta utilizzando un modello energetico degli edifici e dell'impianto conforme alle norme precedentemente citate. La validazione di tale modello viene eseguita tramite opportuni fattori di aggiustamento tenendo conto dei dati climatici reali, del reale utilizzo del fabbricato.

## Schema a blocchi per la Diagnosi Energetica degli edifici



## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le valutazioni tecnico economiche sono effettuate considerando la procedura di calcolo dei fabbisogni energetici del complesso di edifici, la normativa vigente in materia di contenimento del fabbisogno energetico degli edifici e degli impianti per la valutazione dei requisiti tecnici richiesti agli interventi considerati, regolamenti nazionali e locali per quello che riguarda eventuali limitazioni o ulteriori imposizioni normative. L'impianto legislativo su cui è basata la presente analisi è regolato essenzialmente da:

Legge n.10/91 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";

D.P.R. n. 412/1993, "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento di energia, in attuazione dell'art.4, comma 4, della legge 9 Gennaio 1991, n.10";

D.Lgs. 192/05 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia";

D.Lgs. 311/2006, "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia";

D.Lgs. 115/08 "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE";

D.M. 11/03/08, "Attuazione dell'art. 1 comma 24 lettera a) della legge 24.02.07/244 per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'art.1 della legge 27.12.06/296";

D.Lgs 102/2014 e s.m.i., Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE

D.I. 26 giugno 2015, Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici

D.I. 26 giugno 2015 Adeguamento del DM 26/09/2009 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici";

UNI EN ISO 52016 Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti

UNI TS 11300-1 Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.

UNI TS 11300-2 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

UNI TS 11300-3 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.

UNI TS 11300-4 Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria

UNI TS 11300-5 Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili

UNI TS 11300-6 Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili

UNI EN 12831 Impianti di riscaldamento negli edifici Metodo di calcolo del carico termico di progetto

UNI EN 16212 Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)

UNI EN CEI 16247-2 Diagnosi energetiche – parte 2 Edifici

Linee Guida per la Diagnosi Energetica - Attività 1.2.1. Realizzazione di un manuale per la corretta redazione della diagnosi energetica di edifici pubblici a partire delle esperienze già realizzate da ENEA.

### 3. PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO

#### Inquadramento territoriale

La scuola Primaria "Pier delle Vigne" è situata nel Comune di Caiazzo (CE), in zona climatica D. L'edificio, di proprietà del Comune di Caiazzo, è identificato catastalmente al foglio n.7, part. n.1786, categoria catastale B/05

#### 3.1 DATI GEOGRAFICI



Comune di:	Caiazzo
Provincia:	CE
Sito in:	Rione Garibaldi 2
Altitudine:	200 m.s.l.m.
Latitudine:	41°10'
Longitudine:	14°22'

#### 3.2 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Zona Climatica	D
Temperatura invernale minima dell'aria esterna (norma UNI 5364 e succ agg.)	-1,0 °C
Gradi Giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) [GG]	1446
Durata convenzionale del periodo di riscaldamento [giorni]	166

#### 3.3 CLIMATIZZAZIONE ESTIVA



Umidità relativa	63,69 %
Escursione termica giornaliera	18,6 °C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna	35,2 °C
Irradianza media giornaliera sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione	299,77 W/m <sup>2</sup>

**3.4 LOCALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO NEL CONTESTO URBANO**

L'edificio si trova a circa 500 m dal centro storico di Caiazzo. E' circondato da abitazioni sul lato Sud, mentre a Nord si affaccia sulla vallata sottostante.

\* Copia conforme all'originale \* COMUNE DI CAIAZZO n.0018057 del 13-11-2024 - arrivo

#### 4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

Nel caso di diagnosi energetica è indispensabile la costruzione di un modello energetico che simuli il sistema edificio-impianto, al fine di valutare le opportunità di risparmio energetico. Tale modello dovrà descrivere il più realisticamente possibile il comportamento dell'edificio tenendo conto della potenziale interazione tra i sistemi tecnici e l'involucro edilizio. Il sistema dovrà inoltre tenere in considerazione il contesto climatico in cui è inserito e con il quale interagisce, le condizioni di esercizio, gli affollamenti, i profili di utilizzo dell'edificio e degli impianti.

Una volta definito il modello sarà possibile effettuare il calcolo prestazionale in condizioni adattate all'utenza (metodo di calcolo A3- Tailored).

Il presente capitolo riporta una descrizione approfondita del bilancio energetico dell'involucro, seguita dalla descrizione dei componenti tecnici, oltre che la descrizione dei sistemi impiantistici presenti, il tutto accompagnato da schede tecniche e rilievi fotografici reperiti durante i sopralluoghi.

Nella tabella che segue si riportano le principali caratteristiche dimensionali dell'edificio oggetto di diagnosi:

Unità immobiliare	S [m <sup>3</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	S/V	Su,H [m <sup>2</sup> ]	Su,C [m <sup>2</sup> ]
Unità immobiliare 01	2.303,71	5.019,42	0,46	1.374,88	1.374,88
Intero edificio	2.303,71	5.019,42	0,46	1.374,88	1.374,88

*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*

*Su,H superficie utile riscaldata dell'edificio*

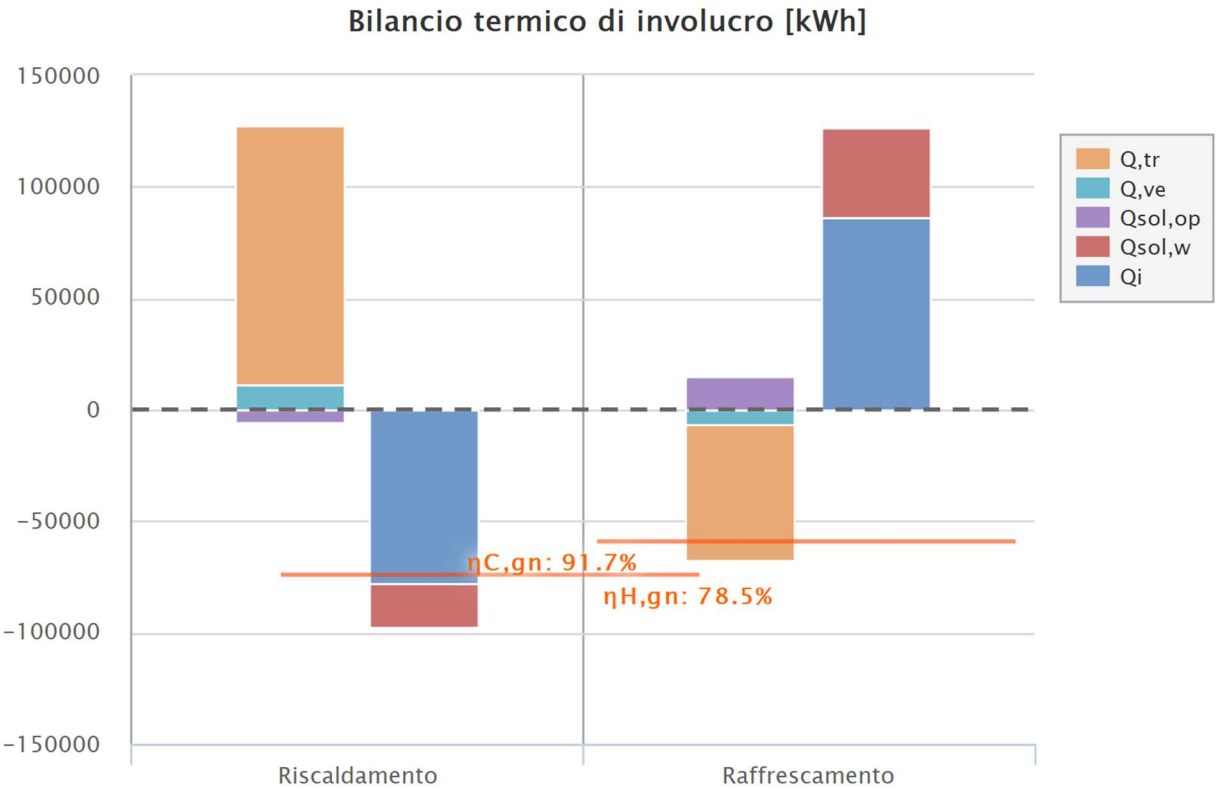
*Su,C superficie utile raffrescata dell'edificio*

##### 4.1 DESCRIZIONE E BILANCIO TERMICO DELL'INVOLUCRO

In questa parte della relazione vengono presi in esame gli elementi edilizi costituenti l'involucro dell'edificio analizzato, con particolare attenzione a pareti, coperture, solai e serramenti. Viene fornito un dettaglio sul bilancio termico di involucro e un'analisi degli scambi termici complessivi.

**L'involucro è costituito da pareti in blocchi di tufo listati con mattoncini, la copertura è costituita da un massetto in calcestruzzo ricoperto da membrana impermeabile e piastrelle e scossalina sul bordo perimetrale. Gli infissi sono in alluminio con taglio termico.**

Il bilancio energetico di involucro è calcolato con metodo A3 (tailored rating) con riferimento al metodo riportato nella UNI TS 11300. Il grafico mette a confronto le componenti di energia che determinano il bilancio nel periodo di riscaldamento e raffrescamento: dispersioni per trasmissione e ventilazione, apporti solari e apporti interni



**4.2 RILIEVO FOTOGRAFICO DELL'INVOLUCRO**





4.3 CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE

Attraverso la documentazione resa disponibile dal committente, integrata dai dati reperiti direttamente dal personale tecnico nel corso dei sopralluoghi in sito, è stato definito, lo stato di fatto delle strutture opache e trasparenti con la valutazione della trasmittanza termica degli elementi disperdenti.

Pareti verticali

Tipologia di parete	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m²K]	Capacità termica [kJ/m²K]
11 Muratura a cassa vuota	Esterno	295,00	0,94	47,55

Coperture

Tipologia di copertura	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m²K]	Capacità termica [kJ/m²K]
Copertura Piana	Esterno	390,00	1,28	65,96

**Solai di pavimento e soffitto**

Tipologia di solaio	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m²K]	Capacità termica [kJ/m²K]
Pavimento interno	Locale interno alla zona	340,00	0,66	0,00
Soffitto interno	Locale interno alla zona	340,00	0,73	0,00
Solaio interpiano	Zona non riscaldata	290,00	1,48	56,58
Solaio contro-terra in calcestruzzo, esempio 3 [3] 1,5-3-10-30	Terreno	445,00	1,38	1,00

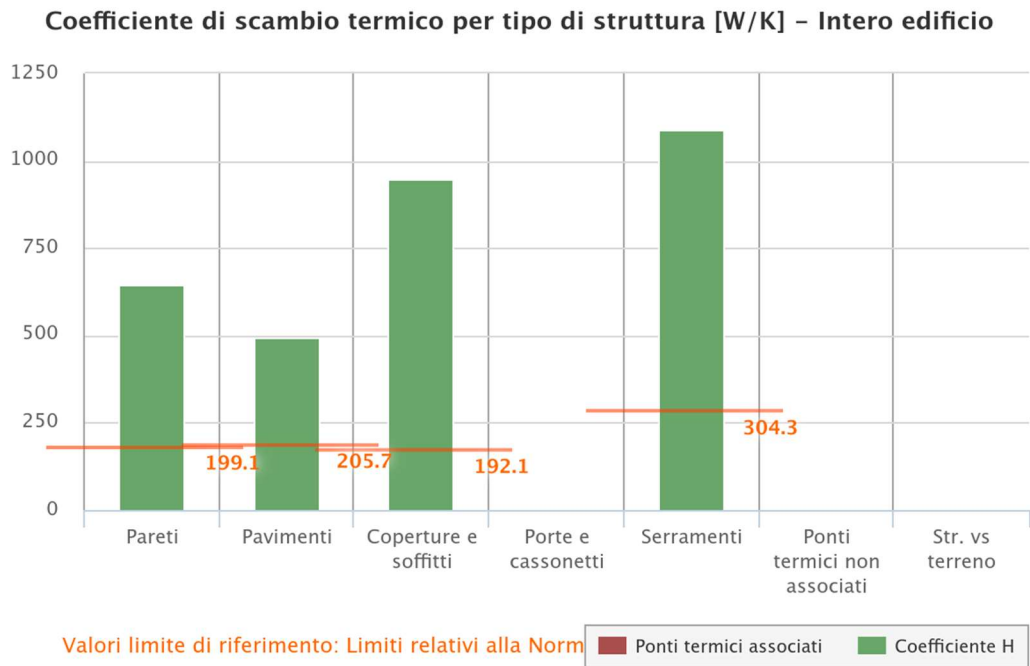
**Serramenti**

Tipologia di serramento	Verso di dispersione	Tipo di serramento	Larghezza [cm]	Altezza [cm]	Trasmittanza [W/m²K]
130x250	Esterno	Serramento singolo	130	250	6,46
300x250	Esterno	Serramento singolo	300	250	6,47
Finestra 110x180	Esterno	Serramento singolo	110	180	6,45
Finestra 110x60	Esterno	Serramento singolo	110	60	6,42
Finestra 130x180	Esterno	Serramento singolo	130	180	6,45
Finestra 300x180	Esterno	Serramento singolo	300	180	6,46
Finestra 70x140	Esterno	Serramento singolo	70	140	6,44

**4.4 SCAMBI TERMICI**

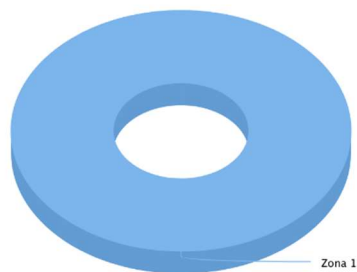
La quota di scambio termico globale per trasmissione viene determinata come sommatoria di tutte le trasmittanze per le relative superfici lorde, opportunamente corrette per il fattore di scambio termico.

Nel grafico si riporta la distribuzione degli scambi termici per trasmissione in funzione del tipo di struttura opaca o trasparente che costituisce l'involucro.



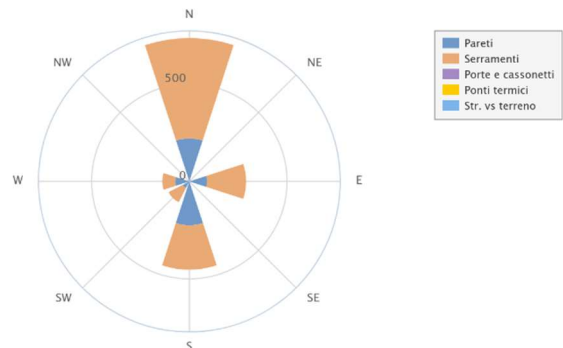
Il grafico mostra la suddivisione dello scambio termico per zona termica.

Coefficiente globale di scambio termico [W/K]



Di seguito viene evidenziato il peso dell'orientamento sullo scambio termico globale

Coefficiente di scambio termico per orientamento [W/K]



#### 4.5 DESCRIZIONE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI

In questa parte della relazione vengono presi in esame i servizi energetici presenti e le caratteristiche dei sistemi impiantistici. Attraverso la documentazione resa disponibile dal committente, integrata dai dati reperiti direttamente dal personale tecnico nel corso dei sopralluoghi in sito, viene descritto lo stato di fatto e di conservazione degli impianti.

**L'impianto di climatizzazione della scuola è formato da una caldaia con bruciatore Baltur dalla potenza di 280 kW termici. La distribuzione del fluido termovettore avviene mediante tubazioni coibentate insufficientemente, mentre il sistema di emissione del calore è composto prevalentemente da ventilconvettori.**

**Non è presente un sistema di raffrescamento estivo.**

#### 4.6 RILIEVO FOTOGRAFICO DEI SISTEMI IMPIANTISTICI





4.7 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI SISTEMI IMPIANTISTICI

Le tabelle che seguono descrivono le caratteristiche tecniche principali dei sistemi impiantistici presenti, eventuali schede di dettaglio vengono riportate negli allegati alla relazione.

IMPIANTO di CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Caratteristiche dei generatori

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Baltur BTG 28_1	Metano	Acqua	280,00	0,92

ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DAL SISTEMA SOLARE ESISTENTE (27,14 kWp)

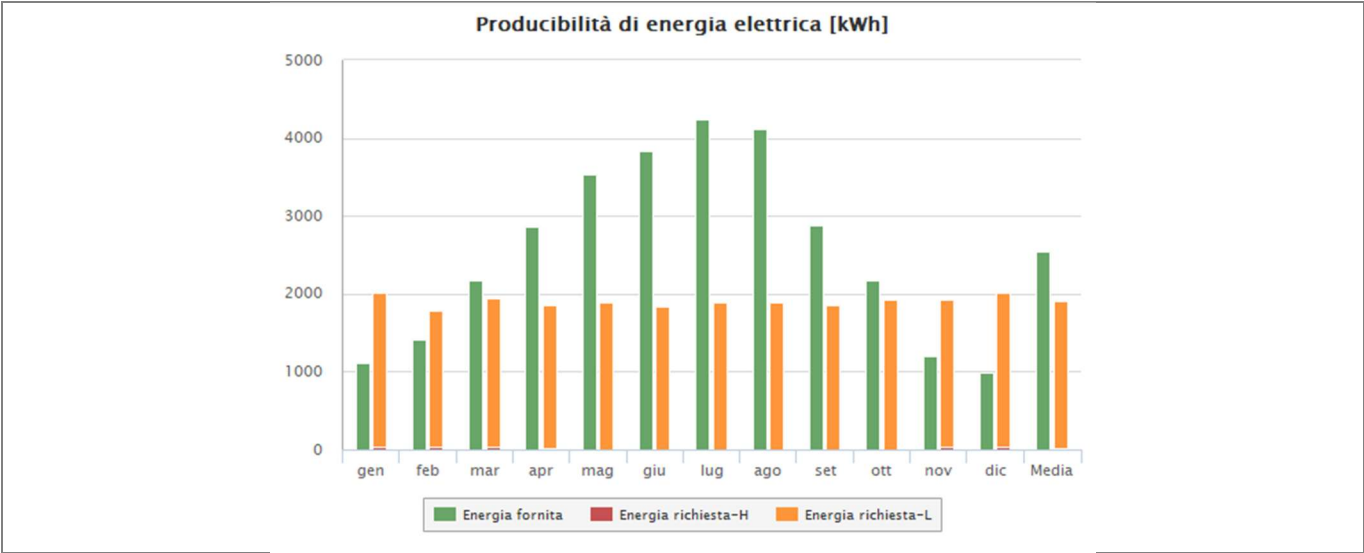


\* Copia conforme all'originale \* COMUNE DI CAIAZZO n.0018057 del 13-11-2024 - arrivo

PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA PANNELLI SOLARI

Mese	Energia elettrica prodotta dal sistema fotovoltaico $E_{el,pv,out}$ [kWh]	Frazione di copertura del carico elettrico mediante fotovoltaico $f_{el}$ [%]	Frazione minima richiesta all'impianto solare di copertura del carico elettrico [%]	Verifica della percentuale richiesta di copertura del carico	Energia elettrica in sovrapproduzione reimmessa nella rete $E_{el,pv,rete}$ [kWh]
Gennaio	1.116,8	55,6	-	-	-
Febbraio	1.421,0	79,6	-	-	-
Marzo	2.181,8	100,0	-	-	231,0
Aprile	2.868,3	100,0	-	-	1.017,8
Maggio	3.536,4	100,0	-	-	1.646,0
Giugno	3.838,4	100,0	-	-	1.999,3
Luglio	4.242,6	100,0	-	-	2.350,8
Agosto	4.111,1	100,0	-	-	2.213,8
Settembre	2.875,1	100,0	-	-	1.018,9
Ottobre	2.168,8	100,0	-	-	234,8
Novembre	1.195,5	61,9	-	-	-
Dicembre	980,8	48,6	-	-	-
TOTALE	30.536,6	100,0	60,0	OK	7.684,7

DIAGRAMMA DELLE QUOTE DI COPERTURA MENSILI DEL CARICO ELETTRICO



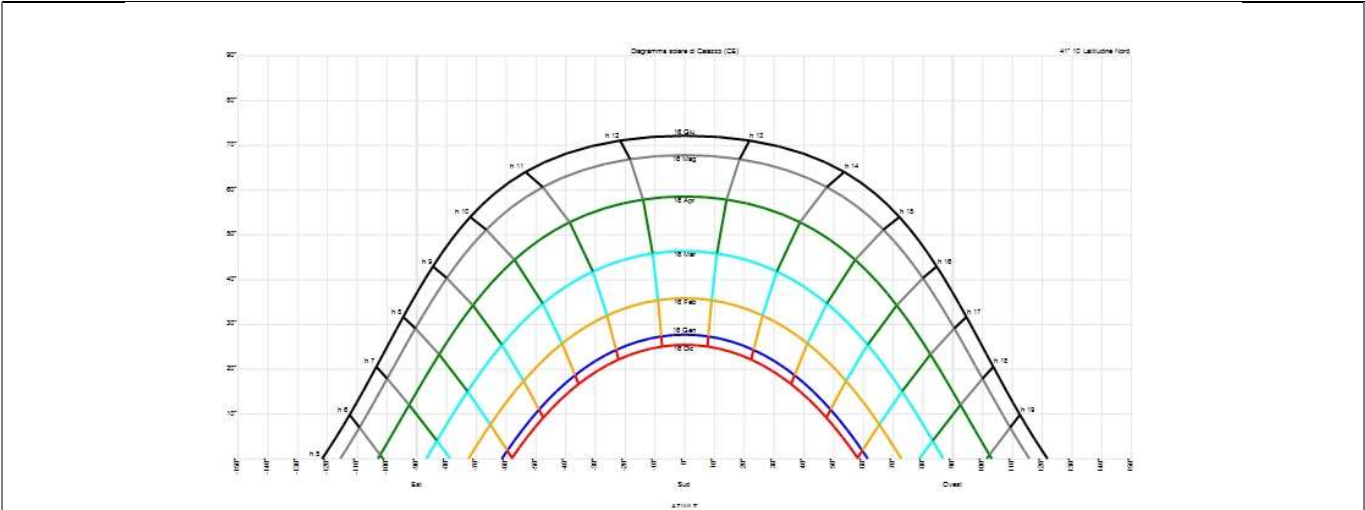
CALCOLO DELL'IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO

COMUNE DI RIFERIMENTO E PARAMETRI DEL PANNELLO

Comune: Caiazzo (CE)  
Latitudine  $\phi$ : 41° 10' °  
Azimut della superficie rispetto al sud  $\gamma$ : 5,0 °  
Superficie totale di captazione: 181,0 m<sup>2</sup>

Riflettanza  $\theta$ : 0,20  
Inclinazione superficie sul piano orizzontale  $\beta$ : 5,0 °  
Numero di pannelli: 118

DIAGRAMMA SOLARE



DETTAGLI TECNICI DEL CIRCUITO FOTOVOLTAICO

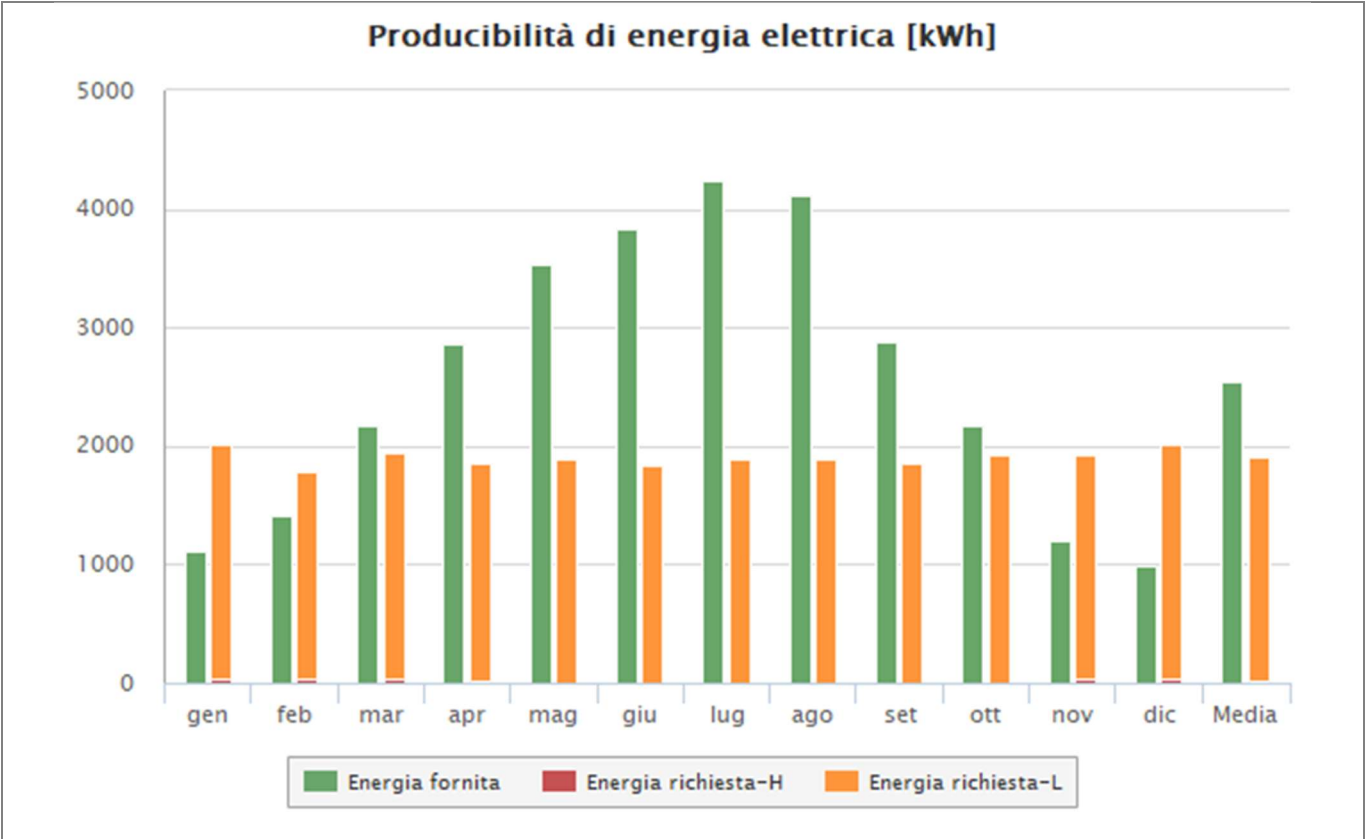
Fattore di potenza di picco  $K_{pv}$ : 0,230 kW/m<sup>2</sup>  
Irradianza solare di riferimento in condizioni standard: 1 kW/m<sup>2</sup>  
Fattore di efficienza  $f_{pv}$ : 0,70

Potenza di picco in condizioni standard  $W_{pv}$ : 27,15 kW

PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA PANNELLI SOLARI

Mese	Irradianza solare mensile E sul piano inclinato orientato [kWh]	Irradianza solare mensile E sul piano inclinato orientato con ostruzioni [kWh]	Carico elettrico mensile $E_{el}$ [kWh/mese]	Energia elettrica prodotta dal sistema fotovoltaico $E_{el,pv,out}$ [kWh]	Frazione di copertura del carico elettrico mediante fotovoltaico $f_{el}$ [%]	Energia elettrica in sovrapproduzione reimmessa nella rete $E_{el,pv,rete}$ [kWh]
Gennaio	58,8	58,8	2.009,3	1.116,8	55,6	-
Febbraio	74,8	74,8	1.786,0	1.421,0	79,6	-
Marzo	114,8	114,8	1.950,8	2.181,8	100,0	231,0
Aprile	150,9	150,9	1.850,5	2.868,3	100,0	1.017,8
Maggio	186,1	186,1	1.890,4	3.536,4	100,0	1.646,0
Giugno	202,0	202,0	1.839,1	3.838,4	100,0	1.999,3
Luglio	223,2	223,2	1.891,8	4.242,6	100,0	2.350,8
Agosto	216,3	216,3	1.897,2	4.111,1	100,0	2.213,8
Settembre	151,3	151,3	1.856,2	2.875,1	100,0	1.018,9
Ottobre	114,1	114,1	1.934,0	2.168,8	100,0	234,8
Novembre	62,9	62,9	1.930,4	1.195,5	61,9	-
Dicembre	51,6	51,6	2.016,1	980,8	48,6	-
TOTALE	1.606,8	1.606,8	22.851,9	30.536,6	100,0	7.684,7

DIAGRAMMA DELLE QUOTE DI COPERTURA MENSILI DEL CARICO ELETTRICO



5. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

Raccolti per ogni vettore energetico i dati di consumo reale, derivanti da letture o bollette, sarà necessario analizzarli. L'obiettivo è quello di definire un consumo di riferimento, da utilizzare come baseline per la valutazione degli interventi migliorativi. La definizione del consumo effettivo di riferimento passa attraverso la costruzione dell'inventario energetico, ovvero attraverso la descrizione analitica dei consumi relativi ai vari vettori energetici del sistema energetico. L'inventario deve essere rappresentativo dell'energia in ingresso e del suo uso. Si riporta nei successivi paragrafi una valutazione dei consumi energetici dell'edificio.

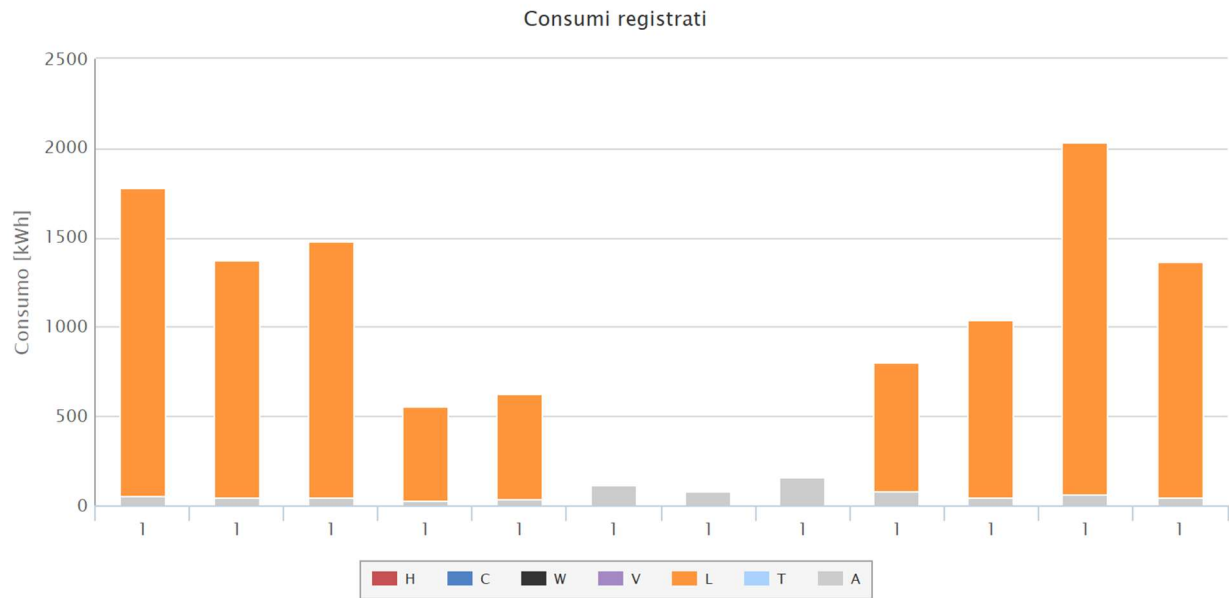
5.1 BOLLETTE ENERGETICHE

Affinché l'analisi sia attendibile, è opportuno esaminare almeno i dati di tre anni, attraverso l'andamento mensile, che consente di valutarne la coerenza e di ricercare le cause di eventuali anomalie. Di seguito viene riportata l'analisi di dettaglio dei consumi di energia disaggregati per vettore energetico.

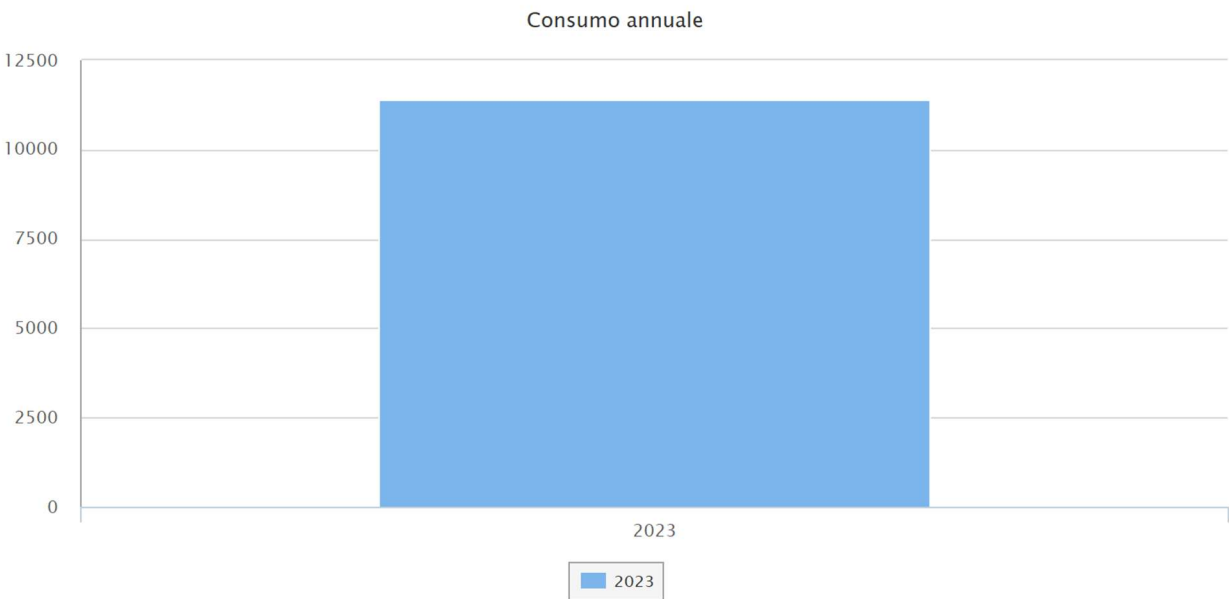
Vettore energetico:            Energia elettrica            Potere calorifico:            -

Data inizio	Data fine	Costo [€]	Consumo kWh	Unitario €/kWh
01/01/2023	31/01/2023	799,69	1.778,00	0,45
01/02/2023	28/02/2023	617,90	1.377,00	0,45
01/03/2023	31/03/2023	583,90	1.476,00	0,40
01/04/2023	30/04/2023	249,06	551,00	0,45
01/05/2023	31/05/2023	260,29	628,00	0,41
01/06/2023	30/06/2023	78,16	116,00	0,67
01/07/2023	31/07/2023	29,48	77,00	0,38
01/08/2023	31/08/2023	69,55	162,00	0,43
01/09/2023	30/09/2023	319,24	802,00	0,40
01/10/2023	31/10/2023	421,19	1.040,00	0,40
01/11/2023	30/11/2023	774,72	2.033,00	0,38
01/12/2023	31/12/2023	933,92	1.368,00	0,68

Dettaglio dei consumi registrati per servizio.



Dettaglio dei consumi annuali



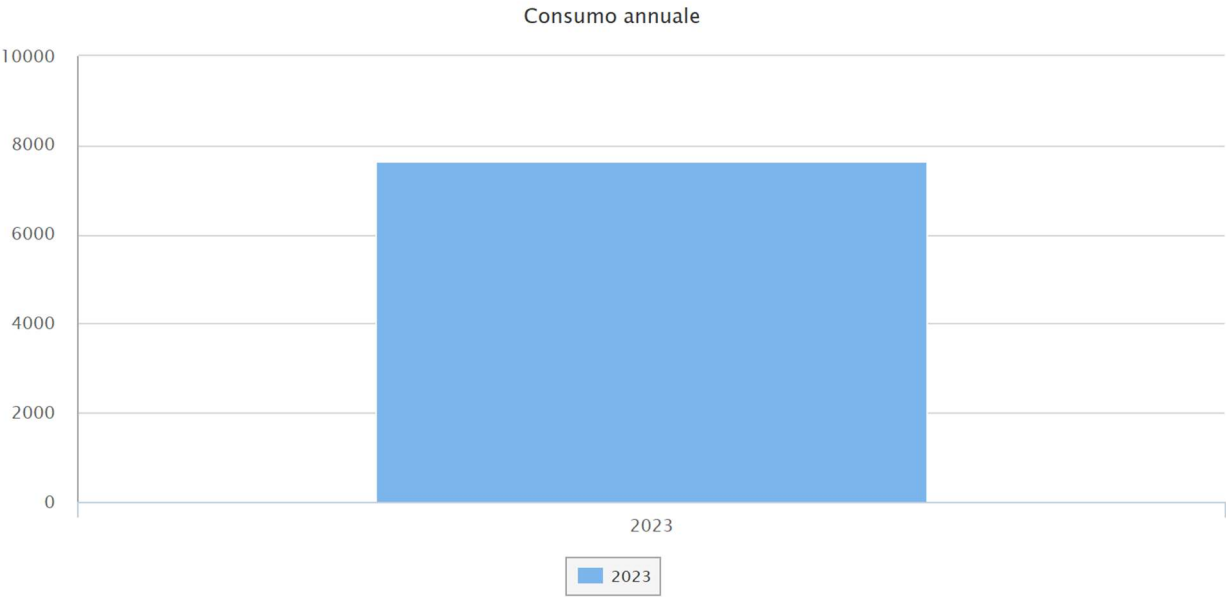
Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2023	kWh	11.408,00

Potere calorifico: 9,45 kWh/m<sup>3</sup>

### Dettaglio dei consumi registrati per servizio.



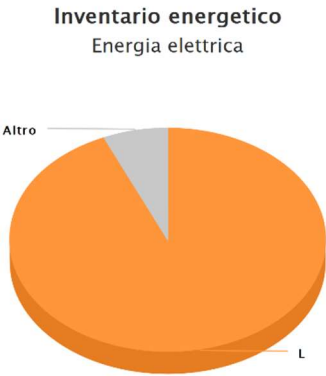
Dettaglio dei consumi annuali



Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2023	m³	7.657,70

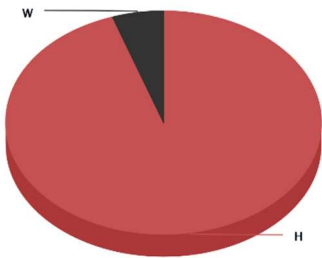
5.2 INVENTARIO ENERGETICO

I consumi, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), vanno ripartiti secondo i servizi energetici presenti, che, in accordo con il D.M. 26 giugno 2015 (Requisiti minimi), possono essere: climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, produzione di ACS, illuminazione, ventilazione meccanica, ascensori e scale mobili. Se fossero presenti consumi non afferenti a questi servizi energetici (ad esempio apparecchiature elettromedicali, frigoriferi, computer...) andrebbero valutati ed esclusi dal consumo di baseline. Di seguito viene mostrata la ripartizione dei consumi relativi ad ogni vettore energetico secondo i servizi presenti, nonché la ripartizione dei costi complessivi per servizio.



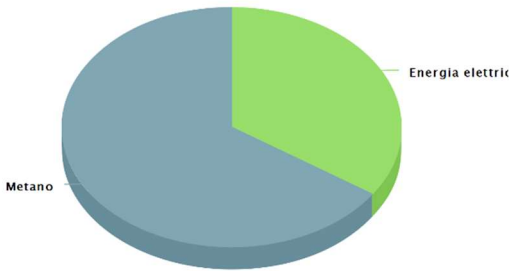
Energia elettrica	U.M.	Consumo
L	kWh	10.631,29
Altro	kWh	776,71

Inventario energetico  
Metano



Metano	U.M.	Consumo
H	m³	7.257,67
W	m³	400,04

Costi



Vettore	U.M.	Costo
Energia elettrica	€	5.137,10
Metano	€	9.770,06



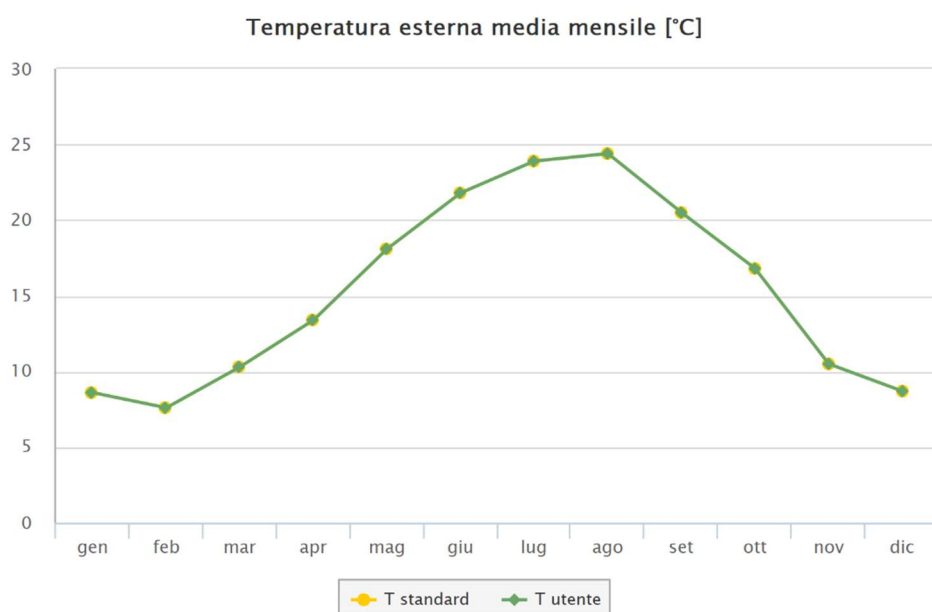
## 6. DATI CLIMATICI E CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI

I dati climatici differiscono in base alla località. La norma UNI 10349 fornisce, per il territorio italiano, dati climatici convenzionali, utili nella redazione degli attestati di prestazione energetica e per le diagnosi nella fase di normalizzazione dei consumi. Per la validazione del modello del sistema edificio-impianto, invece, è opportuno tenere conto dei dati climatici reali misurati nella località in esame e, in particolare, considerare nei calcoli la media delle temperature effettive degli anni considerati nel calcolo del consumo di riferimento. Per ottenere i valori di temperature reali è necessario rivolgersi a database meteo di enti pubblici locali e impostare tali valori sul modello, in modo da simulare una situazione più realistica possibile.

### 6.1 DATI CLIMATICI REALI

Il risultato è stato quindi "corretto" sulla base delle caratteristiche climatiche locali, ossia secondo quanto desumibile dalle centraline climatiche locali.

Mese	T Standard [°C]	T Calcolo [°C]
Gennaio	8,60	-
Febbraio	7,60	-
Marzo	10,30	-
Aprile	13,40	-
Maggio	18,10	-
Giugno	21,80	-
Luglio	23,90	-
Agosto	24,40	-
Settembre	20,50	-
Ottobre	16,80	-
Novembre	10,50	-
Dicembre	8,70	-



Andamento della temperatura media mensile standard e utente

## 6.2 TEMPI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Nella tabella è indicato per ogni mese, il numero di giorni effettivo di funzionamento della centrale termica. Il numero di giorni incide sul consumo di combustibile.

Per ogni mese è possibile inoltre specificare le ore di attivazione dell'impianto. Le ore giornaliere incidono solo sul consumo di elettricità dei sistemi ausiliari.

Nel caso non siano specificati i tempi di funzionamento dell'impianto, verrà utilizzato il numero di giorni della stagione di riscaldamento e un tempo di attivazione di 24h.

## 6.3 CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI

Per ogni zona termica la prestazione energetica viene valutata sia a condizioni standard che adattate all'utenza. In particolare vengono valutate le dispersioni per ventilazione ( $Q_{hve}$ ) in funzione del numero di ricambi d'aria reali.

Gli apporti interni vengono valutati in modo conforme alla normativa UNI TS 11300 sia per il calcolo standard che per il calcolo adattato all'utenza.

La valutazione del fabbisogno in fase di calcolo a condizioni standard si basa sulle temperature interne legate alla destinazione d'uso. Per il calcolo in condizioni Tailored dei viene implementato il profilo d'uso reale calcolando la temperatura media pesata per ogni zona.

Zona 1

Temperatura interna della zona riscaldata

Profilo principale

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

Doppio profilo settimanale

1 Giorni weekend

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

Temperatura media pesata: 19,0°C

Metodo di calcolo per il profilo di temperatura della zona: Temperatura calcolata in regime di attenuazione (UNI 52016)

Il periodo giornaliero va dalle ore 6 alle ore 22

Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]	Fabbisogni di ACS Qh,W [kWh]
0,50	18.500,00	3.200,00

Grafico della temperatura interna



## 7. CALIBRAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

---

Alla costruzione del modello di simulazione del sistema edificio-impianto segue la sua validazione, attraverso il confronto tra i consumi operativi e quelli effettivi, ricavati a partire dalle bollette. Per confrontare i consumi ottenuti dal modello energetico con quelli effettivi sarà fondamentale:

- Conoscere le condizioni termoigrometriche esterne relative agli anni i cui consumi sono stati utilizzati per calcolare il consumo di riferimento;
- Conoscere i profili di utilizzo del sistema edificio-impianto degli stessi anni.

La simulazione del sistema edificio-impianto, in fase di validazione, deve riferirsi infatti alle condizioni termoigrometriche reali (media delle temperature degli stessi anni utilizzati per il calcolo del consumo di riferimento) e agli effettivi profili di utilizzo.

Affinché si possa ritenere accettabile, lo scostamento tra i consumi operativi  $C_o$  e i consumi effettivi  $C_e$  deve essere al massimo del +/- 5%.

$$-0,05 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,05$$

Lo scostamento massimo, o "margine d'incertezza", deve essere definito in fase di contatto preliminare in funzione dei dati disponibili e del livello di approfondimento richiesto. In particolari situazioni, qualora la caratterizzazione del sistema edificio impianto si basi su dati non certi (stratigrafie ipotizzate, mancanza di misurazioni...), potrà essere

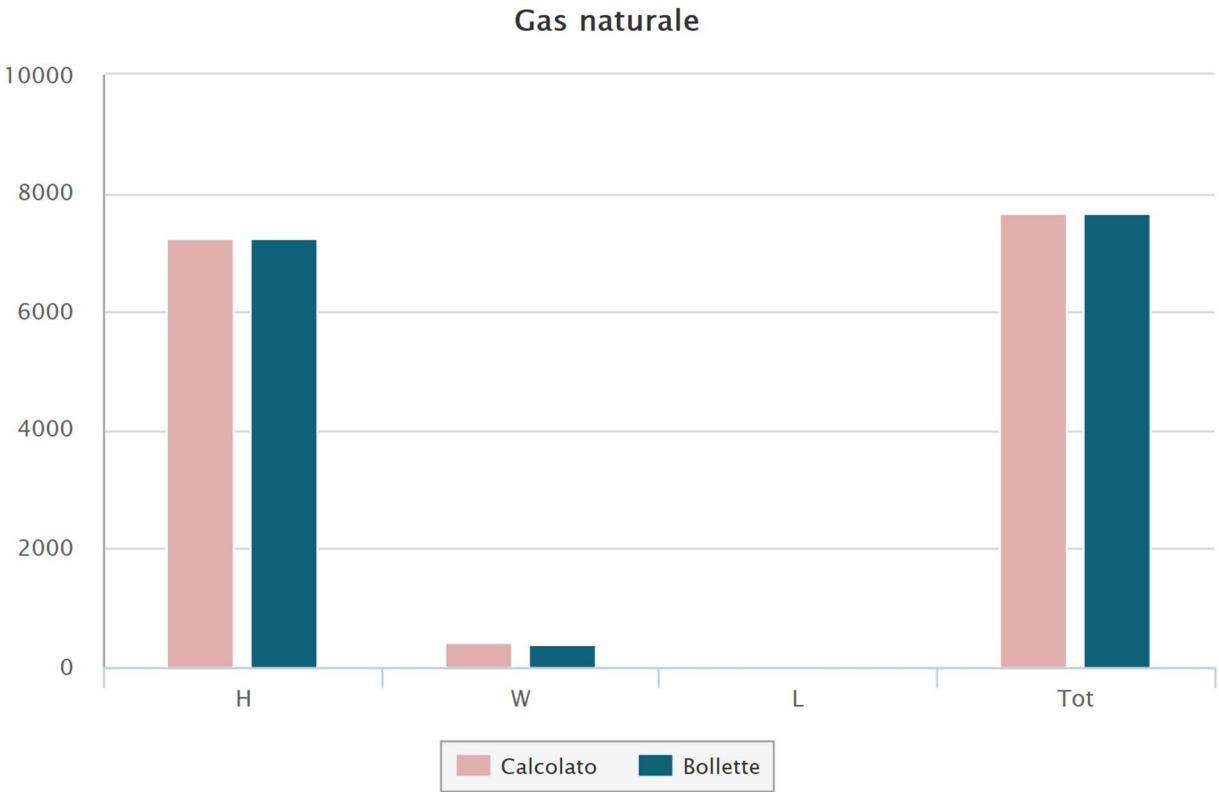
stabilito uno scostamento maggiore del +/- 5%, ma comunque contenuto nel doppio del limite da normativa (+/- 10%):

$$-0,1 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,1$$

Se si superano tali valori, è necessario verificare la correttezza del modello di simulazione del sistema edificio-impianto, o dei fattori di aggiustamento applicati ai consumi da bolletta, e apportare le modifiche opportune. Si noti che, finché il modello non risulta validato, non è possibile procedere alle fasi successive della diagnosi. Si riporta, come esempio, un grafico che mette a confronto i consumi effettivi e quelli calcolati tramite simulazione, consumi tra i quali emerge uno scostamento complessivo inferiore al 5%: il modello risulta validato e potrà quindi costituire la base per la valutazione degli interventi di riqualificazione energetica.

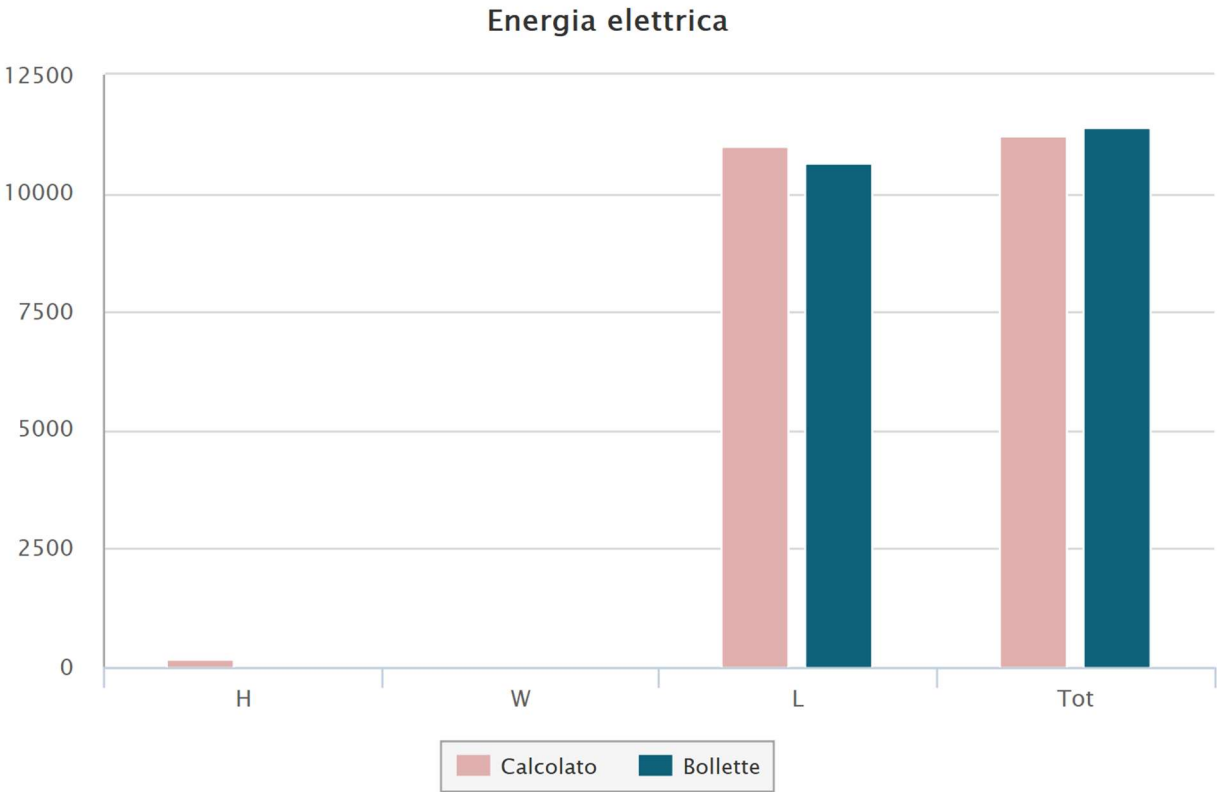
\* Copia conforme all'originale \* COMUNE DI CALIAZZO n.0018057 del 13-11-2024 - arrivo

Gas naturale	U.M.	Condizioni operative	Condizioni effettive	Indice di calibrazione K [%]
Consumo H	m³	7.228,44	7.257,67	-0,40 %
Consumo W	m³	426,07	400,04	6,51 %
Consumo	m³	7.654,51	7.657,70	-0,04 %



\* Copia conforme all'originale \* COMUNE DI CALIAZZO n.0018057 del 13-11-2024 - arrivo

Energia elettrica da rete	U.M.	Condizioni operative	Condizioni effettive	Indice di calibrazione K [%]
Consumo H	kWh	192,00	0,00	-
Consumo L	kWh	11.011,21	10.631,29	3,57 %
Consumo	kWh	11.203,21	11.408,00	-1,80 %



8.1. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Scenario collettivo - (Intervento consigliato)

8.1.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

Il calcolo dell'intervento proposto è eseguito in condizioni A3, tailored rating, con clima esterno reale.

INVOLUCRO OPACO

Tipologia di intervento

Rif.	Intervento	Ante Operam	Post Operam
REN.1	[11 Muratura a cassa vuota] → [11 Muratura a cassa vuota (U=0,26)]	11 Muratura a cassa vuota	11 Muratura a cassa vuota (U=0,26)
REN.1	[Copertura Piana] → [Copertura Piana (U=0,22)]	Copertura Piana	Copertura Piana (U=0,22)
REN.1	[Solaio interpiano] → [Solaio interpiano (U=0,28)]	Solaio interpiano	Solaio interpiano (U=0,28)

Dimensione e costo dell'intervento

Struttura	Superficie [m²]	Trasmittanza U Iniziale [W/m²K]	Trasmittanza U Finale [W/m²K]
11 Muratura a cassa vuota (U=0,26)	686,59	0,94	0,26
Copertura Piana (U=0,22)	738,66	1,28	0,22
Solaio interpiano (U=0,28)	427,43	1,48	0,28

Le schede tecniche Post Operam delle pareti prese in considerazione e le verifiche di assenza di condensa interstiziale e superficiale sono riportate negli allegati.

**INVOLUCRO TRASPARENTE****Tipologia di intervento**

Rif.	Intervento	Ante Operam	Post Operam
REN.2	[130x250] → [130x250 (U=1,67)]	130x250	130x250 (U=1,67)
REN.2	[300x250] → [300x250 (U=1,67)]	300x250	300x250 (U=1,67)
REN.2	[Finestra 110x180] → [Finestra 110x180 MIGLIORATA]	Finestra 110x180	Finestra 110x180 MIGLIORATA
REN.2	[Finestra 110x60] → [Finestra 110x60 (U=1,67)]	Finestra 110x60	Finestra 110x60 (U=1,67)
REN.2	[Finestra 130x180] → [Finestra 130x180 (U=1,67)]	Finestra 130x180	Finestra 130x180 (U=1,67)
REN.2	[Finestra 300x180] → [Finestra 300x180 (U=1,67)]	Finestra 300x180	Finestra 300x180 (U=1,67)
REN.2	[Finestra 70x140] → [Finestra 70x140 (U=1,67)]	Finestra 70x140	Finestra 70x140 (U=1,67)

**Dimensione e costo dell'intervento**

Struttura	Superficie [m²]	Trasmittanza U Iniziale [W/m²K]	Trasmittanza U Finale [W/m²K]
130x250 (U=1,67)	3,25	6,46	1,67
300x250 (U=1,67)	7,50	6,47	1,67
Finestra 110x180 MIGLIORATA	19,80	6,45	1,56
Finestra 110x60 (U=1,67)	7,26	6,42	1,67
Finestra 130x180 (U=1,67)	56,16	6,45	1,67
Finestra 300x180 (U=1,67)	59,40	6,46	1,67
Finestra 70x140 (U=1,67)	15,68	6,44	1,67

Le schede tecniche Post Operam dei serramenti, se presenti, sono riportate negli allegati.



**IMPIANTO di CLIMATIZZAZIONE INVERNALE****Tipologia di intervento:**

Rif.	Intervento
REN.3	[Caldaia 1] → [NEW Caldaia 1]

**Caratteristiche dei generatori****Ante Operam**

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Baltur BTG 28_1		Acqua	280,00	0,92

**Post Operam**

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Pompa di calore a compressione di vapore		Acqua	135,00	4,10

**ALTRI IMPIANTI****Tipologia di intervento:**

Rif.	Intervento
REN.5	Relamping dell'impianto di illuminazione

☒ Relamping interno
**Caratteristiche intervento**

Ante Operam		Post Operam	
Tipologia	Efficienza [lm/W]	Tipologia	Efficienza [lm/W]
Fluorescenti lineari	60,00	LED	120,00

**Tipo di controllo della luce artificiale:**

Automatico

**Tipo sistema di controllo della presenza:**

Con sensore di presenza, auto ON/variante di luce

☐ Relamping esterno
**Caratteristiche intervento**

Ante Operam		Post Operam	
Tipologia	Efficienza [lm/W]	Tipologia	Efficienza [lm/W]
Incandescenza	12,00	Incandescenza	12,00

Le schede tecniche degli apparecchi installati, se presenti, sono riportate negli allegati.

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO****Tipologia di intervento**

Rif.	Intervento
REN.6	Installazione di pannelli solari fotovoltaici

**Dimensione dell'intervento**

Marca e modello	Tipo	N°	Sup. totale captazione [m²]	Azimut [°]	Inclinazione [°]	Kpv
Standard -		102	191,00	10,00	7,00	0,44

**Producibilità dell'impianto solare fotovoltaico**

Mese	Irradiazione mensile [kWh/mq]	Producibilità pannelli [kWh]
Gennaio	61,1	1.885,2
Febbraio	76,8	2.370,3
Marzo	116,7	3.603,1
Aprile	152,0	4.693,3
Maggio	186,2	5.748,5
Giugno	201,5	6.221,8
Luglio	223,1	6.885,9
Agosto	217,4	6.711,6
Settembre	153,5	4.737,6
Ottobre	117,1	3.614,3
Novembre	65,2	2.012,8
Dicembre	53,8	1.661,4
TOTALE	1.624,4	50.145,7

La relazione tecnica dell'impianto fotovoltaico, se presente, è riportata negli allegati.

**Tipologia di intervento:**

Rif.	Intervento
REN.5	Installazione sistemi BACS

**Caratteristiche dei sistemi di automazione**

Impianto di riscaldamento		CLASSE
Controllo di emissione	Controllo di ogni ambiente con comunicazione tra controllori e HBSE/BACS	B
Controllo di emissione per sistemi con attivazione termica delle masse (TABS)	Controllo automatico centralizzato avanzato	B
Regolazione della temperatura dell'acqua calda nella rete di distribuzione (mandata o ritorno)	Controllo in base alla richiesta	A
Controllo delle pompe di circolazione della rete	Controllo multistadio	B
Distribuzione riscaldamento a bilanciamento idronico	Bilanciamento statico per emettitore e bilanciamento dinamico di gruppo (es. con differenziale controllo della pressione)	
Controllo intermittente di emissione e/o distribuzione	Controllo automatico con sistema start/stop ottimizzato	B
Controllo del generatore a combustione e teleriscaldamento	Controllo a temperatura variabile in funzione del carico	A
Controllo di generazione per pompe di calore	Controllo a temperatura variabile in funzione del carico	A
Controllo di generazione per unità esterne	Controllo a più stadi della capacità del generatore di calore in base al carico o su richiesta	B
Sequenza di diversi generatori	Priorità basata solo su liste dinamiche (basate sull'efficienza corrente del generatore e capacità di generazione)	B
Controllo dell'accumulatore termico (TES)	Accumulo a 2 sensori	C

Impianto per acqua calda sanitaria		CLASSE
Controllo della temperatura di accumulo mediante riscaldatore elettrico integrato o pompa di calore elettrica	Controllo automatico on / off, avvio a tempo del caricamento e gestione multisensore dell'accumulo	A
Controllo della temperatura di accumulo dell'acs mediante generatore di calore	Controllo automatico on / off, avvio a tempo del caricamento e gestione multisensore dell'accumulo	A
Controllo della temperatura di accumulo mediante collettore solare o generatore di calore	Controllo automatico carico accumulo solare (priorità 1) e carico di accumulo integrativo (priorità 2), mandata in base a richiesta o gestione multisensore accumulo	A

Controllo della pompa di circolazione dell'ACS	Con programmazione oraria	A
--	---------------------------	---

Impianto di illuminazione		CLASSE
Regolazione in base alla presenza	Interruttore manuale di accensione e spegnimento + segnale di spegnimento automatico	B
Regolazione in base alla luce diurna	Crepuscolare on/off	B

Schermature esterne		CLASSE
Controllo delle schermature solari		

TBM sistemi di gestione tecnica degli edifici		CLASSE
Gestione del setpoint	Impostazione solo da locali tecnici distribuiti / decentralizzati	B
Gestione del tempo di esecuzione	Impostazione individuale secondo un programma predefinito fisso	B
Rilevamento dei guasti di sistemi tecnici di costruzione e supporto alla diagnosi dei guasti	Con indicazione centrale di guasti e allarmi rilevati	B
Report dei consumi energetici e delle condizioni interne	Analisi dei trend e valutazione dei consumi	B
Produzione locale di energia e energie rinnovabili	Coordinamento delle FER locali e della cogenerazione in relazione al profilo della domanda energetica locale, compresa la gestione dell'accumulo di energia; ottimizzazione del proprio consumo	A
Recupero del calore residuo e trasferimento del calore	Gestione del calore di scarto o trasferimento del calore	A
Integrazione Smart Grid	I sistemi energetici degli edifici sono gestiti e utilizzati in base al carico della rete	A



IMPIANTO SOLARE TERMICO

Tipologia di intervento

Rif.	Intervento
REN.6	Installazione di pannelli solari termici

Dimensione dell'intervento

Marca e modello	Tipo	N°	Sup. totale captazione [m²]	Azimut [°]	Inclinazione [°]	η0
- - -	Collettore a tubi sottovuoto con assorbitore circolare	2	7,68	0,00	45,00	54,00

Producibilità e percentuale di copertura dell'impianto solare termico

Mese	Irradiazione mensile [kWh/mq]	Q <sub>gn,out,H</sub> [kWh]	f <sub>H</sub> [%]	Q <sub>gn,out,W</sub> [kWh]	f <sub>W</sub> [%]
Gennaio	93,9	0,0	0,00	287,3	84,77
Febbraio	101,9	0,0	0,00	295,1	96,19
Marzo	133,5	0,0	0,00	337,6	100,00
Aprile	148,7	0,0	0,00	324,5	100,00
Maggio	162,5	0,0	0,00	331,8	100,00
Giugno	167,1	0,0	0,00	318,4	100,00
Luglio	188,6	0,0	0,00	327,5	100,00
Agosto	203,3	0,0	0,00	327,1	100,00
Settembre	167,9	0,0	0,00	319,4	100,00
Ottobre	152,6	0,0	0,00	332,8	100,00
Novembre	97,2	0,0	0,00	294,9	90,30
Dicembre	86,1	0,0	0,00	268,1	79,13
TOTALE	1.703,4	0,0	-	3.764,4	-

La relazione tecnica dell'impianto solare termico, se presente, è riportata negli allegati.

8.1.2 VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

La realizzazione simultanea di vari interventi proposti implica la loro influenza reciproca sui risparmi finali conseguibili: il risparmio complessivo non equivale alla somma dei singoli risparmi ottenibili realizzando singolarmente i vari interventi.

Nelle seguenti tabelle si riepilogano i principali risultati dello scenario di intervento proposto, tenendo conto delle influenze reciproche.

Valutazione del Risparmio Energetico

Scenario collettivo - (Intervento consigliato)	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	11.203,2	0,0	11.203,2	100,0
Gas naturale [m³]	7.654,5	0,0	7.654,5	100,0

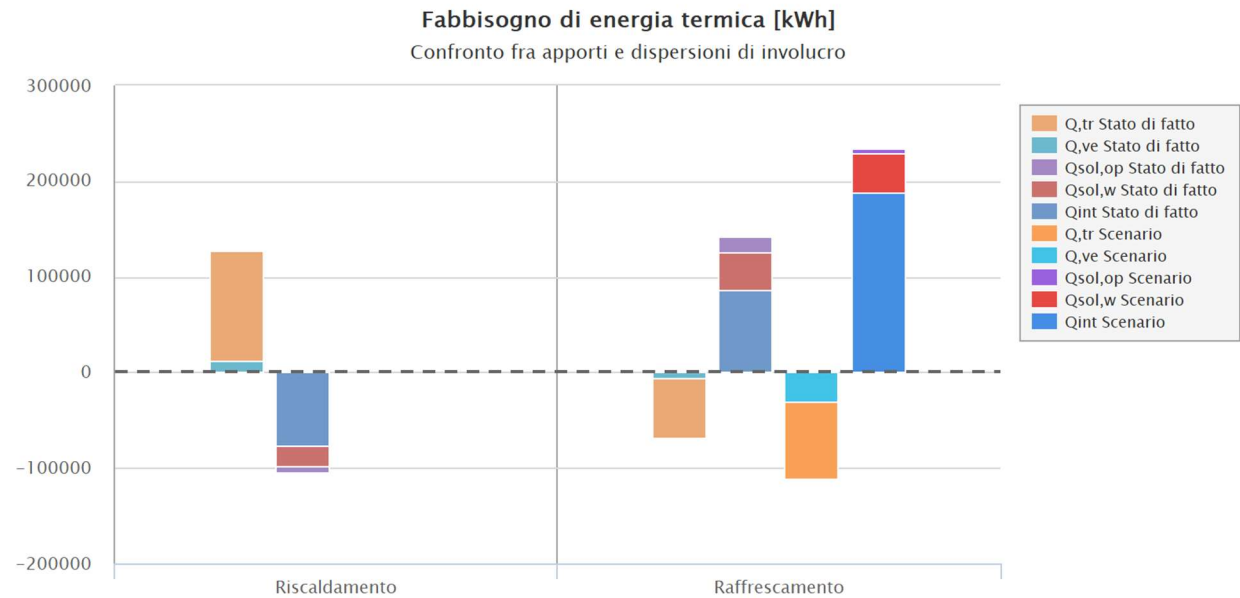
Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Scenario collettivo - (Intervento consigliato)	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	2.240,6	0,0	2.240,6	100,0
Gas naturale [€]	6.812,5	0,0	6.812,5	100,0
Costo complessivo [€]	9.053,2	0,0	9.053,2	100,0

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	769.315,50
Costi sicurezza	€	53.852,09
Somme a disposizione	€	286.832,42
IVA	€	104.048,38
Conto Termico	€	-780.000,0
Costi totali per PA	€	330.000
Risparmio economico riferito alle bollette attuali	€/Anno	8.380,2
Risparmio CO2	kg/m2	17,5

8.1.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

Fabbisogno di energia termica



Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	120.123,9	0,0	120.123,9	100,0	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	12.080,9	0,0	12.080,9	100,0	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	6.730,9	0,0	6.730,9	100,0	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	22.391,3	0,0	22.391,3	100,0	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	71.040,0	0,0	71.040,0	100,0	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	56.959,4	0,0	56.959,4	100,0	Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

Fabbisogni di energia termica per raffrescamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QC,tr	kWh	50.611,6	81.510,7	-30.899,1	-61,1	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	5.498,1	30.490,9	-24.992,8	-454,6	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	14.281,7	4.872,6	9.409,1	65,9	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	37.240,3	41.639,4	-4.399,1	-11,8	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	68.376,0	162.060,0	-93.684,0	-137,0	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	54.153,8	96.422,2	-42.268,4	-78,1	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

\* Copia conforme all'originale \* COMUNE DI CALIAZZO n.0018057 del 13-11-2024 - arrivo

Fabbisogni di energia termica per ACS

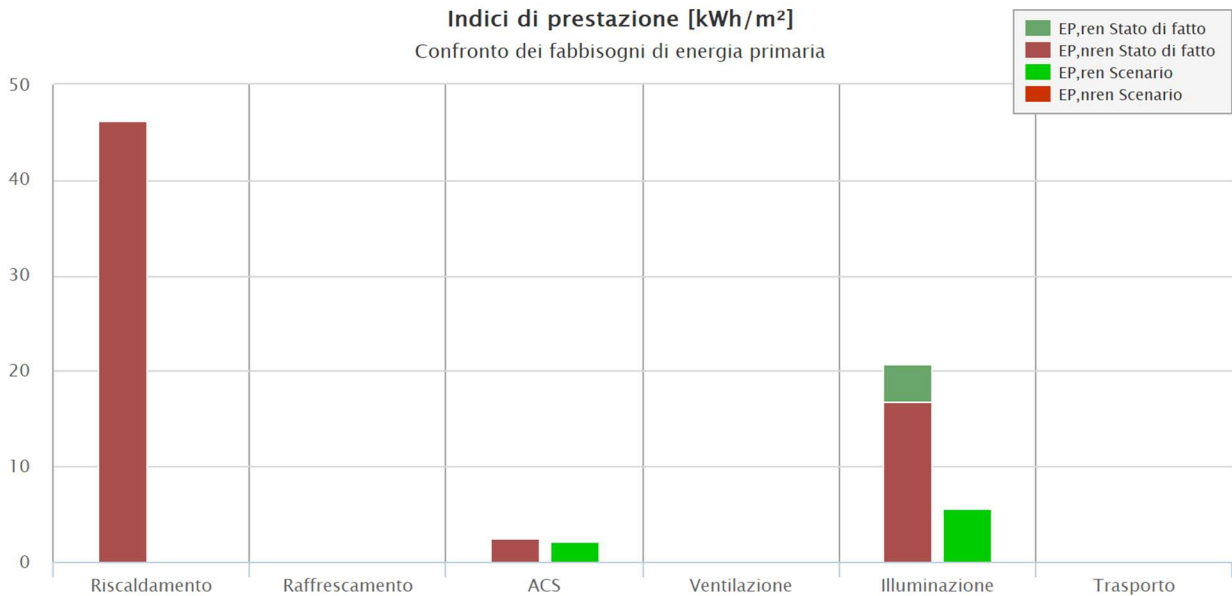
	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	3.200,0	3.200,0	0	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m²	41,4	0,0	41,4	100,0	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m²	39,4	70,1	-30,7	-77,9	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m²	2,3	2,3	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,045	0,025	0,020	44,4	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m²K	0,36	0,12	0,24	66,7	Trasmittanza termica periodica media

8.1.4 DETTAGLI DI CALCOLO – IMPIANTO: FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA

Indici di prestazione



Climatizzazione invernale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,ren	kWh/m²	0,1	0,0	-0,1	-100,0	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m²	52,4	0,0	52,4	100,0	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m²	52,5	0,0	52,5	100,0	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,790	1,000	0,210	26,6	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,1	0,0	-0,1	-100,0	Quota rinnovabile per riscaldamento



Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup>	0,0	2,8	2,8	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup>	3,1	0,0	3,1	100,0	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m <sup>2</sup>	3,1	2,8	0,3	9,7	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,757	4.146.260.512,542	> 1000	> 1000	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	0,0	100,0	100,0	-	Quota rinnovabile per ACS

Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup>	3,8	5,6	1,8	47,4	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup>	15,6	0,0	15,6	100,0	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m <sup>2</sup>	19,4	5,6	13,8	71,1	Indice di prestazione totale per ventilazione

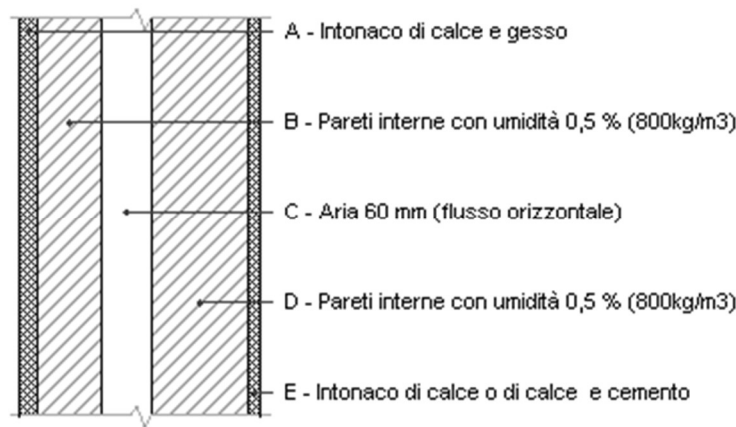
Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup>	3,8	8,5	4,7	123,7	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup>	71,1	0,0	71,1	100,0	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup>	75,0	8,5	66,5	88,7	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	0,1	100,0	99,9	99.900,0	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m <sup>2</sup>	19,7	4,1	15,6	79,2	Indice di prestazione non rinnovabile

11 Muratura a cassa vuota

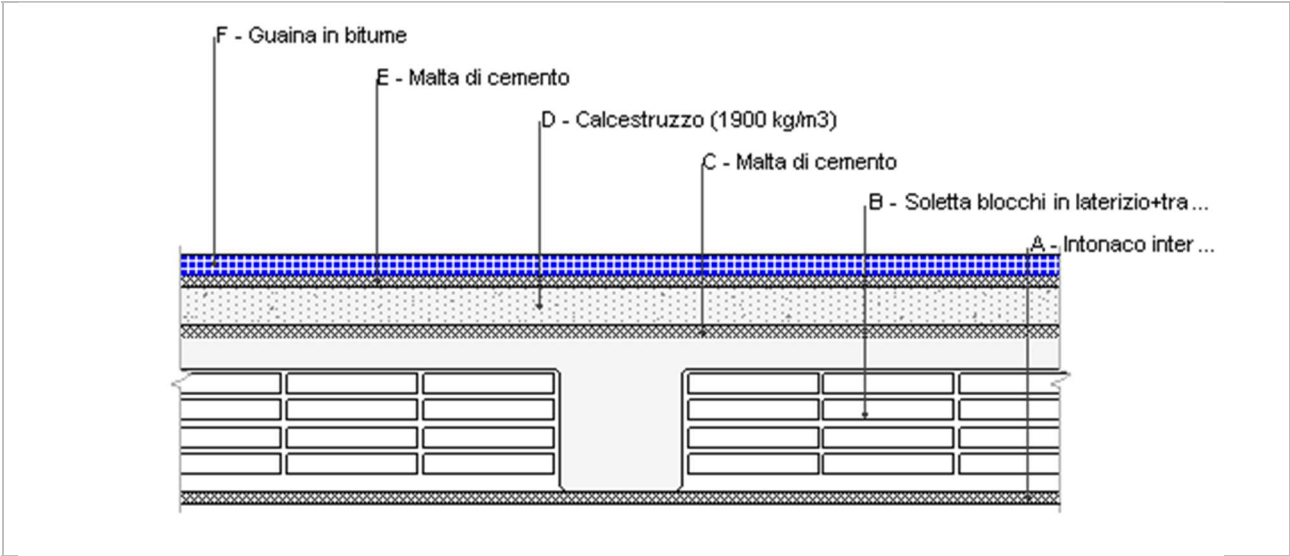


Spessore	295,0 mm	Trasmittanza	0,940 W/m²K
Resistenza	1,064 m²K/W	Massa superf.	160 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione	Spessore variabile tra 30 e 36 cm in funzione dell'intercapedine		

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1.400	0,84	11,1
B	Pareti interne con umidità 0,5 % (800kg/m³)	80,0	0,300	0,267	800	0,84	5,6
C	Aria 60 mm (flusso orizzontale)	60,0	0,330	0,182	1	1,00	1,0
D	Pareti interne con umidità 0,5 % (800kg/m³)	120,0	0,300	0,400	800	0,84	5,6
E	Intonaco di calce o di calce e cemento	15,0	0,900	0,017	1.800	0,84	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	295,0		1,064			

Copertura Piana

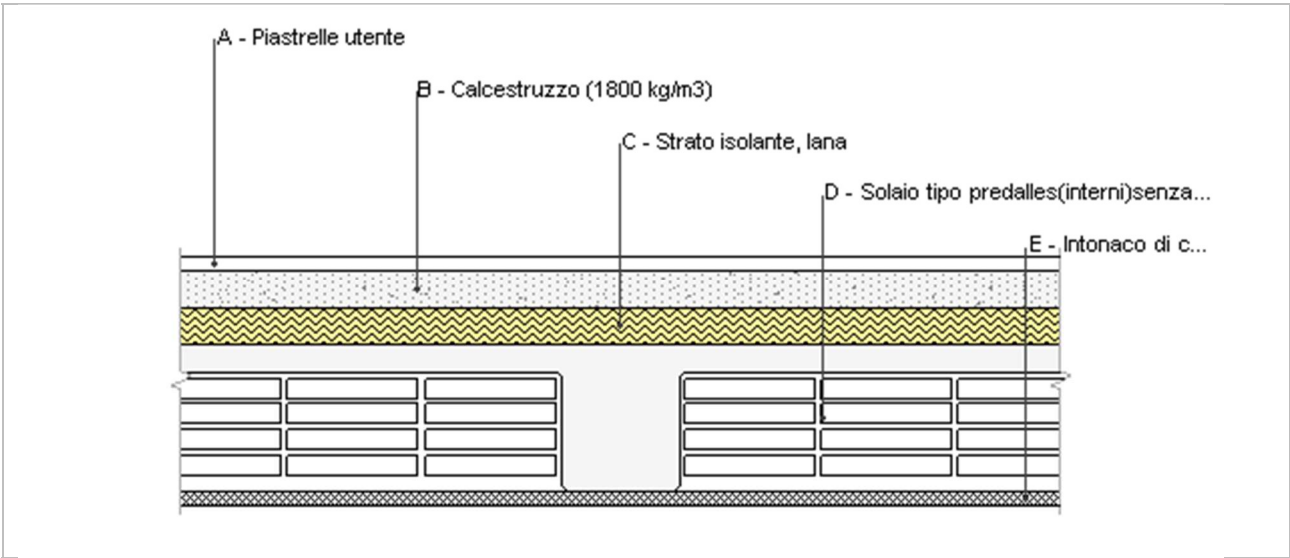


Spessore	390,0 mm	Trasmittanza	1,282 W/m²K
Resistenza	0,780 m²K/W	Massa superf.	446 kg/m²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1
B	Soletta blocchi in laterizio+travetti in cls (R=0,350m2K/W)	240,0	0,686	0,350	900	1,00	999.999,0
C	Malta di cemento	20,0	1,400	0,014	2.000	1,00	16,7
D	Calcestruzzo (1900 kg/m3)	60,0	1,060	0,057	1.900	0,88	3,3
E	Malta di cemento	20,0	1,400	0,014	2.000	0,84	16,7
F	Guaina in bitume	30,0	0,170	0,176	1.200	0,92	22.222,2
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	390,0		0,780			

Pavimento interno

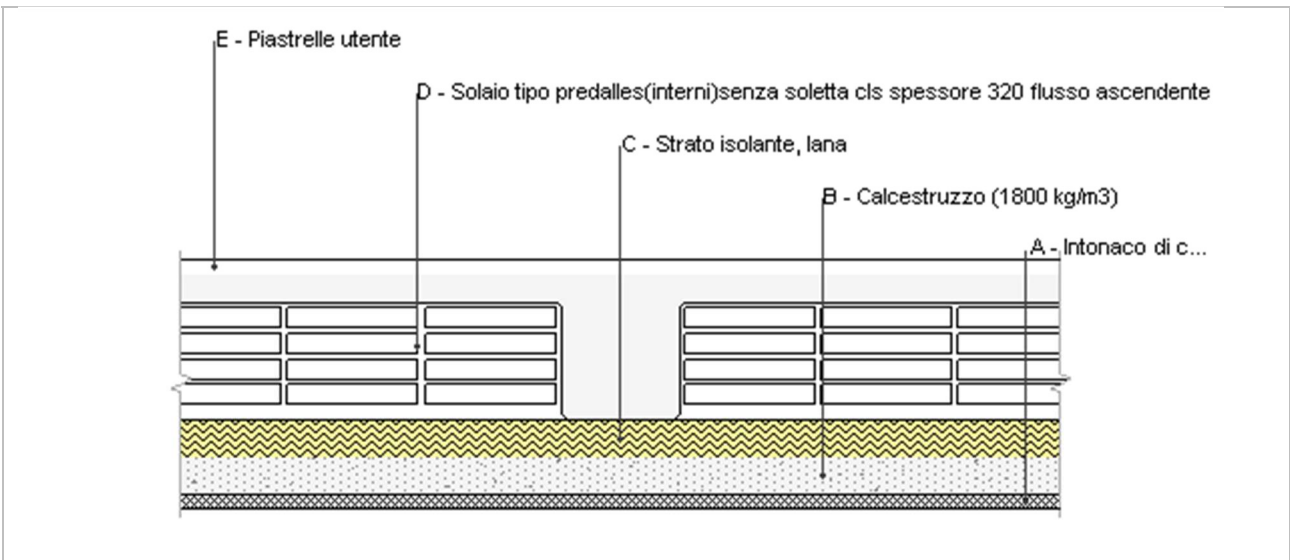


Spessore	340,0 mm	Trasmittanza	0,663 W/m²K
Resistenza	1,508 m²K/W	Massa superf.	496 kg/m²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	Piastrelle utente	20,0	0,580	0,034	1.800	0,85	3,2
B	Calcestruzzo (1800 kg/m3)	50,0	0,940	0,053	1.800	0,88	3,3
C	Strato isolante, lana	50,0	0,060	0,833	200	1,30	15,0
D	Solaio tipo predalles(interni)senza soletta cls spessore 320 flusso ascendente	200,0	0,889	0,225	1.800	1,00	0,0
E	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1.800	0,84	16,7
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
	TOTALE	340,0		1,508			

Soffitto interno

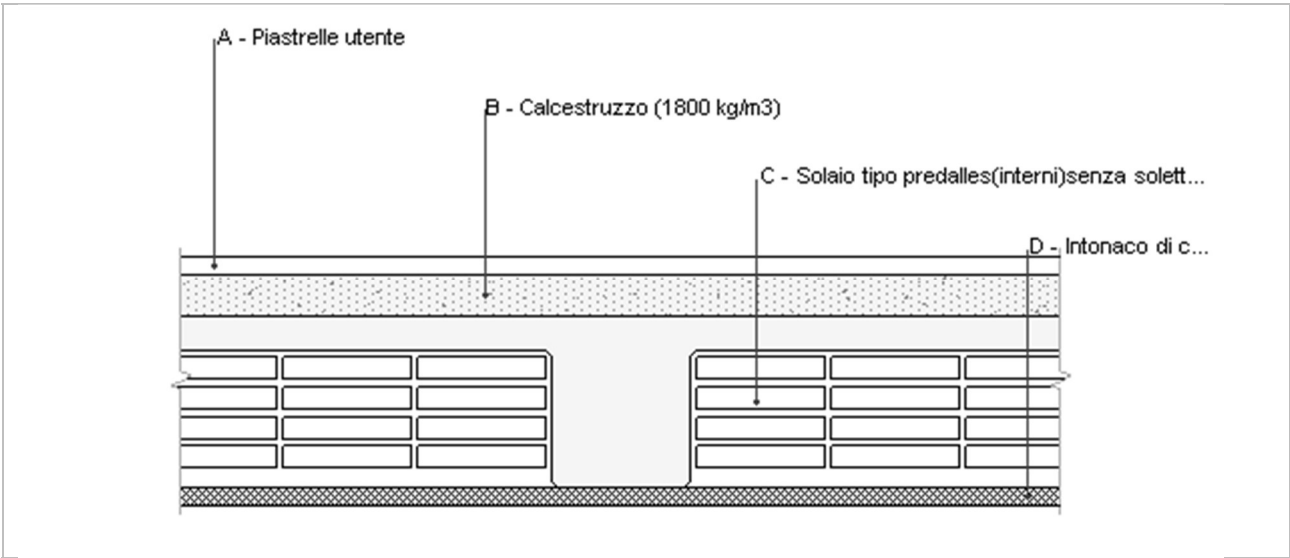


Spessore	340,0 mm	Trasmittanza	0,731 W/m²K
Resistenza	1,368 m²K/W	Massa superf.	496 kg/m²
Tipologia	Soffitto		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1.800	0,84	16,7
B	Calcestruzzo (1800 kg/m3)	50,0	0,940	0,053	1.800	0,88	3,3
C	Strato isolante, lana	50,0	0,060	0,833	200	1,30	15,0
D	Solaio tipo predalles(interni)senza soletta cls spessore 320 flusso ascendente	200,0	0,889	0,225	1.800	1,00	0,0
E	Piastrelle utente	20,0	0,580	0,034	1.800	0,85	3,2
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
	TOTALE	340,0		1,368			

Solaio interpiano

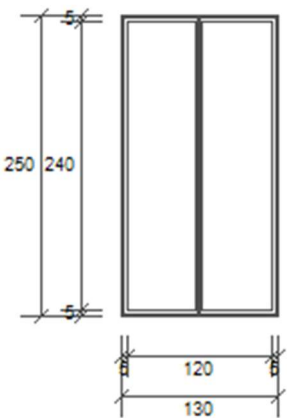


Spessore	290,0 mm	Trasmittanza	1,481 W/m²K
Resistenza	0,675 m²K/W	Massa superf.	486 kg/m²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	Piastrelle utente	20,0	0,580	0,034	1.800	0,85	3,2
B	Calcestruzzo (1800 kg/m³)	50,0	0,940	0,053	1.800	0,88	3,3
C	Solaio tipo predalles(interni)senza soletta cls spessore 320 flusso ascendente	200,0	0,889	0,225	1.800	1,00	0,0
D	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1.800	0,84	16,7
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
	TOTALE	290,0		0,675			

130x250



Larghezza	L	130 cm
Altezza	H	250 cm
Area del vetro	Ag	2,760 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,490 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	3,250 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	11,900 m
Trasmittanza	Uw	6,457 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	6,457 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Doppio vetro normale
Trasmittanza	Ug	6,469 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,750
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5,900 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,020 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura

-

Permeabilità

-

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$ 

0,000 m<sup>2</sup>K/W

**Permeabilità all'aria**

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4)

Non dichiarato

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

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-



130x250 (U=1,67)



Larghezza	L	130 cm
Altezza	H	250 cm
Area del vetro	Ag	2,760 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,490 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	3,250 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	11,900 m
Trasmittanza	Uw	1,670 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,670 W/(m <sup>2</sup> K)

Vetro

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,184 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5,900 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,050 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

Permeabilità all'aria

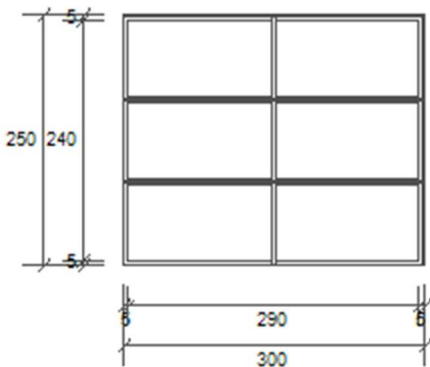
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

300x250



Larghezza	L	300 cm
Altezza	H	250 cm
Area del vetro	Ag	6,555 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,945 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	7,500 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	26,300 m
Trasmittanza	Uw	6,468 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	6,468 W/(m <sup>2</sup> K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro normale
Trasmittanza	Ug	6,469 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,750
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5,900 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,020 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

Permeabilità all'aria

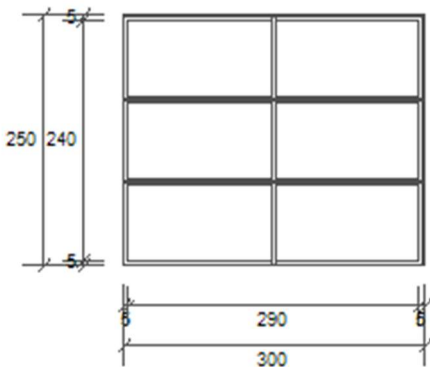
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

300x250 (U=1,67)



Larghezza	L	300 cm
Altezza	H	250 cm
Area del vetro	Ag	6,555 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,945 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	7,500 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	26,300 m
Trasmittanza	Uw	1,670 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,670 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,184 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5,900 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,050 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

**Permeabilità all'aria**

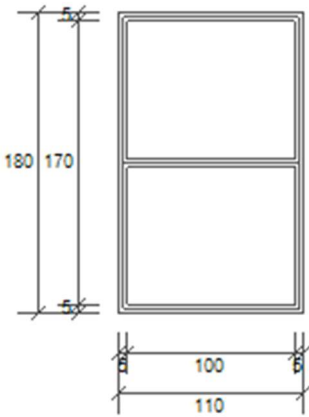
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

Finestra 110x180



Larghezza	L	110 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	1,652 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,328 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	1,980 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	7,304 m
Trasmittanza	Uw	6,448 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	6,448 W/(m <sup>2</sup> K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro normale
Trasmittanza	Ug	6,469 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,750
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5,900 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,020 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

**Permeabilità all'aria**

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

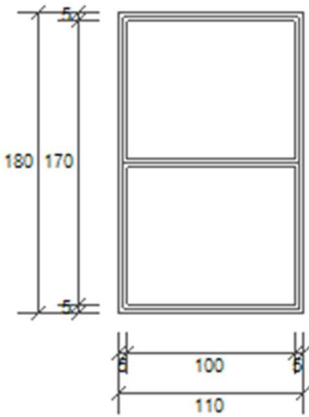
La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-



Finestra 110x180 MIGLIORATA



Larghezza	L	110 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	1,652 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,328 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	1,980 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	7,304 m
Trasmittanza	Uw	1,564 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,386 W/(m <sup>2</sup> K)

Vetro

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,965 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Poliuretano
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con anima di metallo
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,080 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tapparelle
Colore	Bianco
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,23
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,09
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,150 m <sup>2</sup> K/W

**Permeabilità all'aria**

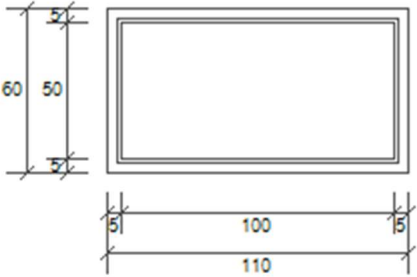
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

Finestra 110x60



Larghezza	L	110 cm
Altezza	H	60 cm
Area del vetro	Ag	0,500 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,160 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	0,660 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	3,000 m
Trasmittanza	Uw	6,422 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	6,422 W/(m <sup>2</sup> K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro normale
Trasmittanza	Ug	6,469 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,750
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5,900 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,020 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

Permeabilità all'aria

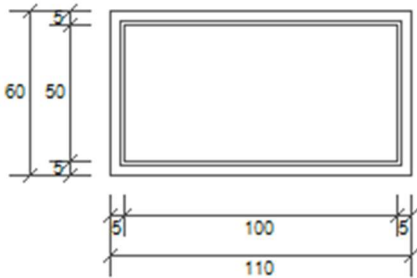
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

Finestra 110x60 (U=1,67)



Larghezza	L	110 cm
Altezza	H	60 cm
Area del vetro	Ag	0,500 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,160 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	0,660 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	3,000 m
Trasmittanza	Uw	1,670 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,670 W/(m <sup>2</sup> K)

Vetro

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,184 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo

Trasmittanza	Uf	5,900 W/(m²K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,050 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m²K/W
---	-------------

**Permeabilità all'aria**

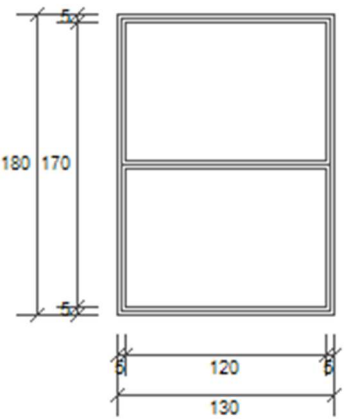
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4)	Non dichiarato
--	----------------

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

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m²K) o W/(mK)
Assenti	-	-

Finestra 130x180



Larghezza	L	130 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	1,980 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,360 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	2,340 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	8,100 m
Trasmittanza	Uw	6,451 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	6,451 W/(m <sup>2</sup> K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro normale
Trasmittanza	Ug	6,469 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,750
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5,900 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,020 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

Permeabilità all'aria

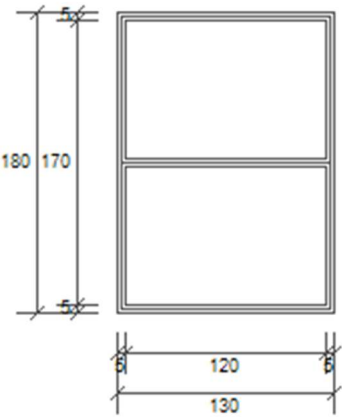
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

Finestra 130x180 (U=1,67)



Larghezza	L	130 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	1,980 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,360 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	2,340 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	8,100 m
Trasmittanza	Uw	1,670 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,670 W/(m <sup>2</sup> K)

Vetro

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,184 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5,900 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,050 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante



Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

**Permeabilità all'aria**

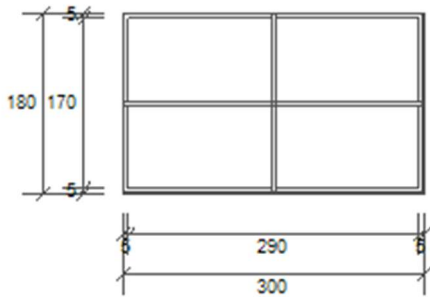
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

Finestra 300x180



Larghezza	L	300 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	4,702 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,697 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	5,400 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	18,000 m
Trasmittanza	Uw	6,462 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	6,462 W/(m <sup>2</sup> K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro normale
Trasmittanza	Ug	6,469 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,750
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5,900 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,020 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

Permeabilità all'aria

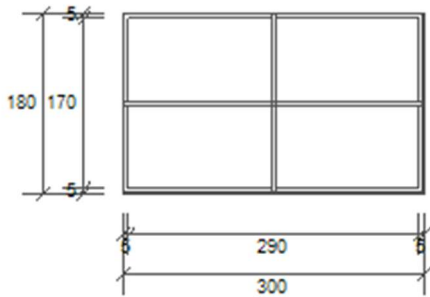
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

Finestra 300x180 (U=1,67)



Larghezza	L	300 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	4,702 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,697 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	5,400 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	18,000 m
Trasmittanza	Uw	1,670 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,670 W/(m <sup>2</sup> K)

Vetro

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,184 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5,900 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,050 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

Permeabilità all'aria

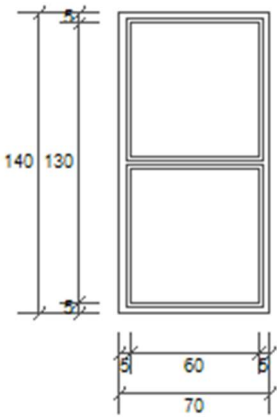
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

Finestra 70x140



Larghezza	L	70 cm
Altezza	H	140 cm
Area del vetro	Ag	0,750 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,230 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	0,980 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	4,900 m
Trasmittanza	Uw	6,435 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	6,435 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Doppio vetro normale
Trasmittanza	Ug	6,469 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,750
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5,900 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,020 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

Permeabilità all'aria

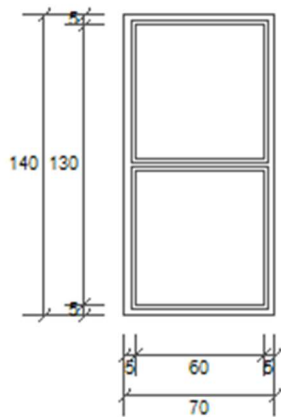
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

Finestra 70x140 (U=1,67)



Larghezza	L	70 cm
Altezza	H	140 cm
Area del vetro	Ag	0,750 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,230 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	0,980 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	4,900 m
Trasmittanza	Uw	1,670 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,670 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,184 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5,900 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,050 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

**Chiusura oscurante**



Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

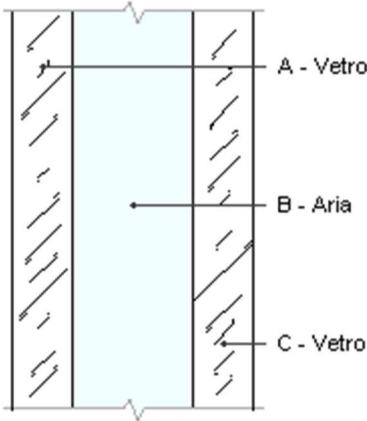
La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

\* Copia conforme all'originale \* COMUNE DI CAIAZZO n.0018057 del 13-11-2024 - arrivo

**Vetro 4-8-4 (Aria)**



Numero lastre	2	Resistenza R	0,155 m²K/W
Trasmittanza	6,469 W/m²K	Spessore vetro	16,0 mm
Descrizione			

**Stratigrafia**

	Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Emissività normale interna ε <sub>ni</sub> -	Emissività normale esterna ε <sub>ne</sub> -	Densità ρ Kg/m³	Viscosità dinamica μ 10 <sup>-5</sup> kg/ms	Capacità C kJ/(kgK)
A	Vetro	4,0	1,000	0,890	0,890	2.500	0,0	0,84
B	Aria	8,0	0,025	0,000	0,000	1	1,8	1,01
C	Vetro	4,0	1,000	0,890	0,890	2.500	0,0	0,84
	TOTALE	16,0						

**Resistenze**

Costanti dipendenti dall'orientamento del vetro: A = 0,035, N = 0,38

	Strato	Emissività normale interna ε <sub>i</sub> -	Emissività normale esterna ε <sub>ne</sub> -	Salto termico intercapedin e ΔT °C	Conduttanza radiativa hr W/m²K	Conduttanza lastra hs W/m²K	Resistenza termica R m²K/W
A	Vetro	-	-	-	-	-	0,004
B	Aria	0,837	0,837	15,00	3,702	6,822	0,147
C	Vetro	-	-	-	-	-	0,004