

Comune di Garbagna

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA E INDIVIDUAZIONE PRELIMINARE DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO INCENTIVABILI TRAMITE CONTO TERMICO 3.0, PRESSO L'EDIFICIO MUNICIPALE

Relazione tecnica



RE00 – rev.00

03/02/2026

M25041





PREMESSA

Con la presente Diagnosi Energetica si vuol definire l'assetto energetico e prestazionale, nonché il fabbisogno dell'edificio adibito a sede municipale del Comune di Garbagna (AL), individuando i possibili interventi volti ad efficientare il sistema edificio nella sua interezza, sia dal punto di vista dell'involucro che impiantistico.

L'edificio sito in Piazza della Chiesa a Garbagna ospita prevalentemente gli uffici comunali, con le loro sale riunioni ed archivi all'ultimo piano, e in piccola parte al piano terra è occupata da un ambulatorio medico. L'intento è quello di migliorare le prestazioni dell'edificio e quindi i suoi consumi, andando nella direzione della transizione ecologica promossa dal Conto Termico 3.0.

Trattandosi inoltre di un comune al di sotto dei 15.000 abitanti, la Pubblica Amministrazione sarebbe in lista per ottenere il massimo degli incentivi a disposizione.

INQUADRAMENTO DELL'EDIFICIO

Il Comune di Garbagna è situato in Zona Climatica E, caratterizzata da un carico termico totale dei volumi da riscaldare di circa 38 kW, e un fabbisogno termico invernale significativo (27.565 kWh/anno per l'involucro analizzato).

Lo stato "Ante Operam" evidenzia un sistema di generazione basato su caldaie a condensazione che, sebbene efficienti per la tecnologia a combustibile fossile, non risultano più in linea con gli obiettivi di decarbonizzazione e presentano costi di esercizio legati alla volatilità del prezzo del gas metano. L'impianto esistente prosegue, nelle sue derivazioni, con radiatori in ghisa, dei quali alcuni nel tempo sostituiti, ma che evidenziano comunque una bassa capacità di riscaldamento degli ambienti (come visionabile anche dai consumi).

Inoltre, l'analisi dello stato di fatto mostra una dispersione termica costante legata alle caratteristiche tipologiche dell'edificio storico: involucro in muratura portante, misto pietra, solai – si ipotizza – parzialmente in legno e voltati in pietra e parzialmente sostituiti nel tempo con primi esempi di strutture in laterocemento.

STRATEGIA D'INTERVENTO

Per mitigare tali dispersioni, si è prevista l'integrazione di sistemi di isolamento termico dell'edificio, tramite cappotto interno e coibentazione interna del solaio divisorio con il sottotetto, mirati a migliorare le prestazioni dell'involucro e alla correzione dei principali ponti termici, permettendo di stabilizzare la domanda di energia e ottimizzare il funzionamento dei terminali esistenti a media temperatura.

Dal punto di vista impiantistico invece l'intervento "Post Operam" prevede l'installazione di un sistema ibrido factory-made composto da due pompe di calore e una caldaia a condensazione, tipologia d'impianto che meglio si adatta ad "innestarsi" nella situazione esistente con sistema di



emissione in radiatori in ghisa. Si presuppone infatti che per lo più l'impianto lavorerà a media temperatura (55°) per garantire il rispetto del fabbisogno termico richiesto.

Inoltre, come osservabile dai risultati ottenuti dalla diagnosi, la strategia è stata quella di massimizzare il contributo elettrico al riscaldamento e minimizzare quello del gas, utilizzando due pompe di calore da 16 kW e una caldaia a supporto da 32 kW. La potenza delle PdC è stata dimensionata infatti per coprire il carico termico per la quasi totalità della stagione in cui è in uso. Il ricorso alla caldaia a condensazione è previsto esclusivamente come "back-up" per i picchi di freddo estremo o per coprire le integrazioni rapide necessarie ai terminali a radiatori.

Questa strategia risulta vincente nell'ottica dell'adesione da parte del Comune di Garbagna ad una CER (Comunità Energetica Rinnovabile), dove l'adozione del vettore elettrico per la climatizzazione invernale è funzionale alla massimizzazione dei benefici della Comunità Energetica, agendo da carico stabilizzatore e aumentando la quota di energia condivisa incentivabile.

Affiancati agli interventi sull'involucro e gli impianti principali, si propone inoltre la sostituzione integrale dei corpi illuminanti esistenti con nuovi a tecnologia LED ad alta efficienza, rispondendo non solo a un'esigenza di riduzione dei consumi elettrici (che per un ufficio pubblico e un ambulatorio rappresentano una voce di costo significativa), ma anche a quella di ridurre drasticamente il "carico di base" (base load) dell'edificio durante le ore diurne.

Infine, si propone l'installazione di sistemi di automazione e controllo (BACS) di Classe B (secondo la norma UNI EN ISO 52120-1) trasformando l'edificio comunale in uno *Smart Building*.

Tramite il sistema BACS si sarà in grado di:

- Gestire la Bivalenza: assicurare che la caldaia a gas intervenga solo quando strettamente necessario, forzando l'uso della pompa di calore nelle ore di massima produzione della CER.
- Termoregolazione Evoluta: gestire zone con esigenze diverse (uffici comunali, ambulatorio medico, archivi, ecc) evitando sprechi nei locali non occupati.
- Monitoraggio in tempo reale dei costi.

Comune di Garbagna- (AL)

DIAGNOSI ENERGETICA

Diagnosi Energetica per la realizzazione di:
Interventi di efficientamento energetico per edificio pubblico
comunale ad uso di Municipio e in parte adibito ad attività di
Ambulatorio medico, tramite gli incentivi del Conto Termico 3.0

DIAGNOSI ENERGETICA a cura di	ing. Nicoletta Aloï EGE Certificato n° 16-0041
COMMITTENTE	Comune di Garbagna
EDIFICIO	Piazza della Chiesa - Garbagna (AL)
DATA	03/02/2026
	Firma: _____

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
 - 8.1a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE
 - 8.1b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)
 - 8.2. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Intervento sulle strutture opache e Eliminazione dei ponti termici
 - 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
 - 8.2a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

- 8.2b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)
- 8.3. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Involucro - Serramenti
 - 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
 - 8.3a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE
 - 8.3b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)
- 8.4. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Impianti - Relamping
 - 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
 - 8.4a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE
 - 8.4b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)
- 8.5. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Impianto climatizzazione - inverno
 - 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
 - 8.5a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE
 - 8.5b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)
- 8.6. SCENARIO DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Impianti - Sistemi BACS
 - 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
 - 8.6a TEMPO DI RITORNO SEMPLICE
 - 8.6b ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

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
Intervento sulle strutture opache e Eliminazione dei ponti termici	[ME01 - perimetrale esterno - S800mm] → [ME01.Is - perimetrale esterno + iso - S800mm]
	[ME03 - perimetrale esterno - S650mm] → [ME03.Is - perimetrale esterno + iso - S650mm]
	[ME02 - perimetrale esterno - S600mm] → [ME02.Is - perimetrale esterno + iso - S600mm]
	[PT-V-02 - Angolo fra ME01-ME03] → [PT-V-02-corr - Angolo fra ME01-ME03]
	[PT.V.03 - Parete esterna ME01 con parete interna] → [PT.V.03_corr - Parete esterna ME01 con parete interna]
	[PT.V.04 - Parete esterna ME03 con parete interna] → [PT.V.04_corr - Parete esterna ME03 con parete interna]
	[PT.S.02- Parete ME01 - Architrave] eliminata dalle strutture disperdenti
	[PT.S.01- Parete ME01 - Davanzale] eliminata dalle strutture disperdenti
	[PT.V.01 - Angolo rientrante ME01] → [PT.V.01_corr - Angolo rientrante ME01]
	[SF.01 - Solaio interpiano L02 sottotetto - S500] → [SF.01.Is - Solaio interpiano L02 sottotetto - S500]
Involucro - Serramenti	[F.04 - Finestra a doppia anta - 100x180] → [F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,30)]
	[F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70] → [F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70 (U=1,300)]
	[F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180] → [F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,300)]
	[F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60] → [F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60 (U=1,300)]

	[F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70] → [F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70 (U=1,300)]
Impianti - Relamping	Relamping dell'impianto di illuminazione
Impianto climatizzazione - inverno	[Caldaia WTC-GW 32-A 1] → [NEW Caldaia WTC-GW 32-A 1]
Impianti - Sistemi BACS	Installazione sistemi BACS
Scenario collettivo	[F.04 - Finestra a doppia anta - 100x180] → [F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,30)]
	[F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70] → [F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70 (U=1,300)]
	[F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180] → [F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,300)]
	[F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60] → [F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60 (U=1,300)]
	[F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70] → [F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70 (U=1,300)]
	Installazione sistemi BACS

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.

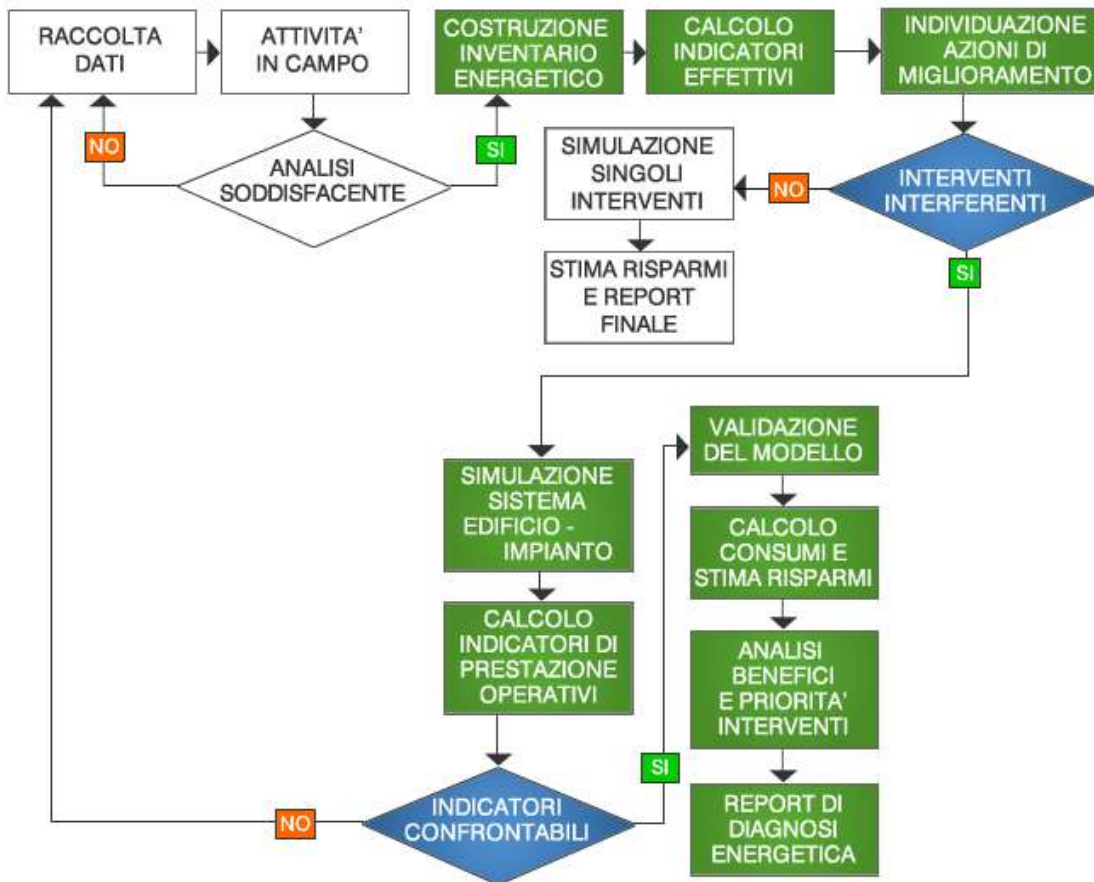
La finalità dello studio di fattibilità è quello di valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi in analisi, quantificando in termini economici il risparmio ottenibile mediante i diversi interventi in termini di risparmio gestionale e di consumo di energia primaria.

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

3.1 DATI GEOGRAFICI

Comune di:	Garbagna
Provincia:	AL
Sito in:	Piazza della Chiesa
Altitudine:	287 m.s.l.m.
Latitudine:	45°14'
Longitudine:	9°1'

3.2 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Zona Climatica	E
Temperatura invernale minima dell'aria esterna (norma UNI 5364 e succ agg.)	-1,3 °C
Gradi Giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) [GG]	2723
Durata convenzionale del periodo di riscaldamento [giorni]	183

3.3 CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Umidità relativa	71,77 %
Escursione termica giornaliera	21,7 °C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna	36,4 °C
Irradianza media giornaliera sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione	278,94 W/m²

3.4 LOCALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO NEL CONTESTO URBANO

L'edificio si trova nel centro storico del Comune di Garbagna, in Piazza della Chiesa civ. 4

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 ³]	V [m ³]	S/V	Su,H [m ²]	Su,C [m ²]
AMBULATORIO MEDICO	231,65	410,62	0,56	75,44	0,00
MUNICIPIO	565,52	1 416,50	0,40	264,28	0,00
Intero edificio	797,17	1 827,12	0,44	339,72	0,00

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

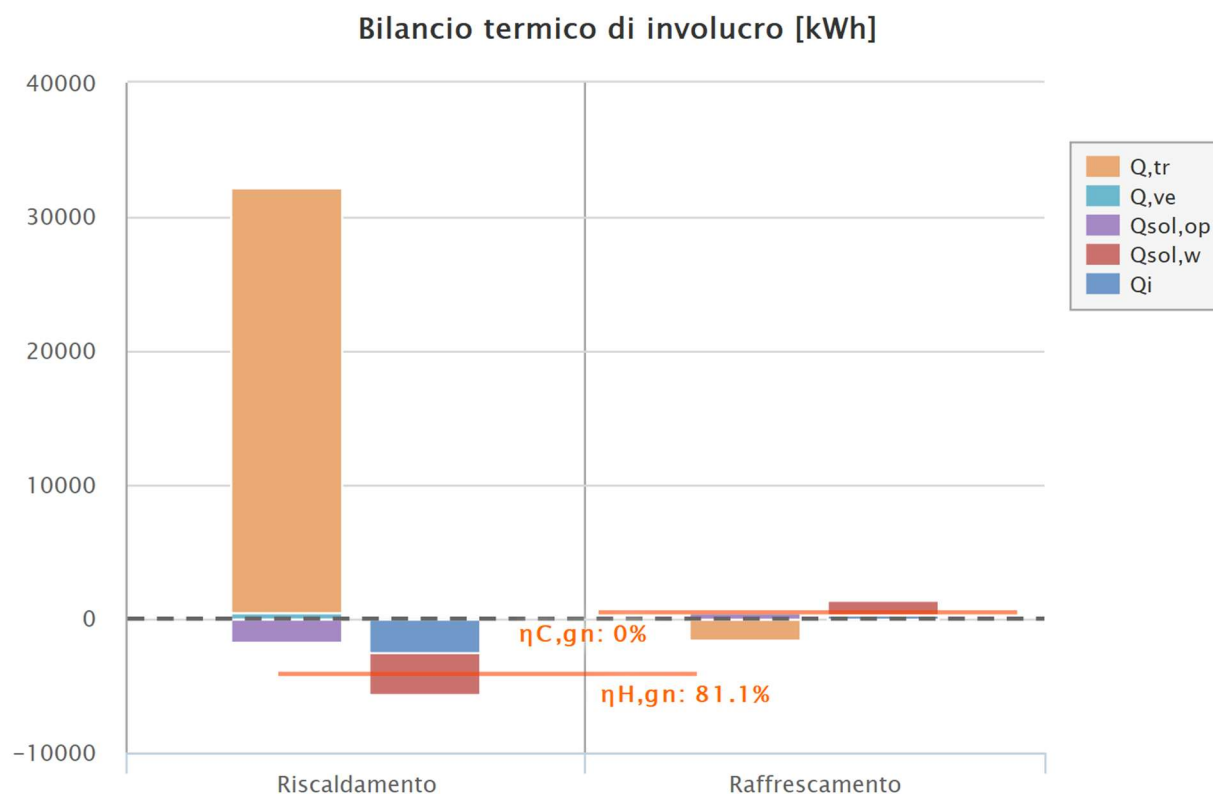
In questa parte della relazione vengono presi in esame gli elementi edilizi costituenti l'involucro dell'edificio analizzato, con particolare attenzione a pareti, coperture, solai e serramenti. Viene fornito un dettaglio sul bilancio termico di involucro e un'analisi degli scambi termici complessivi.

L'edificio ha pianta prevalentemente rettangolare, ed è costituito da 3 livelli fuori terra, incluso il piano terra, ove ci sono due ingressi separati per la pertinenza dell'ambulatorio medico e per il Municipio.

La struttura è in muratura portante (probabilmente pietra mista), con muri di spina portanti e alcune tramezze divisorie in mattoni. Il solaio interposto tra piano terra e piano primo è voltato, mentre probabilmente quello tra piano secondo e sottotetto è stato rifatto negli anni, come alcune porzioni di solaio anche tra piano primo e secondo.

I serramenti sono in legno, probabilmente originali, con vetro doppio.

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]
ME01 - perimetrale esterno - S800mm	Esterno	800,00	1,81	70,71
ME02 - perimetrale esterno - S600mm	Esterno	600,00	2,15	72,95
ME03 - perimetrale esterno - S650mm	Esterno	650,00	2,06	72,04
MI.01 - interno partizione - S100mm	Locale interno alla zona	100,00	2,05	44,12
MI.02 - interno spina - S750mm	Locale interno alla zona	750,00	1,60	70,83
MI.03 - interno spina - S800mm	Locale interno alla zona	800,00	1,54	70,73
MI.04 - interno spina - S700mm	Locale interno alla zona	700,00	1,66	71,03
MI.05 - interno spina - S900mm	Locale interno alla zona	900,00	1,45	70,70
MI.06 - interno partizione - S250mm	Locale interno alla zona	250,00	1,16	54,77
MI.07 - interno partizione - S300mm	Locale interno alla zona	280,00	0,53	36,51
MI.08 - interno spina - S550mm	Locale interno alla zona	500,00	1,93	73,16
MI.09 - interno partizione - S150mm	Locale interno alla zona	150,00	1,66	54,45
MI.10 - interno partizione - S350mm	Locale interno alla zona	350,00	0,45	40,43
MI.11 - interno partizione - S400mm	Locale interno alla zona	400,00	0,39	40,00

Coperture

Tipologia di copertura	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m²K]	Capacità termica [kJ/m²K]
T.01 - Tetto in laterocemento	Esterno	380,00	1,34	65,13

Solai di pavimento e soffitto

Tipologia di solaio	Verso di dispersione	Spessore [mm]	Trasmittanza [W/m²K]	Capacità termica [kJ/m²K]
S.01 - Solaio controterra L00 - S500	Terreno	500,00	1,46	61,87
S.02 - Solaio interpiano L00 - S550	Locale interno alla zona	550,00	1,15	45,07
S.03 - Solaio interpiano L01-02 - S500	Locale interno alla zona	500,00	0,12	44,98
SF.01 - Solaio interpiano L02 sottotetto - S500	Zona non riscaldata	500,00	0,12	15,05

Serramenti

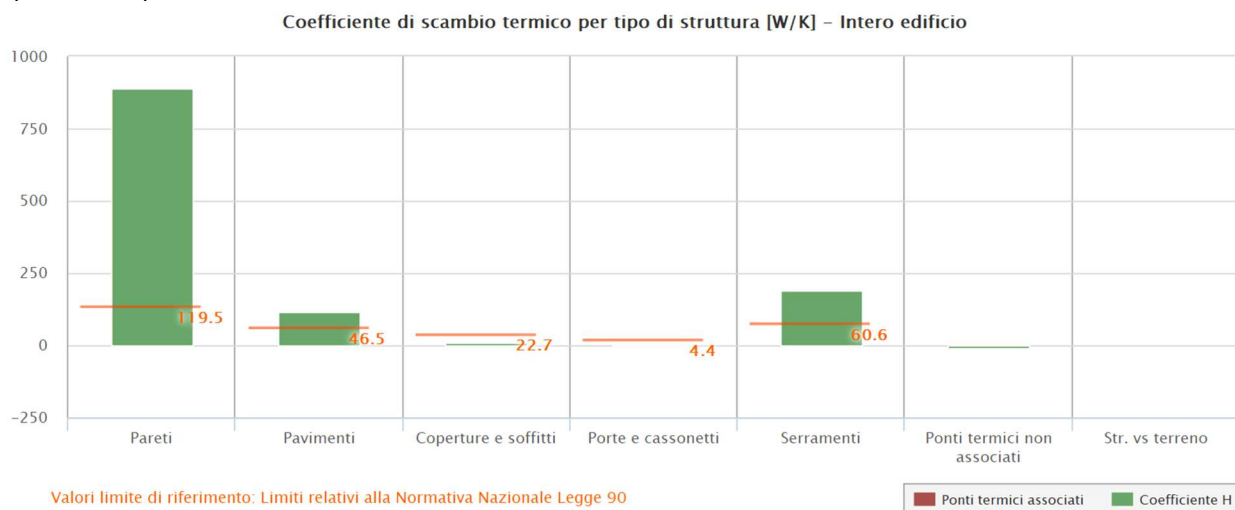
Tipologia di serramento	Verso di dispersione	Tipo di serramento	Larghezza [cm]	Altezza [cm]	Trasmittanza [W/m²K]
-------------------------	----------------------	--------------------	----------------	--------------	----------------------

F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70	Esterno	Serramento singolo	100	70	4,14
F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70	Esterno	Serramento singolo	70	70	4,34
F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60	Esterno	Serramento singolo	110	60	4,27
F.04 - Finestra a doppia anta - 100x180	Esterno	Serramento singolo	100	180	4,48
F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180	Esterno	Serramento singolo	70	180	4,51

4.4 SCAMBI TERMICI

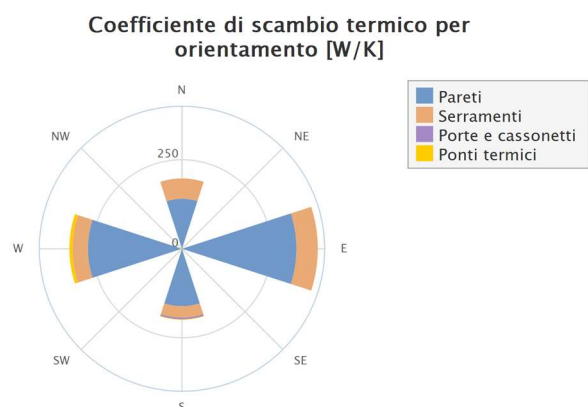
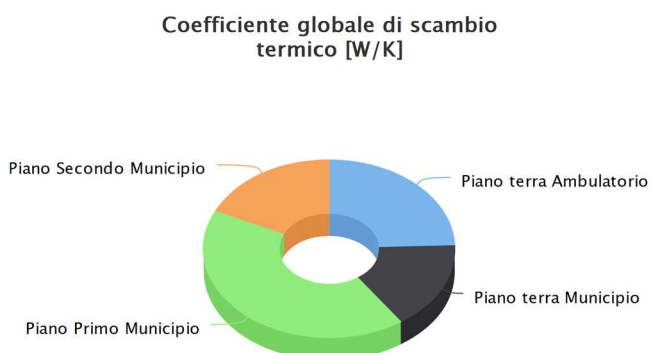
La quota di scambio termico globale per trasmissione viene determinata come sommatoria di tutte le trasmittanze per le relative superfici lorde, opportunamente corrette per il fattore di scambio termico.

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.

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



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 esistente è costituito da due caldaie a condensazione (2012) collegate in batteria/cascata, con una potenza termica complessiva di circa 60 kW, oltre un boiler per l'ACS. Il sistema di distribuzione è ancora antecedente, in radiatori, per lo più in ghisa, di diverse dimensioni. Si nota che nel tempo alcuni sono stati sostituiti da radiatori più recenti, ma sempre in ghisa.

L'impianto elettrico vede installate lampade per lo più a fluorescenza, e alcune ad incandescenza.

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
Weishaupt WTC-GW 32-A_1	Metano	Acqua	28,60	0,98
Weishaupt WTC-GW 32-A_2	Metano	Acqua	28,60	0,98

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

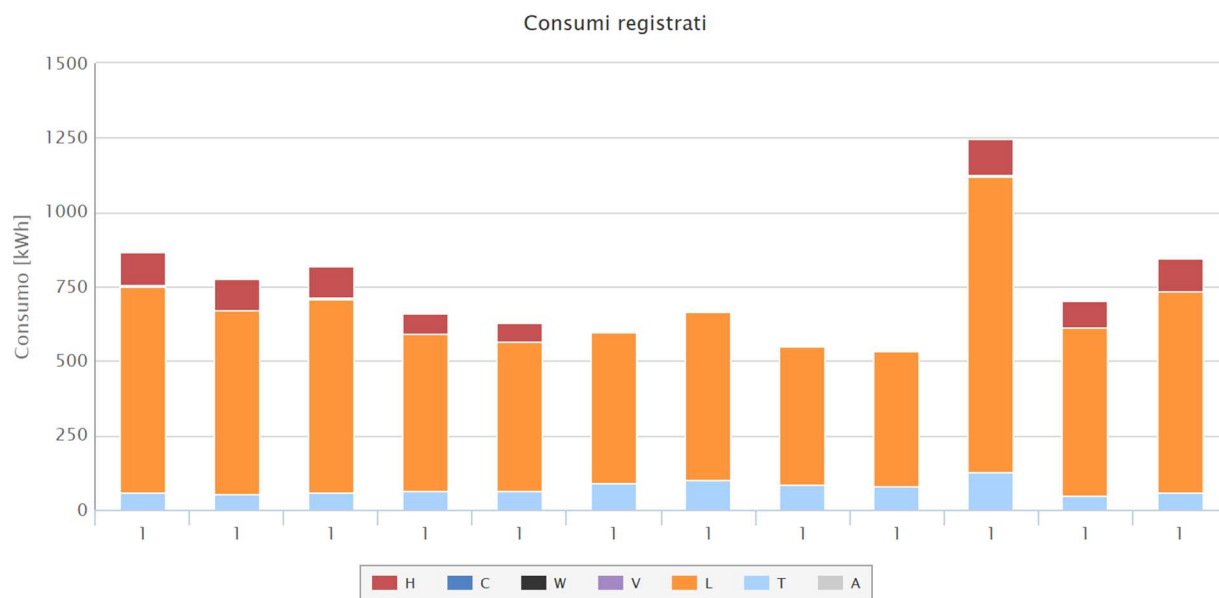
Affinché l'analisi sia attendibile, è opportuno esaminare almeno i dati di tre anni, attraverso l'andamento mensile, che consente di valutarne la coerenza e di ricercare le cause di eventuali anomalie.

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

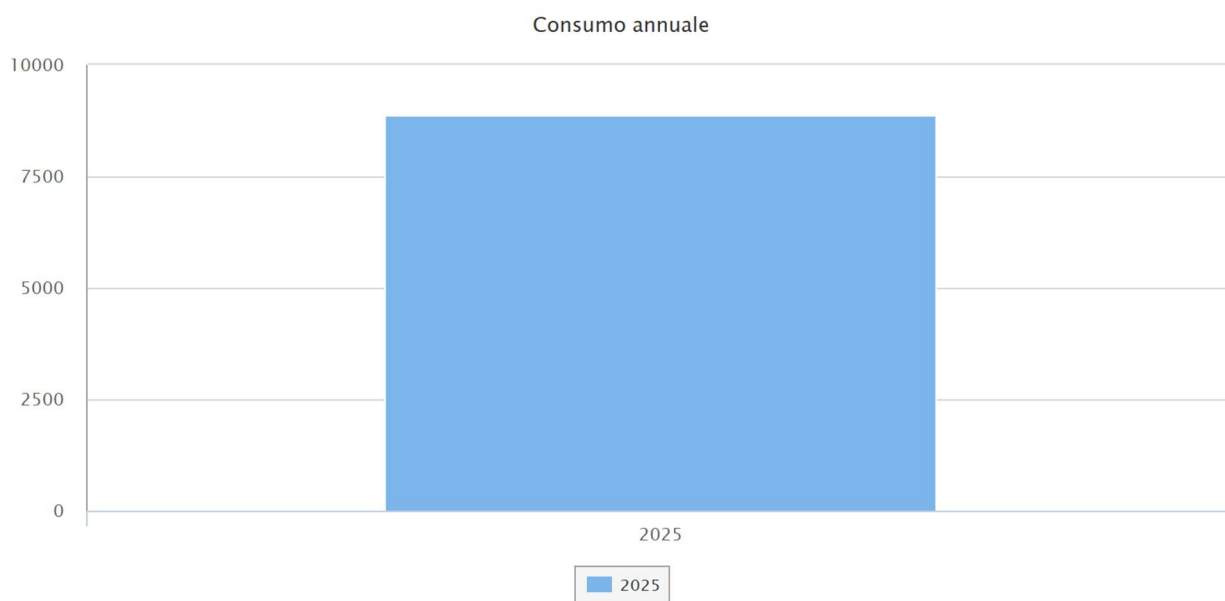
Vettore energetico: **Energia elettrica** Potere calorifico: -

Data inizio	Data fine	Costo [€]	Consumo kWh	Unitario €/kWh
01/01/2025	31/01/2025	235,80	866,00	0,27
01/02/2025	28/02/2025	210,75	774,00	0,27
01/03/2025	31/03/2025	222,46	817,00	0,27
01/04/2025	30/04/2025	179,44	659,00	0,27
01/05/2025	31/05/2025	171,27	629,00	0,27
01/06/2025	30/06/2025	162,83	598,00	0,27
01/07/2025	31/07/2025	180,80	664,00	0,27
01/08/2025	31/08/2025	148,94	547,00	0,27
01/09/2025	30/09/2025	143,00	536,00	0,27
01/10/2025	31/10/2025	333,23	1 249,00	0,27
01/11/2025	30/11/2025	187,56	703,00	0,27
01/12/2025	31/12/2025	230,35	846,00	0,27

Dettaglio dei consumi registrati per servizio.



Dettaglio dei consumi annuali



Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2025	kWh	8 888,00

Vettore energetico: **Metano**

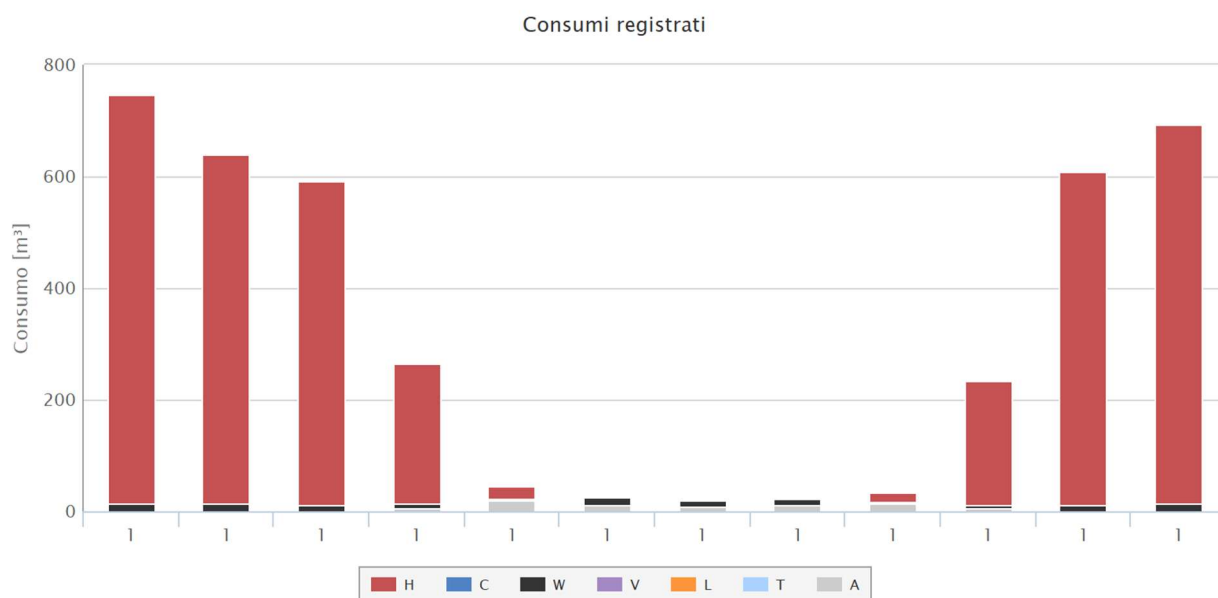
Potere calorifico: **9,45 kWh/m³**

Data inizio	Data fine	Costo [€]	Consumo m ³	Unitario €/m ³
01/01/2025	31/01/2025	859,29	745,55	1,15
01/02/2025	28/02/2025	552,53	640,03	0,86

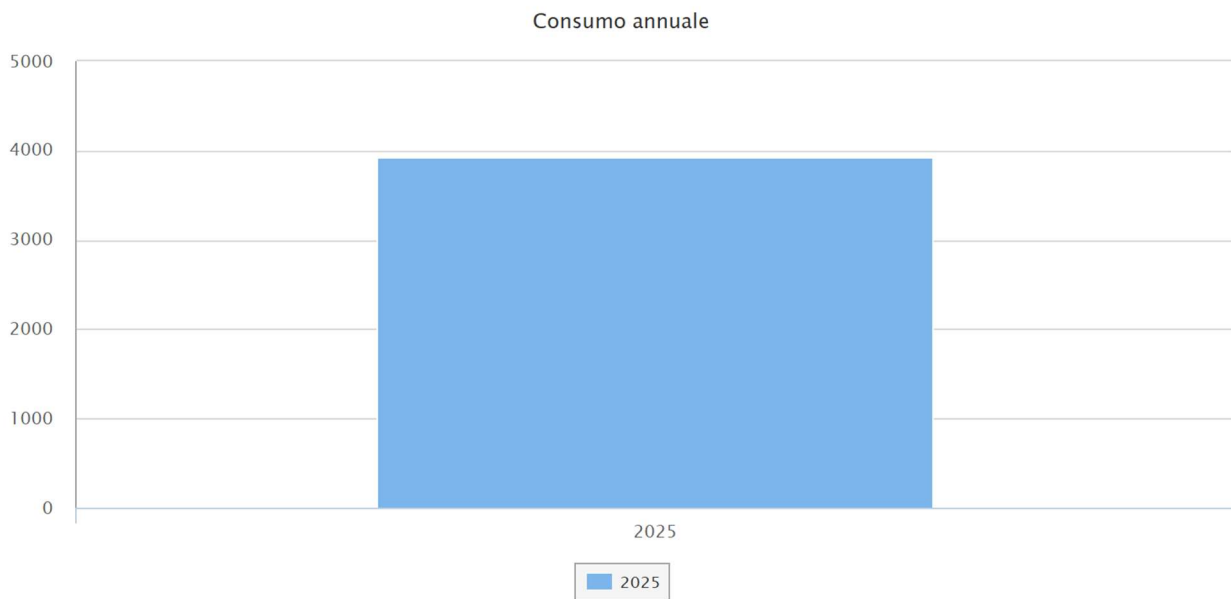
Diagnosi energetica

01/03/2025	31/03/2025	518,52	591,71	0,88
01/04/2025	30/04/2025	306,57	264,33	1,16
01/05/2025	31/05/2025	46,43	45,36	1,02
01/06/2025	30/06/2025	28,13	24,65	1,14
01/07/2025	31/07/2025	22,56	18,73	1,20
01/08/2025	31/08/2025	25,64	21,70	1,18
01/09/2025	30/09/2025	35,51	33,53	1,06
01/10/2025	31/10/2025	212,86	232,73	0,91
01/11/2025	30/11/2025	544,56	608,47	0,89
01/12/2025	31/12/2025	814,96	693,28	1,18

Dettaglio dei consumi registrati per servizio.



Dettaglio dei consumi annuali

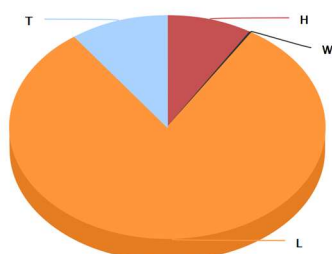


Anno di riferimento	U.M.	Consumo
2025	m ³	3 920,07

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.

Inventario energetico
Energia elettrica

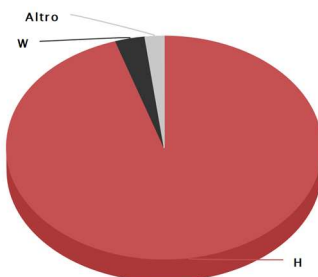


Energia elettrica	U.M.	Consumo
H	kWh	774,48
W	kWh	20,70

Diagnosi energetica

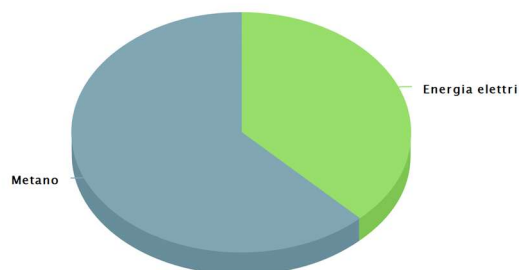
L	kWh	7 206,95
T	kWh	885,87

Inventario energetico
Metano



Metano	U.M.	Consumo
H	m³	3 725,11
W	m³	118,55
Altro	m³	76,40

Costi



Vettore	U.M.	Costo
Energia elettrica	€	2 406,43
Metano	€	3 967,56

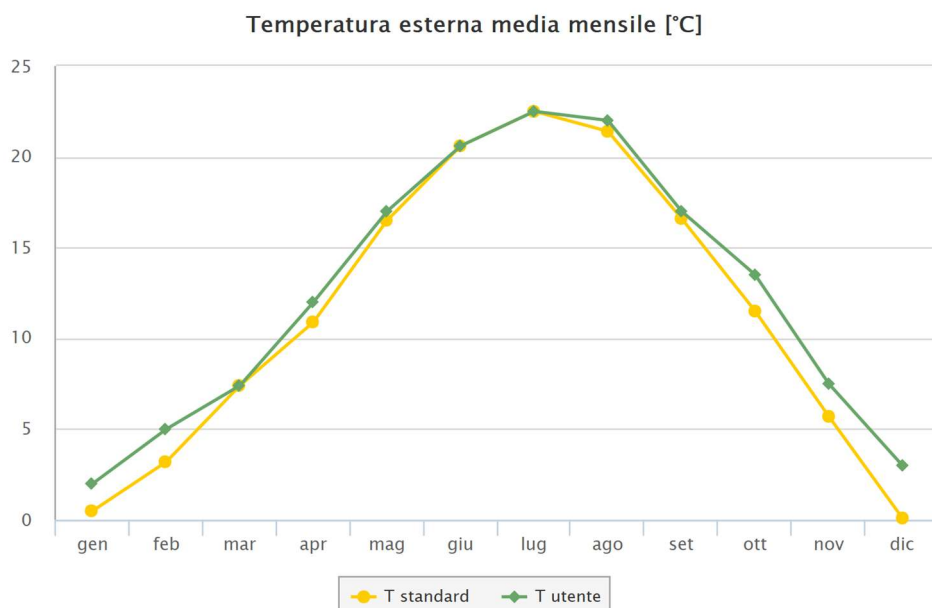
6. DATI CLIMATICI E CONDIZIONI DI UTILIZZO REALI

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	0,50	2,00
Febbraio	3,20	5,00
Marzo	7,40	7,40
Aprile	10,90	12,00
Maggio	16,50	17,00
Giugno	20,60	20,60
Luglio	22,50	22,50
Agosto	21,40	22,00
Settembre	16,60	17,00
Ottobre	11,50	13,50
Novembre	5,70	7,50
Dicembre	0,10	3,00



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.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic
Giorni	21	20	23	22	0	0	0	0	0	12	22	20
Ore/giorno	10	10	10	10	0	0	0	0	0	10	10	10

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.

Piano terra Ambulatorio

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	OFF	OFF	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

Doppio profilo settimanale

2 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: 15,8°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 8 alle ore 18

Diagnosi energetica

Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]	Fabbisogni di ACS Qh,W [kWh]
0,10	139,00	230,40

Grafico della temperatura interna



Piano terra Municipio

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	OFF	OFF	OFF	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

Doppio profilo settimanale

2 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: 15,0°C

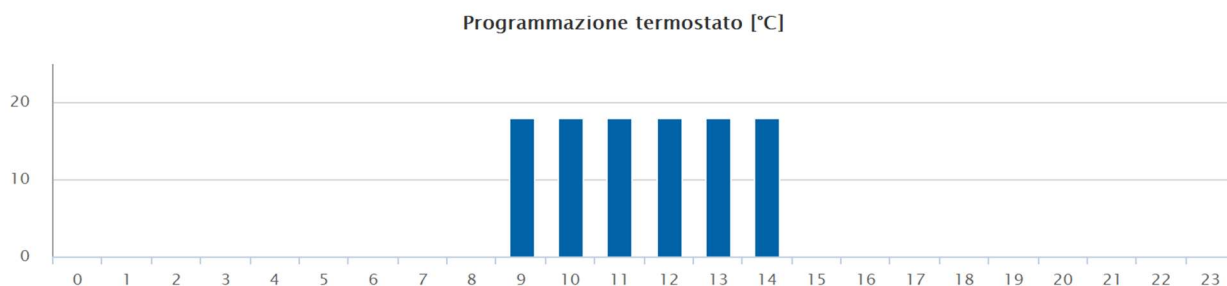
Metodo di calcolo per il profilo di temperatura della zona: Temperatura calcolata in regime di attenuazione (UNI 52016)

Il periodo giornaliero va dalle ore 8 alle ore 18

Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]	Fabbisogni di ACS Qh,W [kWh]
0,10	82,00	67,20

Grafico della temperatura interna



Piano Primo Municipio

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	OFF	OFF	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

Doppio profilo settimanale

2 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: 16,2°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 8 alle ore 18

Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]	Fabbisogni di ACS Qh,W [kWh]
0,10	434,00	290,30

Grafico della temperatura interna



Piano Secondo Municipio

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	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

Doppio profilo settimanale

2 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: 0,0°C

Diagnosi energetica

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

Il periodo giornaliero va dalle ore 9 alle ore 18

Altri parametri

Ricambi d'aria [1/h]	Apporti interni [W]	Fabbisogni di ACS Q _{h,W} [kWh]
0,10	84,00	26,88

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%):

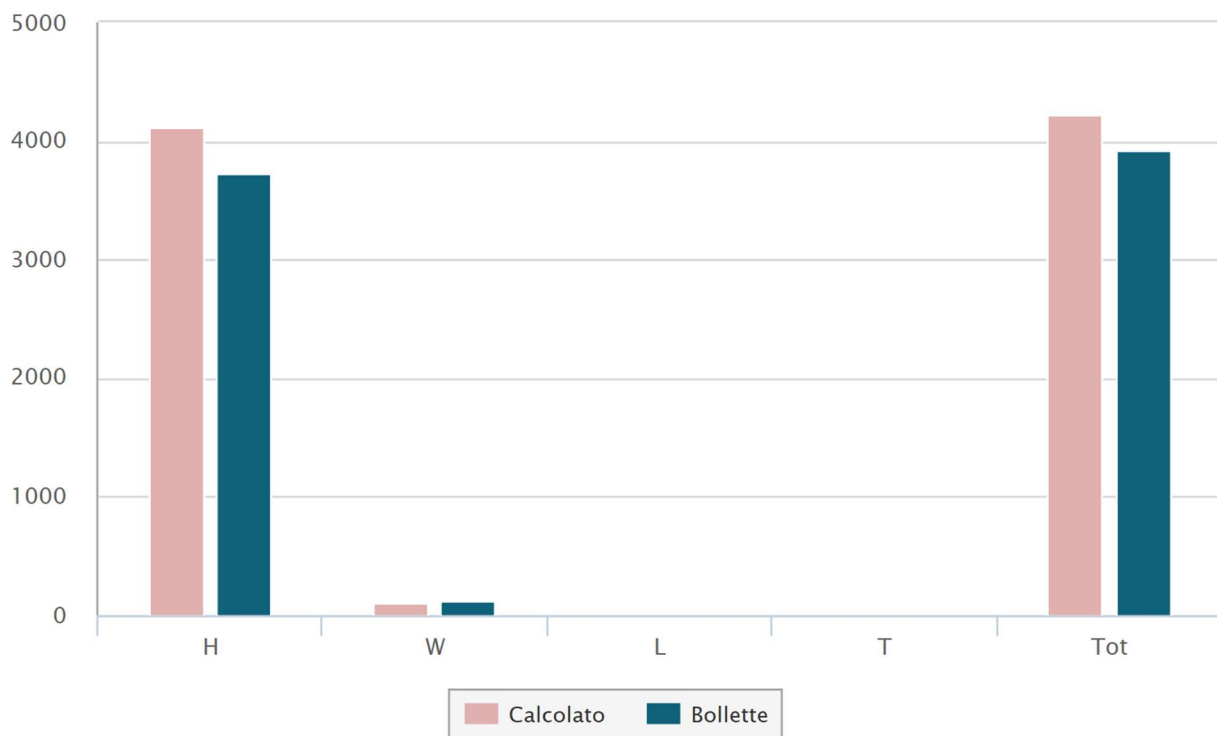
$$-0,1 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,1$$

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.

Diagnosi energetica

Gas naturale	U.M.	Condizioni operative	Condizioni effettive	Indice di calibrazione K [%]
Consumo H	m³	4 119,90	3 725,11	10,60 %
Consumo W	m³	102,45	118,55	-13,58 %
Consumo	m³	4 222,35	3 920,07	7,71 %
Costo	€	3 757,89	3 967,56	-

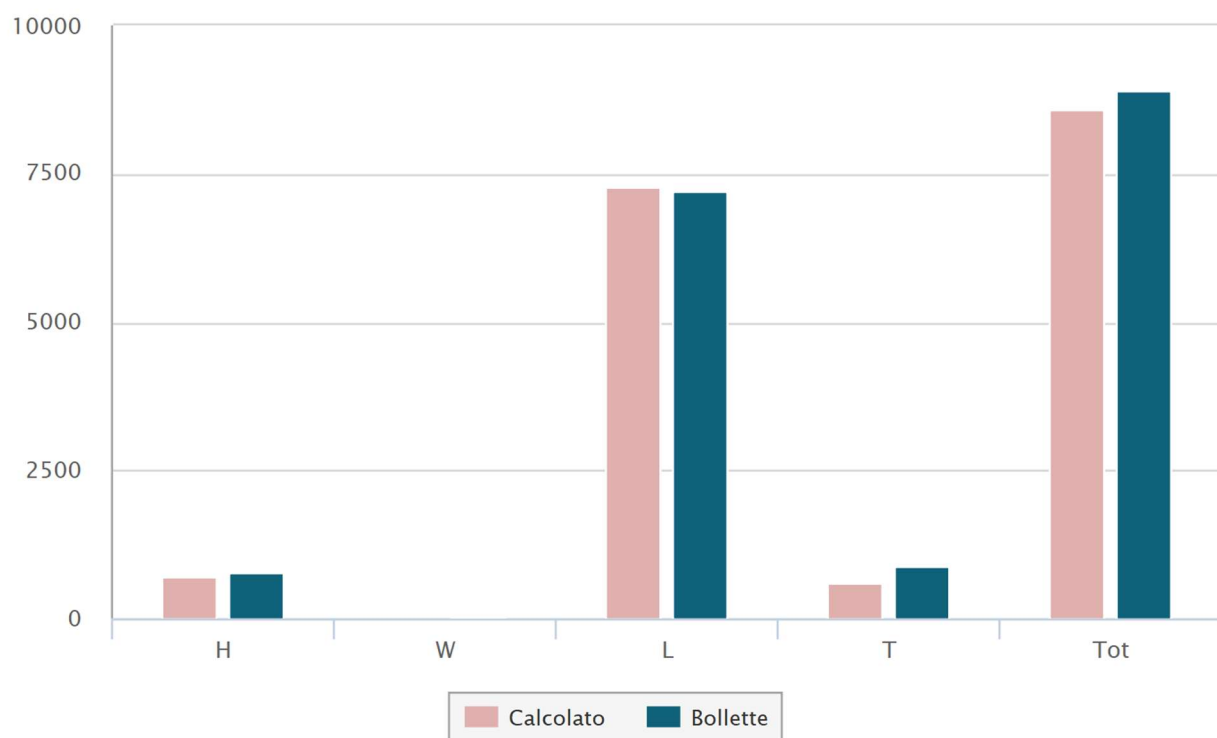
Gas naturale



Diagnosi energetica

Energia elettrica da rete	U.M.	Condizioni operative	Condizioni effettive	Indice di calibrazione K [%]
Consumo H	kWh	707,47	774,48	-8,65 %
Consumo W	kWh	10,62	20,70	-48,67 %
Consumo L	kWh	7 270,19	7 206,95	0,88 %
Consumo T	kWh	615,88	885,87	-30,48 %
Consumo	kWh	8 604,17	8 888,00	-3,19 %
Costo	€	1 720,83	2 406,43	-

Energia elettrica



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 TRASPARENTE

Tipologia di intervento

Rif.	Intervento	Ante Operam	Post Operam
REN.2	[F.04 - Finestra a doppia anta - 100x180] → [F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,30)]	F.04 - Finestra a doppia anta - 100x180	F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,30)
REN.2	[F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70] → [F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70 (U=1,300)]	F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70	F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70 (U=1,300)
REN.2	[F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180] → [F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,300)]	F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180	F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,300)
REN.2	[F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60] → [F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60 (U=1,300)]	F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60	F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60 (U=1,300)
REN.2	[F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70] → [F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70 (U=1,300)]	F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70	F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70 (U=1,300)

Dimensione e costo dell'intervento

Struttura	Superficie [m ²]	Trasmittanza U Iniziale [W/m ² K]	Trasmittanza U Finale [W/m ² K]	Costo Unitario [€/cad]	Costo Fisso [€]	Costo Totale [€]
F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,30)	36,00	4,48	1,30	200,00	0,00	7 200,00
F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70 (U=1,300)	4,90	4,14	1,30	200,00	0,00	980,00
F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,300)	1,26	4,51	1,30	200,00	0,00	252,00
F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60 (U=1,300)	0,66	4,27	1,30	200,00	0,00	132,00
F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70 (U=1,300)	0,49	4,34	1,30	200,00	0,00	98,00

Le schede tecniche Post Operam dei serramenti, se presenti, sono riportate 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]	8 604,2	7 647,0	957,2	11,1
Gas naturale [m³]	4 222,4	2 998,3	1 224,1	29,0

Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Scenario collettivo - (Intervento consigliato)	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	1 720,8	1 529,4	191,4	11,1
Gas naturale [€]	3 757,9	2 668,4	1 089,5	29,0
Costo complessivo [€]	5 478,7	4 197,9	1 280,8	23,4

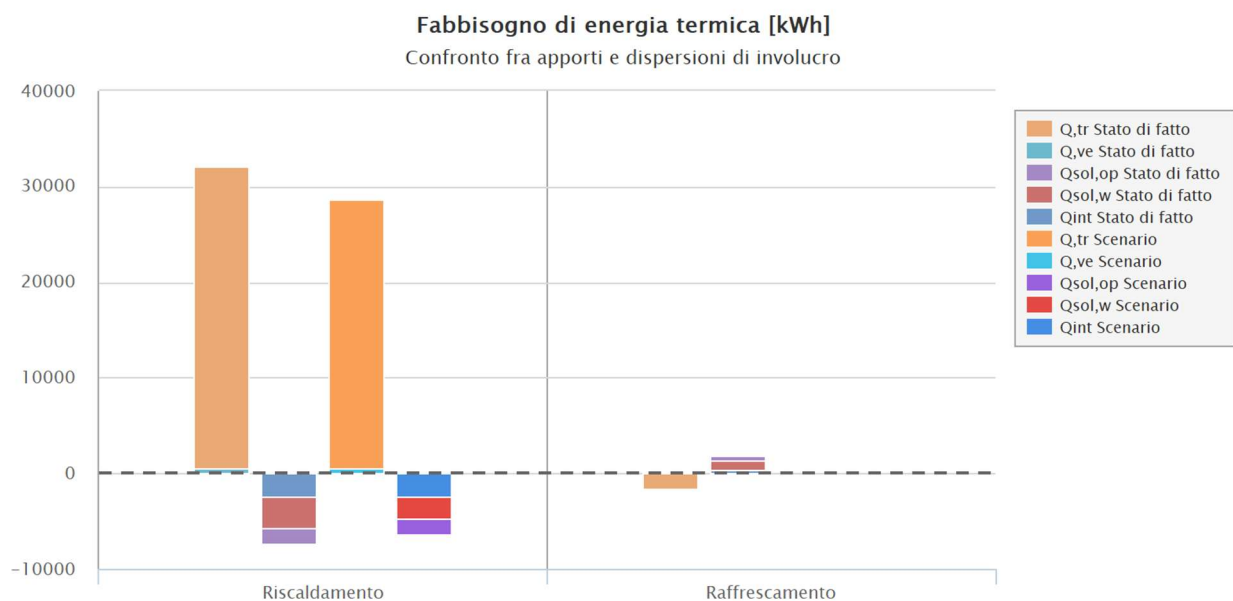
	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	29 062,0
Risparmio economico	€/Anno	1 280,9
Tempo di ritorno semplice	Anni	22,7
Risparmio CO2	Kg/m ²	9,5

Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



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	31 643,0	28 112,8	3 530,2	11,2	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	516,8	516,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	1 735,3	1 735,3	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	3 179,1	2 214,9	964,2	30,3	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	2 483,0	2 483,0	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	27 565,3	24 635,7	2 929,6	10,6	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	1 537,7	0,0	1 537,7	100,0	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	31,5	0,0	31,5	100,0	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	400,3	0,0	400,3	100,0	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	1 055,6	0,0	1 055,6	100,0	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	333,3	0,0	333,3	100,0	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	101,9	0,0	101,9	100,0	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

Fabbisogni di energia termica per ACS

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
--	------	-------------	-------------	------------	--------	---------

Diagnosi energetica

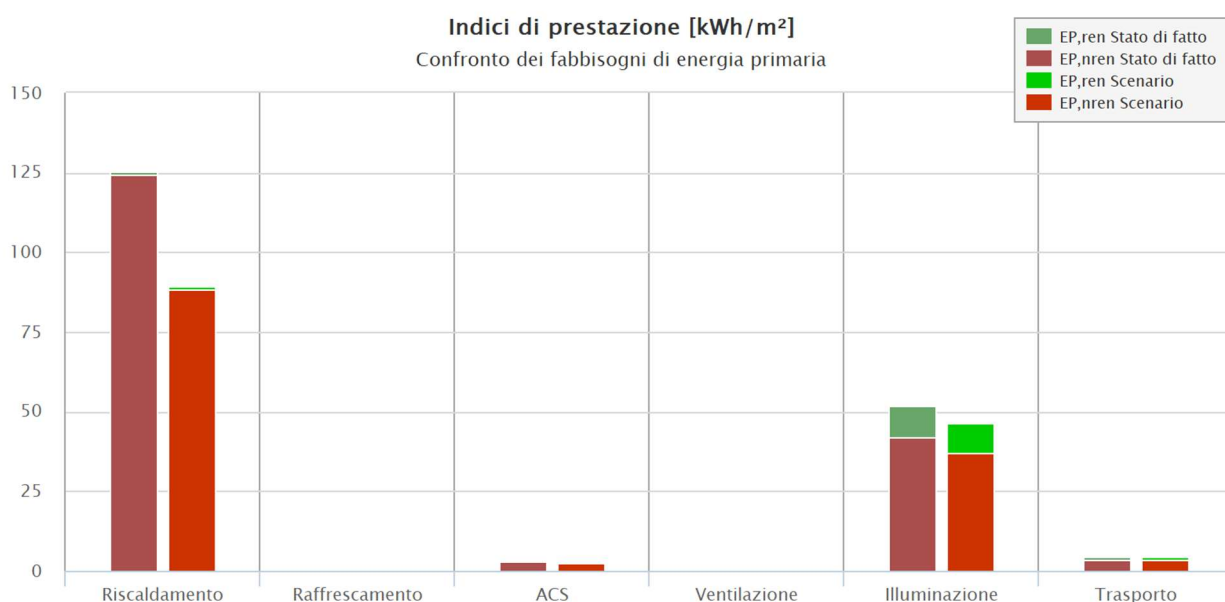
QW	kWh	614,8	614,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per ACS
----	-----	--------------	--------------	----------	---	---------------------------------------

Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m ²	81,1	72,5	8,6	10,6	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m ²	0,3	0,0	0,3	100,0	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m ²	1,8	1,8	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,037	0,025	0,012	32,4	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m ² K	0,11	0,11	0	-	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/m ²	1,0	0,8	-0,2	-20,0	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m ²	124,4	88,3	36,1	29,0	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m ²	125,4	89,0	36,4	29,0	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,652	0,821	0,169	25,9	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,8	0,8	0	-	Quota rinnovabile per riscaldamento

Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m ²	0,0	0,0	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m ²	3,1	2,4	0,7	22,6	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m ²	3,1	2,5	0,6	19,4	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,593	0,740	0,147	24,8	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	0,5	0,5	0	-	Quota rinnovabile per ACS

Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m ²	10,1	9,0	-1,1	-10,9	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m ²	41,7	37,2	4,5	10,8	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m ²	51,8	46,2	5,6	10,8	Indice di prestazione totale per ventilazione

Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m ²	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m ²	3,5	3,5	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m ²	4,4	4,4	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m ²	11,9	10,6	-1,3	-10,9	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m ²	172,7	131,5	41,2	23,9	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m ²	184,6	142,0	42,6	23,1	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	0,8	0,8	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 ²	59,9	55,4	4,5	7,5	Indice di prestazione non rinnovabile

8.1a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	5 478,73	5 615,70	5 756,09	5 899,99	6 047,49	6 198,68	6 353,64	6 512,48	6 675,30	6 842,18	61 380,27

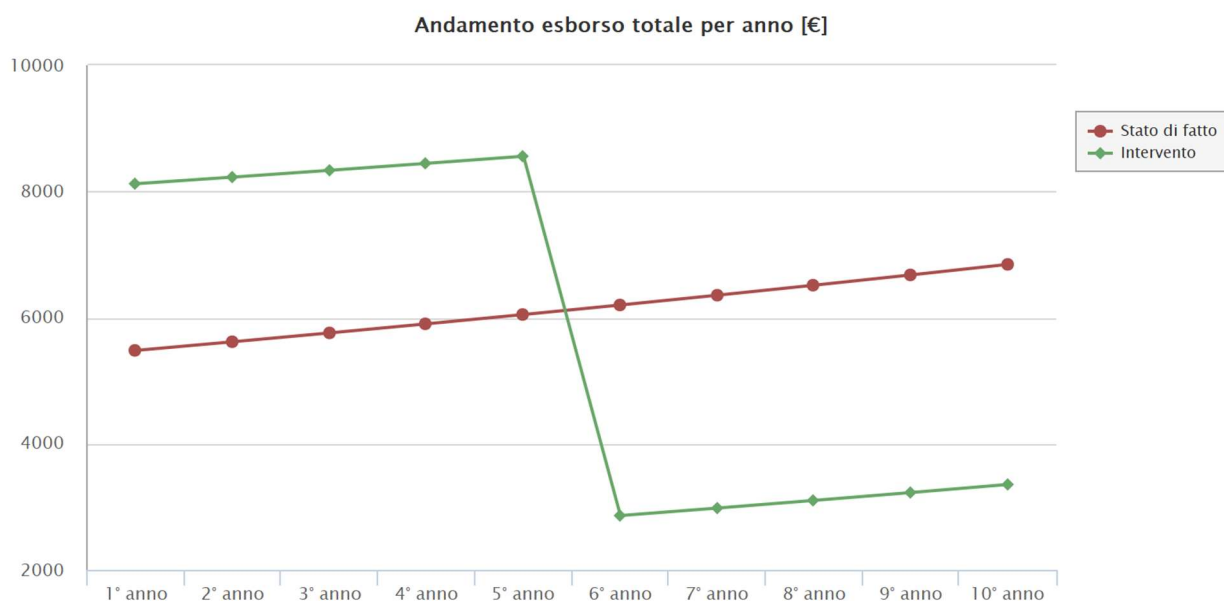
Costo del combustibile: 0,113 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	4 197,85	4 302,80	4 410,37	4 520,63	4 633,64	4 749,48	4 868,22	4 989,93	5 114,67	5 242,54	47 030,12
Ipotesi rateizzazione anni	5 812,40	5 812,40	5 812,40	5 812,40	5 812,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29 062,00
Recupero fiscale €	1 889,03	1 889,03	1 889,03	1 889,03	1 889,03	1 889,03	1 889,03	1 889,03	1 889,03	1 889,03	18 890,30
Spesa riscaldamento €	8 121,22	8 226,17	8 333,74	8 444,00	8 557,01	2 860,45	2 979,19	3 100,90	3 225,64	3 353,51	57 201,82
Differenza sulla rata €	2 642,49	2 610,47	2 577,65	2 544,01	2 509,52	-3 338,22	-3 374,45	-3 411,59	-3 449,65	-3 488,67	-4 178,45

Costo del combustibile: 0,117 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento

8.2. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Intervento sulle strutture opache e Eliminazione dei ponti termici

8.2.1 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	[ME01 - perimetrale esterno - S800mm] → [ME01.ls - perimetrale esterno + iso - S800mm]	ME01 - perimetrale esterno - S800mm	ME01.ls - perimetrale esterno + iso - S800mm
REN.1	[ME03 - perimetrale esterno - S650mm] → [ME03.ls - perimetrale esterno + iso - S650mm]	ME03 - perimetrale esterno - S650mm	ME03.ls - perimetrale esterno + iso - S650mm
REN.1	[ME02 - perimetrale esterno - S600mm] → [ME02.ls - perimetrale esterno + iso - S600mm]	ME02 - perimetrale esterno - S600mm	ME02.ls - perimetrale esterno + iso - S600mm
REN.1	[PT-V-02 - Angolo fra ME01-ME03] → [PT-V-02-corr - Angolo fra ME01-ME03]	PT-V-02 - Angolo fra ME01-ME03	PT-V-02-corr - Angolo fra ME01-ME03
REN.1	[PT.V.03 - Parete esterna ME01 con parete interna] → [PT.V.03_corr - Parete esterna ME01 con parete interna]	PT.V.03 - Parete esterna ME01 con parete interna	PT.V.03_corr - Parete esterna ME01 con parete interna
REN.1	[PT.V.04 - Parete esterna ME03 con parete interna] → [PT.V.04_corr - Parete esterna ME03 con parete interna]	PT.V.04 - Parete esterna ME03 con parete interna	PT.V.04_corr - Parete esterna ME03 con parete interna
REN.1	[PT.S.02- Parete ME01 - Architrave] eliminata dalle strutture disperdenti	PT.S.02- Parete ME01 - Architrave	
REN.1	[PT.S.01- Parete ME01 - Davanzale] eliminata dalle strutture disperdenti	PT.S.01- Parete ME01 - Davanzale	
REN.1	[PT.V.01 - Angolo rientrante ME01] → [PT.V.01_corr - Angolo rientrante ME01]	PT.V.01 - Angolo rientrante ME01	PT.V.01_corr - Angolo rientrante ME01
REN.1	[SF.01 - Solaio interpiano L02 sottotetto - S500] → [SF.01.ls - Solaio interpiano L02 sottotetto - S500]	SF.01 - Solaio interpiano L02 sottotetto - S500	SF.01.ls - Solaio interpiano L02 sottotetto - S500

Dimensione e costo dell'intervento

Diagnosi energetica

Struttura	Superficie [m²]	Trasmittanza U Iniziale [W/m²K]	Trasmittanza U Finale [W/m²K]	Costo Unitario [€/m²]	Costo Fisso [€]	Costo Totale [€]
ME01.Is - perimetrale esterno + iso - S800mm	261,28	1,81	0,28	73,77	2 336,64	26 752,06
ME03.Is - perimetrale esterno + iso - S650mm	152,24	2,06	0,29	73,77	1 242,70	15 207,21
ME02.Is - perimetrale esterno + iso - S600mm	46,21	2,15	0,29	73,77	372,46	3 803,32
PT-V-02-corr - Angolo fra ME01- ME03	14,18	-2,26	-0,45	0,00	0,00	0,00
PT.V.03_corr - Parete esterna ME01 con parete interna	63,12	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00
PT.V.04_corr - Parete esterna ME03 con parete interna	12,17	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00
	29,50	0,17	0,17	25,00	0,00	737,50
	29,50	0,17	0,17	25,00	0,00	737,50
PT.V.01_corr - Angolo rientrante ME01	14,18	0,67	-0,14	0,00	0,00	0,00
SF.01.Is - Solaio interpiano L02 sottotetto - S500	103,09	0,12	0,13	110,66	1 267,50	15 463,60

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

8.2.2 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

Intervento sulle strutture opache e Eliminazione dei ponti termici	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	8 604,2	8 314,9	289,3	3,4
Gas naturale [m³]	4 222,4	1 432,8	2 789,6	66,1

Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Intervento sulle strutture opache e Eliminazione dei ponti termici	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	1 720,8	1 663,0	57,8	3,4
Gas naturale [€]	3 757,9	1 275,2	2 482,7	66,1
Costo complessivo [€]	5 478,7	2 938,2	2 540,5	46,4

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	62 701,2
Risparmio economico	€/Anno	2 540,6
Tempo di ritorno semplice	Anni	24,7
Risparmio CO2	Kg/m ²	16,7

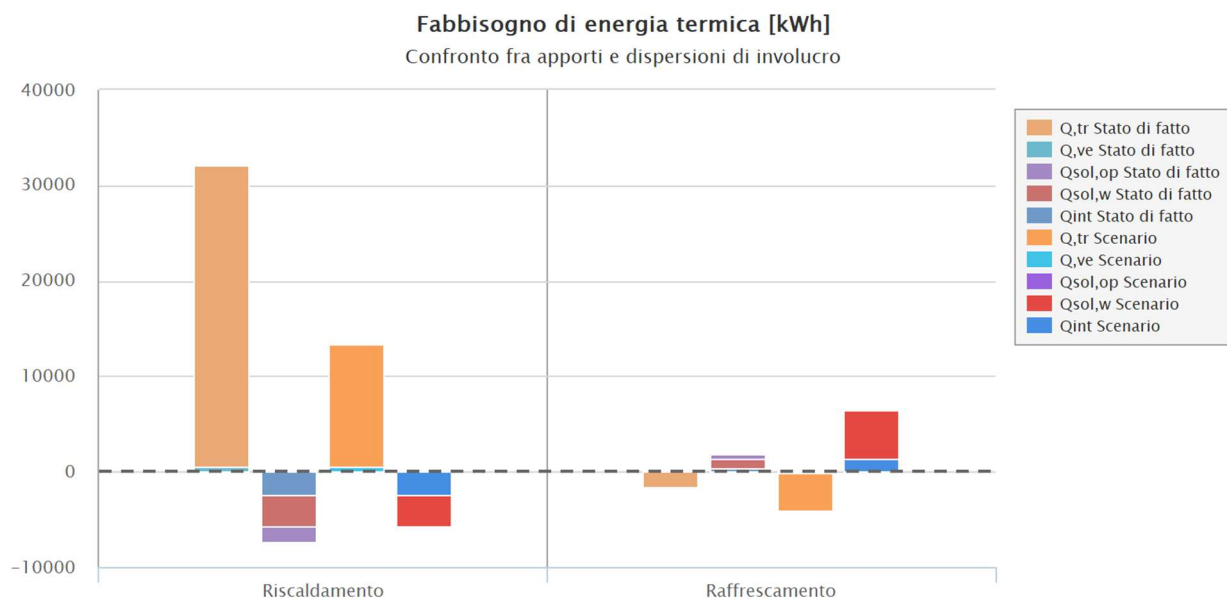
Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



8.2.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

Fabbisogno di energia termica

Diagnosi energetica



Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	31 643,0	12 776,8	18 866,2	59,6	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	516,8	524,8	-8,0	-1,5	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	1 735,3	260,7	1 474,6	85,0	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	3 179,1	3 179,1	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	2 483,0	2 483,0	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	27 565,3	8 946,6	18 618,7	67,5	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	1 537,7	3 913,0	-2 375,3	-154,5	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	31,5	174,6	-143,1	-454,3	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	400,3	281,1	119,2	29,8	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	1 055,6	5 004,1	-3 948,5	-374,1	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	333,3	1 399,4	-1 066,1	-319,9	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	101,9	2 540,1	-2 438,2	-2 392,7	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

Fabbisogni di energia termica per ACS

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	614,8	614,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

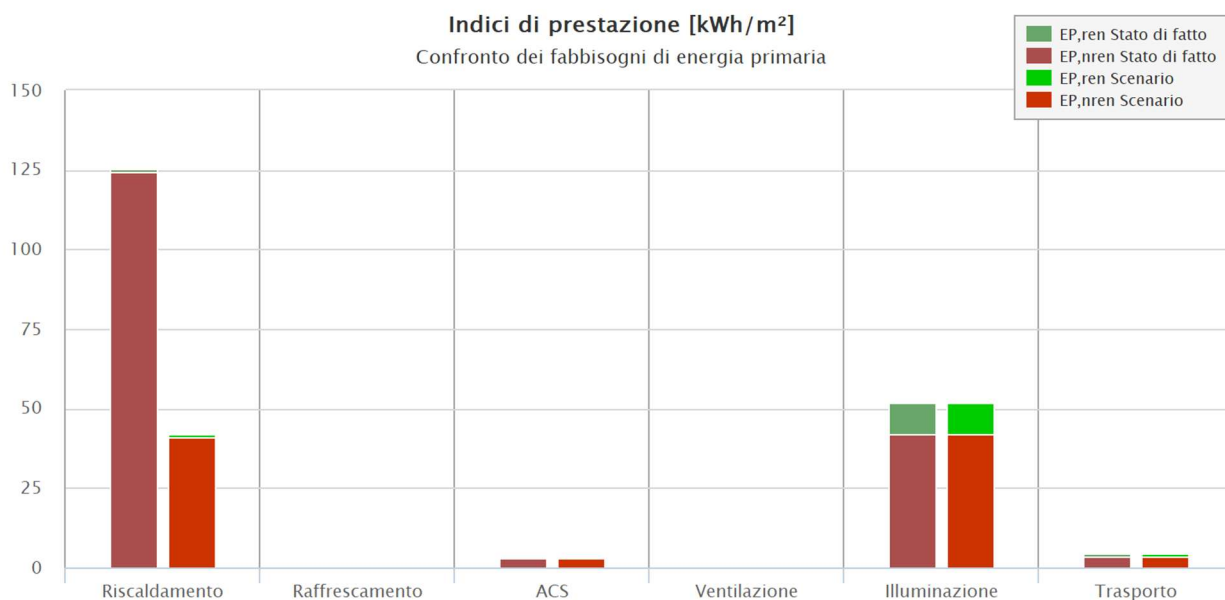
Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

Diagnosi energetica

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m ²	81,1	26,3	54,8	67,6	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m ²	0,3	7,5	-7,2	-2 400,0	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m ²	1,8	1,8	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,037	0,037	0	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m ² K	0,11	0,01	0,10	90,9	Trasmittanza termica periodica media

8.2.4 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/m ²	1,0	0,6	-0,4	-40,0	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m ²	124,4	41,2	83,2	66,9	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m ²	125,4	41,8	83,6	66,7	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,652	0,639	-0,013	-2,0	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,8	1,4	0,6	75,0	Quota rinnovabile per riscaldamento

Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m ²	0,0	0,0	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m ²	3,1	3,1	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m ²	3,1	3,1	0	-	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,593	0,584	-0,009	-1,5	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	0,5	0,5	0	-	Quota rinnovabile per ACS

Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m ²	10,1	10,1	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m ²	41,7	41,7	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m ²	51,8	51,8	0	-	Indice di prestazione totale per ventilazione

Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m ²	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m ²	3,5	3,5	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m ²	4,4	4,4	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m ²	11,9	11,5	-0,4	-3,4	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m ²	172,7	89,6	83,1	48,1	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m ²	184,6	101,1	83,5	45,2	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	0,8	1,3	0,5	62,5	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

Diagnosi energetica

Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m²	59,9	60,0	-0,1	-0,2	Indice di prestazione non rinnovabile

8.2a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	5 478,73	5 615,70	5 756,09	5 899,99	6 047,49	6 198,68	6 353,64	6 512,48	6 675,30	6 842,18	61 380,27

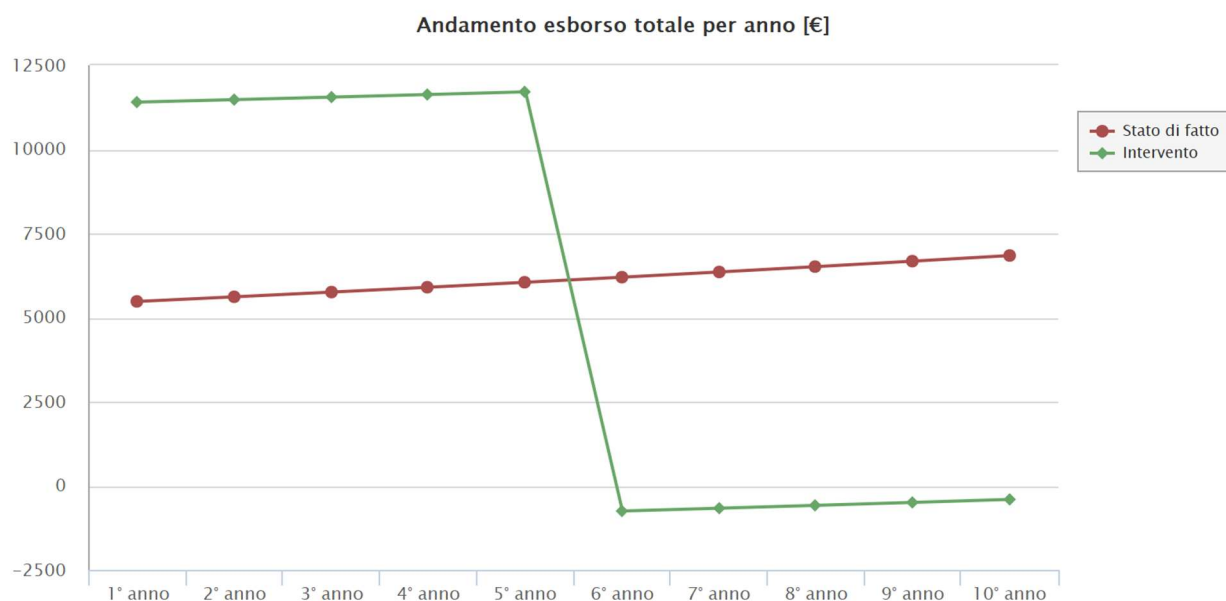
Costo del combustibile: 0,113 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	2 938,17	3 011,62	3 086,92	3 164,09	3 243,19	3 324,27	3 407,38	3 492,56	3 579,88	3 669,37	32 917,44
Ipotesi rateizzazione anni	12 540,24	12 540,24	12 540,24	12 540,24	12 540,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62 701,20
Recupero fiscale €	4 075,58	4 075,58	4 075,58	4 075,58	4 075,58	4 075,58	4 075,58	4 075,58	4 075,58	4 075,58	40 755,78
Spesa riscaldamento €	11 402,83	11 476,29	11 551,58	11 628,75	11 707,85	-751,31	-668,20	-583,02	-495,70	-406,21	54 862,86
Differenza sulla rata €	5 924,10	5 860,59	5 795,49	5 728,76	5 660,36	-6 949,98	-7 021,84	-7 095,50	-7 171,00	-7 248,39	-6 517,41

Costo del combustibile: 0,134 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento

8.2b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] \text{ (€)}$$

τ è periodo di calcolo

C_1 è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$ è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{f,\tau}(j)$ è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{f,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[\frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$ è il costo iniziale del componente

R_p è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$ è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$ è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e R_R il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e R_i è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stata utilizzata la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

Ipotesi di calcolo

Tasso di interesse di mercato	4	% R
Tasso di inflazione	1	% R_i
Durata del calcolo	10	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	47 237,59	1	No	47 237,59	-
Totale				47 237,59	-

Diagnosi energetica

I costi di manutenzione e di smaltimento possono essere ricavati da una percentuale di incidenza sul totale e da un costo fisso aggiuntivo eventualmente specificato.

COSTI DI MANUTENZIONE ANNUALE	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Costo anno [€]
Totale				0,00

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Totale				0,00

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Totale					0,00

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Gas naturale	-2 494,39	20	8,543	-21 309,94
Risparmio Energia elettrica	-58,12	20	8,543	-496,53
Totale				-21 806,47

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

Principali risultati

Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	20	48 889,20	0,50	-24 444,60	-18 241,61
Totale					-18 241,61

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	8 841,11
--	-----------------

DETRAZIONI FISCALI	Annuale	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	8 841,11
-------------------------------	-----------------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	10	0,117	1 034,88

Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	-18 241,61
Indice di Profitto	-	0,819
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	Non raggiunto

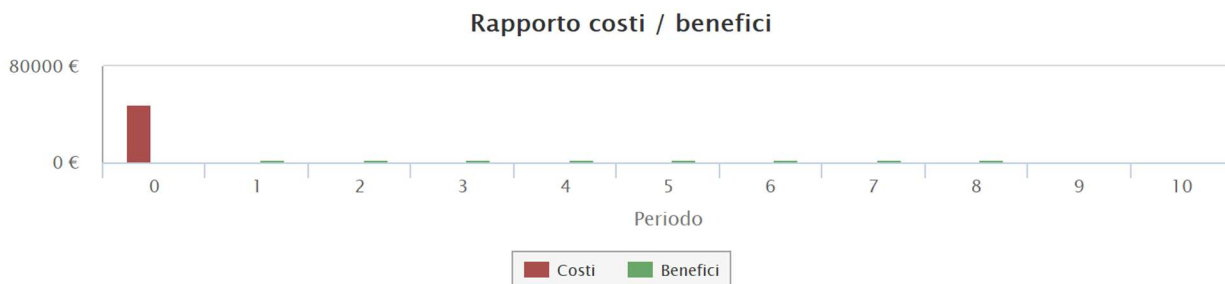
Diagnosi energetica

Costo globale	€	8 841,11	Indice di profitto – da 0 a più di 2  0.819
Incentivo	€	0,00	

Andamento annuale

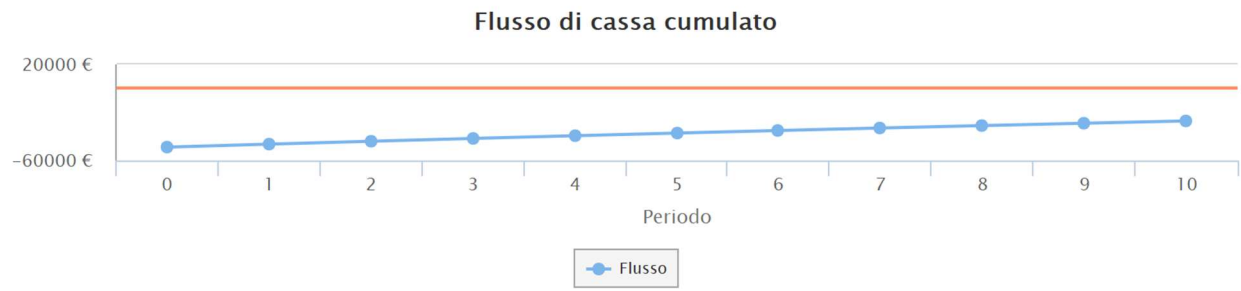
	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	48 889,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Benefici	0,00	2 478,88	2 407,37	2 337,93	2 270,49
Flussi di cassa	-48 889,20	2 478,88	2 407,37	2 337,93	2 270,49
Flusso di cassa cumulato	-48 889,20	-46 410,32	-44 002,94	-41 665,01	-39 394,52
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9
Costi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Benefici	2 205,00	2 141,39	2 079,62	2 019,63	1 961,37
Flussi di cassa	2 205,00	2 141,39	2 079,62	2 019,63	1 961,37
Flusso di cassa cumulato	-37 189,53	-35 048,14	-32 968,52	-30 948,89	-28 987,52
	Anno 10	-	-	-	-
Costi	0,00	-	-	-	-
Benefici	1 904,79	-	-	-	-
Flussi di cassa	1 904,79	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	-27 082,72	-	-	-	-

Rapporto costi/benefici



Flusso di cassa cumulato

Diagnosi energetica



8.3. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Involucro - Serramenti

8.3.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

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

INVOLUCRO TRASPARENTE

Tipologia di intervento

Rif.	Intervento	Ante Operam	Post Operam
REN.2	[F.04 - Finestra a doppia anta - 100x180] → [F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,30)]	F.04 - Finestra a doppia anta - 100x180	F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,30)
REN.2	[F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70] → [F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70 (U=1,300)]	F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70	F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70 (U=1,300)
REN.2	[F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180] → [F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,300)]	F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180	F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,300)
REN.2	[F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60] → [F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60 (U=1,300)]	F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60	F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60 (U=1,300)
REN.2	[F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70] → [F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70 (U=1,300)]	F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70	F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70 (U=1,300)

Dimensione e costo dell'intervento

Struttura	Superficie [m²]	Trasmittanza U Iniziale [W/m²K]	Trasmittanza U Finale [W/m²K]	Costo Unitario [€/cad]	Costo Fisso [€]	Costo Totale [€]
F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,30)	36,00	4,48	1,30	200,00	0,00	7 200,00
F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70 (U=1,300)	4,90	4,14	1,30	200,00	0,00	980,00
F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,300)	1,26	4,51	1,30	200,00	0,00	252,00
F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60 (U=1,300)	0,66	4,27	1,30	200,00	0,00	132,00
F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70 (U=1,300)	0,49	4,34	1,30	200,00	0,00	98,00

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

8.3.2 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

Involucro - Serramenti	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	8 604,2	8 652,3	-48,1	-0,6
Gas naturale [m³]	4 222,4	3 794,0	428,4	10,1

Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Involucro - Serramenti	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	1 720,8	1 730,5	-9,7	-0,6
Gas naturale [€]	3 757,9	3 376,6	381,3	10,1
Costo complessivo [€]	5 478,7	5 107,1	371,6	6,8

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	8 662,0
Risparmio economico	€/Anno	371,6
Tempo di ritorno semplice	Anni	23,3
Risparmio CO2	Kg/m ²	2,3

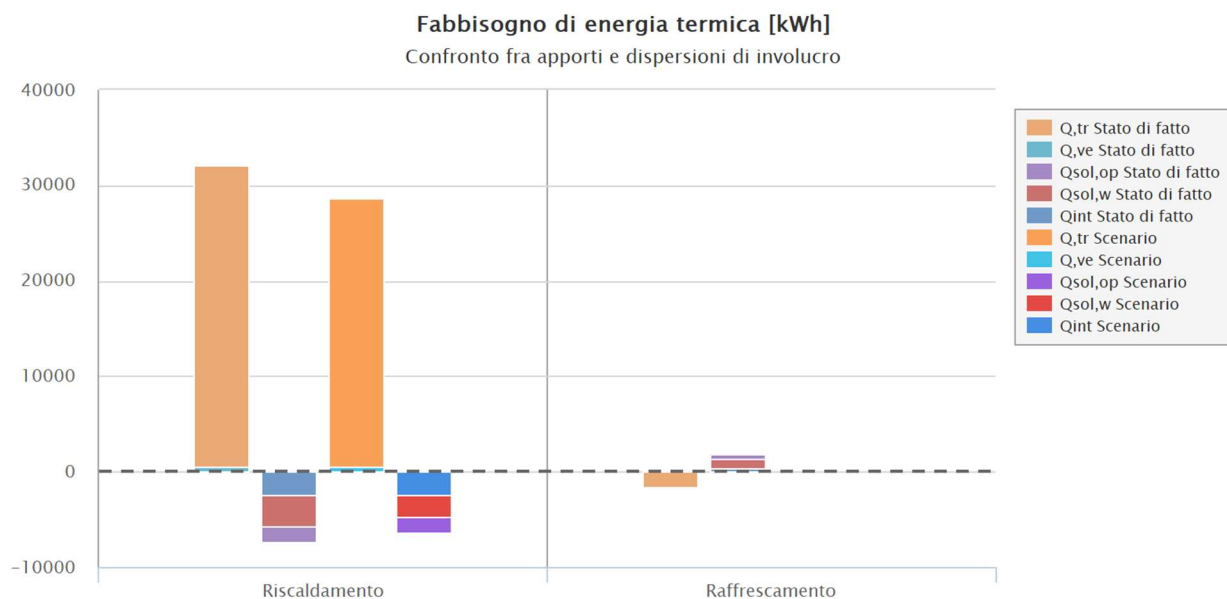
Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



8.3.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

Fabbisogno di energia termica

Diagnosi energetica



Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	31 643,0	28 112,8	3 530,2	11,2	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	516,8	516,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	1 735,3	1 735,3	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	3 179,1	2 214,9	964,2	30,3	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	2 483,0	2 483,0	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	27 565,3	24 635,7	2 929,6	10,6	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	1 537,7	0,0	1 537,7	100,0	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	31,5	0,0	31,5	100,0	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	400,3	0,0	400,3	100,0	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	1 055,6	0,0	1 055,6	100,0	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	333,3	0,0	333,3	100,0	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	101,9	0,0	101,9	100,0	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

Fabbisogni di energia termica per ACS

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	614,8	614,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

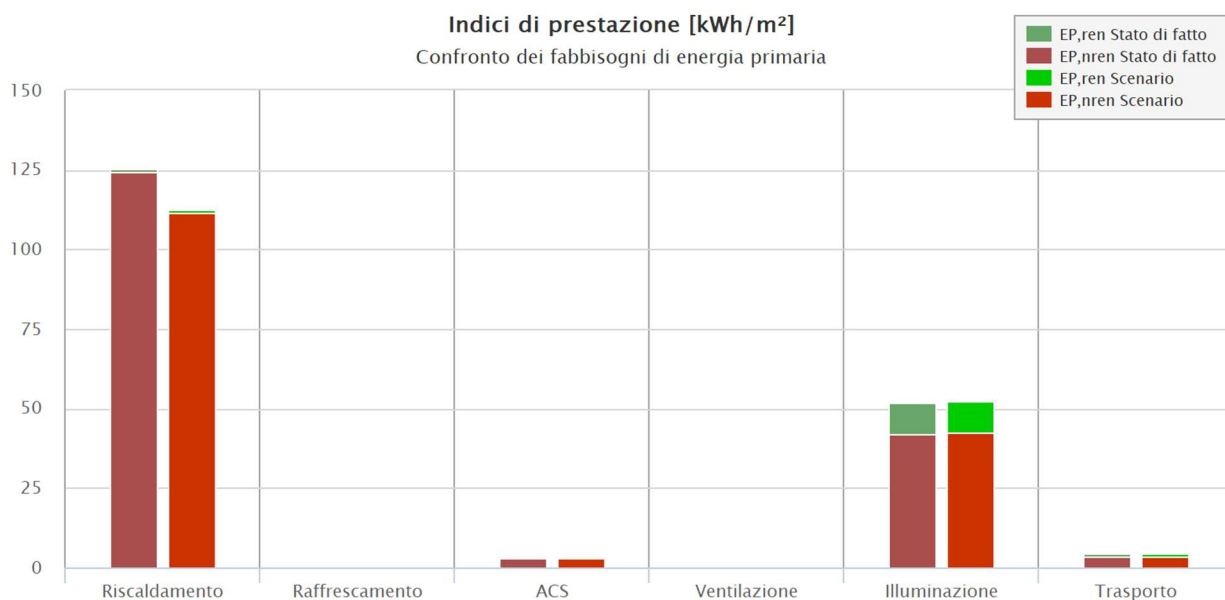
Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

Diagnosi energetica

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m ²	81,1	72,5	8,6	10,6	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m ²	0,3	0,0	0,3	100,0	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m ²	1,8	1,8	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,037	0,025	0,012	32,4	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m ² K	0,11	0,11	0	-	Trasmittanza termica periodica media

8.3.4 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/m ²	1,0	0,9	-0,1	-10,0	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m ²	124,4	111,6	12,8	10,3	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m ²	125,4	112,5	12,9	10,3	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,652	0,650	-0,002	-0,3	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,8	0,8	0	-	Quota rinnovabile per riscaldamento

Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m ²	0,0	0,0	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m ²	3,1	3,1	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m ²	3,1	3,1	0	-	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,593	0,592	-0,001	-0,2	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	0,5	0,5	0	-	Quota rinnovabile per ACS

Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m ²	10,1	10,2	0,1	1,0	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m ²	41,7	42,3	-0,6	-1,4	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m ²	51,8	52,4	-0,6	-1,2	Indice di prestazione totale per ventilazione

Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m ²	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m ²	3,5	3,5	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m ²	4,4	4,4	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m ²	11,9	12,0	0,1	0,8	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m ²	172,7	160,5	12,2	7,1	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m ²	184,6	172,4	12,2	6,6	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	0,8	0,8	0	-	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

Diagnosi energetica

Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m²	59,9	60,5	-0,6	-1,0	Indice di prestazione non rinnovabile

8.3a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	5 478,73	5 615,70	5 756,09	5 899,99	6 047,49	6 198,68	6 353,64	6 512,48	6 675,30	6 842,18	61 380,27

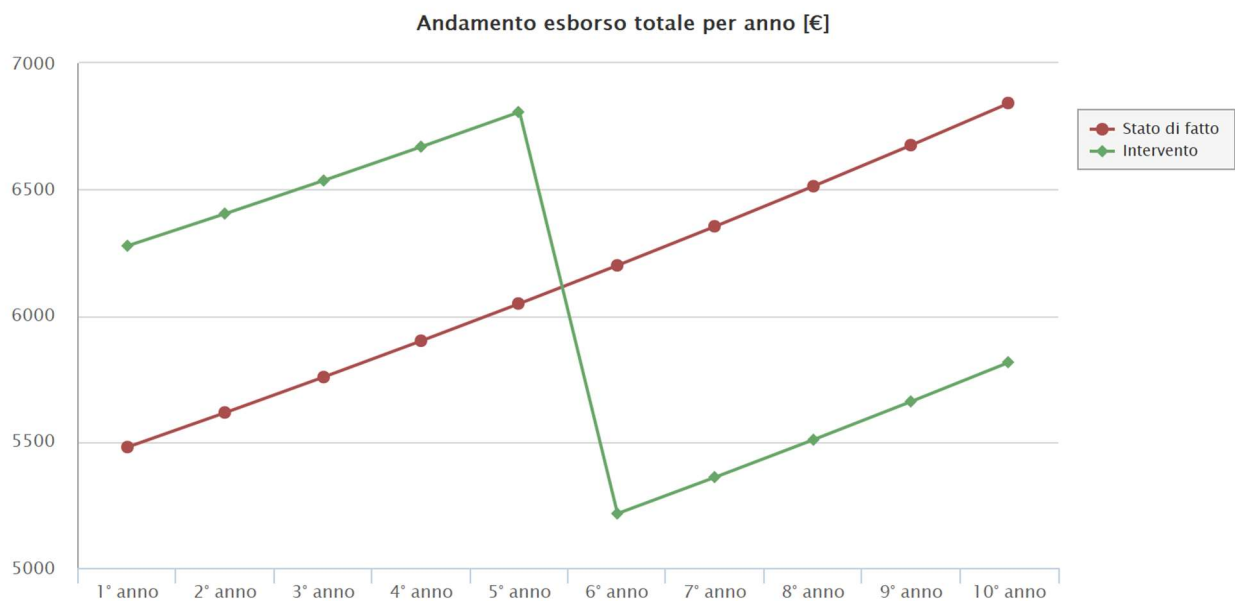
Costo del combustibile: 0,113 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	5 107,08	5 234,76	5 365,63	5 499,77	5 637,27	5 778,20	5 922,65	6 070,72	6 222,49	6 378,05	57 216,62
Ipotesi rateizzazione anni	1 732,40	1 732,40	1 732,40	1 732,40	1 732,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8 662,00
Recupero fiscale €	563,03	563,03	563,03	563,03	563,03	563,03	563,03	563,03	563,03	563,03	5 630,30
Spesa riscaldamento €	6 276,45	6 404,13	6 535,00	6 669,14	6 806,64	5 215,17	5 359,62	5 507,69	5 659,46	5 815,02	60 248,32
Differenza sulla rata €	797,73	788,44	778,91	769,15	759,15	-983,51	-994,02	-1 004,80	-1 015,84	-1 027,16	-1 131,95

Costo del combustibile: 0,115 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento

8.3b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{t,\tau}(j) \right] \text{ (€)}$$

τ è periodo di calcolo

C_1 è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$ è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{t,\tau}(j)$ è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{t,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[\frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$ è il costo iniziale del componente

R_p è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$ è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$ è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e R_R il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e R_i è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stata utilizzata la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

Ipotesi di calcolo

Tasso di interesse di mercato	4	% R
Tasso di inflazione	1	% R_i
Durata del calcolo	10	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	8 662,00	1	No	8 662,00	-
Totale				8 662,00	-

Diagnosi energetica

I costi di manutenzione e di smaltimento possono essere ricavati da una percentuale di incidenza sul totale e da un costo fisso aggiuntivo eventualmente specificato.

COSTI DI MANUTENZIONE ANNUALE	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Costo anno [€]
Totale				0,00

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Totale				0,00

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Totale					0,00

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Energia elettrica	9,28	20	8,543	79,28
Totale				79,28

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Gas naturale	-381,01	20	8,543	-3 255,02
Totale				-3 255,02

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

Principali risultati

Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	20	8 662,00	0,50	-4 331,00	-3 231,98
Totale					-3 231,98

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	2 254,28
--	-----------------

DETRAZIONI FISCALI	Annuale	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	2 254,28
-------------------------------	-----------------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	10	0,117	263,87

Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	-3 231,98
Indice di Profitto	-	0,742
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	Non raggiunto

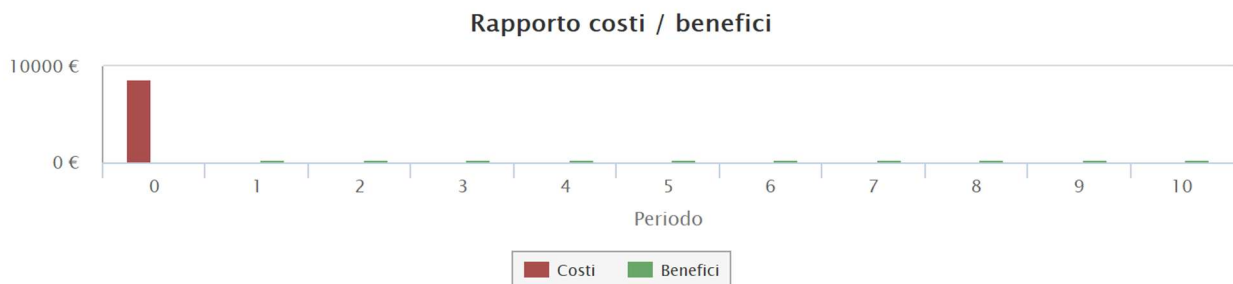
Diagnosi energetica

Costo globale	€	2 254,28	<p>Indice di profitto – da 0 a più di 2</p> <p>0.742</p>
Incentivo	€	0,00	

Andamento annuale

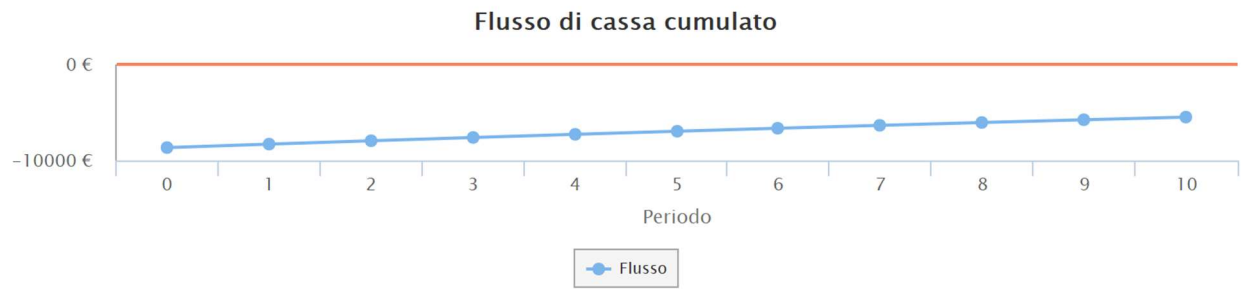
	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	8 662,00	9,01	8,75	8,50	8,25
Benefici	0,00	370,02	359,35	348,98	338,91
Flussi di cassa	-8 662,00	361,01	350,59	340,48	330,66
Flusso di cassa cumulato	-8 662,00	-8 300,99	-7 950,40	-7 609,92	-7 279,26
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9
Costi	8,02	7,79	7,56	7,34	7,13
Benefici	329,14	319,64	310,42	301,47	292,77
Flussi di cassa	321,12	311,86	302,86	294,12	285,64
Flusso di cassa cumulato	-6 958,14	-6 646,28	-6 343,42	-6 049,30	-5 763,65
	Anno 10	-	-	-	-
Costi	6,93	-	-	-	-
Benefici	284,33	-	-	-	-
Flussi di cassa	277,40	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	-5 486,25	-	-	-	-

Rapporto costi/benefici



Flusso di cassa cumulato

Diagnosi energetica



8.4. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Impianti - Relamping**8.4.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI**

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

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	50,00	LED	120,00

Tipo di controllo della luce artificiale:

Manuale

Tipo sistema di controllo della presenza:

Senza sensore di presenza, manuale ON/OFF

☐ Relamping esterno

Caratteristiche intervento

Ante Operam		Post Operam	
Tipologia	Efficienza [lm/W]	Tipologia	Efficienza [lm/W]
Incandescenza	12,00	LED	110,00

Costi complessivi dell'intervento

Costo intervento		
Unitario [€/cad]	Fisso [€]	Totale [€]
25,82	909,43	11 095,11

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

8.4.2 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

Impianti - Relamping	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	8 604,2	6 495,5	2 108,7	24,5
Gas naturale [m³]	4 222,4	4 222,4	0	-

Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Impianti - Relamping	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	1 720,8	1 299,1	421,7	24,5
Gas naturale [€]	3 757,9	3 757,9	0	-
Costo complessivo [€]	5 478,7	5 057,0	421,7	7,7

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	11 095,1
Risparmio economico	€/Anno	421,7
Tempo di ritorno semplice	Anni	26,3
Risparmio CO2	Kg/m ²	5,6

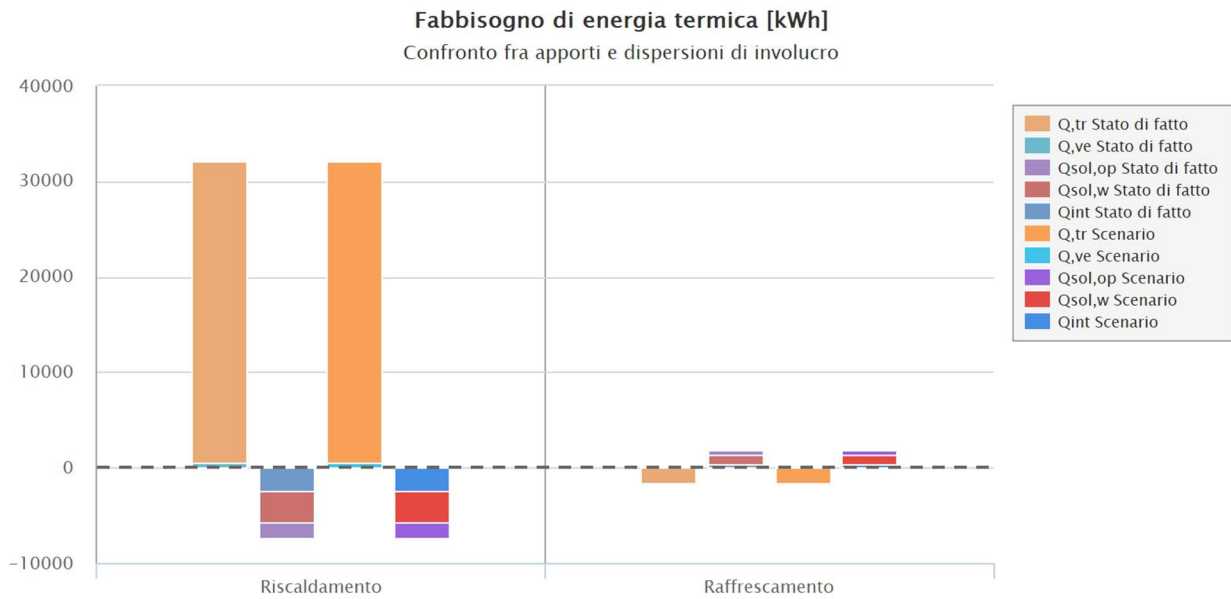
Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



8.4.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

Fabbisogno di energia termica

Diagnosi energetica



Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	31 643,0	31 643,0	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	516,8	516,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	1 735,3	1 735,3	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	3 179,1	3 179,1	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	2 483,0	2 483,0	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	27 565,3	27 565,3	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	1 537,7	1 537,7	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	31,5	31,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	400,3	400,3	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	1 055,6	1 055,6	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	333,3	333,3	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	101,9	101,9	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

Fabbisogni di energia termica per ACS

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	614,8	614,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

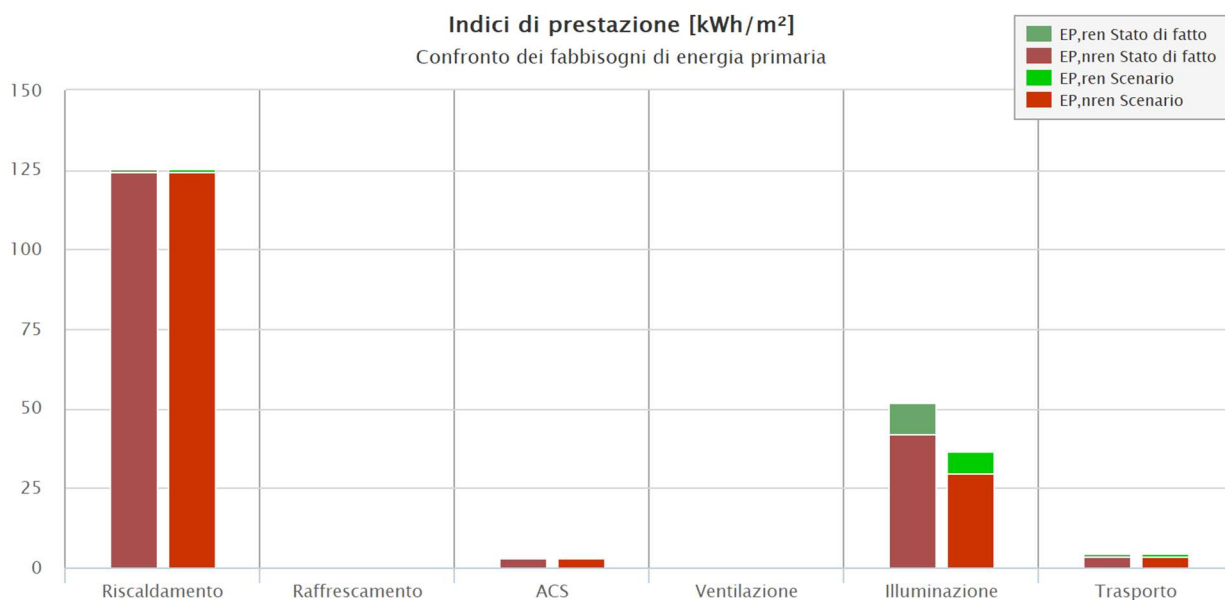
Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

Diagnosi energetica

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m ²	81,1	81,1	0	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m ²	0,3	0,3	0	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m ²	1,8	1,8	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,037	0,037	0	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m ² K	0,11	0,11	0	-	Trasmittanza termica periodica media

8.4.4 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/m ²	1,0	1,0	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m ²	124,4	124,4	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m ²	125,4	125,4	0	-	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,652	0,652	0	-	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,8	0,8	0	-	Quota rinnovabile per riscaldamento

Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m ²	0,0	0,0	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m ²	3,1	3,1	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m ²	3,1	3,1	0	-	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,593	0,593	0	-	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	0,5	0,5	0	-	Quota rinnovabile per ACS

Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m ²	10,1	7,1	-3,0	-29,7	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m ²	41,7	29,6	12,1	29,0	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m ²	51,8	36,8	15,0	29,0	Indice di prestazione totale per ventilazione

Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m ²	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m ²	3,5	3,5	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m ²	4,4	4,4	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m ²	11,9	9,0	-2,9	-24,4	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m ²	172,7	160,6	12,1	7,0	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m ²	184,6	169,6	15,0	8,1	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	0,8	0,8	0	-	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

Diagnosi energetica

Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m²	59,9	47,8	12,1	20,2	Indice di prestazione non rinnovabile

8.4a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	5 478,73	5 615,70	5 756,09	5 899,99	6 047,49	6 198,68	6 353,64	6 512,48	6 675,30	6 842,18	61 380,27

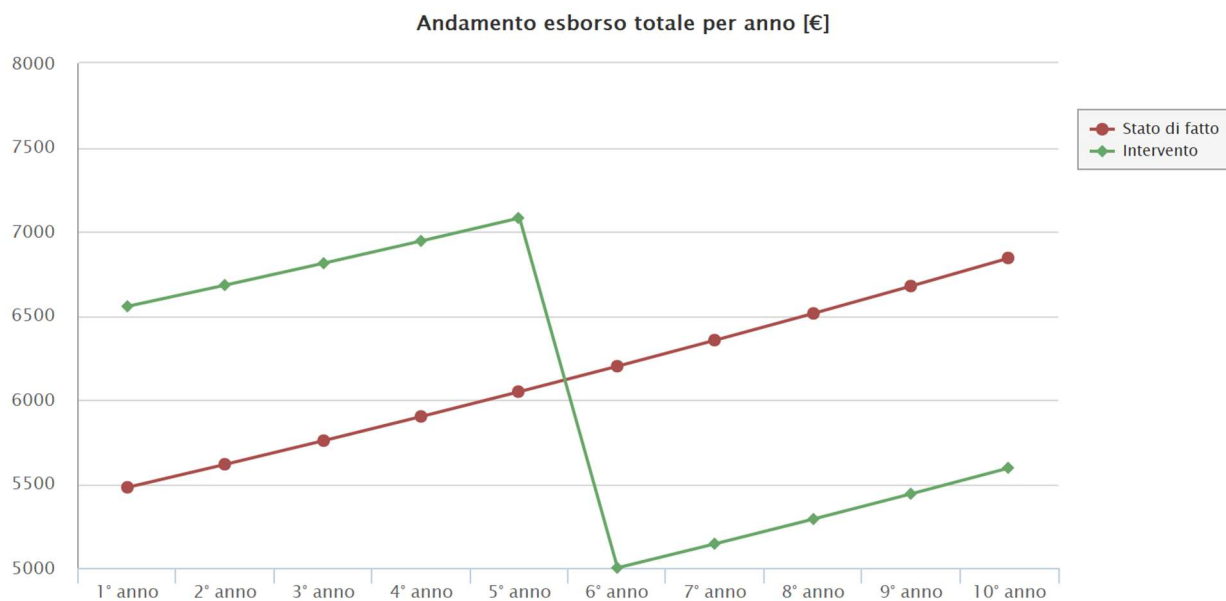
Costo del combustibile: 0,113 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	5 056,99	5 183,41	5 313,00	5 445,82	5 581,97	5 721,51	5 864,55	6 011,17	6 161,45	6 315,48	56 655,34
Ipotesi rateizzazione anni	2 219,02	2 219,02	2 219,02	2 219,02	2 219,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11 095,11
Recupero fiscale €	721,18	721,18	721,18	721,18	721,18	721,18	721,18	721,18	721,18	721,18	7 211,82
Spesa riscaldamento €	6 554,83	6 681,25	6 810,84	6 943,66	7 079,81	5 000,33	5 143,37	5 289,98	5 440,26	5 594,30	60 538,63
Differenza sulla rata €	1 076,10	1 065,55	1 054,75	1 043,67	1 032,32	-1 198,34	-1 210,27	-1 222,50	-1 235,03	-1 247,88	-841,64

Costo del combustibile: 0,109 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento

8.4b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{t,\tau}(j) \right] \text{ (€)}$$

τ è periodo di calcolo

C_1 è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$ è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{t,\tau}(j)$ è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{t,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[\frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$ è il costo iniziale del componente

R_p è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$ è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$ è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e R_R il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e R_i è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stata utilizzata la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

Ipotesi di calcolo

Tasso di interesse di mercato	4	% R
Tasso di inflazione	1	% R_i
Durata del calcolo	10	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	11 095,11	1	No	11 095,11	-
Totale				11 095,11	-

Diagnosi energetica

I costi di manutenzione e di smaltimento possono essere ricavati da una percentuale di incidenza sul totale e da un costo fisso aggiuntivo eventualmente specificato.

COSTI DI MANUTENZIONE ANNUALE	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Costo anno [€]
Totale				0,00

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Totale				0,00

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Totale					0,00

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Gas naturale	0,00	20	8,543	0,00
Risparmio Energia elettrica	-910,89	20	8,543	-7 781,87
Totale				-7 781,87

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

Principali risultati

Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	20	0,00	0,50	0,00	0,00
Totale					0,00

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	-7 781,87
--	------------------

DETRAZIONI FISCALI	Annuale	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	-7 781,87
-------------------------------	------------------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	10	0,117	-910,89

Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	0,00
Indice di Profitto	-	0,000
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	0,0

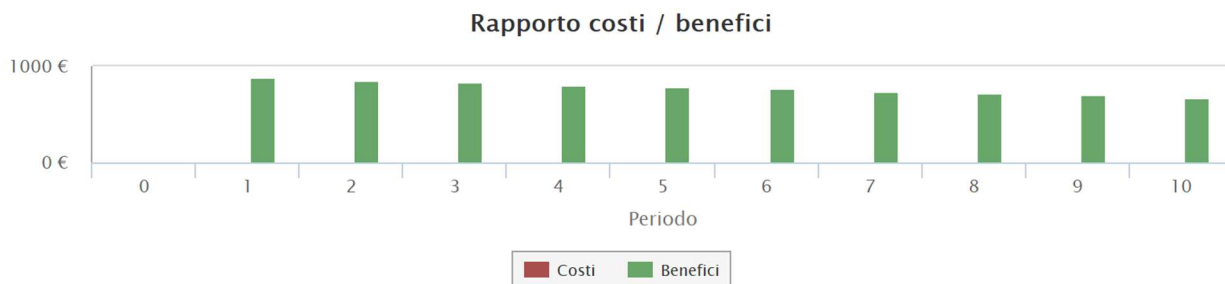
Diagnosi energetica

Costo globale	€	-7 781,87	Indice di profitto – da 0 a più di 2 
Incentivo	€	0,00	

Andamento annuale

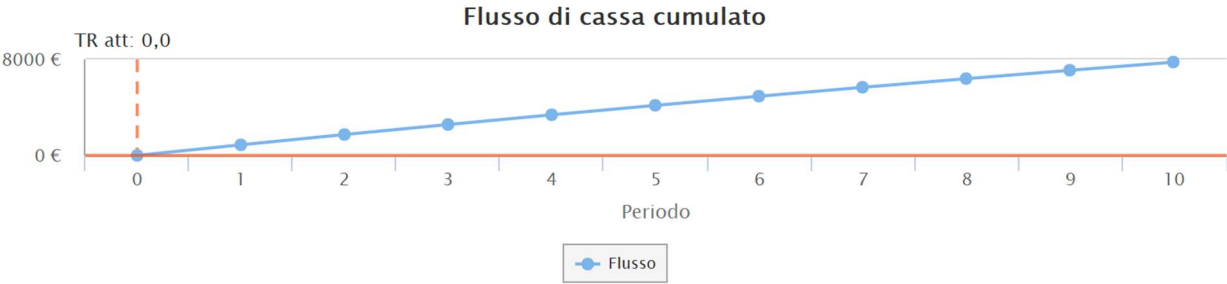
	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Benefici	0,00	884,61	859,10	834,31	810,25
Flussi di cassa	0,00	884,61	859,10	834,31	810,25
Flusso di cassa cumulato	0,00	884,61	1 743,71	2 578,03	3 388,27
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9
Costi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Benefici	786,88	764,18	742,13	720,73	699,94
Flussi di cassa	786,88	764,18	742,13	720,73	699,94
Flusso di cassa cumulato	4 175,15	4 939,33	5 681,46	6 402,19	7 102,12
	Anno 10	-	-	-	-
Costi	0,00	-	-	-	-
Benefici	679,75	-	-	-	-
Flussi di cassa	679,75	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	7 781,87	-	-	-	-

Rapporto costi/benefici



Flusso di cassa cumulato

Diagnosi energetica



8.5. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Impianto climatizzazione - inverno**8.5.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI**

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

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

Rif.	Intervento
REN.3	[Caldaia WTC-GW 32-A 1] → [NEW Caldaia WTC-GW 32-A 1]

Caratteristiche dei generatori**Ante Operam**

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
Weishaupt WTC-GW 32-A_1		Acqua	28,60	0,98
Weishaupt WTC-GW 32-A_2		Acqua	28,60	0,98

Post Operam

Generatore	Combustibile	Fluido termovettore	Potenza termica utile [kW]	Efficienza
IMMERGAS Magis Combo 16 Plus V2		Acqua	14,60	4,84
IMMERGAS Magis Combo 16 Plus V2		Acqua	14,60	4,84
IMMERGAS MAGIS COMBO V2 AP		Acqua	32,00	1,06

Costo dell'intervento

Costo intervento			
	Unitario [€/cad]	Fisso [€]	Totale [€]
	30 600,00	4 500,00	45 000,00

Le schede tecniche dei generatori, se presenti, sono riportate negli allegati.

8.5.2 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

Impianto climatizzazione - inverno	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	8 604,2	25 500,7	-16 896,5	-196,4
Gas naturale [m³]	4 222,4	0,0	4 222,4	100,0

Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Impianto climatizzazione - inverno	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	1 720,8	5 100,1	-3 379,3	-196,4
Gas naturale [€]	3 757,9	0,0	3 757,9	100,0
Costo complessivo [€]	5 478,7	5 100,1	378,6	6,9

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	45 000,0
Risparmio economico	€/Anno	378,6
Tempo di ritorno semplice	Anni	118,9
Risparmio CO ₂	Kg/m ²	1,8

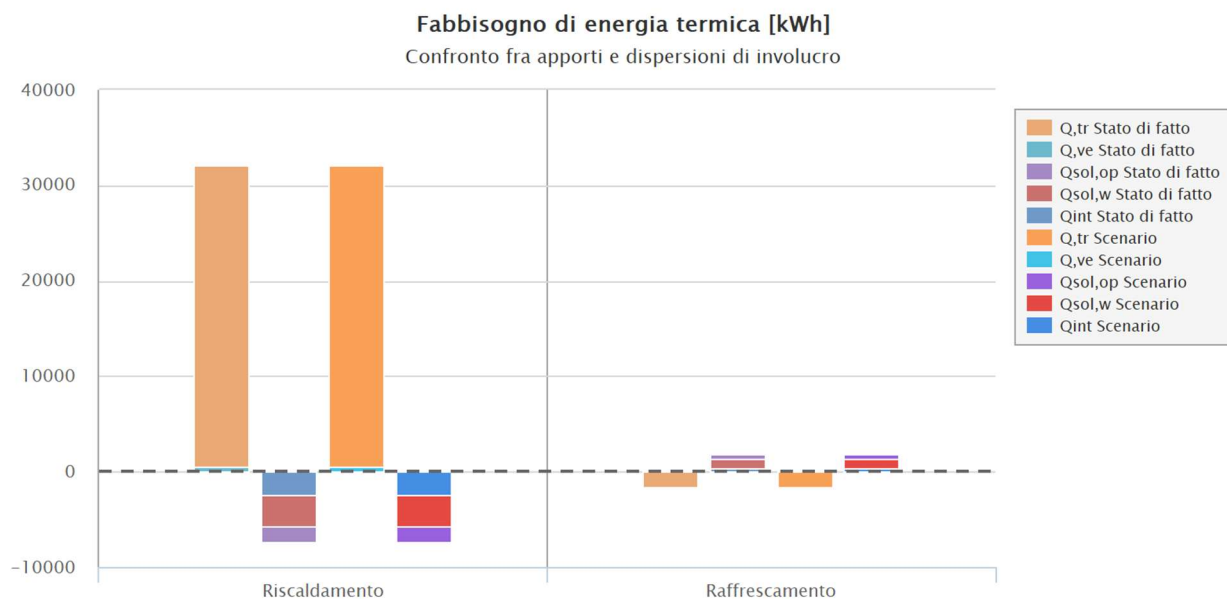
Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



8.5.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

Fabbisogno di energia termica

Diagnosi energetica



Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	31 643,0	31 643,0	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	516,8	516,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	1 735,3	1 735,3	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	3 179,1	3 179,1	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	2 483,0	2 483,0	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	27 565,3	27 565,3	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	1 537,7	1 537,7	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	31,5	31,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	400,3	400,3	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	1 055,6	1 055,6	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	333,3	333,3	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	101,9	101,9	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

Fabbisogni di energia termica per ACS

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	614,8	614,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

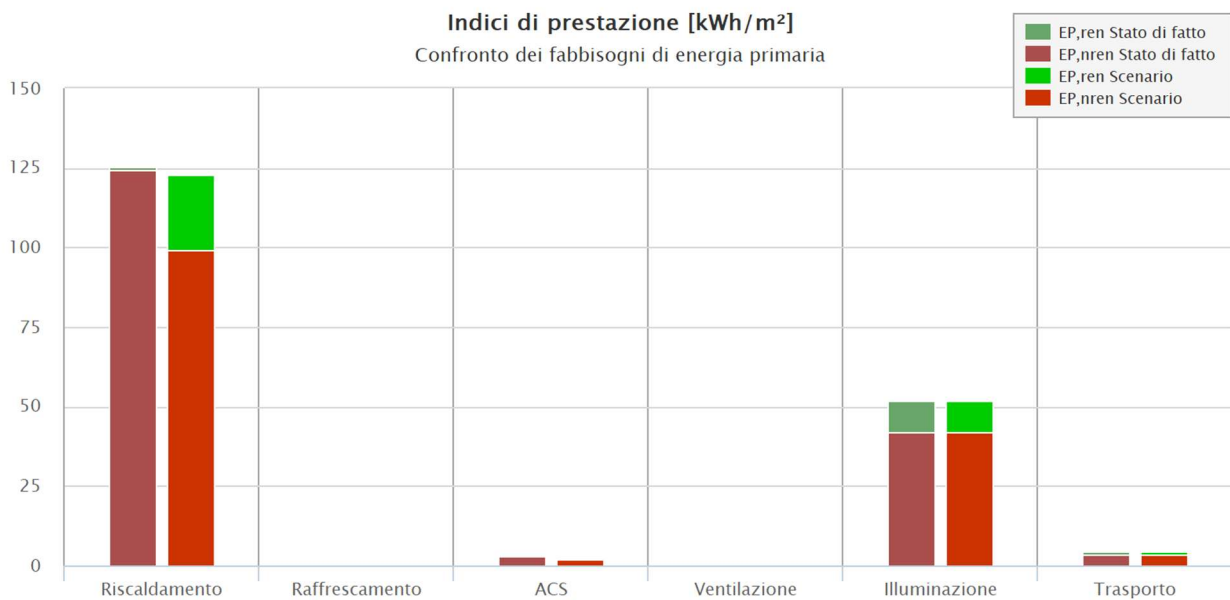
Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

Diagnosi energetica

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m ²	81,1	81,1	0	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m ²	0,3	0,3	0	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m ²	1,8	1,8	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,037	0,037	0	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m ² K	0,11	0,11	0	-	Trasmittanza termica periodica media

8.5.4 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/m ²	1,0	23,9	22,9	2 290,0	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m ²	124,4	99,2	25,2	20,3	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m ²	125,4	123,1	2,3	1,8	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,652	0,818	0,166	25,5	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,8	19,4	18,6	2 325,0	Quota rinnovabile per riscaldamento

Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m ²	0,0	0,5	0,5	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m ²	3,1	1,9	1,2	38,7	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m ²	3,1	2,4	0,7	22,6	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,593	0,945	0,352	59,4	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	0,5	19,4	18,9	3 780,0	Quota rinnovabile per ACS

Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m ²	10,1	10,1	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m ²	41,7	41,7	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m ²	51,8	51,8	0	-	Indice di prestazione totale per ventilazione

Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m ²	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m ²	3,5	3,5	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m ²	4,4	4,4	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m ²	11,9	35,3	23,4	196,6	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m ²	172,7	146,4	26,3	15,2	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m ²	184,6	181,7	2,9	1,6	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	0,8	19,4	18,6	2 325,0	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

Diagnosi energetica

Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m²	59,9	59,9	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile

8.5a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	5 478,73	5 615,70	5 756,09	5 899,99	6 047,49	6 198,68	6 353,64	6 512,48	6 675,30	6 842,18	61 380,27

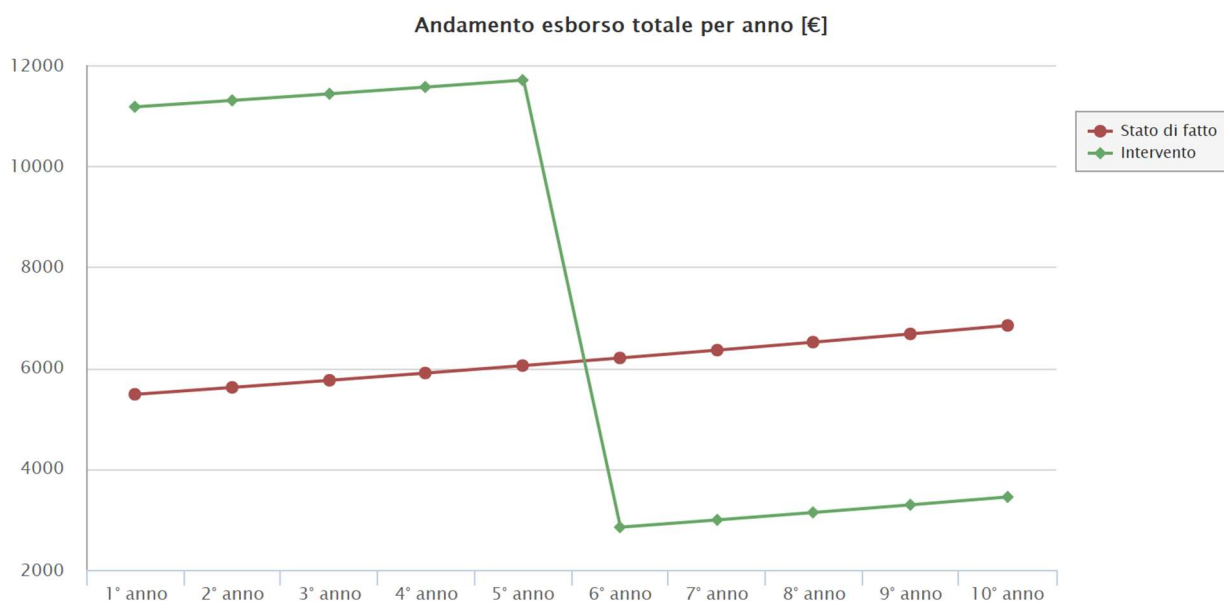
Costo del combustibile: 0,113 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	5 100,14	5 227,64	5 358,33	5 492,29	5 629,60	5 770,34	5 914,60	6 062,46	6 214,02	6 369,37	57 138,81
Ipotesi rateizzazione anni	9 000,00	9 000,00	9 000,00	9 000,00	9 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45 000,00
Recupero fiscale €	2 925,00	2 925,00	2 925,00	2 925,00	2 925,00	2 925,00	2 925,00	2 925,00	2 925,00	2 925,00	29 250,00
Spesa riscaldamento €	11 175,14	11 302,64	11 433,33	11 567,29	11 704,60	2 845,34	2 989,60	3 137,46	3 289,02	3 444,37	72 888,81
Differenza sulla rata €	5 696,41	5 686,95	5 677,25	5 667,30	5 657,11	-3 353,34	-3 364,05	-3 375,02	-3 386,27	-3 397,80	11 508,54

Costo del combustibile: 0,200 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento

8.5b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{t,\tau}(j) \right] \text{ (€)}$$

τ è periodo di calcolo

C_1 è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$ è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{t,\tau}(j)$ è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{t,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[\frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$ è il costo iniziale del componente

R_p è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$ è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$ è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e R_R il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e R_i è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stata utilizzata la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

Ipotesi di calcolo

Tasso di interesse di mercato	4	% R
Tasso di inflazione	1	% R_i
Durata del calcolo	10	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	45 000,00	1	No	45 000,00	-
Totale				45 000,00	-

Diagnosi energetica

I costi di manutenzione e di smaltimento possono essere ricavati da una percentuale di incidenza sul totale e da un costo fisso aggiuntivo eventualmente specificato.

COSTI DI MANUTENZIONE ANNUALE	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Costo anno [€]
Totale				0,00

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Totale				0,00

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Totale					0,00

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Energia elettrica	3 471,34	20	8,543	29 656,17
Totale				29 656,17

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Risparmio Gas naturale	-3 783,87	20	8,543	-32 326,16
Totale				-32 326,16

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

Principali risultati

Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Costo dell'intervento	20	0,00	0,50	0,00	0,00
Totale					0,00

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	-2 669,99
--	------------------

DETRAZIONI FISCALI	Annuale	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	-2 669,99
-------------------------------	------------------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	10	0,117	-312,53

Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	0,00
Indice di Profitto	-	1,090
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	0,0

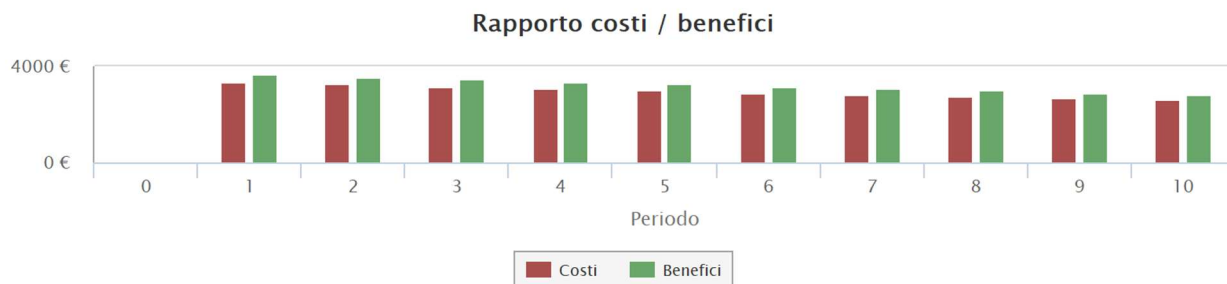
Diagnosi energetica

Costo globale	€	-2 669,99	Indice di profitto – da 0 a più di 2 
Incentivo	€	0,00	

Andamento annuale

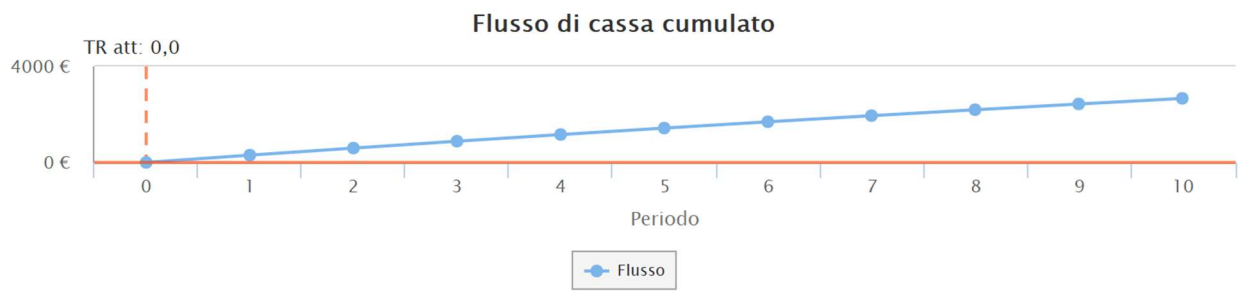
	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4
Costi	0,00	3 371,21	3 273,96	3 179,52	3 087,80
Benefici	0,00	3 674,72	3 568,72	3 465,77	3 365,80
Flussi di cassa	0,00	303,51	294,76	286,26	278,00
Flusso di cassa cumulato	0,00	303,51	598,27	884,53	1 162,53
	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9
Costi	2 998,73	2 912,23	2 828,22	2 746,64	2 667,41
Benefici	3 268,71	3 174,42	3 082,85	2 993,92	2 907,56
Flussi di cassa	269,98	262,19	254,63	247,28	240,15
Flusso di cassa cumulato	1 432,51	1 694,70	1 949,33	2 196,62	2 436,77
	Anno 10	-	-	-	-
Costi	2 590,46	-	-	-	-
Benefici	2 823,69	-	-	-	-
Flussi di cassa	233,22	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	2 669,99	-	-	-	-

Rapporto costi/benefici



Flusso di cassa cumulato

Diagnosi energetica



8.6. PROPOSTA DI INTERVENTO MIGLIORATIVO - Impianti - Sistemi BACS

8.6.1 DETTAGLIO DEI SINGOLI INTERVENTI

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

ALTRI IMPIANTI

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)		
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 con pompa a velocità variabile su sensori esterni (alla pompa)	A
Distribuzione riscaldamento a bilanciamento idronico		
Controllo intermittente di emissione e/o distribuzione		
Controllo del generatore a combustione e teleriscaldamento		
Controllo di generazione per pompe di calore	Controllo a temperatura variabile in funzione del carico	A
Controllo di generazione per unità esterne		
Sequenza di diversi generatori		
Controllo dell'accumulatore termico (TES)	Sistema di accumulo basato sulla previsione di carico	A

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 della temperatura di accumulo mediante collettore solare o generatore di calore		

Diagnosi energetica

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

Impianto di illuminazione		CLASSE
Regolazione in base alla presenza	Rilevazione automatica - Accensione automatica	B
Regolazione in base alla luce diurna	Crepuscolare on/off	B

Schermature esterne		CLASSE
Controllo delle schermature solari	Manuale	D

TBM sistemi di gestione tecnica degli edifici		CLASSE
Gestione del setpoint		
Gestione del tempo di esecuzione		
Rilevamento dei guasti di sistemi tecnici di costruzione e supporto alla diagnosi dei guasti		
Report dei consumi energetici e delle condizioni interne		
Produzione locale di energia e energie rinnovabili		
Recupero del calore residuo e trasferimento del calore		
Integrazione Smart Grid		



Costo dell'intervento

Costo intervento		
Unitario [€/cad]	Fisso [€]	Totale [€]
15 049,18	1 672,13	20 400,00

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

8.6.2 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

Impianti - Sistemi BACS	Consumi	Risparmio energetico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [kWh]	8 604,2	7 600,7	1 003,5	11,7
Gas naturale [m³]	4 222,4	3 336,7	885,7	21,0

Valutazione del Risparmio Economico e Tempo di ritorno semplice

Impianti - Sistemi BACS	Costi	Risparmio economico		
	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Variazione %
Energia elettrica [€]	1 720,8	1 520,1	200,7	11,7
Gas naturale [€]	3 757,9	2 969,6	788,3	21,0
Costo complessivo [€]	5 478,7	4 489,8	988,9	18,0

	U.M.	Valore
Costo di investimento	€	20 400,0
Risparmio economico	€/Anno	988,9
Tempo di ritorno semplice	Anni	20,6
Risparmio CO2	Kg/m ²	7,7

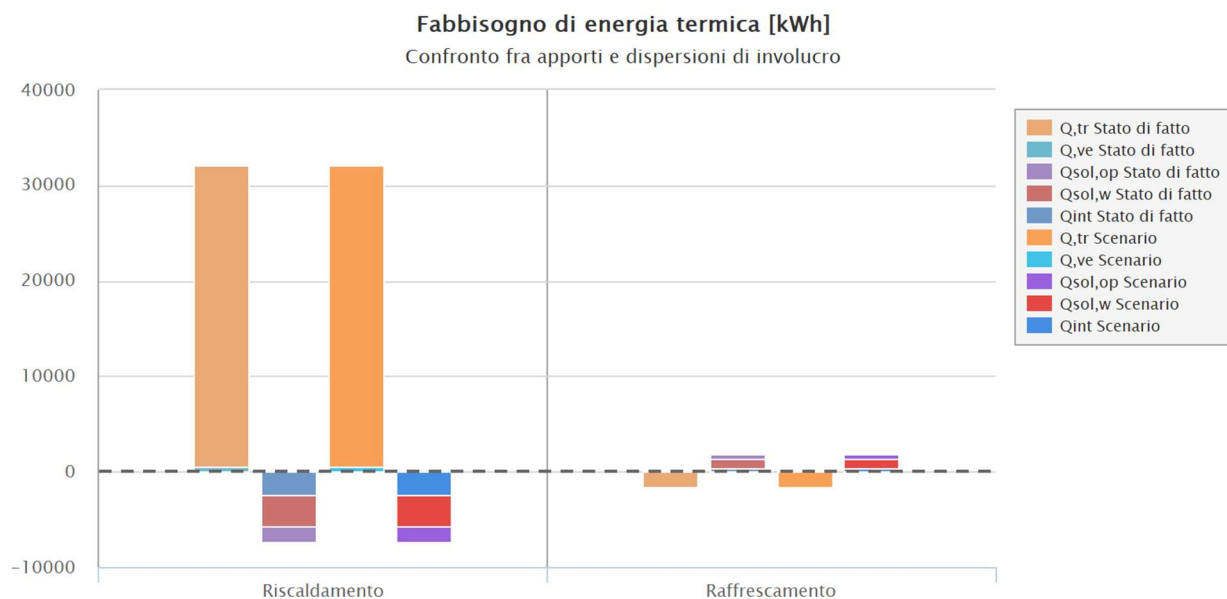
Tempo di ritorno – da 0 a più di 30 anni



8.6.3 DETTAGLI DI CALCOLO – INVOLUCRO: FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

Fabbisogno di energia termica

Diagnosi energetica



Fabbisogni di energia termica per riscaldamento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QH,tr	kWh	31 643,0	31 643,0	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QH,ve	kWh	516,8	516,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	1 735,3	1 735,3	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in riscaldamento
Qsol,w	kWh	3 179,1	3 179,1	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in riscaldamento
Qint	kWh	2 483,0	2 483,0	0	-	Apporti interni in riscaldamento
QH,nd	kWh	27 565,3	27 565,3	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	1 537,7	1 537,7	0	-	Fabbisogno di energia termica per trasmissione
QC,ve	kWh	31,5	31,5	0	-	Fabbisogno di energia termica per ventilazione
Qsol,op	kWh	400,3	400,3	0	-	Apporti solari sulle superfici opache in raffrescamento
Qsol,w	kWh	1 055,6	1 055,6	0	-	Apporti solari sulle superfici trasparenti in raffrescamento
Qint	kWh	333,3	333,3	0	-	Apporti interni in raffrescamento
QC,nd	kWh	101,9	101,9	0	-	Fabbisogno di energia termica per il raffrescamento

Fabbisogni di energia termica per ACS

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
QW	kWh	614,8	614,8	0	-	Fabbisogno di energia termica per ACS

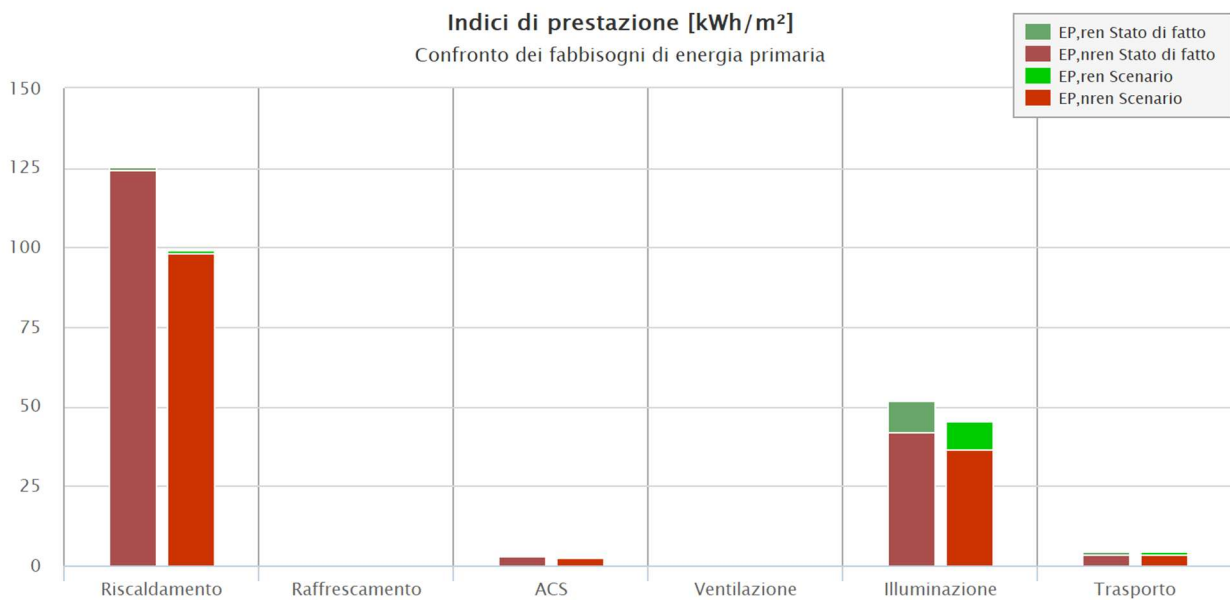
Fabbisogni di energia termica e dettagli dell'involucro

Diagnosi energetica

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPH,nd	kWh/m ²	81,1	81,1	0	-	Indice di prestazione termica utile di riscaldamento
EPC,nd	kWh/m ²	0,3	0,3	0	-	Indice di prestazione termica utile di raffrescamento
EPW,nd	kWh/m ²	1,8	1,8	0	-	Indice di prestazione termica utile di acs
Asol est/A sup utile	-	0,037	0,037	0	-	Area solare estiva equivalente
YIE	W/m ² K	0,11	0,11	0	-	Trasmittanza termica periodica media

8.6.4 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/m ²	1,0	0,8	-0,2	-20,0	Indice di prestazione rinnovabile per riscaldamento
EPH,nren	kWh/m ²	124,4	98,4	26,0	20,9	Indice di prestazione non rinnovabile per riscaldamento
EPH,tot	kWh/m ²	125,4	99,2	26,2	20,9	Indice di prestazione totale per riscaldamento
ηH,nren	-	0,652	0,825	0,173	26,5	Efficienza globale stagionale di riscaldamento
QR,H	%	0,8	0,8	0	-	Quota rinnovabile per riscaldamento

Acqua calda sanitaria

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPW,ren	kWh/m ²	0,0	0,0	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per ACS
EPW,nren	kWh/m ²	3,1	2,4	0,7	22,6	Indice di prestazione non rinnovabile per ACS
EPW,tot	kWh/m ²	3,1	2,5	0,6	19,4	Indice di prestazione totale per ACS
ηW,nren	-	0,593	0,741	0,148	25,0	Efficienza globale stagionale di ACS
QR,W	%	0,5	0,5	0	-	Quota rinnovabile per ACS

Illuminazione

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPL,ren	kWh/m ²	10,1	8,9	-1,2	-11,9	Indice di prestazione rinnovabile per illuminazione
EPL,nren	kWh/m ²	41,7	36,7	5,0	12,0	Indice di prestazione non rinnovabile per illuminazione
EPL,tot	kWh/m ²	51,8	45,6	6,2	12,0	Indice di prestazione totale per ventilazione

Trasporto

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPT,ren	kWh/m ²	0,9	0,9	0	-	Indice di prestazione rinnovabile per trasporto
EPT,nren	kWh/m ²	3,5	3,5	0	-	Indice di prestazione non rinnovabile per trasporto
EPT,tot	kWh/m ²	4,4	4,4	0	-	Indice di prestazione totale per trasporto

Energia primaria globale

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,ren	kWh/m ²	11,9	10,5	-1,4	-11,8	Indice di prestazione globale rinnovabile
EPgl,nren	kWh/m ²	172,7	141,1	31,6	18,3	Indice di prestazione globale non rinnovabile
EPgl,tot	kWh/m ²	184,6	151,6	33,0	17,9	Indice di prestazione globale dell'edificio
QR,HWC	%	0,8	0,8	0	-	Quota rinnovabile per risc., acs e raff.

Diagnosi energetica

Edificio di riferimento

	U.M.	Ante Operam	Post Operam	Variazione	Var. %	Legenda
EPgl,nren,rif	kWh/m²	59,9	54,9	5,0	8,3	Indice di prestazione non rinnovabile

8.6a. TEMPO DI RITORNO SEMPLICE

Esborso nei prossimi 10 anni in assenza di interventi (simulazione)

Stato attuale	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	5 478,73	5 615,70	5 756,09	5 899,99	6 047,49	6 198,68	6 353,64	6 512,48	6 675,30	6 842,18	61 380,27

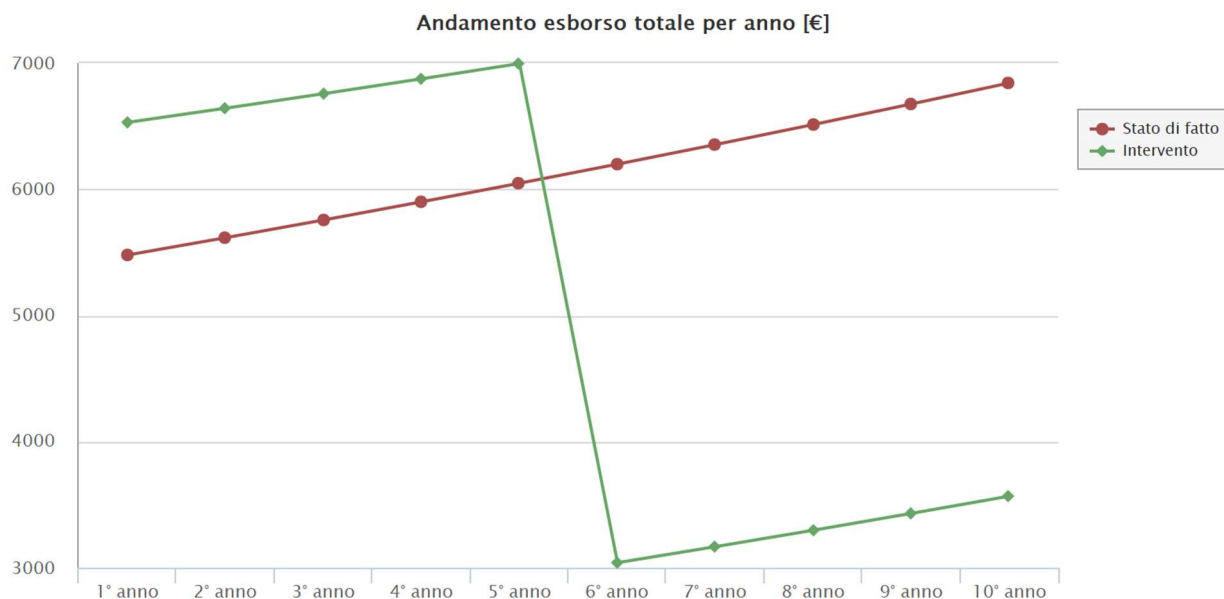
Costo del combustibile: 0,113 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno

Dopo l'intervento	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	Totale
Spesa combustibile €/anno	4 489,78	4 602,03	4 717,08	4 835,00	4 955,88	5 079,78	5 206,77	5 336,94	5 470,36	5 607,12	50 300,73
Ipotesi rateizzazione anni	4 080,00	4 080,00	4 080,00	4 080,00	4 080,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20 400,00
Recupero fiscale €	2 040,00	2 040,00	2 040,00	2 040,00	2 040,00	2 040,00	2 040,00	2 040,00	2 040,00	2 040,00	20 400,00
Spesa riscaldamento €	6 529,78	6 642,03	6 757,08	6 875,00	6 995,88	7 119,78	7 247,77	7 379,94	7 516,36	7 657,12	70 300,73
Differenza sulla rata €	1 051,05	1 026,33	1 000,99	975,01	948,39	-3 158,90	-3 186,87	-3 215,55	-3 244,93	-3 275,06	-11 079,54

Costo del combustibile: 0,115 €/kWh

Nota: costo del combustibile incrementato del 1,03% ogni anno



Andamento della spesa per il riscaldamento per lo stato attuale e dopo l'intervento

8.6b. ANALISI ECONOMICA (UNI EN 15459)

L'analisi economica si fonda sull'approccio del life cycle cost analysis secondo la norma UNI EN 15459. I passi di calcolo per la determinazione del costo globale partono dalla valutazione del tasso di sconto che consente la comparazione del valore della valuta in periodi differenti e quindi riportare al momento iniziale una spesa effettuata dopo p anni.

Il costo globale dell'investimento è determinato come segue:

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{t,\tau}(j) \right] \text{ (€)}$$

τ è periodo di calcolo

C_1 è il costo dell'investimento iniziale

$C_{a,i}(j)$ è il costo annuale per l'anno i del componente j

$V_{t,\tau}(j)$ è il valore finale del componente j alla fine del periodo di calcolo (riferito all'anno iniziale)

Il valore finale del componente è determinato secondo questa formula:

$$V_{t,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p/100)^{n_{\tau}(j) \times \tau_n(j)} \times \left[\frac{(n_{\tau}(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau)$$

$V_0(j)$ è il costo iniziale del componente

R_p è il tasso dell'andamento dei prezzi per i prodotti

$n_{\tau}(j)$ è il numero di sostituzioni del componente j nel periodo di calcolo

$\tau_n(j)$ è la vita del componente j

Il tasso di sconto è calcolato come segue:

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1 + R_R/100} \right)^p$$

con p il numero di anni e R_R il tasso di interesse reale

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i/100} \%$$

dove R è il tasso di interesse di mercato e R_i è il tasso di inflazione.

Il fattore di attualizzazione utilizzato per riportare all'anno iniziale tutti i costi e le rendite annuali è stata utilizzata la seguente:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R/100)^{-n}}{R_R/100}$$

Ipotesi di calcolo

Tasso di interesse di mercato	4	% R
Tasso di inflazione	1	% R_i
Durata del calcolo	10	Anni

Di seguito il dettaglio dei costi iniziali sostenuti per l'intervento. Nella colonna Sostituzioni è indicato il totale attualizzato delle sostituzioni avvenute per un dato componente nel periodo di calcolo utilizzato per l'analisi.

COSTI INIZIALI	Costo [€]	Quantità	Detraibile	Totale [€]	Sostituzioni [€]
Costo dell'intervento	20 400,00	1	No	20 400,00	-
Totale				20 400,00	-

Diagnosi energetica

I costi di manutenzione e di smaltimento possono essere ricavati da una percentuale di incidenza sul totale e da un costo fisso aggiuntivo eventualmente specificato.

COSTI DI MANUTENZIONE ANNUALE	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Costo anno [€]
Totale				0,00

COSTI SMALTIMENTO NOMINALI	Incidenza sul totale [%]	Valore [€]	Costo aggiuntivo [€]	Totale [€]
Totale				0,00

I costi di smaltimento attualizzati comprendo anche le frazioni ancora non utilizzate di eventuali costi di smaltimento da sostenere oltre il periodo di vita del componente.

COSTI SMALTIMENTO ATTUALIZZATI	Vita	Anno	Costo [€]	Tasso[%]	Valore[€]
Totale					0,00

COSTI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

RICAVI PERIODICI	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

COSTI UNA TANTUM	Annuale [€]	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

Principali risultati

Intervallo di calcolo e tasso attualizzazione

VALORI FINALI	Vita	Valore iniziale [€]	Uso	Valore finale [€]	Valore attualizzato [€]
Totale					0,00

COSTO COMPLESSIVO ATTUALIZZATO SENZA INCENTIVI FISCALI [€]	0,00
--	-------------

DETRAZIONI FISCALI	Annuale	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Totale				0,00

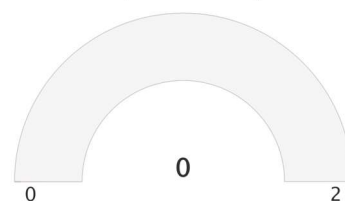
VALORE ATTUALE OPERAZIONE [€]	0,00
-------------------------------	-------------

EQUIVALENTE ANNUALE	Annualità	Tasso [%]	Totale [€]
Equivalente annuale	10	0,000	0,00

Indici di valutazione

	U.M.	Valore
Costi residui e valori finali	€	0,00
Indice di Profitto	-	0,000
Tempo di Ritorno attualizzato	Anni	0,0
Costo globale	€	0,00
Incentivo	€	0,00

Indice di profitto - da 0 a più di 2



Andamento annuale

	Anno 0	-	-	-	-
Costi	0,00	-	-	-	-
Benefici	0,00	-	-	-	-
Flussi di cassa	0,00	-	-	-	-
Flusso di cassa cumulato	0,00	-	-	-	-

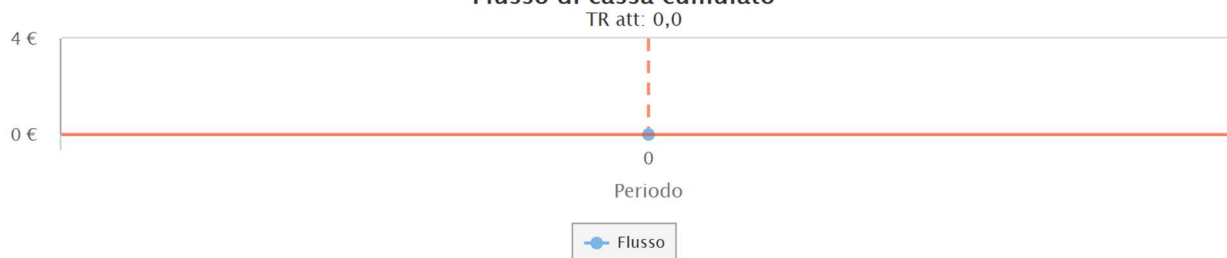
Rapporto costi/benefici

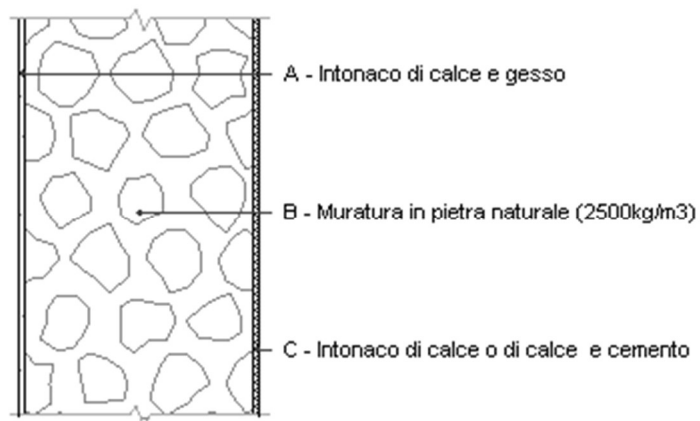
Rapporto costi / benefici



Flusso di cassa cumulato

Flusso di cassa cumulato

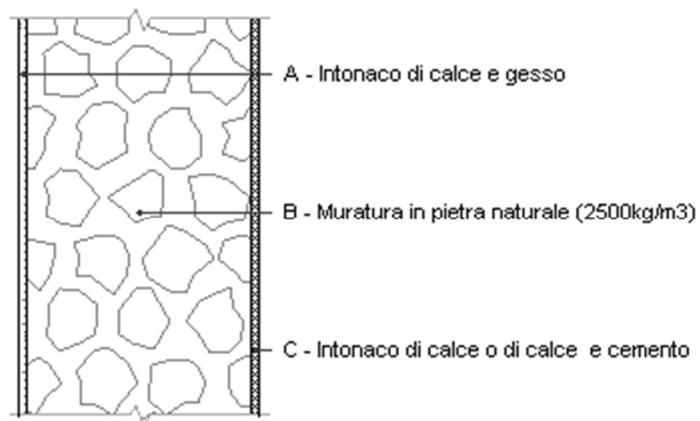


ME01 - perimetrale esterno - S800mm

Spessore	800,0 mm	Trasmittanza	1,814 W/m²K
Resistenza	0,551 m²K/W	Massa superf.	1 900 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

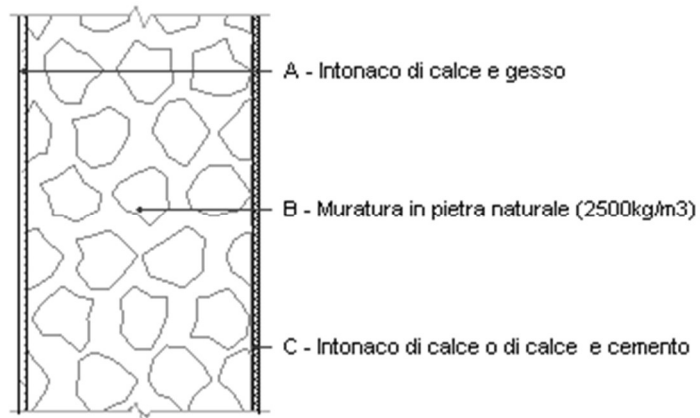
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1 400	0,84	11,1
B	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	760,0	2,300	0,330	2 500	0,84	107,0
C	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1 800	0,84	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	800,0		0,551			

ME02 - perimetrale esterno - S600mm

Spessore	600,0 mm	Trasmittanza	2,154 W/m²K
Resistenza	0,464 m²K/W	Massa superf.	1 400 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

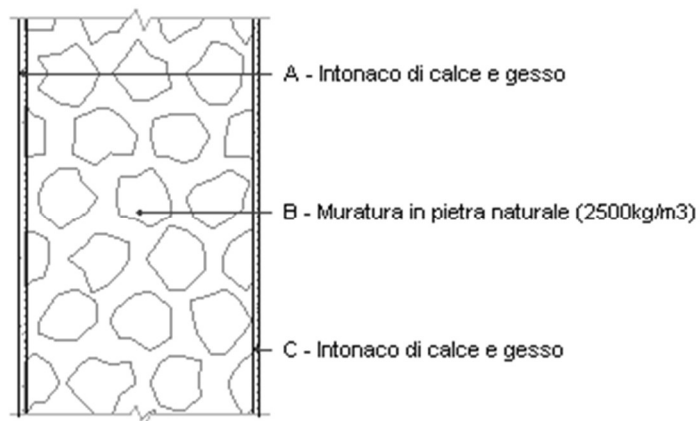
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1 400	0,84	11,1
B	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	560,0	2,300	0,243	2 500	0,84	107,0
C	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1 800	0,84	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	600,0		0,464			

ME03 - perimetrale esterno - S650mm

Spessore	650,0 mm	Trasmittanza	2,057 W/m²K
Resistenza	0,486 m²K/W	Massa superf.	1 525 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

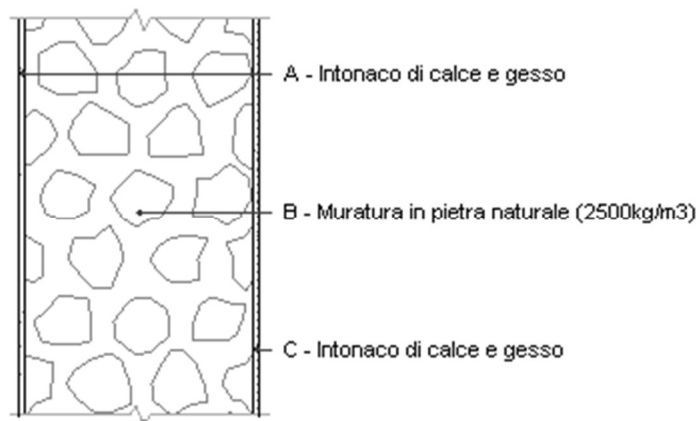
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1 400	0,84	11,1
B	Muratura in pietra naturale (2500kg/m ³)	610,0	2,300	0,265	2 500	0,84	107,0
C	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1 800	0,84	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	650,0		0,486			

MI.02 - interno spina - S750mm

Spessore	750,0 mm	Trasmittanza	1,598 W/m²K
Resistenza	0,626 m²K/W	Massa superf.	1 775 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

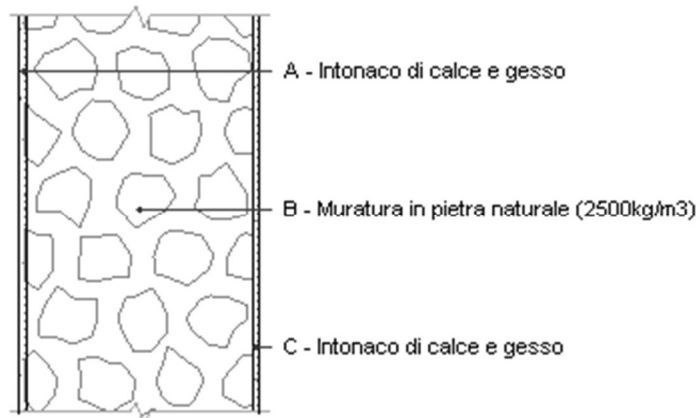
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1 400	0,84	11,1
B	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	710,0	2,300	0,309	2 500	0,84	107,0
C	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1 400	0,84	11,1
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	750,0		0,626			

MI.03 - interno spina - S800mm

Spessore	800,0 mm	Trasmittanza	1,544 W/m²K
Resistenza	0,648 m²K/W	Massa superf.	1 900 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

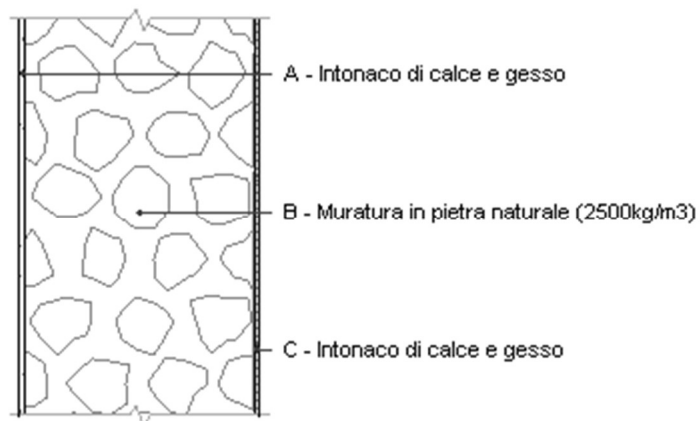
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1 400	0,84	11,1
B	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	760,0	2,300	0,330	2 500	0,84	107,0
C	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1 400	0,84	11,1
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	800,0		0,648			

MI.04 - interno spina - S700mm

Spessore	700,0 mm	Trasmittanza	1,655 W/m²K
Resistenza	0,604 m²K/W	Massa superf.	1 650 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

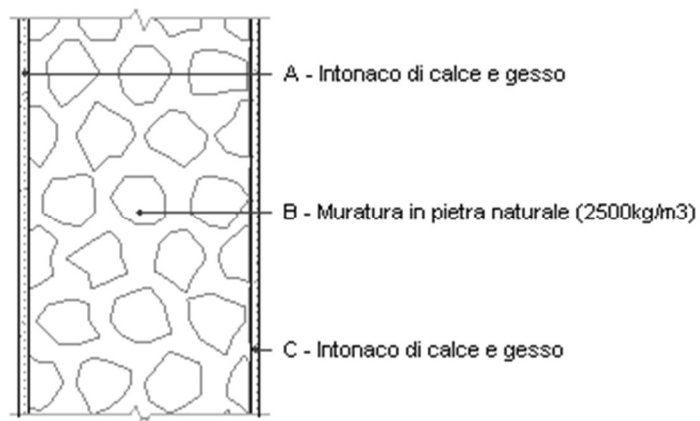
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1 400	0,84	11,1
B	Muratura in pietra naturale (2500kg/m ³)	660,0	2,300	0,287	2 500	0,84	107,0
C	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1 400	0,84	11,1
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	700,0		0,604			

MI.05 - interno spina - S900mm

Spessore	900,0 mm	Trasmittanza	1,447 W/m²K
Resistenza	0,691 m²K/W	Massa superf.	2 150 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

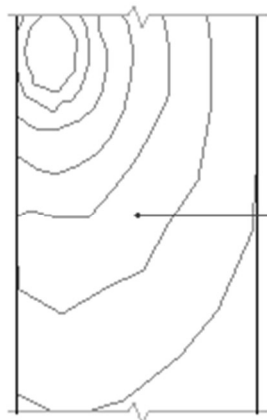
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1 400	0,84	11,1
B	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	860,0	2,300	0,374	2 500	0,84	107,0
C	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1 400	0,84	11,1
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	900,0		0,691			

MI.08 - interno spina - S550mm

Spessore	500,0 mm	Trasmittanza	1,933 W/m²K
Resistenza	0,517 m²K/W	Massa superf.	1 150 kg/m²
Tipologia	Parete		
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 orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1 400	0,84	11,1
B	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	460,0	2,300	0,200	2 500	0,84	107,0
C	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1 400	0,84	11,1
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	500,0		0,517			

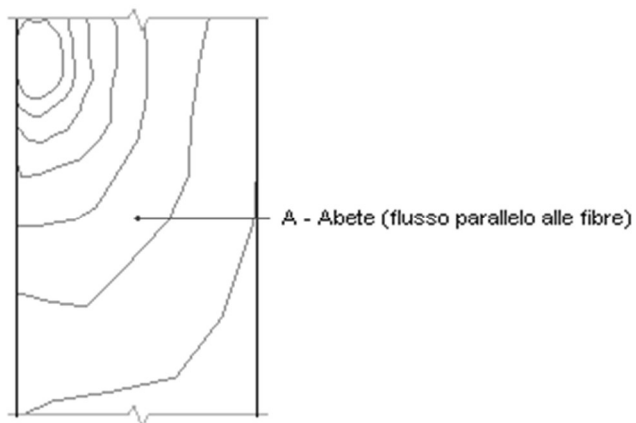
PI.04 - Porta Interna - L135

A - Abete (flusso parallelo alle fibre)

Spessore	50,0 mm	Trasmittanza	1,478 W/m²K
Resistenza	0,677 m²K/W	Massa superf.	23 kg/m²
Tipologia	Porta		
Descrizione			

Stratigrafia

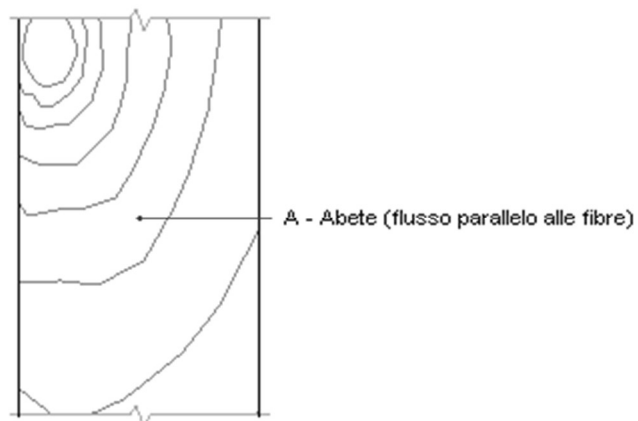
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Abete (flusso parallelo alle fibre)	50,0	0,120	0,417	450	1,38	222,2
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	50,0		0,677			

PI.05 - Porta Interna - L70

Spessore	50,0 mm	Trasmittanza	1,478 W/m²K
Resistenza	0,677 m²K/W	Massa superf.	23 kg/m²
Tipologia	Porta		
Descrizione			

Stratigrafia

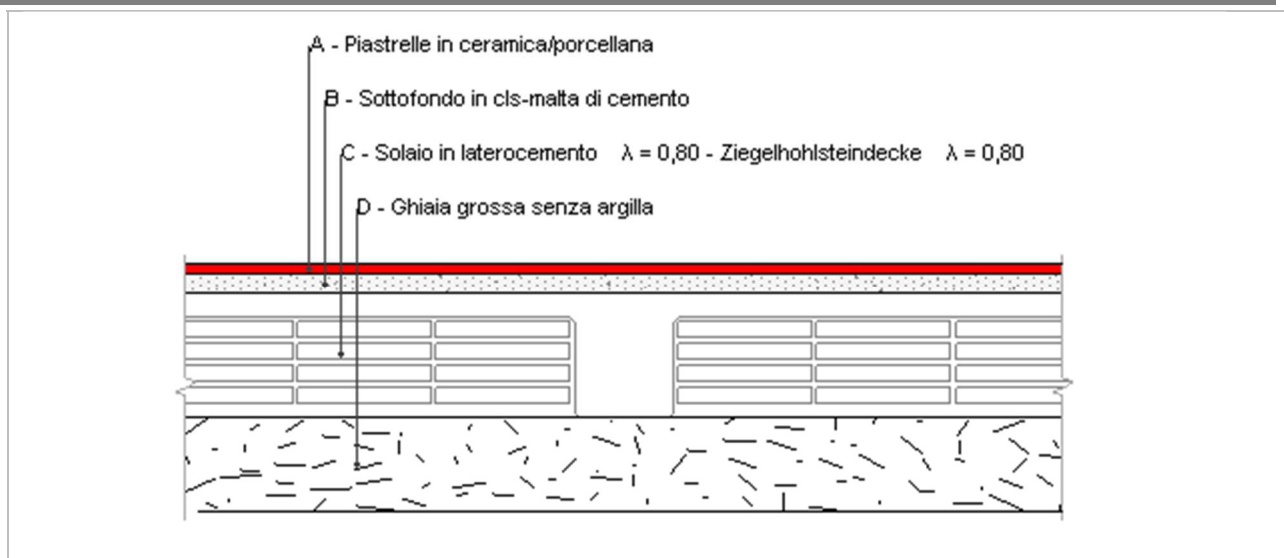
	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Abete (flusso parallelo alle fibre)	50,0	0,120	0,417	450	1,38	222,2
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	50,0		0,677			

PI.06 - Porta Interna - L80

Spessore	50,0 mm	Trasmittanza	1,478 W/m²K
Resistenza	0,677 m²K/W	Massa superf.	23 kg/m²
Tipologia	Porta		
Descrizione			

Stratigrafia

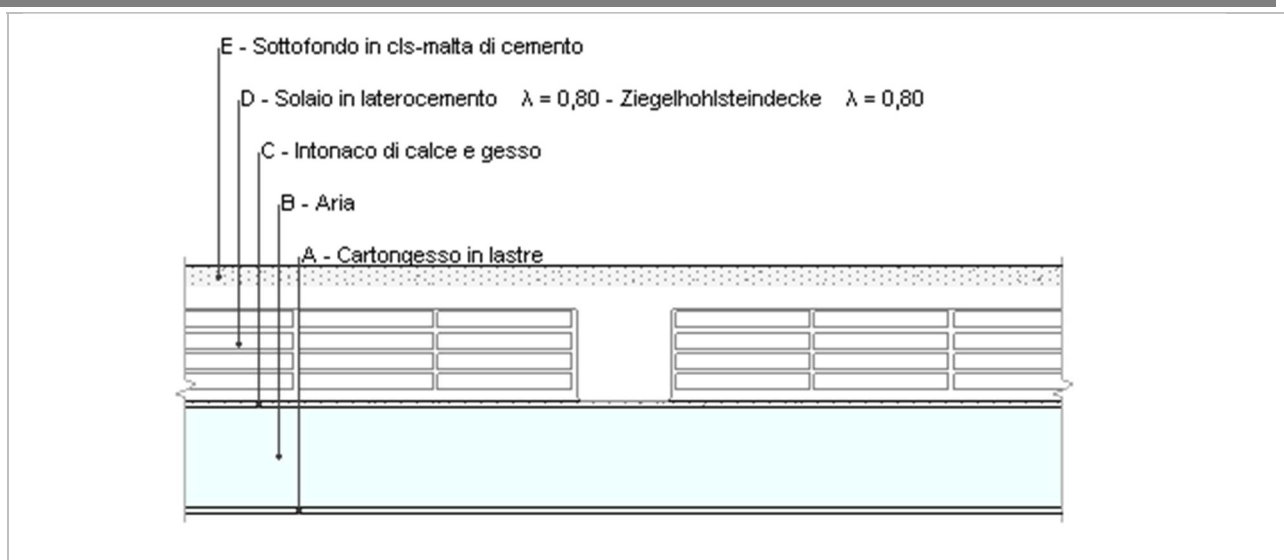
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Abete (flusso parallelo alle fibre)	50,0	0,120	0,417	450	1,38	222,2
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	50,0		0,677			

S.01 - Solaio controterra L00 - S500

Spessore	500,0 mm	Trasmittanza	1,460 W/m²K
Resistenza	0,685 m²K/W	Massa superf.	849 kg/m²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

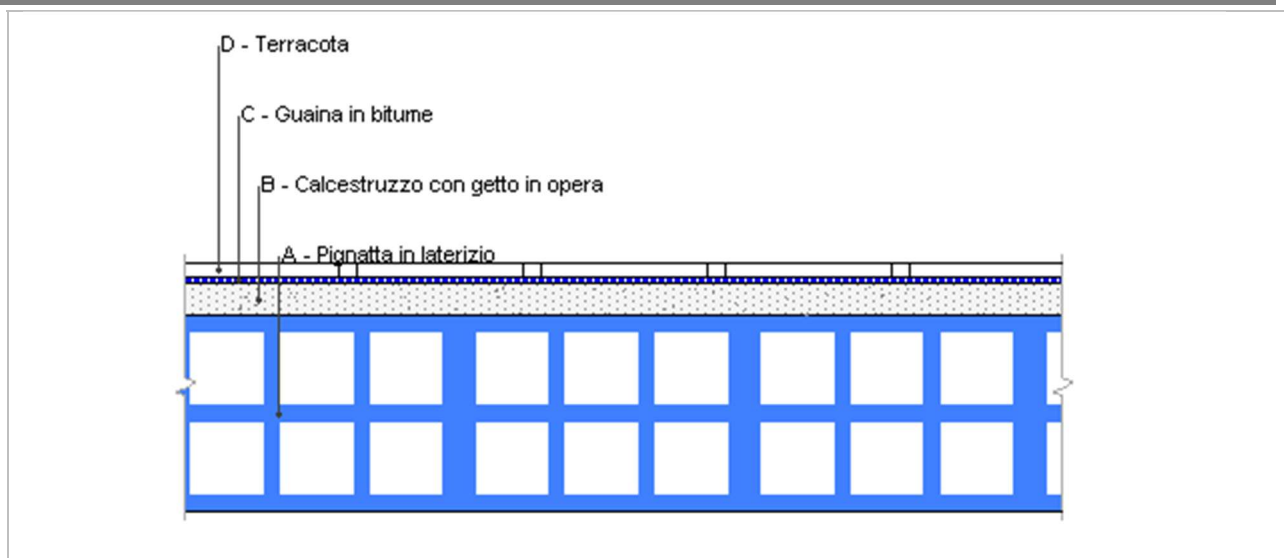
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	Piastrille in ceramica/porcellana	20,0	1,300	0,015	2 300	0,84	999 999,0
B	Sottofondo in cls-malta di cemento	40,0	1,400	0,029	2 000	1,00	999 999,0
C	Solaio in laterocemento $\lambda = 0,80$ - Ziegelhohlsteindecke $\lambda = 0,80$	250,0	0,800	0,313	1 600	1,11	35,0
D	Ghiaia grossa senza argilla	190,0	1,200	0,158	1 700	0,84	5,3
	TOTALE	500,0		0,685			

SF.01 - Solaio interpiano L02 sottotetto - S500

Spessore	500,0 mm	Trasmittanza	0,115 W/m²K
Resistenza	8,691 m²K/W	Massa superf.	468 kg/m²
Tipologia	Soffitto		
Descrizione			

Stratigrafia

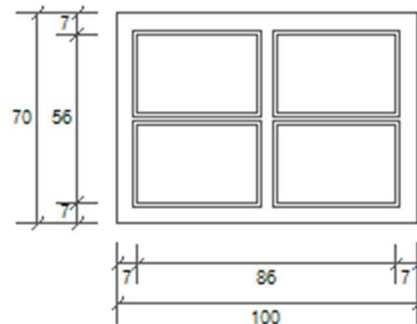
	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	13,0	0,210	0,062	900	1,30	8,7
B	Aria	202,0	0,025	8,093	1	1,01	1,0
C	Intonaco di calce e gesso	10,0	0,700	0,014	1 400	0,84	11,1
D	Solaio in laterocemento λ = 0,80 - Ziegelhohlsteindecke λ = 0,80	235,0	0,800	0,294	1 600	1,11	35,0
E	Sottofondo in cls-malta di cemento	40,0	1,400	0,029	2 000	1,00	999 999,0
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
	TOTALE	500,0		8,691			

T.01 - Tetto in laterocemento

Spessore	380,0 mm	Trasmittanza	1,339 W/m²K
Resistenza	0,747 m²K/W	Massa superf.	477 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	Pignatta in laterizio	300,0	0,598	0,502	1 100	1,00	10,0
B	Calcestruzzo con getto in opera	50,0	1,900	0,026	1 900	0,88	3,3
C	Guaina in bitume	10,0	0,170	0,059	1 200	0,92	22 222,2
D	Terracota	20,0	1,000	0,020	2 000	0,80	30,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	380,0		0,747			

F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70

Larghezza	L	100 cm
Altezza	H	70 cm
Area del vetro	Ag	0,411 m²
Area del telaio	Af	0,289 m²
Area totale del serramento	Aw	0,700 m²
Perimetro del vetro	p	5,240 m
Trasmittanza	Uw	4,138 W/(m²K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,138 W/(m²K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,713 W/(m²K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro (rovere, mogano, iroko)
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,900 W/(m²K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 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

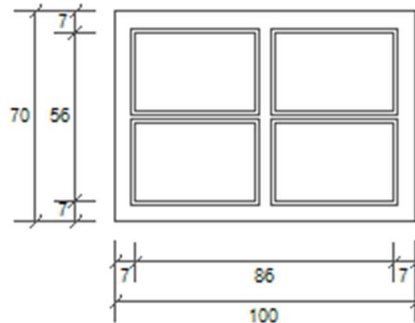
Permeabilità all'aria

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 [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
PT.S.01- Parete ME01 - Davanzale (Ponte termico)	1,0	0,165
PT.S.02- Parete ME01 - Architrave (Ponte termico)	1,0	0,165
PT.S.03 - Parete ME01 - lati (Ponte termico)	1,4	0,165

F.01 - Finestra a doppia anta - 100x70 (U=1,300)

Larghezza	L	100 cm
Altezza	H	70 cm
Area del vetro	Ag	0,411 m²
Area del telaio	Af	0,289 m²
Area totale del serramento	Aw	0,700 m²
Perimetro del vetro	p	5,240 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m²K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m²K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,713 W/(m²K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro (rovere, mogano, iroko)
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,900 W/(m²K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 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

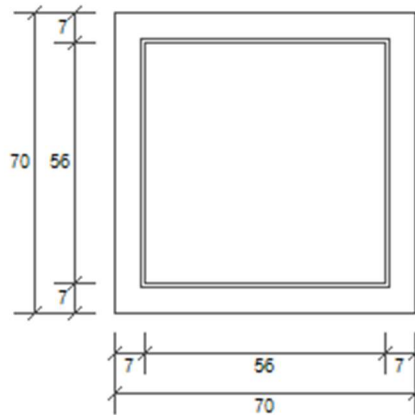
Permeabilità all'aria

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 [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
Assenti	-	-

F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70

Larghezza	L	70 cm
Altezza	H	70 cm
Area del vetro	Ag	0,314 m²
Area del telaio	Af	0,176 m²
Area totale del serramento	Aw	0,490 m²
Perimetro del vetro	p	2,240 m
Trasmittanza	Uw	4,340 W/(m²K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,340 W/(m²K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,713 W/(m²K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro (rovere, mogano, iroko)
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,900 W/(m²K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 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

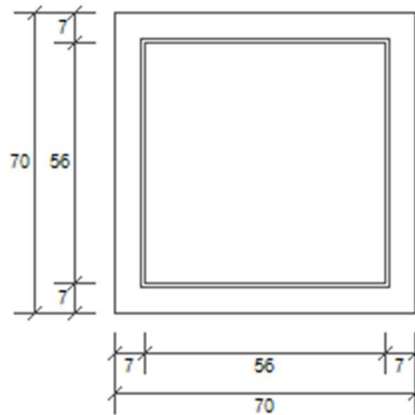
Permeabilità all'aria

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 [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
PT.S.01- Parete ME01 - Davanzale (Ponte termico)	0,7	0,165
PT.S.02- Parete ME01 - Architrave (Ponte termico)	0,7	0,165
PT.S.03 - Parete ME01 - lati (Ponte termico)	1,4	0,165

F.02 - Finestra a doppia anta - 70x70 (U=1,300)

Larghezza	L	70 cm
Altezza	H	70 cm
Area del vetro	Ag	0,314 m²
Area del telaio	Af	0,176 m²
Area totale del serramento	Aw	0,490 m²
Perimetro del vetro	p	2,240 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m²K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m²K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,713 W/(m²K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro (rovere, mogano, iroko)
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,900 W/(m²K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 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

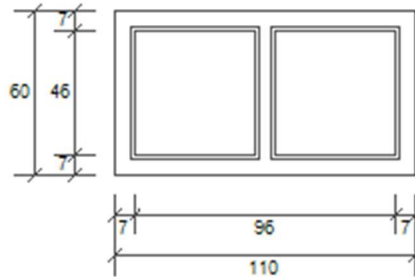
Permeabilità all'aria

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 [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
Assenti	-	-

F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60

Larghezza	L	110 cm
Altezza	H	60 cm
Area del vetro	Ag	0,409 m²
Area del telaio	Af	0,251 m²
Area totale del serramento	Aw	0,660 m²
Perimetro del vetro	p	3,620 m
Trasmittanza	Uw	4,265 W/(m²K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,265 W/(m²K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,713 W/(m²K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro (rovere, mogano, iroko)
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,900 W/(m²K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 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

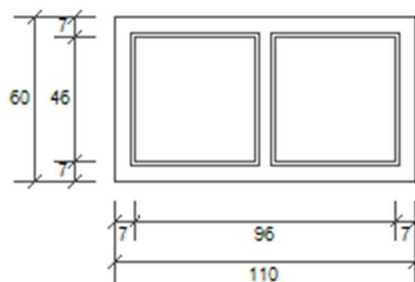
Permeabilità all'aria

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 [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
PT.S.01- Parete ME01 - Davanzale (Ponte termico)	1,1	0,165
PT.S.02- Parete ME01 - Architrave (Ponte termico)	1,1	0,165
PT.S.03 - Parete ME01 - lati (Ponte termico)	1,2	0,165

F.03 - Finestra a doppia anta - 110x60 (U=1,300)

Larghezza	L	110 cm
Altezza	H	60 cm
Area del vetro	Ag	0,409 m²
Area del telaio	Af	0,251 m²
Area totale del serramento	Aw	0,660 m²
Perimetro del vetro	p	3,620 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m²K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m²K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,713 W/(m²K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm

Tipologia	tipo	Legno duro (rovere, mogano, iroko)
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,900 W/(m²K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 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**

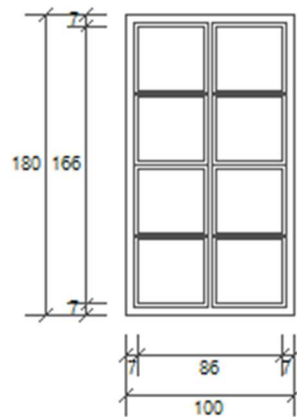
Permeabilità all'aria

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	-	-

F.04 - Finestra a doppia anta - 100x180

Larghezza	L	100 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	1,217 m²
Area del telaio	Af	0,583 m²
Area totale del serramento	Aw	1,800 m²
Perimetro del vetro	p	12,480 m
Trasmittanza	Uw	4,477 W/(m²K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,477 W/(m²K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,713 W/(m²K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro (rovere, mogano, iroko)
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,900 W/(m²K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 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

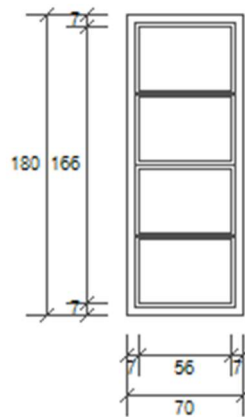
Permeabilità all'aria

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 [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
PT.S.01- Parete ME01 - Davanzale (Ponte termico)	1,0	0,165
PT.S.02- Parete ME01 - Architrave (Ponte termico)	1,0	0,165
PT.S.03 - Parete ME01 - lati (Ponte termico)	3,6	0,165

F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180

Larghezza	L	70 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	0,862 m²
Area del telaio	Af	0,398 m²
Area totale del serramento	Aw	1,260 m²
Perimetro del vetro	p	7,560 m
Trasmittanza	Uw	4,510 W/(m²K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,510 W/(m²K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,713 W/(m²K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro (rovere, mogano, iroko)
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,900 W/(m²K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 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

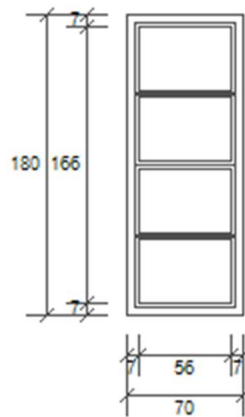
Permeabilità all'aria

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 [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
PT.S.01- Parete ME01 - Davanzale (Ponte termico)	0,7	0,165
PT.S.02- Parete ME01 - Architrave (Ponte termico)	0,7	0,165
PT.S.03 - Parete ME01 - lati (Ponte termico)	3,6	0,165

F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,30)

Larghezza	L	70 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	0,862 m²
Area del telaio	Af	0,398 m²
Area totale del serramento	Aw	1,260 m²
Perimetro del vetro	p	7,560 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m²K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m²K)

Vetro

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,184 W/(m²K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro (rovere, mogano, iroko)
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,900 W/(m²K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,080 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

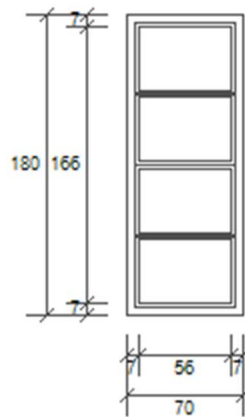
Permeabilità all'aria

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 [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
PT.S.01- Parete ME01 - Davanzale (Ponte termico)	0,7	0,165
PT.S.02- Parete ME01 - Architrave (Ponte termico)	0,7	0,165
PT.S.03 - Parete ME01 - lati (Ponte termico)	3,6	0,165

F.05 - Finestra a doppia anta - 70x180 (U=1,300)

Larghezza	L	70 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	0,862 m²
Area del telaio	Af	0,398 m²
Area totale del serramento	Aw	1,260 m²
Perimetro del vetro	p	7,560 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m²K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m²K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,713 W/(m²K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Legno
Spessore	sf	70 mm
Tipologia	tipo	Legno duro (rovere, mogano, iroko)
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,900 W/(m²K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 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

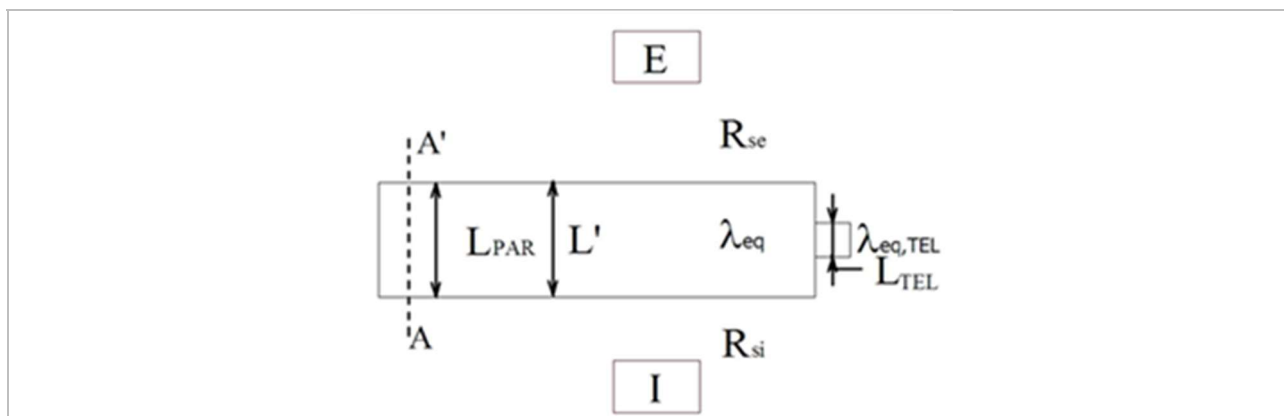
Permeabilità all'aria

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 [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
Assenti	-	-

PT.S.01- Parete ME01 - Davanzale**Dati della struttura**

Nome	PT.S.01- Parete ME01 - Davanzale		
Categoria	Parete con serramento		
Codice	PT.S.01	Disperde verso	Esterno

Caratteristiche generali

Resistenza termica superficiale interna R_{si}	0,130 m ² K/W
Resistenza termica superficiale interna R_{se}	0,040 m ² K/W

Pareti

Conducibilità termica equivalente della parete λ_{eq}	2,098 W/mK
Spessore della parete L_{par}	0,80 m
Spessore dello strato di isolante della parete Liso	0,00 m
Conducibilità termica dell'isolante λ_{iso}	0,000 W/mK

Telaio finestra

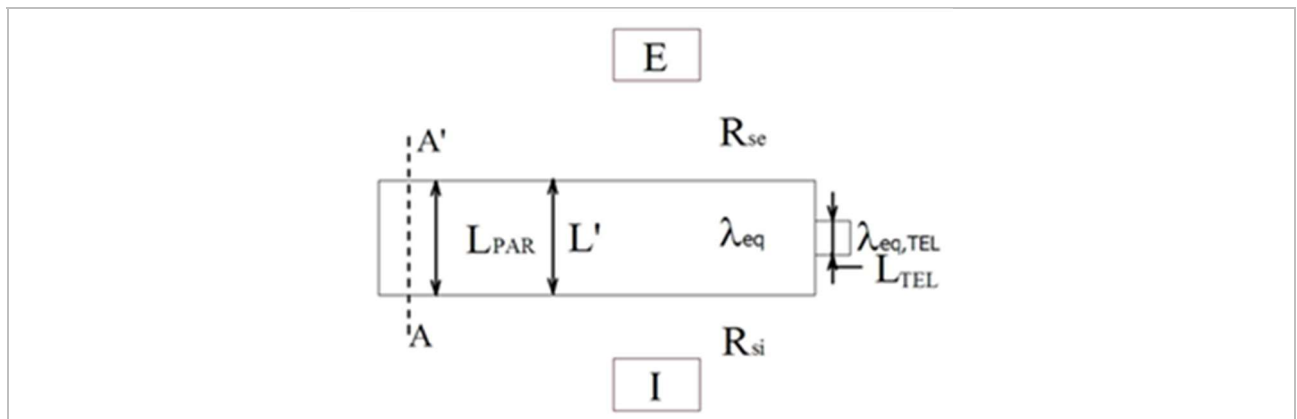
Spessore del telaio L_{tel}	0,10 m
Conducibilità termica del serramento $\lambda_{eq,tel}$	1,50 W/mK

Trasmittanza termica elementi strutturali

Trasmittanza della parete, U_{par} :1,814	
---	--

Trasmittanza termica lineare del ponte termico

Riferita alle dimensioni esterne Ψ_e	0,165 W/mK	Riferita alle dimensioni interne Ψ_i	0,165 W/mK
---	------------	---	------------

PT.S.02- Parete ME01 - Architrave**Dati della struttura**

Nome	PT.S.02- Parete ME01 - Architrave		
Categoria	Parete con serramento		
Codice	PT.S.02	Disperde verso	Esterno

Caratteristiche generali

Resistenza termica superficiale interna R_{si}	0,130 m ² K/W
Resistenza termica superficiale interna R_{se}	0,040 m ² K/W

Pareti

Conducibilità termica equivalente della parete λ_{eq}	2,098 W/mK
Spessore della parete L_{par}	0,80 m
Spessore dello strato di isolante della parete Liso	0,00 m
Conducibilità termica dell'isolante λ_{iso}	0,000 W/mK

Telaio finestra

Spessore del telaio L_{tel}	0,10 m
Conducibilità termica del serramento $\lambda_{eq,tel}$	1,50 W/mK

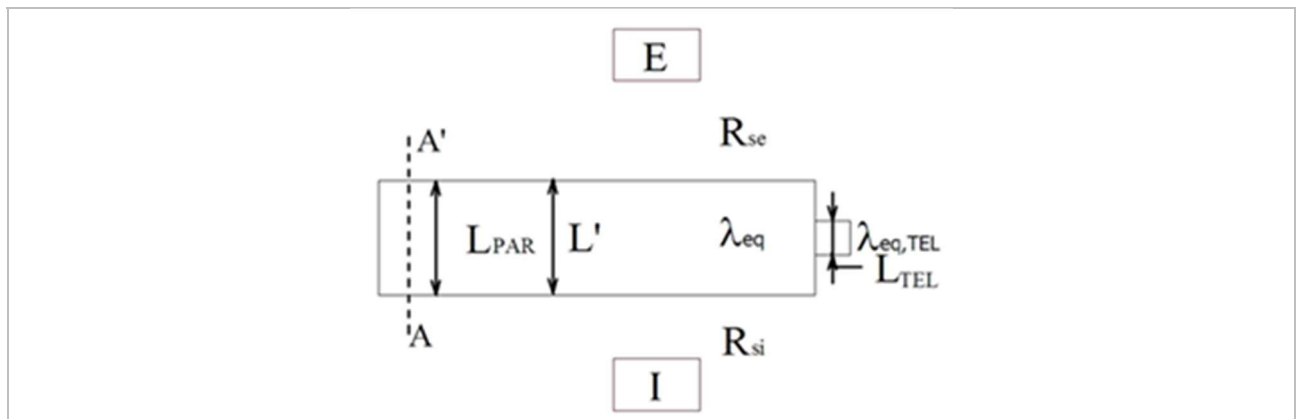
Trasmittanza termica elementi strutturali

Trasmittanza della parete, U_{par} :1,814	
---	--

Trasmittanza termica lineare del ponte termico

Riferita alle dimensioni esterne Ψ_e	0,165 W/mK	Riferita alle dimensioni interne Ψ_i	0,165 W/mK
---	------------	---	------------

PT.S.03 - Parete ME01 - lati

**Dati della struttura**

Nome	PT.S.03 - Parete ME01 - lati		
Categoria	Parete con serramento		
Codice	PT.S.03	Disperde verso	Esterno

Caratteristiche generali

Resistenza termica superficiale interna Rsi	0,130 m ² K/W
Resistenza termica superficiale esterna Rse	0,040 m ² K/W

Pareti

Conducibilità termica equivalente della parete λeq	2,098 W/mK
Spessore della parete Lpar	0,80 m
Spessore dello strato di isolante della parete Liso	0,00 m
Conducibilità termica dell'isolante λiso	0,000 W/mK

Telaio finestra

Spessore del telaio Ltel	0,10 m
Conducibilità termica del serramento λeq,tel	1,50 W/mK

Trasmittanza termica elementi strutturali

Trasmittanza della parete, U _{par} :1,814	
--	--

Trasmittanza termica lineare del ponte termico

Riferita alle dimensioni esterne Ψe	0,165 W/mK	Riferita alle dimensioni interne Yi	0,165 W/mK
-------------------------------------	------------	-------------------------------------	------------

PT.V.01 - Angolo rientrante ME01**Dati della struttura**

Nome	PT.V.01 - Angolo rientrante ME01		
Categoria	Angolo rientrante con e senza pilastro		
Codice	PT.V.01	Disperde verso	Esterno

Caratteristiche generali

Resistenza termica superficiale interna R_{si}	0,130 m ² K/W
Resistenza termica superficiale interna R_{se}	0,040 m ² K/W

Pareti

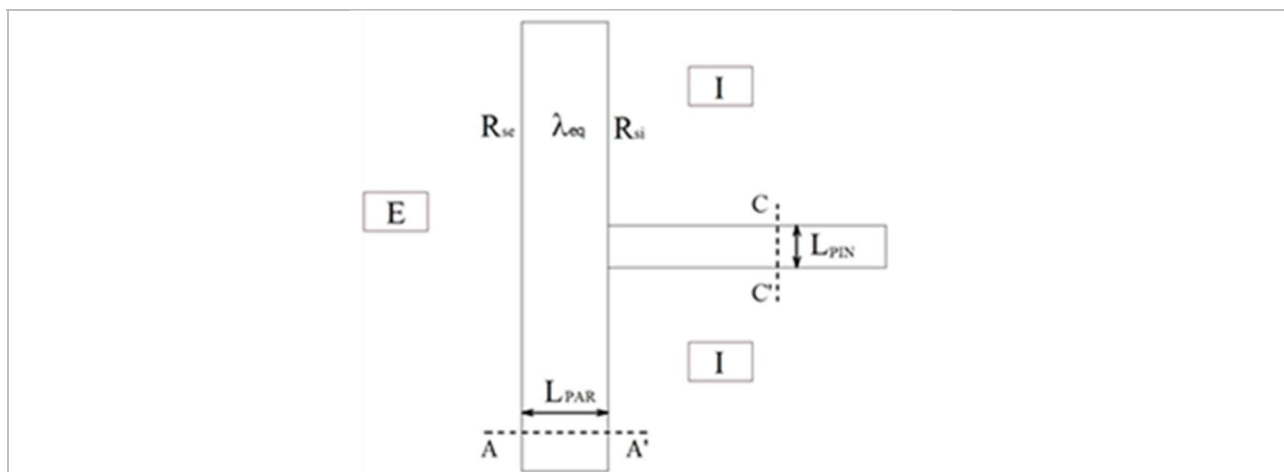
Conducibilità termica equivalente della parete λ_{eq}	2,098 W/mK
Spessore della parete L_{par}	0,80 m
Spessore dello strato di isolante della parete Liso	0,00 m
Conducibilità termica dell'isolante λ_{iso}	0,000 W/mK

Trasmittanza termica elementi strutturali

Trasmittanza della parete, U_{par} :1,814	
---	--

Trasmittanza termica lineare del ponte termico

Riferita alle dimensioni esterne Ψ_e	0,673 W/mK	Riferita alle dimensioni interne Ψ_i	-3,881 W/mK
---	------------	---	-------------

PT.V.03 - Parete esterna ME01 con parete interna**Dati della struttura**

Nome	PT.V.03 - Parete esterna ME01 con parete interna		
Categoria	Parete esterna con parete interna		
Codice	PT.V.03	Disperde verso	Esterno

Caratteristiche generali

Resistenza termica superficiale interna R_{si}	0,130 m ² K/W
Resistenza termica superficiale esterna R_{se}	0,040 m ² K/W

Pareti

Conducibilità termica equivalente della parete λ_{eq}	2,098 W/mK
Spessore della parete L_{par}	0,80 m
Spessore dello strato di isolante della parete Liso	0,00 m
Conducibilità termica dell'isolante λ_{iso}	0,000 W/mK

Parete interna

Spessore della parete interna L_{pin}	0,60 m
---	--------

Trasmittanza termica elementi strutturali

Trasmittanza della parete, U_{par}	1,814
--------------------------------------	-------

Trasmittanza termica lineare del ponte termico

Riferita alle dimensioni esterne Ψ_e	0,000 W/mK	Riferita alle dimensioni interne Ψ_i	1,088 W/mK
---	------------	---	------------

PT.V.04 - Parete esterna ME03 con parete interna**Dati della struttura**

Nome	PT.V.04 - Parete esterna ME03 con parete interna		
Categoria	Parete esterna con parete interna		
Codice	PT.V.04	Disperde verso	Esterno

Caratteristiche generali

Resistenza termica superficiale interna R_{si}	0,130 m ² K/W
Resistenza termica superficiale interna R_{se}	0,040 m ² K/W

Pareti

Conducibilità termica equivalente della parete λ_{eq}	2,098 W/mK
Spessore della parete L_{par}	0,80 m
Spessore dello strato di isolante della parete Liso	0,00 m
Conducibilità termica dell'isolante λ_{iso}	0,000 W/mK

Parete interna

Spessore della parete interna L_{pin}	0,80 m
---	--------

Trasmittanza termica elementi strutturali

Trasmittanza della parete, U_{par}	1,814
--------------------------------------	-------

Trasmittanza termica lineare del ponte termico

Riferita alle dimensioni esterne Ψ_e	0,000 W/mK	Riferita alle dimensioni interne Ψ_i	1,451 W/mK
---	------------	---	------------

RELAZIONE DI CALCOLO DEL PONTE TERMICO

Calcolo della trasmittanza lineica del ponte termico e
verifica del rischio di formazione di muffa

EDIFICIO	Piazza della Chiesa - Garbagna (AL)
RELAZIONE a cura di	Ing. Nicoletta Aloï EGE Certificato n° 16-0041
DATA	03/02/2026
	Firma: _____

INDICE

- 1.** PREMESSA METODOLOGICA
- 2.** NORMATIVA DI RIFERIMENTO e METODO DI CALCOLO
- 3.** VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

- 4.1** DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT-V-02-corr - Angolo fra ME01-ME03
- 4.2** CONDIZIONI AL CONTORNO
- 4.3** DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 4.4** CURVE DI TEMPERATURA
- 4.5** RISULTATI DI CALCOLO
- 4.6** VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 5.1** DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT-V-02 - Angolo fra ME01-ME03
- 5.2** CONDIZIONI AL CONTORNO
- 5.3** DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 5.4** CURVE DI TEMPERATURA
- 5.5** RISULTATI DI CALCOLO
- 5.6** VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 6.1** DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT O 01 - Solaio Controterra
- 6.2** CONDIZIONI AL CONTORNO
- 6.3** DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 6.4** CURVE DI TEMPERATURA
- 6.5** RISULTATI DI CALCOLO
- 6.6** VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 7.1** DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT O 02 Parete ME01 solaio L01-L02
- 7.2** CONDIZIONI AL CONTORNO
- 7.3** DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 7.4** CURVE DI TEMPERATURA
- 7.5** RISULTATI DI CALCOLO
- 7.6** VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 8.1** DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT O 03 Parete ME01 solaio L00-L01
- 8.2** CONDIZIONI AL CONTORNO
- 8.3** DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 8.4** CURVE DI TEMPERATURA
- 8.5** RISULTATI DI CALCOLO
- 8.6** VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

1. PREMESSA

Il ponte termico è una discontinuità dell'involucro edilizio nella quale la resistenza termica non è uniforme e cambia in modo significativo; i ponti termici localizzati per la maggioranza dei casi nelle giunzioni tra gli elementi e provocano due effetti:

- Modifica del flusso termico
- Modifica della temperatura superficiale

rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

La presente relazione riporta la valutazione della trasmittanza lineica ψ del ponte termico tramite analisi ad elementi finiti, per ponti termico geometrico o strutturale.

Per ciascun ponte termico è analizzata la distribuzione del flusso termico, il coefficiente di accoppiamento termico e la mappa delle temperature interne al nodo. La valutazione del rischio di formazione di muffa e quindi di condensa superficiale si ottiene valutando la temperatura superficiale raggiunta sulla faccia interna.

2. NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

UNI EN ISO 10211 – Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures
General calculation methods.

UNI EN ISO 13788 - Hygrothermal performance of building components and building elements – Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation - Calculation methods

UNI EN ISO 6946 - Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation method

Il metodo di calcolo utilizzato nella valutazione del ponte termico si basa su quanto indicato dalla norma UNI EN ISO 10211.

La norma specifica la definizione dei limiti geometrici del modello e dei criteri da adottare per la sua suddivisione, le condizioni termiche al contorno, i valori termici e le relazioni da utilizzare.

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

- le condizioni termiche si intendono stazionarie
- tutte le proprietà fisiche sono indipendenti dalla temperatura
- non ci sono sorgenti di calore all'interno delle strutture edilizie

3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

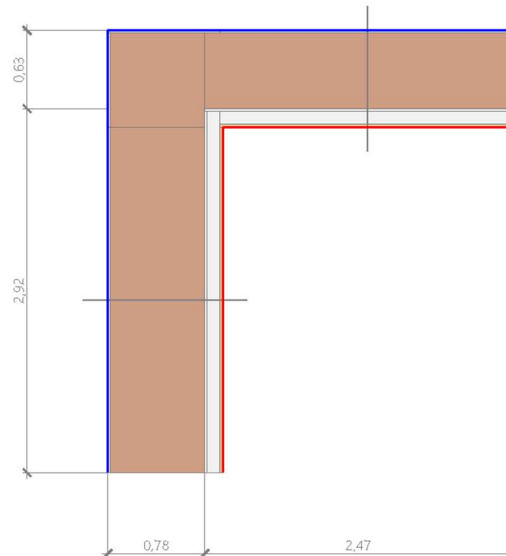
Il presente metodo numerico rispetta tutte le regole contenute nell'appendice A. In particolare:

- Fornisce le temperature e i flussi termici
- Consente di calcolare temperature e flussi termici anche in posizioni diverse da quelle indicate.
- Converge alla soluzione analitica (dove esiste) all'aumentare delle suddivisioni.
- Determina il numero di suddivisioni seguendo questa regola: esegue la somma dei valori assoluti di tutti i flussi termici che entrano nell'oggetto considerato, per n suddivisioni e per $2n$ suddivisioni. La differenza tra i due risultati non deve essere maggiore del 2% o in alternativa si aumenta il numero di suddivisioni fino a che il criterio non è soddisfatto.

- Le iterazioni di calcolo proseguono finché la somma di tutti i flussi termici (positivi o negativi) entranti nell'oggetto, divisa per la metà della somma dei valori assoluti dei medesimi flussi termici è minore di 0.001

4.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT-V-02-corr - Angolo fra ME01-ME03

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900
2	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900
3	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	2,300
6	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900
7	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	2,300
8	Intonaco di calce e gesso	0,700
9	Rockwool Pannello 202 100mm	0,035
10	Cartongesso in lastre	0,210
11	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900
12	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	2,300
13	Intonaco di calce e gesso	0,700
14	Rockwool Pannello 202 100mm	0,035
15	Cartongesso in lastre	0,210

4.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Garbagna - (AL).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

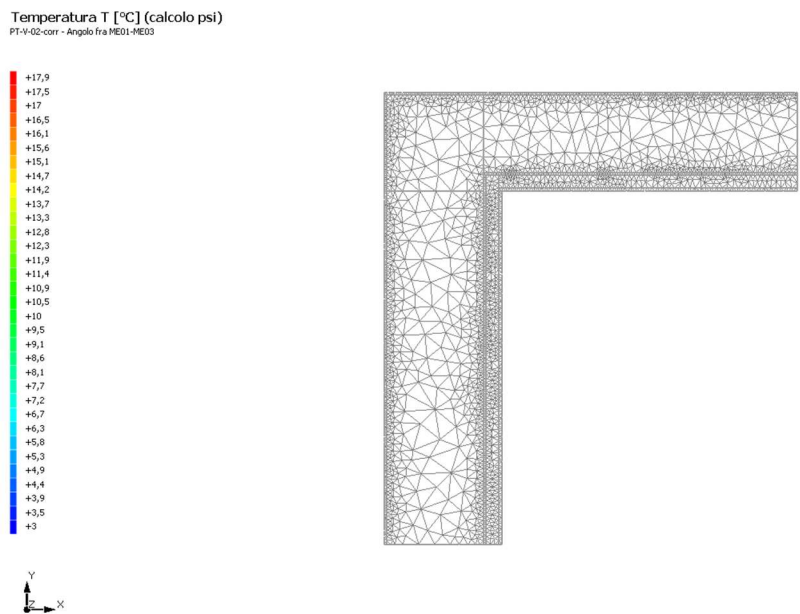
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	19,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	19,0	0,13
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04

4.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 2 304

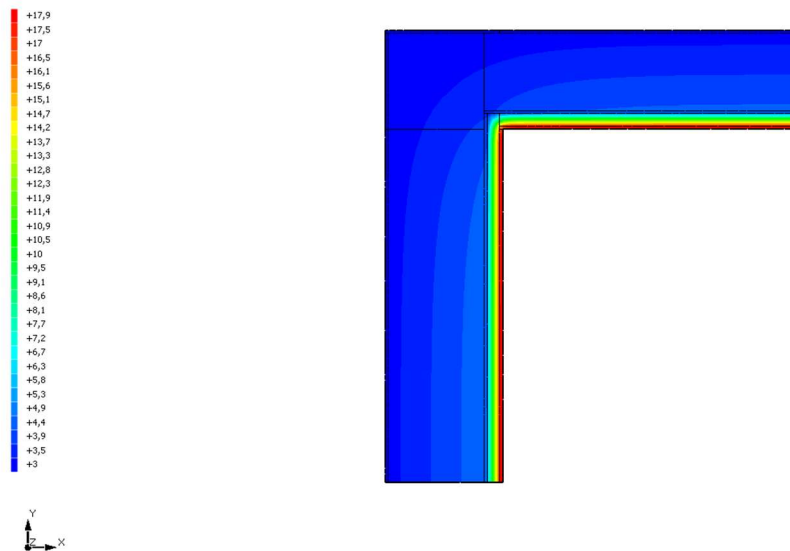
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



4.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
PT-V-02-corr - Angolo fra ME01-ME03



4.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	23,95	W/m
Ψ interno	0,0385	W/mK
Ψ esterno	-0,4484	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	1,50	W/mK
Temperatura minima	16,7	°C

4.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

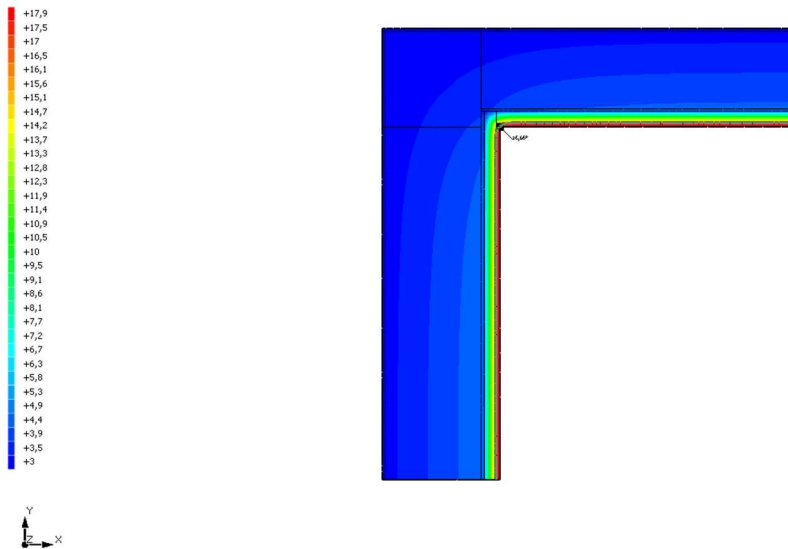
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
PT-V-02-corr - Angolo fra ME01-ME03



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Garbagna, AL

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo

Classi di concentrazione

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	11,50	85,6	1 161,0	401,8	1 562,7	1 953,4	17,14	20,00	0,6630
novembre	5,70	95,3	872,4	607,7	1 480,0	1 850,0	16,28	20,00	0,7399
dicembre	0,10	97,7	600,8	806,4	1 407,3	1 759,1	15,49	20,00	0,7734
gennaio	0,50	91,0	576,1	792,3	1 368,3	1 710,4	15,05	20,00	0,7464
febbraio	3,20	85,7	658,3	696,4	1 354,7	1 693,4	14,90	20,00	0,6964
marzo	7,40	75,2	773,9	547,3	1 321,2	1 651,5	14,51	20,00	0,5644
aprile	10,90	75,5	984,0	423,1	1 407,1	1 758,8	15,49	20,00	0,5043

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,854

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,773

Mese critico

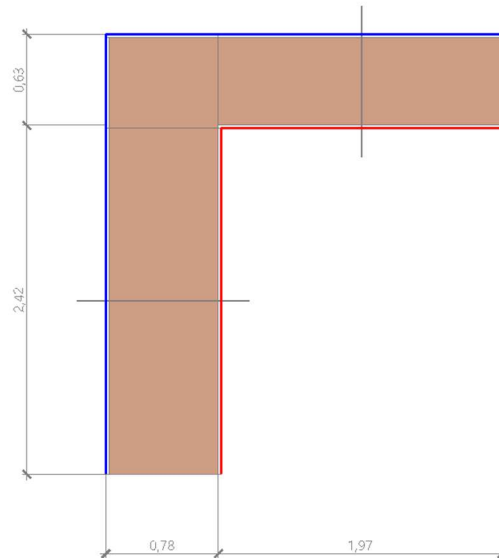
Dicembre

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE

fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

5.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT-V-02 - Angolo fra ME01-ME03

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900
2	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900
3	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	2,300
4	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900
5	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	2,300
6	Intonaco di calce e gesso	0,700
7	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900
8	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	2,300
9	Intonaco di calce e gesso	0,700

5.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Garbagna - (AL).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04

2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	19,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	19,0	0,13
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04

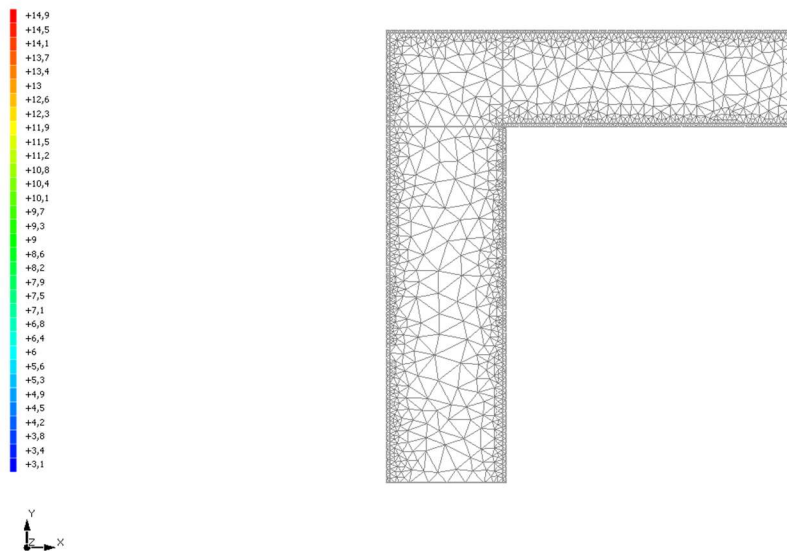
5.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi **1 426**

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:

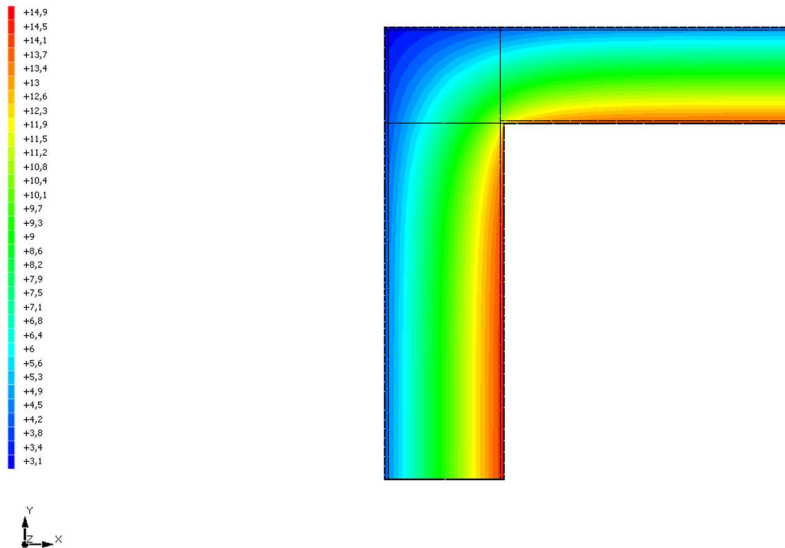
Temperatura T [°C] (calcolo psi)
PT-V-02 - Angolo fra ME01-ME03



5.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
PT-V-02 - Angolo fra ME01-ME03



5.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	142,92	W/m
Ψ interno	0,5662	W/mK
Ψ esterno	-2,2590	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	8,93	W/mK
Temperatura minima	10,2	°C

5.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

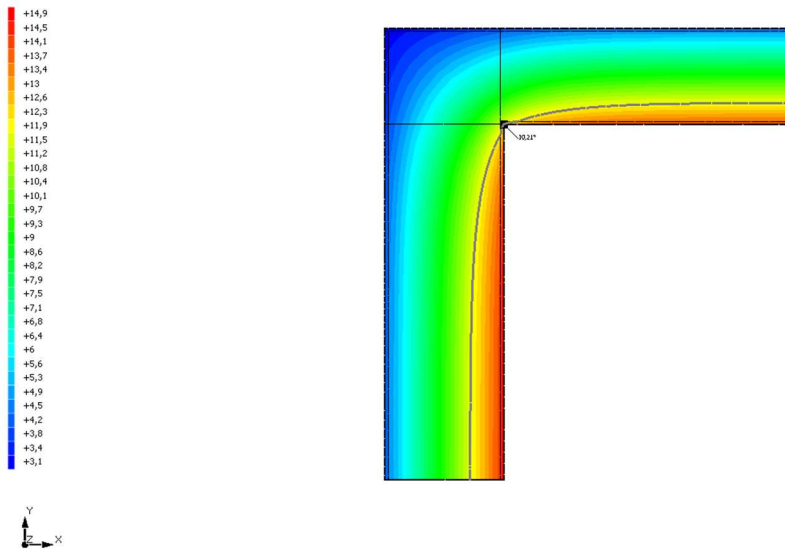
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
PT-V-02 - Angolo fra ME01-ME03



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Garbagna, AL

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo

Classi di concentrazione

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	11,50	85,6	1 161,0	401,8	1 562,7	1 953,4	17,14	20,00	0,6630
novembre	5,70	95,3	872,4	607,7	1 480,0	1 850,0	16,28	20,00	0,7399
dicembre	0,10	97,7	600,8	806,4	1 407,3	1 759,1	15,49	20,00	0,7734
gennaio	0,50	91,0	576,1	792,3	1 368,3	1 710,4	15,05	20,00	0,7464
febbraio	3,20	85,7	658,3	696,4	1 354,7	1 693,4	14,90	20,00	0,6964
marzo	7,40	75,2	773,9	547,3	1 321,2	1 651,5	14,51	20,00	0,5644
aprile	10,90	75,5	984,0	423,1	1 407,1	1 758,8	15,49	20,00	0,5043

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,451

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,773

Mese critico

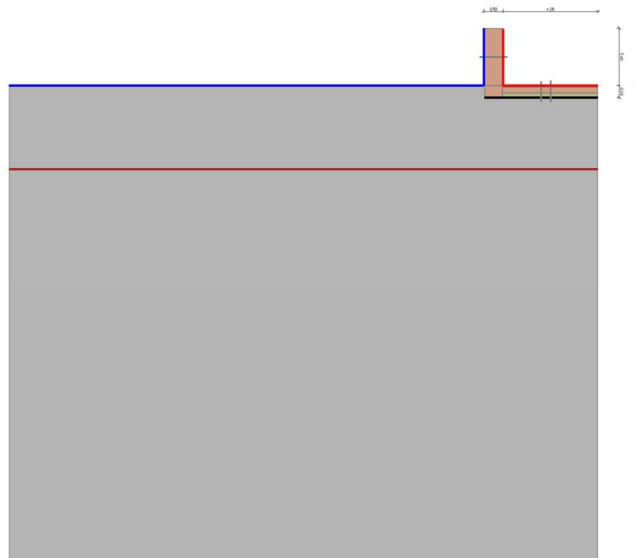
Dicembre

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE

fRsi < fRsi,max: possibile presenza di muffa

6.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT O 01 - Solaio Controterra

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Arenaria (silice)	2,300
2	Piastrelle in ceramica/porcellana	1,300
3	Sottofondo in cls-malta di cemento	1,400
4	Solaio in laterocemento $\lambda = 0,80$ - Ziegelhohlsteindecke $\lambda = 0,80$	0,800
5	Ghiaia grossa senza argilla	1,200
9	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900
10	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	2,300
11	Intonaco di calce e gesso	0,700
12	Arenaria (silice)	2,300

6.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Garbagna - (AL).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04

2	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	3,0	0,04
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	19,0	0,17
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	19,0	0,13
5	Temperatura terreno: direzione ascendente del flusso	5,8	0,00

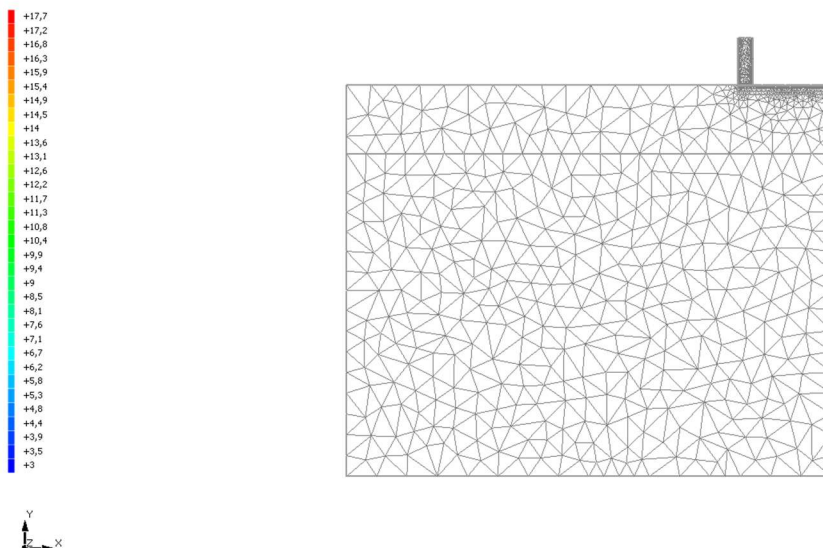
6.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 1 804

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:

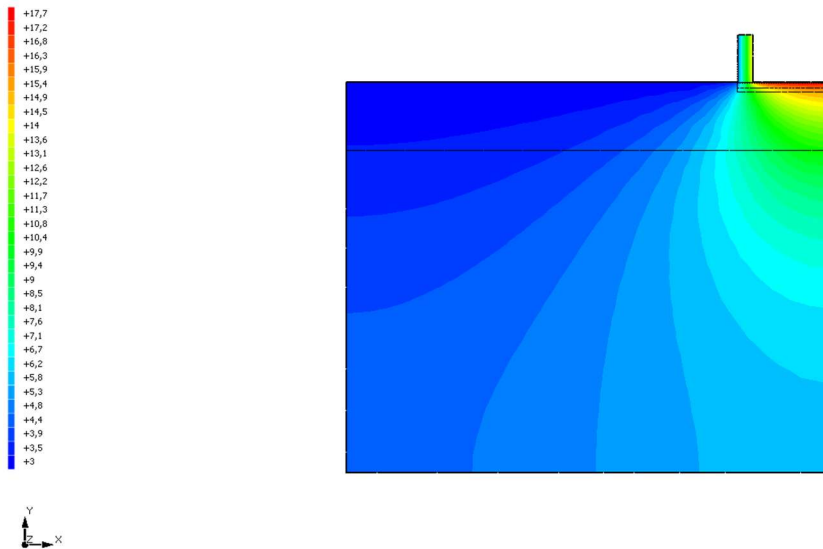
Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - pavimento su terreno



6.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
 Parete - pavimento su terreno



6.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	98,66	W/m
Ψ interno	0,1742	W/mK
Ψ esterno	-0,1535	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	6,17	W/mK
Temperatura minima	14,8	°C

6.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

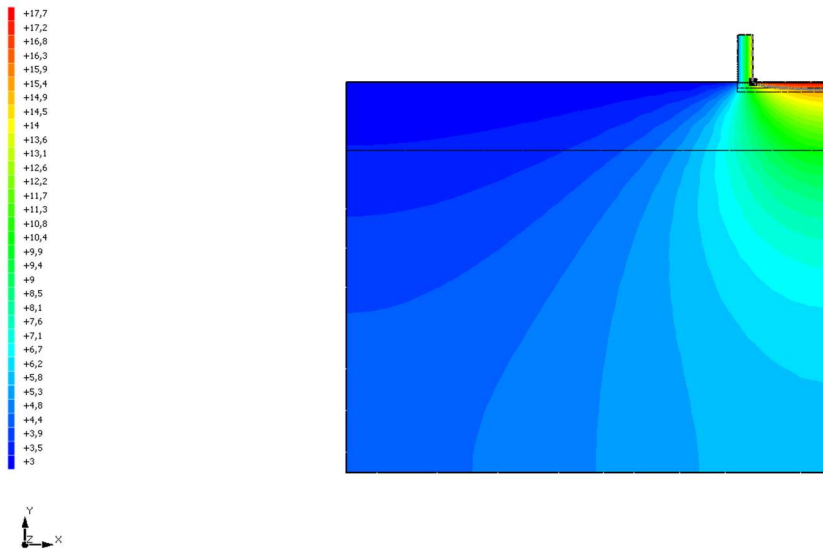
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - pavimento su terreno



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Garbagna, AL

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo

Umidità relativa interna costante

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Contorno interno - esterno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	φ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	11,50	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7483
novembre	5,70	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8504
dicembre	0,10	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8925
gennaio	0,50	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8903
febbraio	3,20	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8727
marzo	7,40	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8302
aprile	10,90	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7649

Contorno interno – altro contorno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	φ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	14,00	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,6432
novembre	11,45	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7497
dicembre	8,55	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8131
gennaio	5,75	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8498
febbraio	5,95	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8477
marzo	7,30	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8315
aprile	9,40	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7981

Te temperatura esterna media mensile [°C]

Ti temperatura interna media mensile [°C]

φ umidità relativa interna [%]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,738

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,892

Mese critico

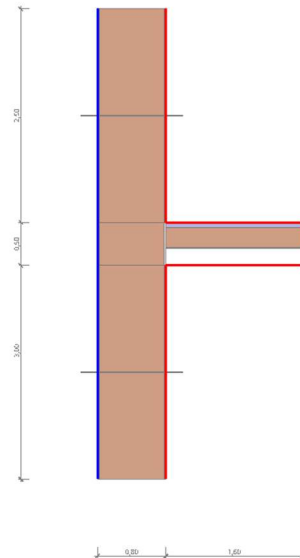
Dicembre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

f_{rsi} < f_{rsi,max}: possibile presenza di muffa

7.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT O 02 Parete ME01 solaio L01-L02

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900
2	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	2,300
3	Intonaco di calce e gesso	0,700
4	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900
5	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	2,300
6	Intonaco di calce e gesso	0,700
7	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900
8	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	2,300
9	Intonaco di calce e gesso	0,700
10	parquet in legno duro e colla $\lambda = 0,17$ - Mosaikparkett (Klebeparkett, Hartholz) + Kleber $\lambda = 0,17$	0,170
11	Sottofondo in cls-malta di cemento	1,400
12	Solaio in laterocemento $\lambda = 0,80$ - Ziegelhohlsteindecke $\lambda = 0,80$	0,800
13	Intonaco di calce e gesso	0,700
14	Aria	0,025
15	Cartongesso in lastre	0,210

7.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Garbagna - (AL).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	19,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	19,0	0,17
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	19,0	0,13
5	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	19,0	0,10

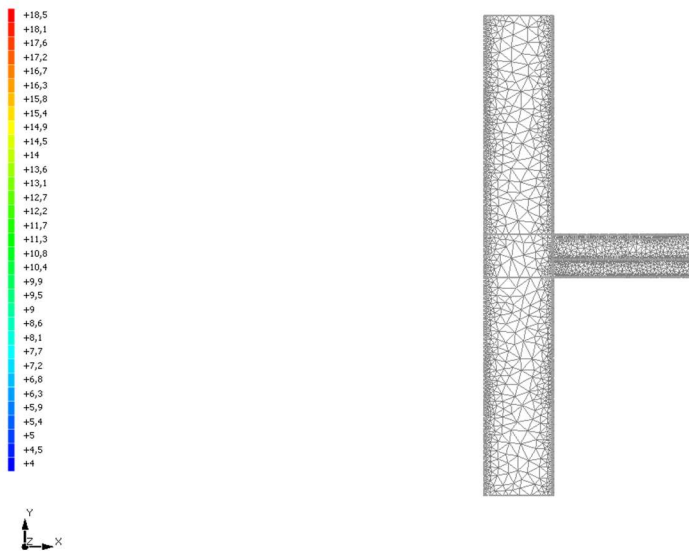
7.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi **2 906**

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:

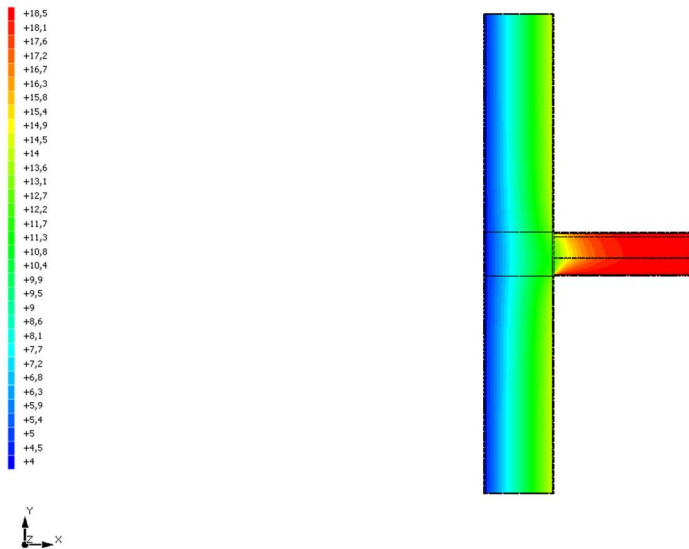
Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - pavimento



7.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - pavimento



7.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	155,50	W/m
Ψ interno	0,6479	W/mK
Ψ esterno	-0,2592	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	9,72	W/mK
Temperatura minima	12,1	°C

7.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

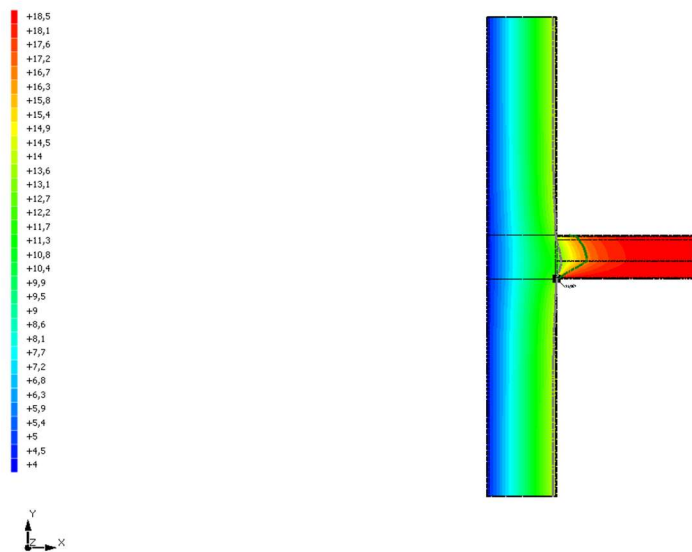
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - pavimento



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Garbagna, AL

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo

Classi di concentrazione

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	11,50	85,6	1 161,0	401,8	1 562,7	1 953,4	17,14	20,00	0,6630
novembre	5,70	95,3	872,4	607,7	1 480,0	1 850,0	16,28	20,00	0,7399
dicembre	0,10	97,7	600,8	806,4	1 407,3	1 759,1	15,49	20,00	0,7734
gennaio	0,50	91,0	576,1	792,3	1 368,3	1 710,4	15,05	20,00	0,7464
febbraio	3,20	85,7	658,3	696,4	1 354,7	1 693,4	14,90	20,00	0,6964
marzo	7,40	75,2	773,9	547,3	1 321,2	1 651,5	14,51	20,00	0,5644
aprile	10,90	75,5	984,0	423,1	1 407,1	1 758,8	15,49	20,00	0,5043

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,566

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,773

Mese critico

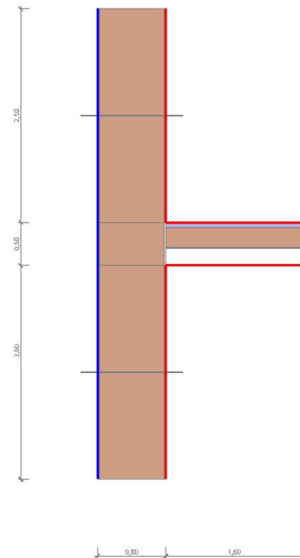
Dicembre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

fRsi < fRsi,max: possibile presenza di muffa

8.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT O 03 Parete ME01 solaio L00-L01

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900
2	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	2,300
3	Intonaco di calce e gesso	0,700
4	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900
5	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	2,300
6	Intonaco di calce e gesso	0,700
7	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900
8	Muratura in pietra naturale (2500kg/m3)	2,300
9	Intonaco di calce e gesso	0,700
10	parquet in legno duro e colla $\lambda = 0,17$ - Mosaikparkett (Klebeparkett, Hartholz) + Kleber $\lambda = 0,17$	0,170
11	Sottofondo in cls-malta di cemento	1,400
12	Solaio in laterocemento $\lambda = 0,80$ - Ziegelhohlsteindecke $\lambda = 0,80$	0,800
13	Intonaco di calce e gesso	0,700
14	Aria	0,025
15	Cartongesso in lastre	0,210

8.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Garbagna - (AL).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	19,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	19,0	0,17
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	19,0	0,13
5	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	19,0	0,10

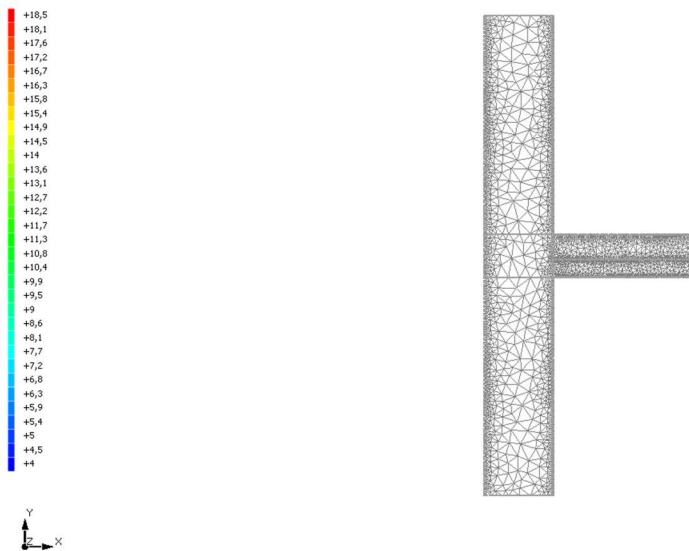
8.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi **2 906**

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:

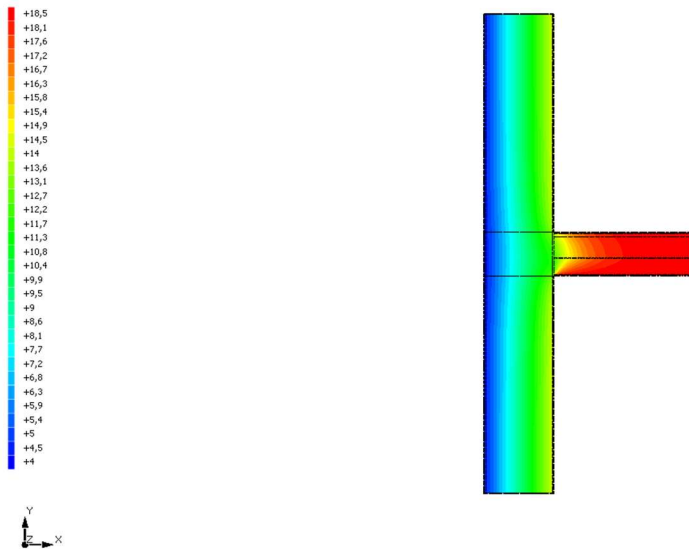
Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - pavimento



8.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - pavimento



8.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	155,50	W/m
Ψ interno	0,6479	W/mK
Ψ esterno	-0,2592	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	9,72	W/mK
Temperatura minima	12,1	°C

8.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

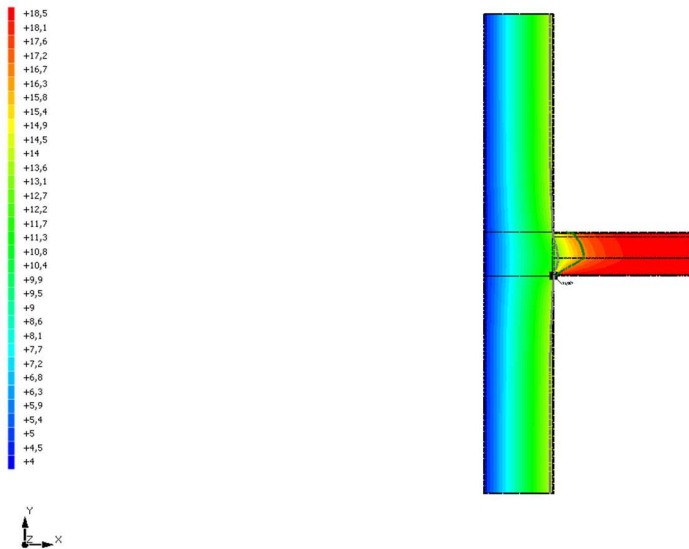
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - pavimento

La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Garbagna, AL

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo

Classi di concentrazione

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	11,50	85,6	1 161,0	401,8	1 562,7	1 953,4	17,14	20,00	0,6630
novembre	5,70	95,3	872,4	607,7	1 480,0	1 850,0	16,28	20,00	0,7399
dicembre	0,10	97,7	600,8	806,4	1 407,3	1 759,1	15,49	20,00	0,7734
gennaio	0,50	91,0	576,1	792,3	1 368,3	1 710,4	15,05	20,00	0,7464
febbraio	3,20	85,7	658,3	696,4	1 354,7	1 693,4	14,90	20,00	0,6964
marzo	7,40	75,2	773,9	547,3	1 321,2	1 651,5	14,51	20,00	0,5644
aprile	10,90	75,5	984,0	423,1	1 407,1	1 758,8	15,49	20,00	0,5043

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,566

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,773

Mese critico

Dicembre

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE

fRsi < fRsi,max: possibile presenza di muffa