

PROGETTO ESECUTIVO



PR FESR 2021 - 2027

BANDO PR FESR 2021-2027 - INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E MIGLIORAMENTO/ ADEGUAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI PUBBLICI OBIETTIVO SPECIFICO 2 - AZIONI 2.1.1-2.2.1-2.4.1) BANDO 2022 ASILO NIDO MAGICA BULA - GARIGA DI PODENZANO

CUP: J64D23000570006



Committente:



COMUNE DI PODENZANO
Via Monte Grappa n. 100 , 29027 Podenzano (PC)

visto ed approvato:

Progetto e D.L.:

STUDIO TECNICO
Dott. Ing. Silvio Carini
Via Antonio Trivioli n.7 - 29122 Piacenza
Tel./Fax: 0523-711319 - mobile: 333-2895211
e-mail: ing.silviocarini@gmail.com p.e.c. silvio.carini@ingpec.eu

il Tecnico:

Dott. Ing. Silvio Carini
P. I. Dott. Stefano Bonetti Groppi

Oggetto elaborato:

DIAGNOSI ENERGETICA

Fase

ESE.

Tipo

TAV.

Elaborato

1.5

REV.	DATA	DESCRIZIONE
00	20 / 04 / 2023	EMESSO PER APPROVAZIONE
01	18 / 07 / 2023	EMESSO PER INTEGRAZIONE RIF. RICHIESTA 25298 DELL'11-07-2023
02	18 / 01 / 2024	EMESSO PER NULLA OSTA SOPRINTENDENZA
03	19 / 02 / 2024	EMESSO PER APPROVAZIONE STAZIONE APPALTANTE

redatto: Ing. Carini

controllato: Ing. Carini

Committente

Comune di Podenzano
Via Montegrappa, 100
29027 Podenzano (Pc)

Progetto

Opere di manutenzione straordinaria e riqualificazione energetica
Asilo nido "Magicabula"
Strada Faggiola, 2 – Località Gariga
29027 Podenzano (Pc)

Progettista

Società di Ingegneria Esa Progetti S.r.l.
Via G. Portapuglia, 27/C
29122 Piacenza

BANDO PR FESR 2021-2027 – INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E
MIGLIORAMENTO/ADEGUAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI PUBBLICI OBIETTIVO SPECIFICO 2 -AZIONI
2.1.1-2.2.1-2.4.1) BANDO 2022

DIAGNOSI ENERGETICA

Data	Incarico	Revisione
21.04.2023	ESA.164.23	000

INDICE

1. Premessa	3
2. Riferimenti normativi	5
3. Diagnosi Energetica	9
4. Obiettivi della Diagnosi Energetica.....	15
5. Descrizione generale dell'intervento.....	16
6. Descrizione dell'involucro edilizio	19
7. Descrizione degli impianti	22
8. Analisi energetica dell'edificio: stato di fatto.....	28
9. Interventi migliorativi	35
10. Prestazioni energetiche raggiungibili	37
11. Analisi economica degli interventi	41
12. Conclusioni	46
Allegato A – Caratteristiche termiche e igrometriche dei componenti dell'involucro	47
Allegato B – Certificato di validazione del programma di calcolo.....	48

1. PREMESSA

Con incarico ricevuto dal Comune di Podenzano con sede in via Montegrappa n. 100 a Podenzano (Pc), in qualità di proprietario dell'edificio destinato ad ospitare l'asilo nido comunale "Magicabula" sito in via Faggiola n. 2 in località Gariga di Podenzano (Pc), il sottoscritto p.i. dott. Stefano Bonetti Groppi, iscritto all'Ordine dei Periti e dei Periti Industriali Laureati della Provincia di Piacenza al n. 554, ha redatto la presente diagnosi energetica funzionale alla partecipazione al bando PR FESR 2021 – 2027 "Riqualificazione energetica e adeguamento sismico degli edifici pubblici – Bando 2022" di cui alla Delibera della Giunta Regionale dell'Emilia Romagna n. 128 del 30/01/2023 e secondo le indicazioni contenute nell'Allegato 3 del documento stesso. Come richiesto all'Allegato 3 al bando stesso la presente diagnosi energetica contiene i seguenti contenuti minimi:

A) Analisi di contesto

- 1) Informazioni generali sulla organizzazione sottoposta a diagnosi, sull'auditor energetico e sulla metodologia di diagnosi energetica (Capitoli 1 e 3);
- 2) Descrizione, anche mediante fotografie e planimetrie, dei sistemi oggetto di diagnosi (Capitoli 4, 5 e 6);
- 3) Norme tecniche e legislazione pertinenti (Capitoli 2 e 3).

B) Analisi energetica

- 1) Descrizione, scopo, obiettivo, livello di dettaglio, e confini della diagnosi energetica (Capitolo 3);
- 2) Informazioni sul metodo di raccolta dati (Capitoli 3 e 4);
- 3) Indicazione dell'anno e del periodo di riferimento (Capitoli 3 e 4);
- 4) Unità di misura, Fattori di conversione e di aggiustamento in grado di influenzare i consumi energetici (Capitolo 3);
- 5) Elenco dei punti di fornitura dei vettori energetici e relativi codici (codice POD, codice PDR, ecc.);
- 6) Descrizione del sistema edificio/impianti, anche mediante fotografie: fornire dati sulle modalità di utilizzo dell'edificio e sulla conduzione degli impianti, dati climatici, caratteristiche dimensionali (volume, superficie) e tecniche del fabbricato e delle strutture disperdenti, inventario e caratteristiche tecniche e di utilizzo degli impianti (Capitoli 4, 5 e 6).
- 7) Modello di Calcolo dei consumi e degli indicatori di prestazione energetica: fornire i principali risultati dei calcoli quali fabbisogni energetici, indici di prestazione e quantità consumate in un anno dei vettori energetici utilizzati. Devono essere indicati sia i risultati complessivi, sia disaggregati per i singoli servizi energetici presenti nell'edificio. Nel calcolo è incluso anche il contributo delle eventuali fonti rinnovabili impiegate, quali pannelli solari termici, moduli fotovoltaici, ecc (Capitolo 7);
- 8) Analisi dei consumi energetici reali: fornire i consumi di energia complessivi e disaggregati per vettore energetico in termini di quantità e costi (es. contatore elettrico, consumi elettrici (kWh) (dettaglio) e relativa spesa). Nell'analisi sono incluse anche le trasformazioni interne (es. energia solare fotovoltaica prodotta, autoconsumata ed esportata) (Capitolo 7);
- 9) Confronto consumi reali-consumi calcolati per la convalida del modello energetico e degli indici di prestazione energetica (Capitolo 7);

10) Individuazione delle opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica: valutare, da un punto di vista tecnico economico, gli interventi di riqualificazione necessari a conseguire un miglioramento delle prestazioni energetiche. Gli interventi per cui si richiede contributo devono risultare tra quelli suggeriti dalla diagnosi (Capitolo 8, 9 e 10).

1.1 IL PROGETTISTA

La Società di Ingegneria Esa Progetti S.r.l. è una Energy Service Company (E.S.Co.) certificata secondo quanto previsto dalle norme UNI EN ISO 9001:2015 e UNI CEI 11352:2014 da KIWA Cermet Italia S.p.A. Tale norma definisce i requisiti che devono avere le aziende che forniscono ai propri clienti servizi di efficienza energetica con garanzia dei risultati. La certificazione UNI CEI 11352 attesta che la Società possiede tutti i requisiti e le capacità per poter offrire ai propri clienti i servizi di efficienza energetica in maniera chiara e trasparente ed è in grado di svolgere le diagnosi energetiche attraverso una procedura certificata a fronte degli standard UNI CEI 16247 e UNI CEI TR 11428. La norma inoltre, abbinata alla certificazione ISO 9001, assicura un'elevata organizzazione aziendale.

1.2 L'APPLICATIVO DI CALCOLO

Il software applicativo utilizzato per i calcoli è EC700 "Calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici" nella versione 10.20.30 prodotto dalla Edilclima S.r.l. Il programma EC700 consente di calcolare le prestazioni energetiche degli edifici in conformità alle Specifiche Tecniche UNI/TS 11300, considerando tutti i servizi previsti dalla Raccomandazione n. 14 del Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente (climatizzazione invernale ed estiva, acqua calda sanitaria, illuminazione e ventilazione).

Lo stesso Comitato certifica (Certificato di garanzia di conformità n. 73) che il software applicativo è conforme alle norme UNI/TS 11300-1:2014, UNI/TS 11300-2:2019, UNI/TS 11300-3:2010, UNI/TS 11300-4:2016, UNI/TS 11300-5:2016, UNI/TS 11300-6:2016 e alla UNI EN 15193:2008

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

All'articolo 3 bis del Decreto Legislativo 192/05 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia" (integrato e modificato dal D. Lgs. 311/06), si richiede alle Regioni e alle Province Autonome di Trento e Bolzano di predisporre un programma di sensibilizzazione e riqualificazione energetica del parco immobiliare territoriale sviluppando in particolare alcuni aspetti, tra i quali la realizzazione di diagnosi energetiche a partire dagli edifici presumibilmente a più bassa efficienza.

Nello stesso decreto, nell'allegato I, comma 3, viene richiesto di allegare alla relazione tecnica una diagnosi energetica dell'edificio e dell'impianto che individui gli interventi di riduzione della spesa energetica, i relativi tempi di ritorno degli investimenti, i miglioramenti di classe energetica dell'edificio, motivando le scelte impiantistiche che si vanno a realizzare nel caso di nuova installazione e ristrutturazione di impianti termici o sostituzione di generatori di calore con:

- Potenze nominali al focolare ≥ 100 kW;
- Impianti termici individuali per i quali la somma delle potenze dei singoli generatori o la potenza nominale dell'impianto termico preesistente risulta essere ≥ 100 kW.

Nel Decreto Legislativo 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" vengono toccati vari aspetti concernenti la diagnosi energetica.

All'articolo 13 viene previsto l'obbligo di diagnosi energetiche degli edifici pubblici o ad uso pubblico, in caso di interventi di ristrutturazione degli impianti termici o di ristrutturazioni edilizie che riguardino almeno il 15% della superficie esterna dell'involucro edilizio che racchiude il volume lordo riscaldato.

All'articolo 16 è prevista l'approvazione con uno o più decreti del Ministro dello sviluppo economico, a seguito dell'adozione di apposita norma tecnica da parte dell'UNI-CEI, di una procedura (di certificazione) per le diagnosi energetiche.

All'articolo 16 è prevista l'approvazione con uno o più decreti del Ministro dello sviluppo economico, a seguito dell'adozione di apposita norma tecnica da parte dell'UNI-CEI, di una procedura (di certificazione) per le diagnosi energetiche.

All'articolo 18 vengono previste una serie di misure che riguardano:

- La definizione da parte dell'Agenzia nazionale per l'efficienza energetica (funzione svolta dall'ENEA) delle modalità con cui assicurare la disponibilità di sistemi di diagnosi energetica efficaci e di alta qualità destinati a individuare eventuali misure;
- Di miglioramento dell'efficienza energetica applicate in modo indipendente a tutti i consumatori finali, prevedendo accordi volontari con associazioni di soggetti interessati (comma 1);
- La predisposizione, da parte dell'Agenzia, di altre misure – quali i questionari e programmi informatici disponibili su internet o inviati per posta – per i segmenti del mercato aventi costi di transazione più elevati e per strutture non complesse, garantendo comunque la disponibilità delle diagnosi energetiche per i segmenti di mercato in cui esse non sono commercializzate (comma 2).

Sempre nello stesso articolo (comma 3) viene stabilita l'equivalenza tra certificazione energetica (Decreto Legislativo 192/05) e diagnosi energetica rispondente a requisiti indicati.

Nell'Allegato 3 vengono indicate le Norme tecniche da adottare per le metodologie di calcolo per l'esecuzione delle diagnosi energetiche degli edifici ("Metodologie di calcolo della prestazione energetica degli edifici e degli impianti"):

- UNI TS 11300 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- UNI TS 11300 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2-1: determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria nel caso di utilizzo dei combustibili fossili;
- UNI TS 11300 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2-2: determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria nel caso di:
 - 1) utilizzo di energie rinnovabili (solare - termico, solare fotovoltaico, biomasse);
 - 2) utilizzo di altri sistemi di generazione (cogenerazione, teleriscaldamento, pompe di calore elettriche e a gas).

Le ultime due specifiche tecniche sono in realtà state pubblicate, rispettivamente, come UNI/TS 11300-2 "Prestazioni energetiche degli edifici, Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria" e UNI/TS 11300-4 "Prestazioni energetiche degli edifici, Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria" (attualmente in inchiesta pubblica fino al 23 settembre 2011).

Nel D.P.R. 59/09, "Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia", viene confermato, per potenze nominali al focolare ≥ 100 kW e in caso di nuova installazione di impianti termici, ristrutturazione integrale di impianti termici o sostituzioni di generatori di calore, l'obbligo di allegare alla relazione tecnica una diagnosi energetica dell'edificio e dell'impianto. In tale diagnosi vanno individuati gli interventi di riduzione della spesa energetica con i relativi tempi di ritorno degli investimenti, e i possibili miglioramenti di classe dell'edificio.

Nel D.M. 26 giugno 2009 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici", all'articolo 8 dell'Allegato A viene riportata la procedura di certificazione energetica degli edifici che comprende il complesso di operazioni svolte dai Soggetti certificatori quali:

- L'esecuzione di una diagnosi, o di una verifica di progetto;
- La classificazione dell'edificio in funzione degli indici di prestazione energetica;
- Il rilascio dell'attestato di certificazione energetica.

La diagnosi è finalizzata alla determinazione della prestazione energetica dell'immobile e all'individuazione degli interventi di riqualificazione energetica che risultano economicamente convenienti e si sviluppa attraverso:

- Il reperimento dei dati d'ingresso, relativamente alle caratteristiche climatiche della località, alle caratteristiche dell'utenza, all'uso energetico dell'edificio e alle specifiche caratteristiche dell'edificio e degli impianti, avvalendosi, in primo luogo dell'attestato di qualificazione energetica;

- La determinazione della prestazione energetica mediante applicazione di appropriata metodologia, relativamente a tutti gli usi energetici, espressi in base agli indici di prestazione energetica EP totale e parziali;
- L'individuazione delle opportunità d'intervento per il miglioramento della prestazione energetica in relazione alle soluzioni tecniche proponibili, ai rapporti costi-benefici e ai tempi di ritorno degli investimenti necessari a realizzarle.

Al comma 3 dello stesso articolo viene specificato che le modalità esecutive della diagnosi energetica possono essere diverse e commisurate al livello di complessità della metodologia di calcolo utilizzata per la valutazione della prestazione energetica; viene altresì aggiunto che il Soggetto certificatore, nell'ambito della sua attività di diagnosi, verifica o controllo, può procedere alle ispezioni e al collaudo energetico delle opere, avvalendosi, ove necessario, di tecniche strumentali.

Dal quadro normativo descritto emerge chiaramente come la diagnosi energetica sia lo strumento necessario alla certificazione energetica per individuare gli interventi più significativi ed economicamente convenienti per il miglioramento della prestazione energetica del sistema edificio-impianto. Nella pratica, la seconda parte dell'attestato di certificazione energetica, definita comunemente «raccomandazioni», può essere chiamato ugualmente «diagnosi energetica», così come il documento a sé stante.

2.1 IL DECRETO LEGISLATIVO 4 LUGLIO 2014, N. 102

Con l'entrata in vigore del D.lgs. 102/2014 la Diagnosi Energetica è diventata un documento obbligatorio per molte aziende di tutti i settori. Dal 2014 la serie di norme UNI CEI EN 16247 è la risposta per tutti i progettisti.

La precedente norma UNI CEI TR 11428 presentava già una serie di regole e indicazioni per redigere la Diagnosi Energetica. Tuttavia, per molti esperti questa normativa risultava molto scarna e poco chiara. Più che una norma sembrava un indice composto da voci sommarie che lasciavano libera interpretazione a chiunque la leggesse.

Con la nuova norma UNI CEI EN 16247, si supera la 11428 e si dettano le linee guida per le diagnosi energetiche di ogni tipo. Dagli edifici ai processi fino ai trasporti di merci e persone. Questa norma si divide in 4 parti, analizzate di seguito.

PARTE 1 – Requisiti generali

La norma definisce i requisiti, la metodologia comune e i prodotti delle diagnosi energetiche, applicandosi a tutte le forme di aziende ed organizzazioni, a tutte le forme di energia e di utilizzo della stessa, con l'esclusione delle singole unità immobiliari residenziali. Inoltre, la norma UNI CEI EN 16247 definisce i requisiti generali comuni a tutte le diagnosi energetiche; requisiti utili sia per le specifiche diagnosi energetiche relative a edifici sia per processi industriali e trasporti.

PARTE 2 – Edifici

La norma è applicabile alle diagnosi energetiche specifiche per gli edifici, definendo i requisiti, la metodologia e la reportistica di una diagnosi energetica relativa a un edificio o a un gruppo di edifici, escludendo le singole residenze private. Sarà interessante vedere la sua applicazione in rapporto alle norme di calcolo relative alla certificazione energetica che da essa si differenziano in alcuni aspetti, ma si sovrappongono in altri.

PARTE 3 – Processi

Per quanto riguarda i processi produttivi la norma definisce i requisiti, la metodologia e la reportistica di una diagnosi energetica nell'ambito di un processo, relativamente a:

- a) organizzare e condurre una diagnosi energetica;
- b) analizzare i dati ottenuti con la diagnosi energetica;
- c) riportare e documentare i risultati della diagnosi energetica.

La UNI CEI EN 16247 si applica ai luoghi in cui l'uso di energia è dovuto al processo per cui diventa la base principale di lavoro per le diagnosi energetiche aziendali, in particolare per le aziende energivore: è uno standard che ci spettiamo avrà una grande applicazione fin da subito.

PARTE 4 – Trasporto

La norma determina anche i requisiti, la metodologia e la reportistica specifici per le diagnosi energetiche nel settore dei trasporti. Le procedure della norma si applicano alle diverse modalità di trasporto (stradale, ferroviario, marittimo, aereo), oltre che ai differenti ambiti (locale, a lunga distanza) e all'oggetto trasportato (fondamentalmente merci e persone).

Oltre alle regole e alle indicazioni, all'interno della norma sono presenti molti esempi utili per tutti i tecnici che si occupano di realizzare Diagnosi Energetiche. Esempi in cui tutti i professionisti possono trovare i metodi per monitorare i consumi energetici o piccole tabelle su come stimare il tempo di ritorno degli interventi migliorativi ipotizzati.

Una norma, dunque, di grande interesse per tutti i soggetti che si occupano di efficienza energetica, uno strumento che consente a ESCO e società di servizi energetici di avere linee guida chiare e precise e metodi di applicazione omogenei al livello europeo: come sempre l'utilizzo delle norme è volontario ma gli operatori più seri fin da subito utilizzeranno queste metodologie.

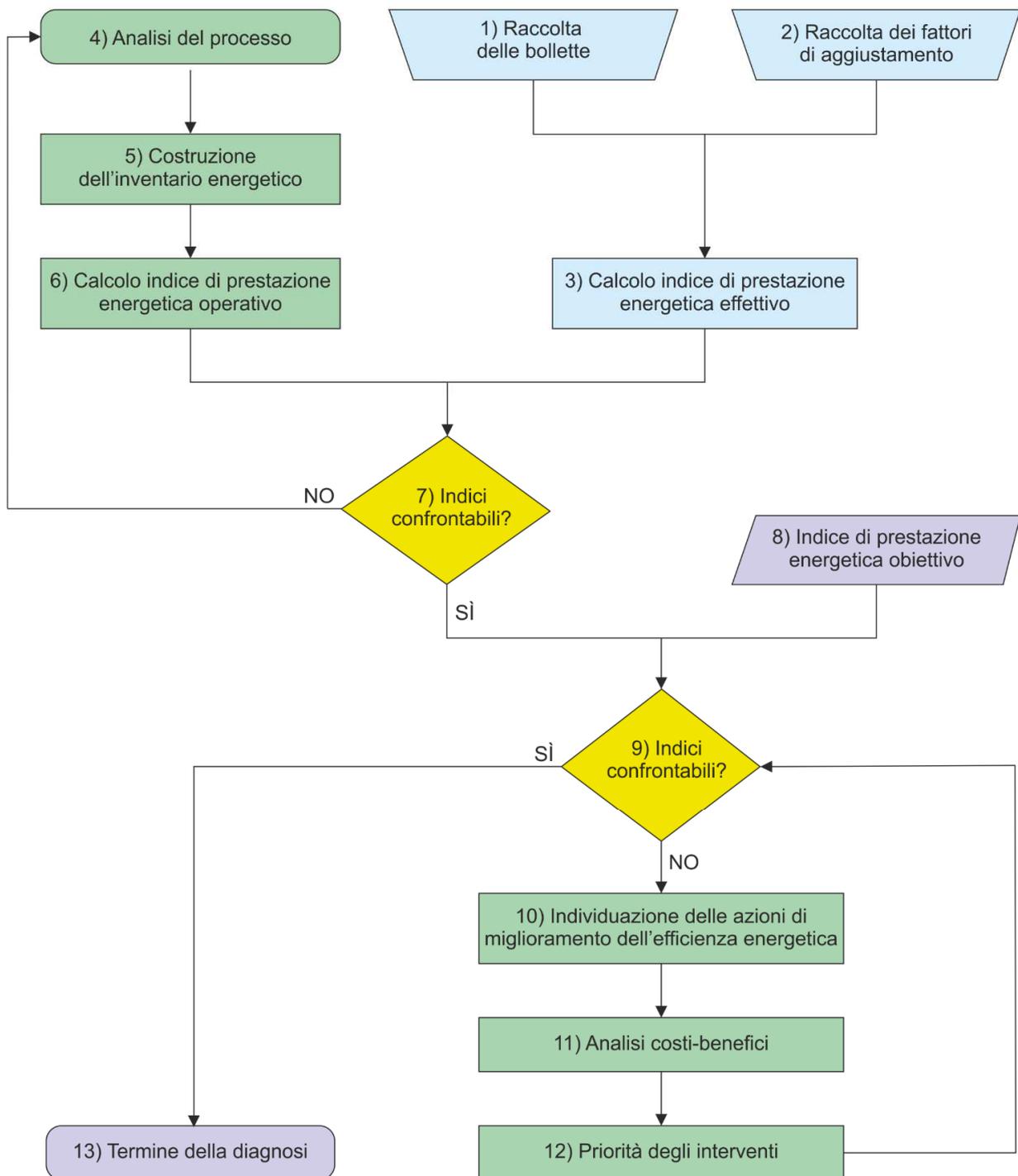
Ora è arrivato il momento dei professionisti, i quali dovranno recepire adeguatamente la norma e integrarla all'interno delle proprie procedure per poter fornire un servizio adeguato al cliente. Ricordiamo che lo scopo della Diagnosi Energetica non è l'adempimento di un obbligo normativo, ma un'occasione per poter capire come diminuire i propri consumi facendo interventi mirati nella migliore ottica costi-benefici.

3. DIAGNOSI ENERGETICA

Per “diagnosi energetica” di un edificio si intende, in conformità al Decreto Legislativo n. 192/05 (allegato A, comma 10), un elaborato tecnico, riguardante tanto il fabbricato quanto gli impianti, volto ad individuare le possibili opportunità di risparmio energetico (quantificandone i risparmi conseguibili, energetico ed economico, ed i rispettivi tempi di ritorno), ad identificare la classe energetica raggiungibile a valle degli interventi ed a fornire, nel contempo, un’adeguata motivazione delle scelte impiantistiche prospettate. La diagnosi energetica di un edificio può essere diretta, in generale, a differenti scopi, quali una riqualificazione energetica, un’analisi volontaria o il soddisfacimento di obblighi di legge.

3.1 MODALITÀ OPERATIVE

Le modalità operative, gli scopi ed i passaggi essenziali di una diagnosi energetica sono definite dalla norma UNI CEI EN 16247. In particolare la norma è la traduzione italiana della corrispondente norma europea e si articola in quattro parti, riguardanti, rispettivamente, i principi di base, gli edifici, i processi ed i trasporti. Ad esse si aggiungono, per ciascun ambito di applicazione della diagnosi, i rispettivi progetti di linee guida CTI. Secondo tale norma, la diagnosi energetica di un edificio consiste in una procedura sistematica ed articolata in passaggi ben definiti, così sintetizzabili: il rilievo delle bollette (consumi storici), l’analisi energetica dell’edificio (volta a fornirne un’adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico, tenuto conto di tutti i servizi energetici dei quali l’edificio è provvisto), il confronto tra i consumi calcolati ed i consumi reali (validazione sul campo del modello di calcolo), l’individuazione delle opportunità di risparmio energetico (ottimizzandole sotto il profilo dei costi-benefici) ed il resoconto finale in merito alle valutazioni svolte ed ai risultati conseguiti. A ciò si aggiunge una verifica finale, a valle dell’esecuzione delle opere, basata sul confronto tra le prestazioni attese ed i consumi effettivamente raggiunti. Gli aspetti procedurali ed i passaggi essenziali della diagnosi sono riassumibili in uno schema di flusso, raffigurato nella pagina seguente.



3.2 METODOLOGIA DI CALCOLO

L'attività di analisi ed audit energetico dell'edificio è stato centrato sulle metodologie previste dalla normativa tecnica italiana, con particolare riferimento alle specifiche tecniche UNI TS 11300-1:2014, UNI TS 11300-2:2014, UNI TS 11300-3:2010 e UNI TS 11300-4:2012 "Prestazioni energetiche degli edifici", riconosciute come strumento nazionale per la diagnosi energetica di edifici nuovi ed esistenti: la Parte 1 "Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale" e la Parte 2 " Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali".

Le procedure di calcolo contenute negli standard sopraccitati rappresentano sia adattamento nazionale della EN 13790 sia norme tecniche derivate da altre metodologie di calcolo internazionali per la valutazione dei rendimenti degli impianti di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria (dedotti, in buona parte, dalla EN 15316-4/2008 "Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies").

La UNI EN ISO 13790:2008 "Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento" presenta una serie di metodi di calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento ambienti di un edificio. Altre norme consentono la valutazione dell'influenza delle perdite degli impianti di riscaldamento e raffrescamento, del recupero termico e dell'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile.

Secondo quanto previsto dall'attuale legislazione energetica italiana, che cita le UNI TS 11300 sia nel Decreto Legislativo 115/2008 sia nel D.P.R. 59/2009 che nel D.M. 26/06/2009, tali standard possono essere utilizzati per i seguenti scopi:

- Valutare il rispetto di regolamenti espressi in termini di obiettivi energetici;
- Confrontare le prestazioni energetiche di varie alternative progettuali per un edificio in progetto;
- Indicare un livello convenzionale di prestazione energetica degli edifici esistenti;
- Stimare l'effetto di possibili misure di risparmio energetico su un edificio esistente, calcolando il fabbisogno di energia con e senza ciascuna misura;
- Prevedere le esigenze future di risorse energetiche su scala nazionale o internazionale, calcolando i fabbisogni di energia di tipici edifici rappresentativi del parco edilizio.

In particolare, così come stabilito dalla Norma UNI 11300-1:2014 relativamente alle valutazioni adattate all'utenza, per calcoli aventi scopi differenti da quello standard le temperature interne possono essere considerate costanti per l'intero periodo di funzionamento oppure definite variabili, in relazione ai reali profili di utilizzo dell'edificio e delle sue specifiche e varie destinazioni d'uso. Il tipo di valutazione ed i parametri utilizzati deve essere specificato con evidenza nel rapporto di calcolo.

Il software applicativo utilizzato per i calcoli è EC700 "Calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici" nella versione 10.20.30 prodotto dalla Edilclima S.r.l. Il programma EC700 consente di calcolare le prestazioni energetiche degli edifici in conformità alle Specifiche Tecniche UNI/TS 11300, considerando tutti i servizi previsti dalla Raccomandazione n. 14 del Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente (climatizzazione invernale ed estiva, acqua calda sanitaria, illuminazione e ventilazione).

Lo stesso Comitato certifica (Certificato di garanzia di conformità n. 73) che il software applicativo è conforme alle norme UNI/TS 11300-1:2014, UNI/TS 11300-2:2019, UNI/TS 11300-3:2010, UNI/TS 11300-4:2016, UNI/TS 11300-5:2016, UNI/TS 11300-6:2016 e alla UNI EN 15193:2008.

La ricostruzione dei consumi energetici per il riscaldamento ed il raffrescamento degli ambienti può essere condotta con metodologie di calcolo stazionarie o dinamiche. La simulazione stazionaria fa riferimento a condizioni climatiche tipiche e a carichi interni o a contributi dovuti alla radiazione solare standard medi. La simulazione dinamica tiene conto, invece, delle variazioni orarie del clima, dei carichi interni, dell'accesso di radiazione solare. Soprattutto quando si vogliono valutare le prestazioni durante la stagione estiva, questo tipo di simulazione è l'unico strumento che consente di modellare in modo efficace l'edificio e ricostruire il fabbisogno energetico, in quanto l'inerzia termica dell'involucro edilizio e quindi la risposta temporale ad un cambiamento climatico esterno non possono essere descritti con metodi di calcolo medi mensili.

La simulazione in Edilclima EC700 prevede le seguenti fasi:

- Scelta della località e definizione dell'orientamento dell'involucro;
- Costruzione del modello geometrico e dei componenti di involucro;
- Definizione dei parametri di attività e di funzionamento dell'edificio;
- Scelta dell'intervallo di simulazione.

Dopo aver impostato i parametri climatici descrittivi della località in cui si vuole simulare il comportamento energetico dell'edificio, si è passati alla creazione del modello e alla scelta dei materiali di involucro.

Per creare in maniera corretta un modello di edificio che sia il più possibile fedele a quello reale, è stato necessario riportare l'esatta geometria e forma di tutte le superfici opache e trasparenti che costituiscono l'involucro edilizio ed il loro corretto posizionamento all'interno di esso.

Una volta completata la creazione del modello, si passa alla scelta sia dei materiali che compongono le superfici opache che di quelli utilizzati per le superfici trasparenti. A tale proposito è bene sottolineare come EC700 sia già fornito di un ricco database di componenti edilizi di ogni tipo. Partendo da questi è stato possibile comporre la stratigrafia di ogni superficie di involucro in modo da ricreare le caratteristiche termiche dell'involucro reale.

Infatti, ai fini del contenimento del consumo energetico di un edificio, e quindi della qualità energetica dello stesso, riveste un ruolo di fondamentale importanza la trasmittanza termica delle strutture dell'involucro, che è strettamente legata a quelle che sono le caratteristiche costruttive e ai materiali impiegati.

Una volta completata la costruzione stratigrafica dei componenti di involucro opachi e trasparenti, si passa all'impostazione dei parametri che caratterizzano l'attività svolta nell'edificio.

A tale proposito la norma UNI TS 11330 parte 1 distingue tre diverse tipologie di valutazione che si possono compiere:

- Valutazione di progetto (A1 - Design Rating): si utilizzano parametri climatici e di utenza standard e dati relativi all'edificio basandosi sugli elaborati di progetto;
- Valutazione standard (A2 - Asset Rating): come la Design Rating, utilizza parametri climatici e di utenza standard, ma per i dati relativi all'edificio fa riferimento alle caratteristiche reali della costruzione e non a quelle di progetto;
- Valutazione adattata all'utenza (A3 - Tailored Rating): i dati climatici e quelli che caratterizzano l'utenza variano a seconda dei casi, mentre per i dati relativi all'edificio fa riferimento alla costruzione reale, come per l'Asset Rating.

Le prime due modalità (A1 ed A2), le quali trovano applicazione, rispettivamente, ai calcoli di progetto ed alla formulazione dell'APE, si fondano sull'adozione di parametri convenzionali, rappresentativi delle condizioni di clima ed utenza standard. La terza modalità (A3), da utilizzarsi ai fini delle diagnosi energetiche, si fonda invece su parametri quanto più possibile effettivi, volti a rappresentare le reali condizioni dell'edificio. Nel prospetto che segue sono riportate le principali differenze tra le diverse modalità di valutazione.

Parametro	A1 / A2	A3
Dati climatici	Convenzionali	Convenzionali / reali
Fattori di ombreggiatura	Convenzionali	Convenzionali / analitici / forfettari
Apporti interni	Convenzionali	Convenzionali / reali
Temperature interne	Convenzionali	Convenzionali / reali
Umidità relativa interna	Convenzionale	Convenzionale / reale
Ricambi d'aria	Convenzionali	Convenzionali / reali
Stagione di riscaldamento	Convenzionale	Convenzionale / reale / nota
Stagione di raffrescamento	Convenzionale	Reale / nota
Vicini	Presenti	Presenti / assenti
Regime di funzionamento impianto	Continuo	Continuo / intermittente
Fattore di contabilizzazione	Non considerato	Considerato / non considerato
Rendimento di emissione	Semplificato / analitico	Semplificato / analitico / misure
Rendimento di regolazione	Convenzionale	Convenzionale / corretto
Consumi di ACS	Convenzionali	Convenzionali / reali
Temperature reti di distribuzione ACS	Convenzionali	Convenzionali / reali
Illuminazione	Ambienti interni	Ambienti interni ed esterni

Come richiesto dal bando PR FESR 2021 – 2027 “Modifica al bando per il supporto ad interventi di riqualificazione energetica approvato con DGR della Regione Emilia Romagna n. 2019/2022” il livello di modellizzazione o di calcolo della presente diagnosi energetica sarà del tipo A3 (adattata all'utenza). L'anno di riferimento della presente diagnosi energetica è il 2022.

Di seguito sono riportate le principali impostazioni di calcolo adottate:

Stagione di calcolo

Energia invernale			
Stagione di riscaldamento		Convenzionale	
Dal	15 ottobre	Al	15 aprile
Giorni di riscaldamento (n_{risc})		183	
Energia estiva			
Stagione di raffrescamento		Reale	
Dal	16 febbraio	Al	14 novembre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})		272	

Fattori di conversione in energia primaria

Vettore energetico	$f_{p,nren}$ [kWh _p /kWh _{t/el}]	$f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _{t/el}]	$f_{p,tot}$ [kWh _p /kWh _{t/el}]	f_{CO2} [kg/kWh _{t/el}]
Energia elettrica da rete	1,950	0,470	2,420	0,460
Solare termico	0,000	1,000	1,000	-
Solare fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-
Ambiente esterno (pompa di calore)	0,000	1,000	1,000	-
Energia esportata da fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-

Nota: i fattori di conversione dell'energia consegnata dai vettori energetici sono definiti dalla Tabella 1 del decreto "requisiti minimi" (DM 26.06.15). I fattori di conversione dell'energia elettrica esportata sono definiti dalla UNI/TS 11300-5, in vigore dal 29.06.16 (fino a tale data, si adottano invece quelli definiti dalla Raccomandazione CTI/14). Il costo dell'energia elettrica da rete è tratto dai prezzi correnti mentre i parametri relativi ai singoli combustibili verranno dettagliati, nel presente documento, in relazione a ciascun generatore.

Caratteristiche dei singoli vettori energetici

Vettore energetico	UM	PCI [kWh _t /UM]	c [€/UM]
Metano	Sm ³	9,423	0,82
Propano	Sm ³	24,636	0,82
Butano	Sm ³	32,021	0,82
Gasolio	kg	11,870	1,70
GPL	kg	12,778	1,63
Legname (25% umidità)	kg	3,833	0,15
Olio combustibile	kg	11,750	1,07
Pellet	kg	4,667	0,25
Carbone	kg	7,917	0,14
Teleriscaldamento	kWh _t	-	0,09
GPL (70% Propano + 30% Butano)	Sm ³	26,780	5,50
Teleraffrescamento	kWh _t	1,000	0,09
Energia elettrica	kWh	-	0,25

Simboli adottati

Nella presente relazione si adotteranno, per i parametri energetici ed i servizi, i seguenti simboli principali (in conformità alle specifiche tecniche UNI/TS 11300):

<u>Legenda dei parametri energetici:</u>			
Q	Energia termica o elettrica	E	Consumo, energia consegnata, esportata o primaria
W	Energia elettrica	Φ	Potenza termica o elettrica
<u>Legenda dei principali pedici:</u>			
del	potenza o energia consegnata	em	emissione
p	energia primaria	reg	regolazione
out	uscita	du	distribuzione di utenza
in	ingresso	dp	distribuzione primaria
aux	ausiliari	gen	generazione
<u>Legenda dei servizi:</u>			
H _{idr}	Riscaldamento idronico	C	Raffrescamento (idronico ed aeraulico)
H _{aer}	Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria)	W	Acqua calda sanitaria
H	Riscaldamento (idronico ed aeraulico)	V	Ventilazione
C _{idr}	Raffrescamento idronico	L	Illuminazione
C _{aer}	Raffrescamento aeraulico	T	Trasporto di persone o cose

4. OBIETTIVI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

Lo scopo della presente diagnosi è quello di fornire chiare informazioni sulla struttura energetica del sito in esame, analizzandone il reale comportamento energetico. Tale analisi viene effettuata al fine di individuare le opportunità di risparmio energetico più rilevanti e significative. Verranno perseguiti i seguenti obiettivi:

- Miglioramento dell'efficienza energetica;
- Riduzione dei costi per gli approvvigionamenti energetici;
- Eliminazione degli sprechi.

La presente diagnosi si propone di analizzare in maniera completa tutti i vettori energetici entranti nel sito in esame, come essi vengono trasformati ed infine utilizzati. Verrà presa in esame l'intera superficie del sito e tutte le attività/operazioni che vengono svolte al suo interno. Questo per poter arrivare ad avere un documento di diagnosi che rappresenti realmente la totalità del sito analizzato. In base allo stato di fatto di strutture, impianti, ed attuale regolazione e gestione degli stessi, ed in base inoltre al rapporto tra consumo teorico (calcolato da modello) e consumo reale (ricavato dalla lettura delle bollette a cura del committente), possiamo arbitrariamente distinguere gli edifici esaminati in edifici a basso consumo, a medio e ad alto consumo. Questa operazione ci aiuterà a determinare una soglia di risparmio che potremmo prefiggerci di raggiungere coerentemente con la situazione in esame.

Classe di consumo	Risparmio raggiungibile
Edifici a basso consumo	5%
Edifici a medio consumo	15%
Edifici ad alto consumo	>25%

La percentuale di risparmio indicata sarà calcolata confrontando l'indice di prestazione energetica globale attuale [kWh] con l'indice di prestazione energetica globale relativo alla somma degli interventi proposti. L'obiettivo degli interventi che verranno descritti nei prossimi capitoli è quello di raggiungere una percentuale di risparmio prossima al 50% ed il salto di almeno una classe energetica rispetto alla situazione iniziale.

5. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

L'edificio oggetto della presente DE è situato in Comune di Podenzano, in via Faggiola n. 2, ed è costituito da un blocco di forma rettangolare.



Figura 1: vista dall'alto dell'edificio

L'edificio è disposto su quattro livelli fuori terra ed è composto complessivamente da 30 unità immobiliari. L'edificio è a destinazione esclusivamente residenziale e l'anno di costruzione risale ai primi anni '80. Conoscere l'anno di costruzione è stato utile al fine di poter desumere le caratteristiche degli involucri analizzati, basandosi sulle tecniche costruttive standard dell'epoca.

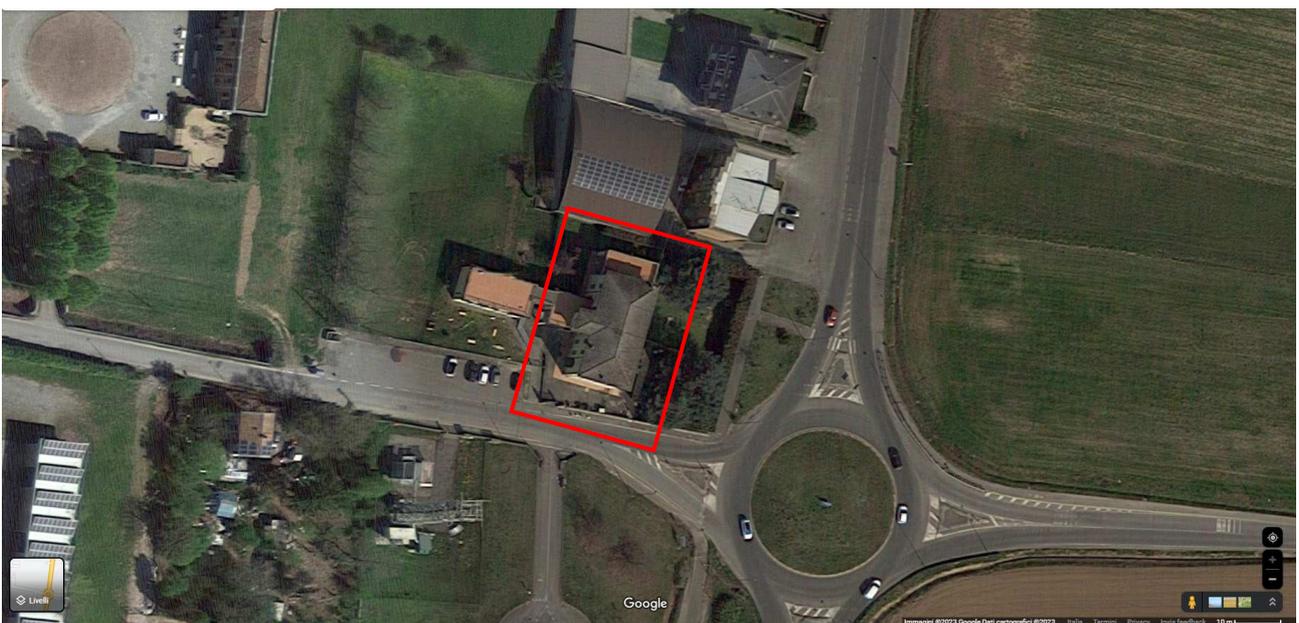


Figura 2: vista dall'alto dell'edificio



Figura 3: vista frontale dell'edificio



Figura 4: particolari degli esterni



Figura 5: particolari degli interni

6. DESCRIZIONE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

L'involucro edilizio dell'edificio oggetto dell'intervento è stato caratterizzato sulla base di:

- Rilievo in sito effettuato in data 23 e 24 Marzo 2023;
- Abaco delle strutture murarie utilizzate in Italia in edifici esistenti (Allegato B, UNI/TS 11300-1:2014);
- Atlante nazionale dei ponti termici conforme alle norme UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211 (Edizioni Edilclima).

Le schede riportate in Allegato A descrivono le caratteristiche delle strutture edili opache e trasparenti e dei ponti termici utilizzate per il calcolo delle dispersioni termiche dell'involucro edilizio. Di seguito si riportano planimetrie, sezioni e prospetti dell'edificio oggetto di diagnosi.

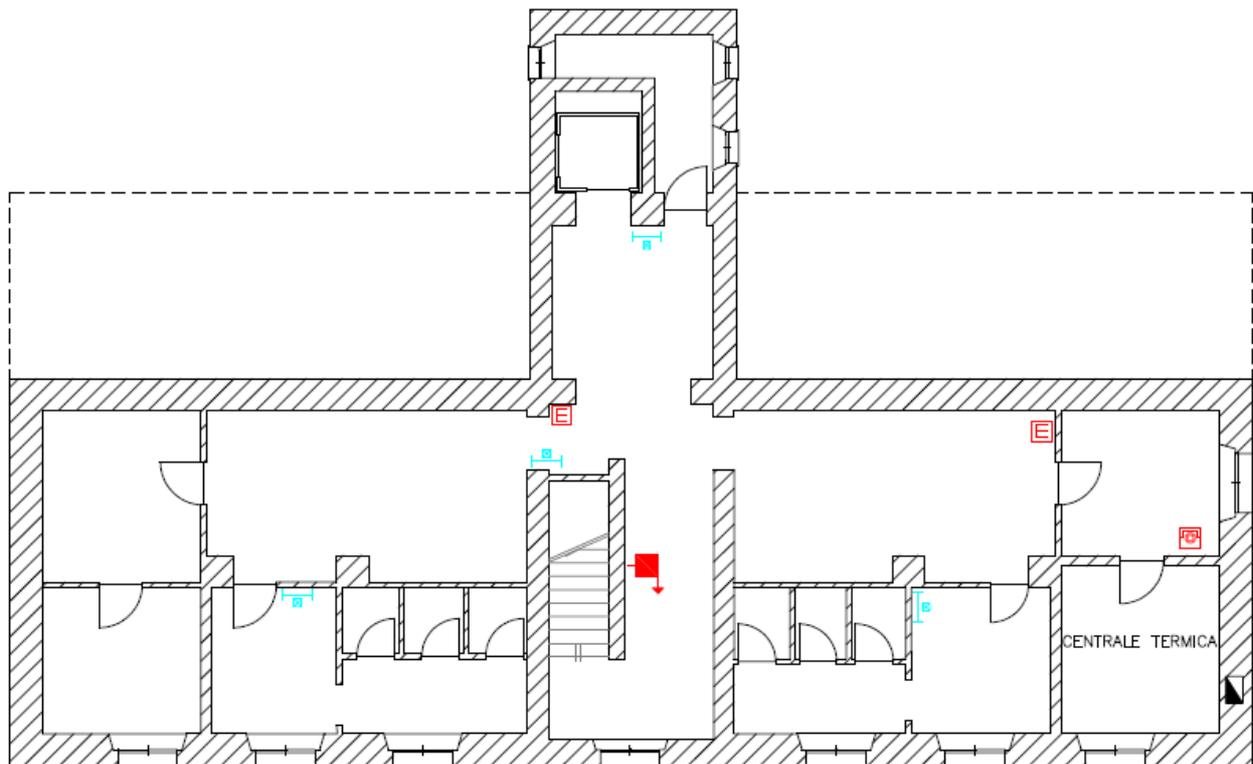


Figura 6: planimetria piano interrato

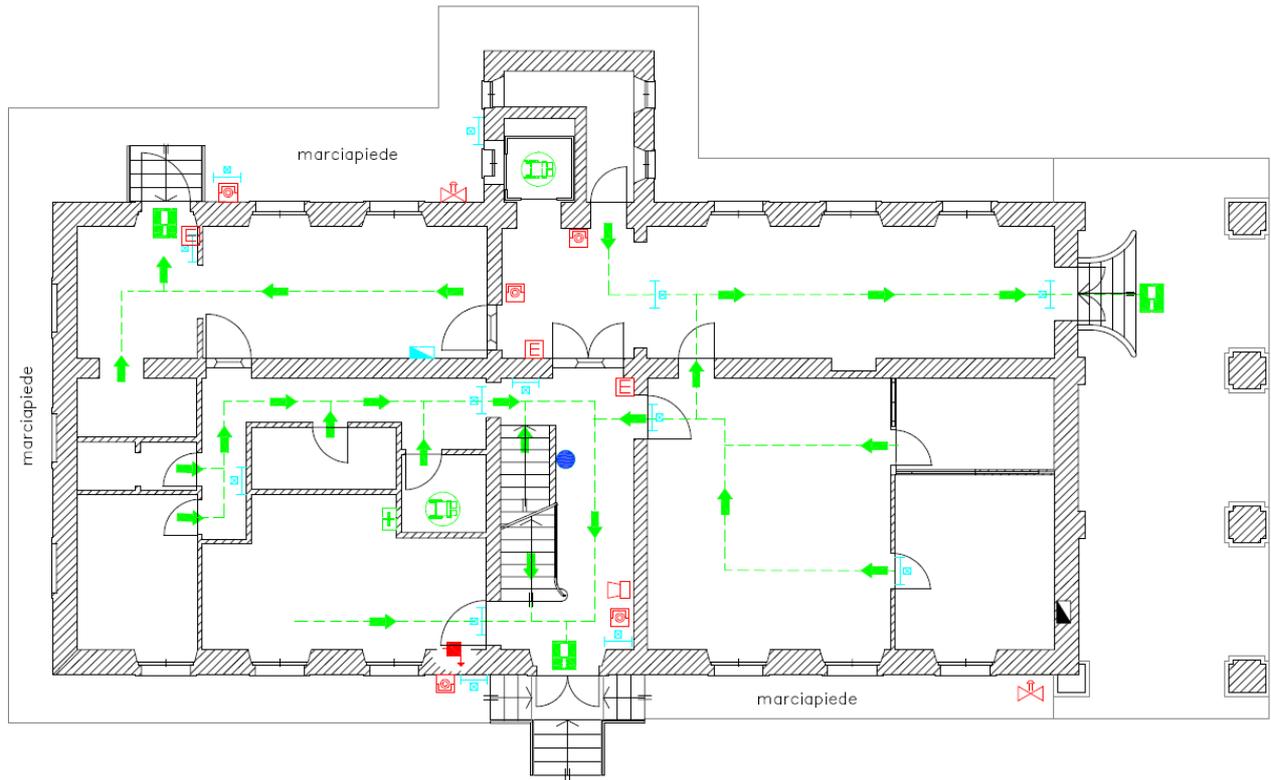


Figura 7: planimetria piano rialzato

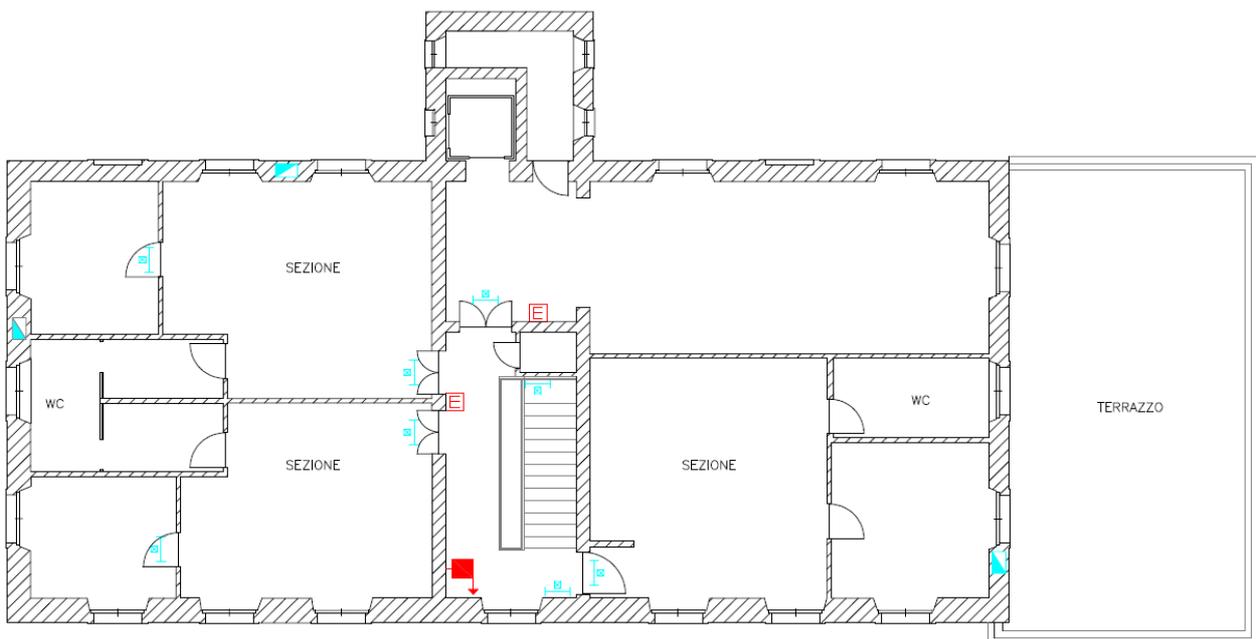


Figura 8: planimetria piani primo, secondo e terzo

Al fine di una maggiore accuratezza nella determinazione dei carichi solari sono stati presi in considerazione tutti gli oggetti presenti e gli ombreggiamenti derivanti dagli edifici circostanti.

6.1 GRANDEZZE FONDAMENTALI CHE DESCRIVONO L'EDIFICIO

Caratteristiche geometriche dell'edificio	
Numero di piani	Tre di cui due fuori terra
Rapporto S/V	0,49
Volume lordo riscaldato [m ³]	2.505,34
Volume netto riscaldato [m ³]	1.591,17
Superficie utile riscaldata [m ²]	507,09
Superficie esterna [m ²]	1.235,08
Superficie esterna componenti opachi [m ²]	1.169,68
Superficie esterna componenti trasparenti [m ²]	65,40

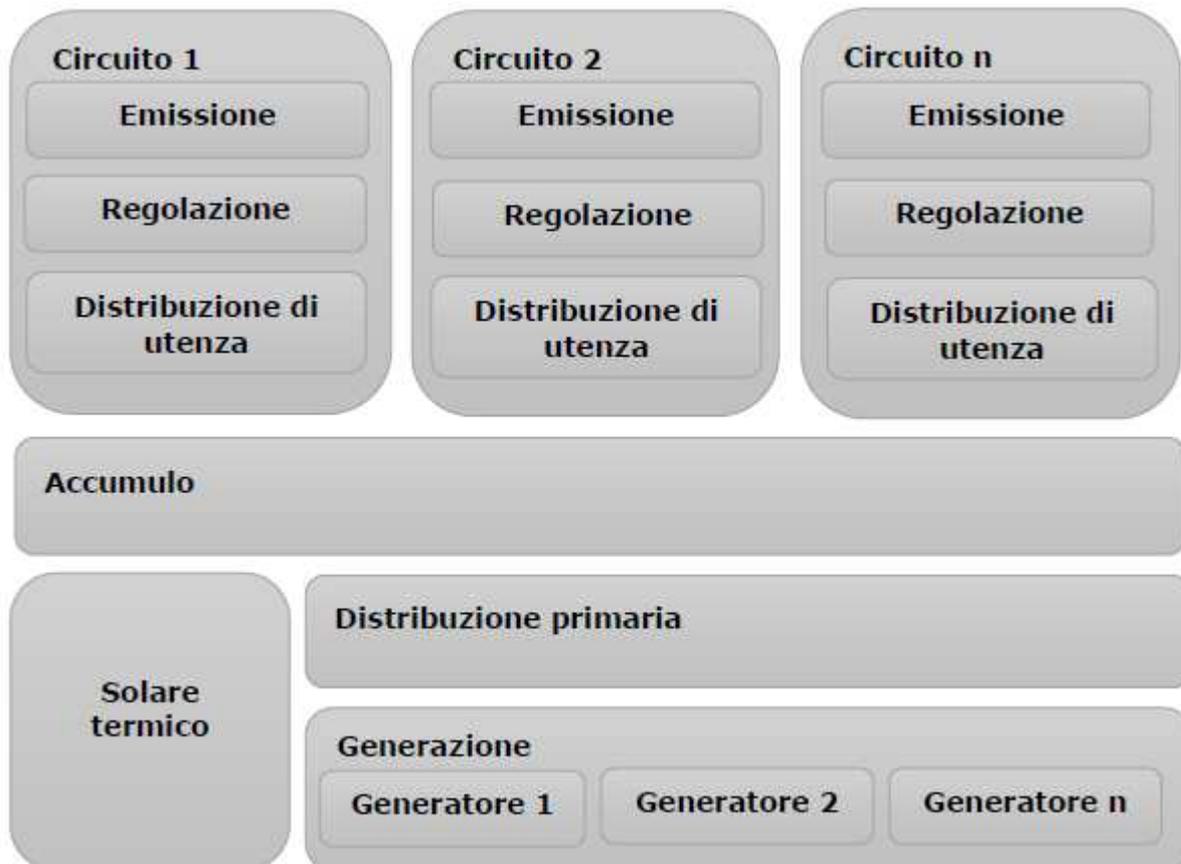
7. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

La conoscenza degli impianti nella loro configurazione attuale è ritenuta necessaria per la valutazione del fabbisogno energetico, in termini di energia primaria, connesso agli usi termici obbligati. Ai fini della presente diagnosi energetica e per lo scopo a cui è destinata sono stati presi in considerazione i seguenti impianti:

- climatizzazione invernale;
- produzione di acqua calda per usi sanitari;
- climatizzazione estiva;
- illuminazione;
- trasporto.

7.1 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

L'impianto di riscaldamento idronico si articola in più sottosistemi impiantistici, come evidenziato nello schema di flusso esemplificativo sotto riportato. In particolare, l'impianto può essere costituito da uno o più circuiti di utenza (gruppi di locali aventi caratteristiche uniformi), a loro volta alimentati da uno o più generatori. In presenza di un impianto solare termico, quest'ultimo concorre al soddisfacimento del fabbisogno in ingresso all'accumulo. La presenza di un impianto solare fotovoltaico, così come di eventuali cogeneratori, fornisce invece un contributo al soddisfacimento del fabbisogno elettrico, dovuto alla generazione ed agli ausiliari.



Attualmente il riscaldamento è affidato ad un generatore di calore a basamento alimentato a gas metano di rete, a tiraggio forzato, avente potenzialità nominale al focolare pari a 68,00 kW ed un rendimento medio di generazione pari a 90,9%. L'anno di installazione risale al 1998. I dati relativi a rendimenti e perdite sono stati ricavati dalla scheda tecnica fornita dal produttore del generatore, dal libretto di impianto e dai rapporti di controllo annuali.

L'edificio è dotato di regolazione di zona e non è presente alcun tipo di regolazione di tipo climatico (rendimento medio 93,0%)

La distribuzione avviene tramite tubazioni poste in traccia nei paramenti interni o in intercapedine, con un rendimento di distribuzione alle utenze stimato pari al 96,0%. Il sistema di emissione è costituito da radiatori in ghisa/acciaio/alluminio del tipo a colonna (rendimento di emissione medio stimato pari a 91,0%).

La circolazione del fluido termovettore in centrale termica è affidata ad una pompa di circolazione di tipo inverter gemellare avente assorbimento medio pari a 755 W. Non sono presenti impianti alimentati da fonti energetiche di tipo rinnovabile.

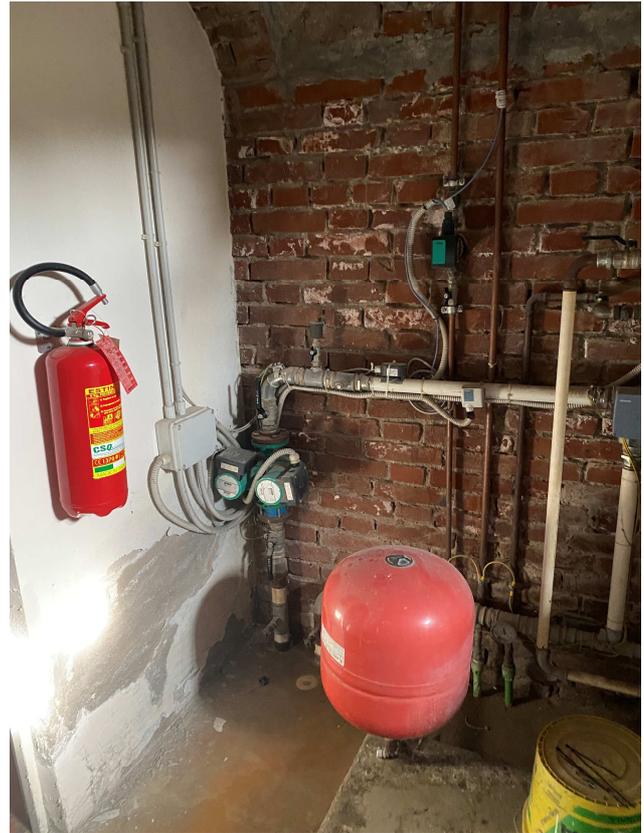
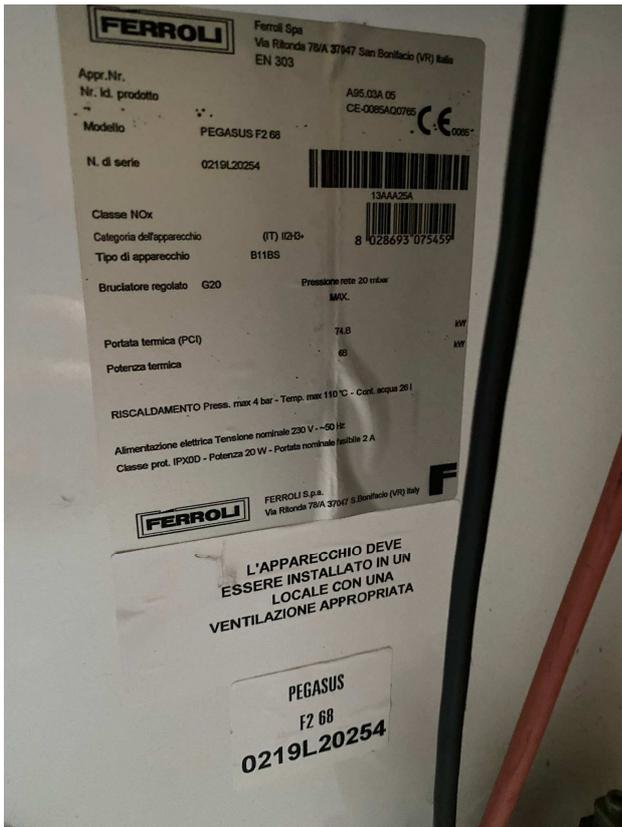


Figure 9 e 10: particolari della targa identificativa del generatore di calore e delle pompe di circolazione.

7.2 PRODUZIONE DI ACQUA CALDA PER USI SANITARI

L'impianto di acqua calda sanitaria si articola, così come l'impianto di riscaldamento, in più sottosistemi impiantistici, come evidenziato nello schema di flusso esemplificativo sotto riportato. In particolare, l'impianto può essere costituito da una o più zone (a seconda che sia autonomo o centralizzato), a loro volta alimentate da uno o più generatori. Tra generazione ed utenze sono interposti ulteriori sottosistemi, ossia distribuzione primaria, ricircolo ed accumulo (quest'ultimo, secondo i casi, centralizzato o autonomo). La presenza di un impianto solare o fotovoltaico può fornire un contributo al soddisfacimento del fabbisogno, rispettivamente, termico (in ingresso all'accumulo) ed elettrico (generazione ed ausiliari). Al soddisfacimento del fabbisogno elettrico può inoltre concorrere l'energia prodotta da cogenerazione.



Nell'edificio oggetto della presente diagnosi la produzione di acqua calda sanitaria è tipo combinato tramite un bollitore di capacità pari a 200 litri.



Figure 11 e 12: particolare del bollitore per la produzione di acqua calda sanitaria e pompa di circolazione

7.3 CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

L'edificio oggetto della presente valutazione è dotato di impianto di climatizzazione estiva tramite pompe di calore del tipo ad espansione diretta con split a parete interni.

Le macchine sono state installate in tempi differenti ed ai fini del calcolo delle prestazioni energetiche della presente valutazione è sommata la potenza dei singoli generatori ed è stata fatta una media dei valori di rendimento in regime estivo (EER).



Figure 11 e 12: generatori per la climatizzazione estiva degli ambienti

7.4 ALTRI IMPIANTI

Ai fini della presente diagnosi sono stati infine presi in considerazione l'impianto di illuminazione dei locali e la presenza di un elevatore per il trasporto delle persone.

8. ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO: STATO DI FATTO

Per il calcolo della prestazione energetica del sistema edificio – impianto si è fatto riferimento alla specifica tecnica dettata dalla norma UNI TS 11300 “Prestazioni energetiche degli edifici”, riconosciuta come strumento nazionale per la diagnosi energetica di edifici nuovi ed esistenti.

Allo scopo di garantire la replicabilità nell'applicazione della procedura sono state introdotte alcune semplificazioni: il calcolo considera il mantenimento delle condizioni di comfort (in inverno 20 °C) ed un tempo di accensione del generatore pari a 14 ore (D.P.R. 412/93), considerando dunque 10 ore giornaliere di spegnimento dell'impianto; sono stati introdotti coefficienti correttivi che tengono conto di temperature fisse per gli ambienti non riscaldati (vani scala, sottotetti, cantine, box etc.); gli apporti di calore interni si basano su valori definiti in funzione della tipologia dell'utenza; i valori delle capacità termiche sono definite in funzione della tecnologia costruttiva.

8.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

Si sintetizzano di seguito le caratteristiche geografiche della località ed i principali dati climatici adottati nel calcolo. Si precisa che per “gradi giorno” si intende, in conformità alla norma UNI EN ISO 15927-6, la sommatoria degli scostamenti giornalieri tra la temperatura interna invernale ed esterna. In particolare, i gradi giorno “DPR 412/93” sono quelli definiti dal decreto ed utilizzati per la definizione della zona climatica. I gradi giorno “calcolati” sono invece rappresentativi delle temperature esterne in corrispondenza della quali è stata condotta l'analisi energetica.

Caratteristiche geografiche

Comune	Podenzano		
Provincia	Piacenza		
Altitudine s.l.m.		118	m
Latitudine nord		44°57'	
Longitudine est		9°41'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2687	°Cg
Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2484	°Cg
Zona climatica		E	
Regione di vento		ADRIATICO	
Direzione del vento prevalente		Est	
Distanza da mare		> 40	km
Velocità del vento media	V _{media}	1,30	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	2,60	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	-5,3	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		282,0	W _t /m ²

Dati climatici mensili

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{H,int} [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
θ _e [°C]	3,2	3,5	9,1	12,5	18,3	22,4	23,5	21,9	19,6	14,2	7,4	1,4
n _{risc} [g]	31	28	31	15	0	0	0	0	0	17	30	31
GG _{calc} [°Cg]	521	462	338	124	0	0	0	0	0	128	378	577
p [Pa]	628,9	496,1	702,0	896,1	1104,6	1436,5	1530,8	1417,8	1420,2	1076,4	862,0	534,0

Irradiazione solare giornaliera media mensile (H) [MJ/m²]

Orient.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
N	1,4	2,5	3,6	5,1	8,0	10,3	9,5	6,8	4,4	2,8	1,7	1,4
NE	1,5	3,3	5,5	7,7	11,2	13,4	12,9	9,8	7,1	3,7	1,9	1,5
E	3,0	6,9	9,2	10,7	14,0	15,7	15,6	12,8	11,0	6,2	4,1	3,5
SE	5,2	10,6	11,6	11,3	13,0	13,7	13,8	12,7	12,7	8,4	6,9	6,5
S	6,6	12,7	12,2	10,2	10,5	10,7	10,9	10,9	12,4	9,5	8,6	8,5
SO	5,2	10,6	11,6	11,3	13,0	13,7	13,8	12,7	12,7	8,4	6,9	6,5
O	3,0	6,9	9,2	10,7	14,0	15,7	15,6	12,8	11,0	6,2	4,1	3,5
NO	1,5	3,3	5,5	7,7	11,2	13,4	12,9	9,8	7,1	3,7	1,9	1,5
Orizz. diffusa	2,0	3,3	4,8	6,3	7,8	9,2	8,6	7,7	5,6	4,0	2,3	2,0
Orizz. diretta	1,8	5,4	7,7	9,3	13,4	15,2	15,3	11,4	9,7	4,4	2,8	2,2

Legenda:

$\theta_{H,int}$	Temperatura interna invernale
θ_e	Temperatura esterna media mensile
n_{risc}	Giorni di riscaldamento
GG_{calc}	Gradi giorno calcolati
p	Pressione del vapore

8.2 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano nel seguito i principali risultati del calcolo caratterizzanti lo stato di fatto. In particolare si riassumono i consumi, la spesa, gli indici di prestazione termica ed energetica, la classe energetica, i rendimenti ed altri parametri, quali quota rinnovabile ed emissioni.

Consumi ed energia consegnata

Metano									
Servizio	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Co	UM	Q_{del} [kWh _t]	Q_{exp} [kWh _{el}]	$Q_{p,nren}$ [kWh _p]	$Q_{p,ren}$ [kWh _p]	$Q_{p,tot}$ [kWh _p]	S [€]	Em _{CO2} [kg]
Riscaldamento (H)	11508	Sm ³	108440	0	113862	0	113862	9436,88	22772
Acqua calda sanitaria (W)	503	Sm ³	4742	0	4979	0	4979	412,67	996
Globale (Gl)	12012	Sm ³	113182	0	118841	0	118841	9849,55	23768

Energia elettrica									
Servizio	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Co	UM	Q_{del} [kWh _{el}]	Q_{exp} [kWh _{el}]	$Q_{p,nren}$ [kWh _p]	$Q_{p,ren}$ [kWh _p]	$Q_{p,tot}$ [kWh _p]	S [€]	Em _{CO2} [kg]
Riscaldamento (H)	887	kWh	887	-	1730	417	2147	221,75	408
Acqua calda sanitaria (W)	6	kWh	6	-	11	3	13	1,39	3
Raffrescamento (C)	2507	kWh	2507	-	4889	1178	6067	626,76	1153
Illuminazione (L)	10253	kWh	10253	-	19994	4819	24813	2563,33	4717
Trasporto (T)	1042	kWh	1042	-	2033	490	2522	260,59	479
Globale (Gl)	14695	kWh	14695	-	28656	6907	35562	3673,81	6760

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	9658,63
Acqua calda sanitaria (W)	414,06
Raffrescamento (C)	626,76
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	2563,33
Trasporto (T)	260,59
Globale (GI)	13523,36

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H _{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η_{em})	91,7
Regolazione (η_{reg})	93,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	94,0
Accumulo (η_s)	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	87,1
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	82,7
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	82,6
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	75,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	74,8
Valore limite (η_{lim})	0,0

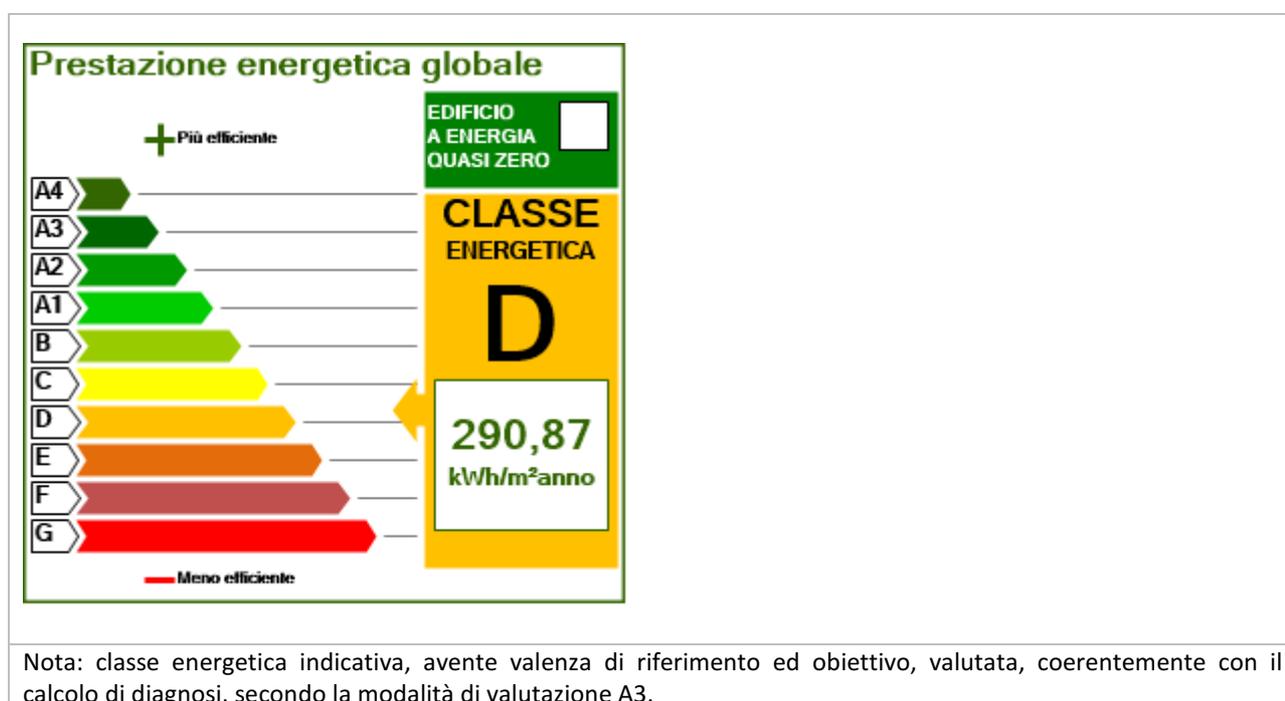
Acqua calda sanitaria (W)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Erogazione (η_{er})	100,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6
Accumulo (η_s)	89,6
Ricircolo (η_{ric})	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	92,8
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	88,2
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	88,2
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	73,2
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	73,2
Valore limite (η_{lim})	0,0

Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q_{nd} [kWh _t]	EP_{nd} [kWh _t /m ²]	$EP_{nd,limite}$ [kWh _t /m ²]
Riscaldamento (H)	86741	171,06	72,04
Raffrescamento (C)	6785	13,38	13,61

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	$Q_{p,nren}$ [kWh _p]	$Q_{p,ren}$ [kWh _p]	$Q_{p,tot}$ [kWh _p]	EP_{nren} [kWh _p /m ²]	EP_{ren} [kWh _p /m ²]	EP_{tot} [kWh _p /m ²]	$EP_{tot,limite}$ [kWh _p /m ²]
Riscaldamento (H)	115592	417	116009	227,95	0,82	228,77	-
Acqua calda sanitaria (W)	4990	3	4993	9,84	0,01	9,85	-
Raffrescamento (C)	4889	1178	6067	9,64	2,32	11,96	-
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Illuminazione (L)	19994	4819	24813	39,43	9,50	48,93	-
Trasporto (T)	2033	490	2522	4,01	0,97	4,97	-
Globale	147497	6907	154404	290,87	13,62	304,49	170,82

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$)

Emissioni

Servizio	Emissioni di CO ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	23180,42
Acqua calda sanitaria (W)	998,39
Raffrescamento (C)	1153,23
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	4716,52
Trasporto (T)	479,48
Globale (G)	30528,05

Quota rinnovabile

Servizio	QR [%]	Valore minimo [%]		
		1° fase (31.05.12 - 31.12.13)	2° fase (01.01.14 - 31.12.16)	3° fase (dal 01.01.17)
Riscaldamento (H)	0,4	-		
Acqua calda sanitaria (W)	0,1	50		
Raffrescamento (C)	19,4	-		
Globale (H + W + C)	1,3	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-		
Illuminazione (L)	19,4	-		
Trasporto (T)	19,4	-		
Globale	4,5	-		

Nota: il DLgs 28/11 (allegato 3, comma 1) prevede, per la verifica di copertura globale (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), tre differenti fasi di vigenza, corrispondenti a valori limiti via via più stringenti.

Legenda

Co	Consumo
Em _{CO2}	Emissioni di CO ₂
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{p,tot}$	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
Q _{nd}	Fabbisogno di energia utile (ventilazione naturale)
Q _{del}	Energia consegnata
Q _{exp}	Energia elettrica esportata
Q _{p,nren}	Energia primaria rinnovabile
Q _{p,ren}	Energia primaria non rinnovabile
Q _{p,tot}	Energia primaria totale
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

Dai calcoli effettuati e dall'analisi dei risultati che ne scaturiscono emerge che il fabbisogno energetico dell'intero edificio nella sua configurazione attuale, in termini di fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento invernale e la climatizzazione estiva, la produzione di acqua calda sanitaria e i servizi di illuminazione e trasporto in condizioni standard, risulta essere pari a 154.404 kWh/anno corrispondenti ad un indice di prestazione energetica globale pari a 304,49 kWh/m² anno (Ep,nren 290,87 kWh /m²).

8.3 CONFRONTO CON I CONSUMI REALI E VALIDAZIONE DEL MODELLO

Il metodo di calcolo per l'analisi del risparmio energetico (A3) deve essere validato confrontando i risultati ottenuti dal calcolo standard con correzioni per le reali condizioni d'uso e climatiche con i dati di consumo reali dell'impianto.

Per la corretta modellazione del sistema edificio impianto, in accordo con la proprietà che ha fornito i dati di consumi reali, si è deciso quindi di effettuare il confronto con i soli dati disponibili e riferiti all'annualità 2022.

In fase di progetto esecutivo la proprietà si impegna a fornire i dati completi circa i consumi energetici di almeno tre annualità e di conseguenza la presente diagnosi verrà aggiornata e completata.

Analizzando dunque le bollette relative alle forniture di gas metano e di energia elettrica della stagione 2022 convertendo le quantità di gas naturale consumate (mc) in energia termica (kWh) è possibile confrontare i consumi reali e quelli derivanti dal calcolo teorico. Considerando il potere calorifico inferiore (PCI) del metano pari a 9,94 kWh/mc si ottiene:

	Stagione di riferimento 2022
Consumi metano (mc)	12.158,00
Consumi energia elettrica (kWh)	30.308,40
Consumi energetici totali (kWh)	151.158,92

Il metodo di calcolo utilizzato per il calcolo dei consumi teorici dell'edificio segue la normativa tecnica UNI/TS 11300, e si basa su dati climatici (temperatura esterna, insolazione) di riferimento basati sulla zona climatica di appartenenza del sito analizzato.

Per la sola parte relativa ai consumi di gas metano tale risultato è stato "corretto" sulla base delle caratteristiche climatiche locali per le stagioni di riferimento tramite i dati forniti dal portale minERva della Regione Emilia Romagna da cui sono stati scaricati i dati relativi ai gradi giorno necessari ad elaborare il coefficiente di correzione climatica ($A_{f,h}$). Quest'ultimo è calcolato come rapporto tra i gradi giorno misurati, per località e per anno, e i gradi giorno standard per il comune di Piacenza, valore e pari a 2.687 GG.

Stagione di riferimento	GG misurati	GG standard	$A_{f,h}$
2022	1.847	2.687	0,6803

Al fine di verificare la congruità dei valori calcolati con i valori reali si applica la seguente formula:

$$\frac{\text{Consumo di energia reale} - \text{consumo teorico corretto}}{\text{Consumo teorico corretto}}$$

La congruità può essere considerata alta nel caso in cui il rapporto sopra riportato risulti minore o uguale al 5%, media per valori minori o uguali al 10%, bassa per valori minori o uguali al 15% mentre per valori di scostamento superiori al 15% il metodo di calcolo non può essere considerato conforme. Nel caso in esame si ottiene:

Stagione di riferimento	Consumo teorico (kWh/anno)	Fattore di correzione	Consumo teorico corretto (kWh/anno)	Consumo reale	Percentuale di congruità del modello
2022	12.158	0,6803	8.271,08	11.387	37,67

L'analisi dei dati dimostra come il modello risulti non conforme. In attesa di reperire dati di consumo reali completi si è comunque deciso di proseguire con lo studio applicando opportune modifiche e indici correttivi al fine di rendere il modello edificio impianto utilizzabile per i fini della presente diagnosi energetica.

I consumi di energia elettrica reali risultano essere sostanzialmente in linea con quanto risulta dai calcoli effettuati e non verranno dunque applicati particolari fattori correttivi.

9. INTERVENTI MIGLIORATIVI

Gli interventi di riqualificazione energetica possono essere, in generale, distinti in differenti categorie principali da considerarsi in ordine logico di priorità. In particolare, gli interventi relativi alla termoregolazione ed alla contabilizzazione dovrebbero essere anteposti a tutti gli altri in quanto tali da predisporre l'edificio ad accogliere le ulteriori opere.

Categoria di intervento	Tipologia	Beneficio
Interventi sul fabbricato	Cappotto interno, cappotto esterno, insufflaggio, isolamento coperture orizzontali, isolamento cassonetti, sostituzione serramenti, sostituzione solo vetro	Riduzione trasmittanze termiche (W_t/m^2K)
Interventi sui circuiti di utenza	Sostituzione dei terminali di emissione, installazione di sistemi di termoregolazione, installazione di sistemi di contabilizzazione	Aumento dei rendimenti di emissione o regolazione, riduzione della temperatura media dell'impianto, riduzione del fabbisogno in ingresso alla regolazione (fattore di contabilizzazione)
Interventi sul sottosistema di generazione ed adozione di fonti rinnovabili	Installazione di collettori solari	Riduzione del fabbisogno in uscita dalla generazione ($Q_{gen,out}$)
	Sostituzione del generatore con generatori multipli o sistemi più efficienti	Miglioramento del rendimento di generazione ed incremento della quota rinnovabile
	Installazione di moduli fotovoltaici	Riduzione del prelievo di energia elettrica dalla rete

Nel caso considerato si sono simulati i seguenti scenari di risparmio energetico, ciascuno articolato in più interventi (i singoli scenari ed interventi sono descritti nel dettaglio nei paragrafi 8.2, 8.3 e 8.4):

Descrizione	C [€]	ΔS_{gl} [€/anno]	t_r [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]	Classe energetica
Riqualificazione energetica	680611,00	11351,95	60,0	257,47	A4

Legenda

C	Costo stimato
ΔS_{gl}	Risparmio economico (variazione spesa globale annua)
t_r	Tempo di ritorno semplice
$\Delta EP_{gl,nren}$	Risparmio energetico (variazione indice di prestazione energetica globale non rinnovabile)

9.1 INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Dati generali

Descrizione	Riqualificazione energetica		
Costo stimato	C	680611,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	11351,95	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	60,0	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	257,47	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile		A4	

Riepilogo interventi

	Descrizione
1	Coibentazione delle pareti perimetrali tramite la posa di un cappotto interno
2	Coibentazione all'estradosso del solaio sottotetto
3	Sostituzione dei serramenti esistenti
4	Fornitura e posa di impianti di climatizzazione invernale ed estiva in pompa di calore
5	Fornitura e posa di nuovo impianto in pompa di calore per la prod. di acqua calda sanitaria
6	Fornitura e posa di un sistema di accumulo elettrico integrato all'impianto fotovoltaico
7	Fornitura e posa di un impianto di ventilazione meccanica controllata
8	Fornitura e posa di un impianto solare di tipo fotovoltaico avente potenza di picco pari a 10,0 kWp

10. PRESTAZIONI ENERGETICHE RAGGIUNGIBILI

Si riportano di seguito le prestazioni raggiungibili, a seguito delle opere di risparmio energetico, per lo scenario considerato. I risultati vengono forniti sia in forma numerica sia in forma grafica, attraverso diagrammi a torta ed istogrammi, oltre che mediante le firme energetiche invernale ed estiva.

Consumi (Co)

Metano [Sm ³]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	11508	0	-100,0
Acqua calda sanitaria (W)	503	0	-100,0
Globale	12012	0	-100,0

Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	887	3928	342,9
Acqua calda sanitaria (W)	6	590	10517,3
Raffrescamento (C)	2507	100	-96,0
Ventilazione (V)	0	108	0,0
Illuminazione (L)	10253	3856	-62,4
Trasporto (T)	1042	387	-62,9
Globale	14695	8968	-39,0

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	9658,63	982,03	89,8
Acqua calda sanitaria (W)	414,06	147,38	64,4
Raffrescamento (C)	626,76	24,98	96,0
Ventilazione (V)	0,00	26,95	0,0
Illuminazione (L)	2563,33	963,99	62,4
Trasporto (T)	260,59	96,65	62,9
Globale	13523,36	2241,98	83,4

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	680611,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	11281,38
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	60,3

Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m²]

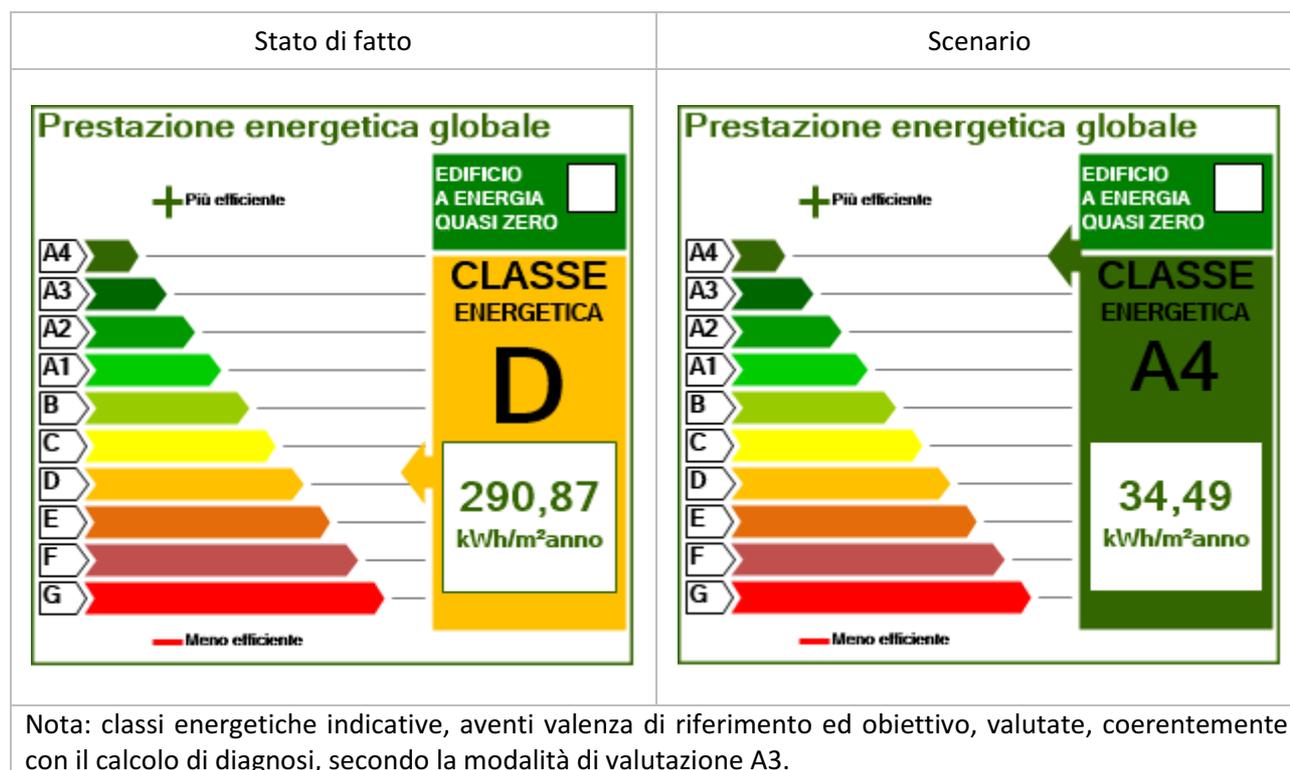
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	171,06	74,02	-56,7	72,04
Raffrescamento (C)	13,38	4,53	-66,1	13,61

Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p /m²]

Non rinnovabile (EP _{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	227,95	15,11	-93,4
Acqua calda sanitaria (W)	9,84	2,27	-77,0
Raffrescamento (C)	9,64	0,38	-96,0
Ventilazione (V)	0,00	0,41	0,0
Illuminazione (L)	39,43	14,83	-62,4
Trasporto (T)	4,01	1,49	-62,9
Globale (GI)	290,87	34,49	-88,1

Rinnovabile (EP _{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,82	29,60	3500,8
Acqua calda sanitaria (W)	0,01	7,16	139111,0
Raffrescamento (C)	2,32	3,75	61,5
Ventilazione (V)	0,00	0,46	0,0
Illuminazione (L)	9,50	14,77	55,4
Trasporto (T)	0,97	1,65	70,9
Globale (GI)	13,62	57,41	321,5

Totale (EP _{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	228,77	44,71	-80,5
Acqua calda sanitaria (W)	9,85	9,43	-4,2
Raffrescamento (C)	11,96	4,14	-65,4
Ventilazione (V)	0,00	0,88	0,0
Illuminazione (L)	48,93	29,60	-39,5
Trasporto (T)	4,97	3,14	-36,9
Globale (GI)	304,49	91,89	-69,8
Valore limite (EP _{gl,tot,lim})	170,82	-	-

Classe energetica ($EP_{gl, nren}$)

Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,4	66,2	18338,1	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,1	76,0	145204,7	50
Raffrescamento (C)	19,4	90,7	367,1	-
Globale (H + W + C)	1,3	69,5	5431,7	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	52,8	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	49,9	157,0	-
Trasporto (T)	19,4	52,6	170,9	-
Globale (GI)	4,5	62,5	1296,6	-

Nota: il DLgs 28/11 (allegato 3, comma 1) prevede, per la verifica di copertura globale (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), tre differenti fasi di vigenza, corrispondenti a valori minimi via via più stringenti:

- 1° fase (31.05.12 - 31.12.13);
- 2° fase (01.01.14 - 31.12.16);
- 3° fase (dal 01.01.17).

Emissioni (Em_{CO_2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	23180,42	1806,93	-92,2
Acqua calda sanitaria (W)	998,39	271,18	-72,8
Raffrescamento (C)	1153,23	45,97	-96,0
Ventilazione (V)	0,00	49,58	0,0
Illuminazione (L)	4716,52	1773,74	-62,4
Trasporto (T)	479,48	177,84	-62,9
Globale (GI)	30528,05	4125,25	-86,5

Legenda:

Co	Consumo
Em	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η_{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{p,tot}$	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

11. ANALISI ECONOMICA DEGLI INTERVENTI

L'analisi economica degli interventi, effettuata in conformità alla norma UNI EN 15459, prevede la valutazione dei seguenti flussi di cassa:

- costi iniziali (dovuti a componenti impiantistici, componenti edili, materiali edili ed attività);
- costi in esercizio (costi periodici di manutenzione, costi una tantum di sostituzione, costi finali di smaltimento, altri costi periodici, altri costi una tantum);
- ricavi in esercizio (ricavi periodici da risparmio energetico, ricavi finali da valore residuo dei componenti, ricavi da detrazioni periodiche, altri ricavi periodici, altri ricavi una tantum).

Ogni flusso di cassa deve essere attualizzato all'anno zero (anno di esecuzione dell'investimento). Scopo dell'analisi è, una volta prefissato un determinato periodo di calcolo (tipicamente inferiore o uguale alla vita media dei componenti in gioco), determinare il valore attuale netto dell'operazione (VAN). A VAN positivi corrispondono interventi efficienti sotto il profilo dei costi. Viceversa, ove il VAN sia negativo, l'intervento è da considerarsi non efficiente.

11.1 DATI GENERALI

Dati generali

Tasso di interesse di mercato	R	3,50	%
Tasso di inflazione	R _i	6,50	%
Tasso di interesse reale	R _r	-2,82	%
Durata del calcolo	t _{calc}	40	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	0,0	%
Numero di rate	n _{rate,det}	0	-

11.2 COSTI INIZIALI

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]
Cappotto termico interno in stiferite	40	Al m ²	345,00	417,85	144158,25
Cappotto termico esterno in stiferite	40	Al m ²	345,00	247,45	85370,25
Serramento in PVC - alluminio - 90mm	35	Al m ²	1800,00	65,40	117720,00
Impianto di riscaldamento	25	Al pezzo	185000,00	1,00	185000,00
Ventilazione meccanica controllata	25	Al pezzo	34500,00	1,00	34500,00
Impianto solare fotovoltaico	20	Al pezzo	2500,00	10,00	25000,00
Impianto di accumulo elettrico	10	Al pezzo	1000,00	15,00	15000,00
Coibentazione del solaio sottotetto	40	Al m ²	250,00	247,45	61862,50
Impianto di produzione di acqua calda sanitaria	25	Al pezzo	12000,00	1,00	12000,00

Legenda:

t_{vita}	Durata di vita del singolo componente
C_{in}	Costo unitario iniziale del singolo componente
Q_{ta}	Quantità del singolo componente
C_{in}	Costo totale iniziale del singolo componente

Valutazione economica preliminare

Costo totale iniziale	$C_{toti,in}$	680611,00	€
Costo totale iniziale detraibile	$C_{toti,in,det}$	0,00	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R_{risp}	11281,38	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R_{det}	0,00	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	$t_{r,det}$	60	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t_r	60	anni

Nella presente valutazione economica sono stati inoltre tenuti in considerazione anche i costi di esercizio, ovvero i costi di manutenzione, sostituzione e smaltimento.

11.3 RICAVI IN ESERCIZIO**Ricavi periodici da risparmio energetico**

Servizio	R_{risp} [€]	t_{risp} [anni]	$f_{pv,risp}$ [-]	$R_{risp,att}$ [€]
Riscaldamento	8676,60	40	75,83	657916,37
Acqua calda sanitaria	266,68	40	75,83	20221,38
Raffrescamento	601,78	40	75,83	45630,66
Ventilazione	-26,95	40	75,83	-2043,34
Illuminazione	1599,34	40	75,83	121272,17
Trasporto	163,94	40	75,83	12430,67
Globale	11281,38	40	75,83	855427,92

Legenda

R_{risp}	Ricavo nominale annuo per il risparmio relativo al singolo servizio
t_{risp}	Annualità considerate per il risparmio relativo singolo servizio
$f_{pv,risp}$	Tasso di capitalizzazione del risparmio relativo al singolo servizio
$R_{risp,att}$	Ricavo totale attualizzato per il risparmio relativo al singolo servizio

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

Componente	t _{vita} [anni]	n _{sost} [-]	C _{in} [€]	t _{uso} [anni]	R _{fin} [€]	t _{fin} [anno]	R _{d,fin} [%]	R _{fin,att} [€]
Cappotto termico interno in stiferite	40	0	144158,25	40	0,00	40	313,6	0,00
Cappotto termico interno in stiferite	40	0	85370,25	40	0,00	40	313,6	0,00
Serramento in PVC - alluminio - 90mm	35	1	117720,00	5	100902,86	40	313,6	316427,19
Impianto di riscaldamento	25	1	185000,00	15	74000,00	40	313,6	232060,94
Ventilazione meccanica controllata	25	1	34500,00	15	13800,00	40	313,6	43276,23
Impianto solare fotovoltaico	20	1	25000,00	20	0,00	40	313,6	0,00
Impianto di accumulo elettrico	10	3	15000,00	10	0,00	40	313,6	0,00
Coibentazione del solaio sottotetto	40	0	61862,50	40	0,00	40	313,6	0,00
Impianto di produzione di acqua calda sanitaria	25	1	12000,00	15	4800,00	40	313,6	15052,60

Legenda

t _{vita,comp}	Durata di vita del singolo componente
n _{sost,comp}	Numero di sostituzioni del singolo componente
C _{in,comp}	Costo totale iniziale del singolo componente
t _{uso,comp}	Periodo d'uso del singolo componente ($\leq t_{vita,comp,i}$)
R _{fin,comp}	Ricavi nominale per il valore residuo del singolo componente
t _{fin,comp}	Anno di valutazione del valore finale singolo componente
R _{d,fin,comp}	Tasso di attualizzazione del valore finale del singolo componente
R _{fin,att,comp}	Ricavo totale attualizzato per il valore residuo del singolo componente

11.4 RISULTATI

Costi in esercizio

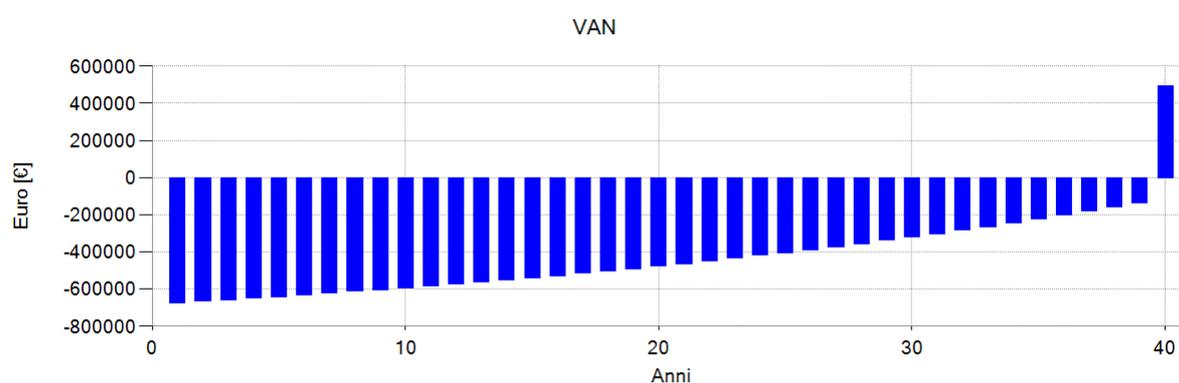
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	C _{man,att}	286624,28	€
Costi di sostituzione totali attualizzati	C _{sost,att}	0,00	€
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	C _{smal,att}	0,00	€
Altri costi periodici totali attualizzati	C _{per,att}	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	C _{ut,att}	0,00	€

Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	R _{risp,att}	855427,92	€
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	R _{fin,att}	606816,95	€
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	R _{det,att}	0,00	€
Altri ricavi periodici totali attualizzati	R _{per,att}	0,00	€
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	R _{ut,att}	0,00	€

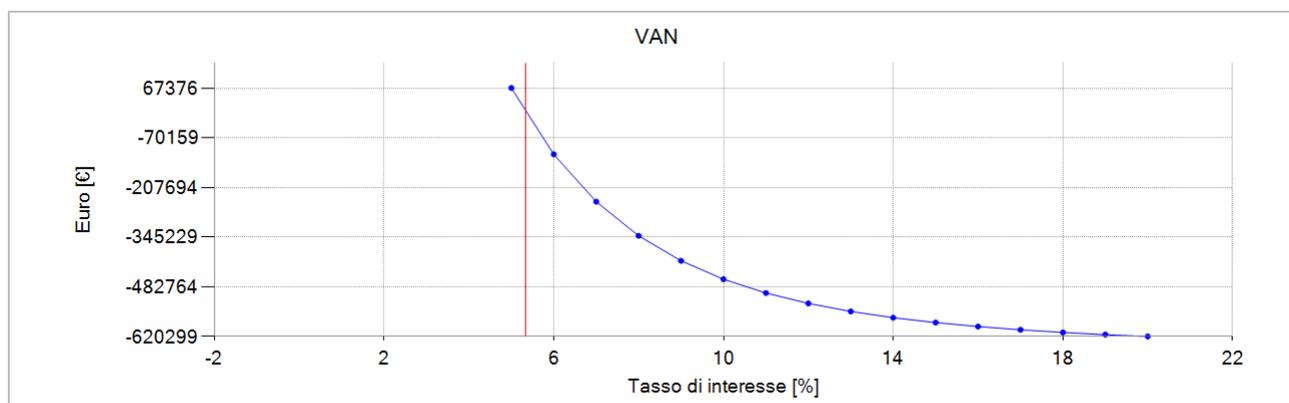
Risultati

Costo totale iniziale	$C_{in,tot}$	680611,00	€
Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	0,00	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	286624,28	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	1462244,87	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	495009,59	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	40	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	75,83	-
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	6528,18	€

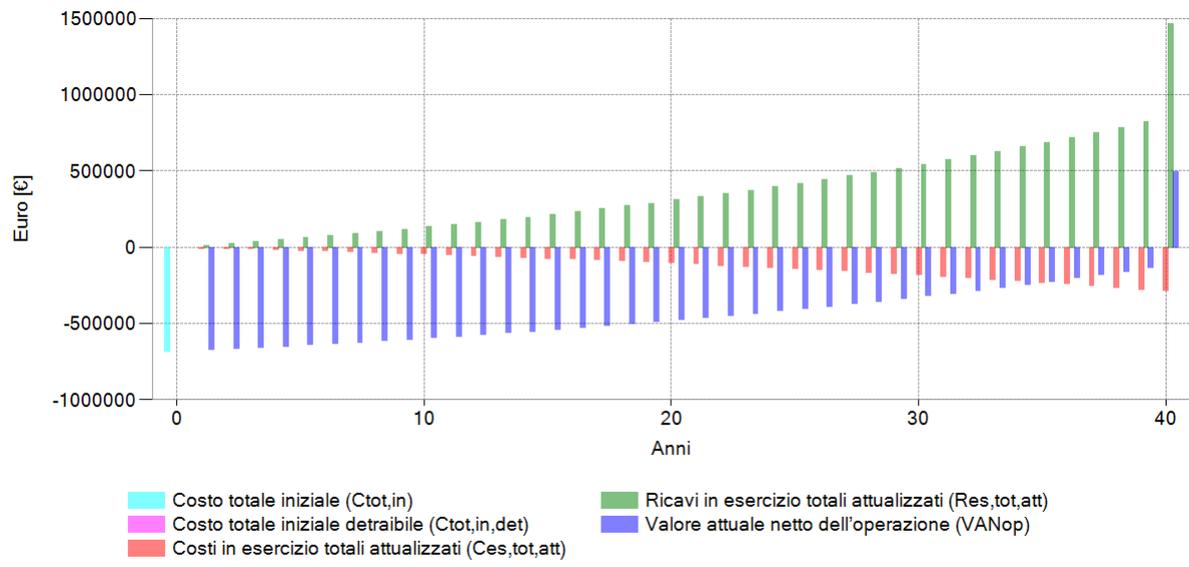


Indicatori economici aggiuntivi

Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	40,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	5,3289	%
Indice di profitto	IP	0,73	-



Flussi di cassa



12. CONCLUSIONI

Sono stati proposti interventi di efficientamento energetico per l'edificio in esame e gli scenari proposti sono stati dettagliatamente descritti nella presente relazione.

Gli scenari sono riferiti alle condizioni "Tailored rating" della diagnosi energetica, ovvero adattate al profilo reale di funzionamento ed alle condizioni ambientali dello specifico anno di riferimento (A3).

I costi ed i relativi risparmi sono dedotti da una stima preliminare degli interventi alla quale deve seguire uno specifico progetto esecutivo.

L'obiettivo della presente diagnosi, esplicitato nel Capitolo 4, si ritiene raggiunto; eseguendo tutti gli interventi proposti si otterrebbe infatti un risparmio annuale superiore al 70% sull'indice di prestazione energetica globale dell'edificio nella situazione ante intervento e si raggiungerebbe la classe energetica A4.

Il tecnico incaricato
p.i. dott. Stefano Bonetti



ALLEGATO A – CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI DELL'INVOLUCRO

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Parete verso esterno

Codice: M1

Trasmittanza termica 1,090 W/m²K

Spessore 560 mm

Temperatura esterna
(calcolo potenza invernale) -5,3 °C

Permeanza 45,767 10⁻¹²kg/sm²Pa

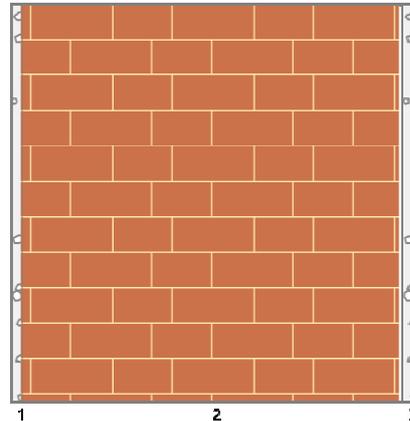
Massa superficiale
(con intonaci) 902 kg/m²

Massa superficiale
(senza intonaci) 848 kg/m²

Trasmittanza periodica 0,047 W/m²K

Fattore attenuazione 0,043 -

Sfasamento onda termica -18,4 h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,9000	0,017	1800	1,00	22
2	Mattone pieno	530,00	0,7780	0,681	1600	1,00	7
3	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,9000	0,017	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,073	-	-	-

Legenda simboli

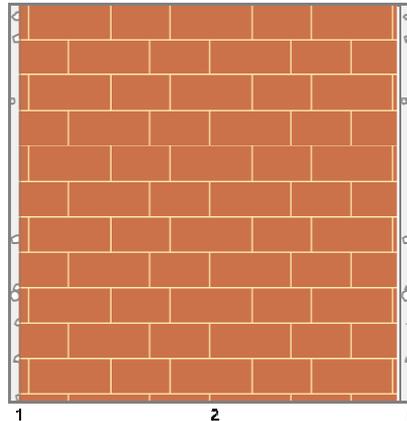
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Parete verso loc. freddo A

Codice: M2

Trasmittanza termica	1,026	W/m ² K
Spessore	560	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	10,0	°C
Permeanza	45,767	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	902	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	848	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,035	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,034	-
Sfasamento onda termica	-18,9	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,9000	0,017	1800	1,00	22
2	Mattone pieno	530,00	0,7780	0,681	1600	1,00	7
3	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,9000	0,017	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Legenda simboli

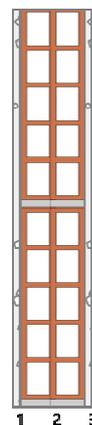
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Parete verso loc. freddo B

Codice: M3

Trasmittanza termica	1,822	W/m ² K
Spessore	100	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	10,0	°C
Permeanza	200,00 0	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	100	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	64	kg/m ²
Trasmittanza periodica	1,559	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,856	-
Sfasamento onda termica	-3,1	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,9000	0,011	1800	1,00	22
2	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	80,00	0,3000	0,267	800	1,00	7
3	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,9000	0,011	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Legenda simboli

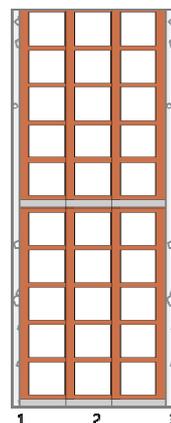
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Parete verso loc. freddo C

Codice: M4

Trasmittanza termica	1,134	W/m ² K
Spessore	200	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	10,0	°C
Permeanza	117,64 7	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	180	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	144	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,604	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,533	-
Sfasamento onda termica	-6,8	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,9000	0,011	1800	1,00	22
2	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	180,00	0,3000	0,600	800	1,00	7
3	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,9000	0,011	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Porta interna

Codice: M5

Trasmittanza termica	1,734	W/m ² K
Spessore	30	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	10,0	°C
Permeanza	15,987	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	9	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	9	kg/m ²
Trasmittanza periodica	1,727	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,996	-
Sfasamento onda termica	-0,5	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	10,00	0,1200	0,083	450	1,60	625
2	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	10,00	0,0667	0,150	-	-	-
3	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	10,00	0,1200	0,083	450	1,60	625
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Legenda simboli

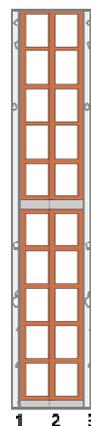
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Parete interna A

Codice: M6

Trasmittanza termica	1,822	W/m ² K
Spessore	100	mm
Permeanza	200,00 0	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	100	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	64	kg/m ²
Trasmittanza periodica	1,559	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,856	-
Sfasamento onda termica	-3,1	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,9000	0,011	1800	1,00	22
2	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	80,00	0,3000	0,267	800	1,00	7
3	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,9000	0,011	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Legenda simboli

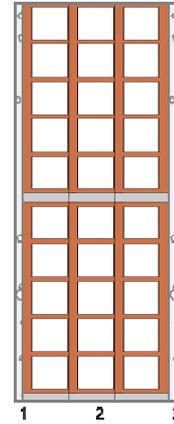
s	Spessore	mm
Cond.	Conducibilità termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Parete interna B

Codice: M7

Trasmittanza termica	1,134	W/m ² K
Spessore	200	mm
Permeanza	117,64 7	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	180	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	144	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,604	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,533	-
Sfasamento onda termica	-6,8	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,9000	0,011	1800	1,00	22
2	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	180,00	0,3000	0,600	800	1,00	7
3	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,9000	0,011	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conducibilità termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Parete interna C

Codice: M8

Trasmittanza termica 1,298 W/m²K

Spessore 400 mm

Permeanza 64,516 10⁻¹²kg/sm²Pa

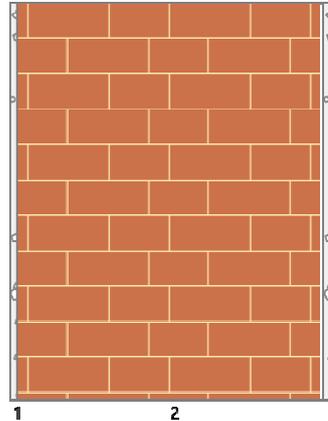
Massa superficiale
(con intonaci) 644 kg/m²

Massa superficiale
(senza intonaci) 608 kg/m²

Trasmittanza periodica 0,141 W/m²K

Fattore attenuazione 0,108 -

Sfasamento onda termica -13,6 h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,9000	0,011	1800	1,00	22
2	Mattone pieno	380,00	0,7780	0,488	1600	1,00	7
3	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,9000	0,011	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Parete interna D

Codice: M9

Trasmittanza termica 1,557 W/m²K

Spessore 300 mm

Permeanza 83,333 10⁻¹²kg/sm²Pa

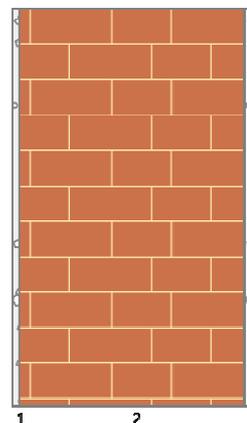
Massa superficiale (con intonaci) 484 kg/m²

Massa superficiale (senza intonaci) 448 kg/m²

Trasmittanza periodica 0,334 W/m²K

Fattore attenuazione 0,214 -

Sfasamento onda termica -10,3 h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,9000	0,011	1800	1,00	22
2	Mattone pieno	280,00	0,7780	0,360	1600	1,00	7
3	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,9000	0,011	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Legenda simboli

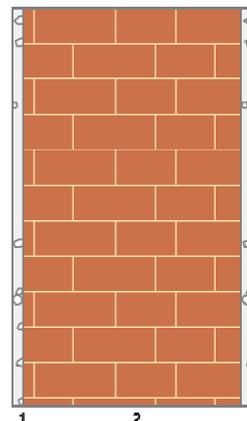
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Nicchia sottofinestra

Codice: M10

Trasmittanza termica	1,714	W/m ² K
Spessore	300	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-5,3	°C
Permeanza	78,431	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	486	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	432	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,443	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,259	-
Sfasamento onda termica	-9,8	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,9000	0,017	1800	1,00	22
2	Mattone pieno	270,00	0,7780	0,347	1600	1,00	7
3	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,9000	0,017	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,073	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Porta esterna

Codice: M11

Trasmittanza termica	1,924	W/m ² K
Spessore	30	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-5,3	°C
Permeanza	15,987	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	9	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	9	kg/m ²
Trasmittanza periodica	1,919	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,997	-
Sfasamento onda termica	-0,4	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	10,00	0,1200	0,083	450	1,60	625
2	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	10,00	0,0667	0,150	-	-	-
3	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	10,00	0,1200	0,083	450	1,60	625
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,073	-	-	-

Legenda simboli

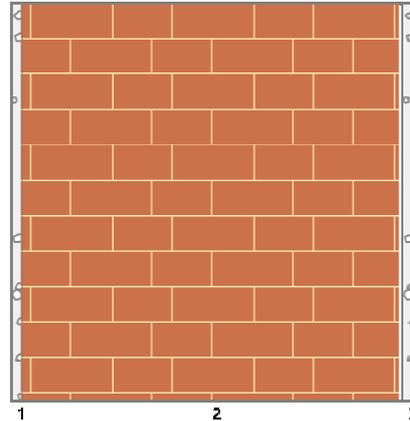
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Parete verso terreno

Codice: M12

Trasmittanza termica	1,130	W/m ² K
Trasmittanza controterra	0,499	W/m ² K
Spessore	560	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-5,3	°C
Permeanza	45,767	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	902	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	848	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,057	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,114	-
Sfasamento onda termica	-18,0	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,9000	0,017	1800	1,00	22
2	Mattone pieno	530,00	0,7780	0,681	1600	1,00	7
3	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,9000	0,017	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

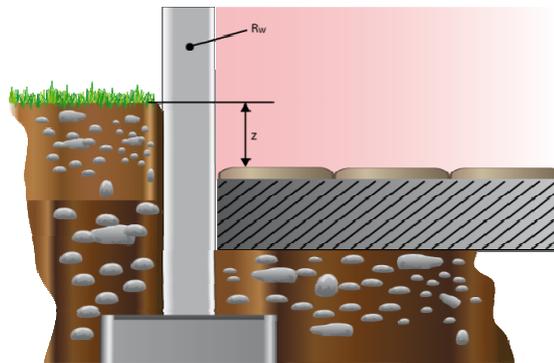
CALCOLO DELLA TRASMITTANZA CONTROTERRA
secondo UNI EN ISO 13370

Pavimento interrato:

Pavimento su terreno

Codice: P1

Area del pavimento		192,00 m ²
Perimetro disperdente del pavimento		74,00 m
Spessore pareti perimetrali esterne		560 mm
Conduttività termica del terreno		2,00 W/mK
Profondità interrimento	z	3,000 m
Parete controterra associata	R _w	M12

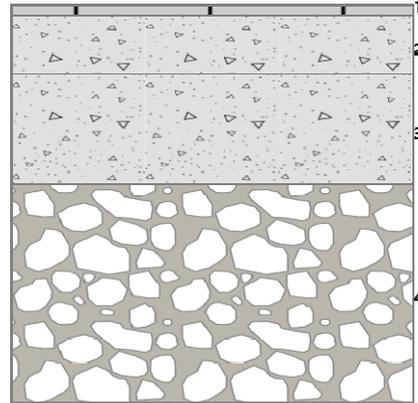


CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Pavimento su terreno

Codice: P1

Trasmittanza termica	1,587	W/m ² K
Trasmittanza controterra	0,362	W/m ² K
Spessore	545	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-5,3	°C
Permeanza	0,001	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	1049	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	1049	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,119	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,329	-
Sfasamento onda termica	-14,7	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	15,00	1,3000	0,012	2300	0,84	999999 9
2	Sottofondo di cemento magro	80,00	0,9000	0,089	1800	0,88	30
3	C.l.s. di sabbia e ghiaia (pareti esterne)	150,00	2,1500	0,070	2400	1,00	96
4	Ghiaia grossa senza argilla (um. 5%)	300,00	1,2000	0,250	1700	1,00	5
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

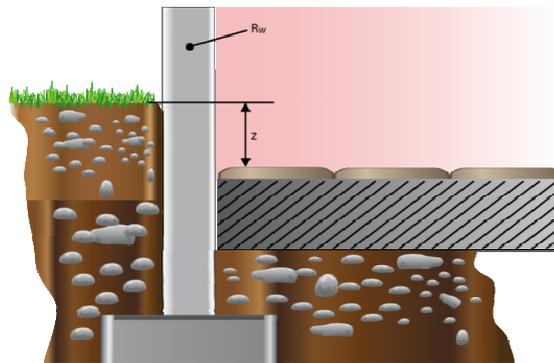
CALCOLO DELLA TRASMITTANZA CONTROTERRA
secondo UNI EN ISO 13370

Pavimento interrato:

Pavimento su terreno

Codice: P1

Area del pavimento		192,00 m ²
Perimetro disperdente del pavimento		74,00 m
Spessore pareti perimetrali esterne		560 mm
Conduttività termica del terreno		2,00 W/mK
Profondità interramento	z	3,000 m
Parete controterra associata	R _w	M12



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Solaio a volta

Codice: P2

Trasmittanza termica 1,117 W/m²K

Spessore 320 mm

Permeanza 7,620 10⁻¹²kg/sm²Pa

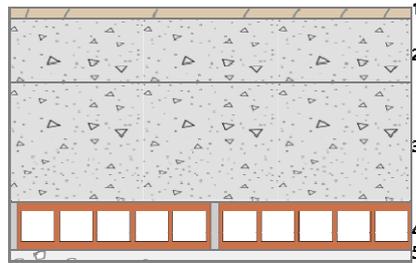
Massa superficiale (con intonaci) 469 kg/m²

Massa superficiale (senza intonaci) 442 kg/m²

Trasmittanza periodica 0,162 W/m²K

Fattore attenuazione 0,145 -

Sfasamento onda termica -10,6 h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	15,00	0,1200	0,125	450	1,60	625
2	Sottofondo di cemento magro	80,00	0,7000	0,114	1600	0,88	20
3	C.I.S. in genere	150,00	0,9400	0,160	1800	1,00	96
4	Tavellone strutture orizzontali	60,00	0,4290	0,140	617	0,84	9
5	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,9000	0,017	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduktività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Solaio interpiano

Codice: P3

Trasmittanza termica 0,854 W/m²K

Spessore 980 mm

Permeanza 11,534 10⁻¹²kg/sm²Pa

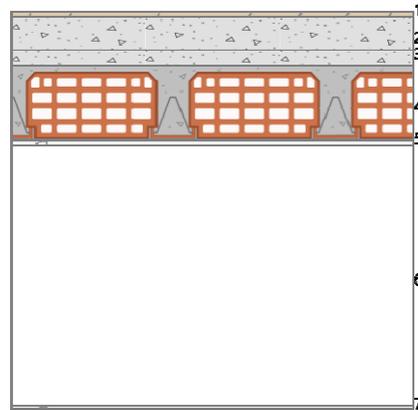
Massa superficiale (con intonaci) 481 kg/m²

Massa superficiale (senza intonaci) 445 kg/m²

Trasmittanza periodica 0,090 W/m²K

Fattore attenuazione 0,105 -

Sfasamento onda termica -11,4 h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	15,00	0,1200	0,125	450	1,60	625
2	Sottofondo di cemento magro	80,00	0,9000	0,089	1800	0,88	30
3	C.l.s. di sabbia e ghiaia (pareti interne)	40,00	1,9100	0,021	2400	1,00	96
4	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	180,00	0,6600	0,273	1100	0,84	7
5	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,9000	0,017	1800	1,00	22
6	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	637,50	2,5823	0,247	-	-	-
7	Cartongesso in lastre	12,50	0,2100	0,060	700	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Solaio interpiano

Codice: S1

Trasmittanza termica 1,060 W/m²K

Spessore 980 mm

Permeanza 11,534 10⁻¹²kg/sm²Pa

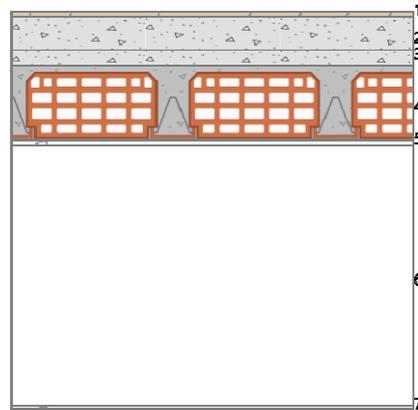
Massa superficiale (con intonaci) 481 kg/m²

Massa superficiale (senza intonaci) 445 kg/m²

Trasmittanza periodica 0,152 W/m²K

Fattore attenuazione 0,144 -

Sfasamento onda termica -10,9 h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	15,00	0,1200	0,125	450	1,60	625
2	Sottofondo di cemento magro	80,00	0,9000	0,089	1800	0,88	30
3	C.l.s. di sabbia e ghiaia (pareti interne)	40,00	1,9100	0,021	2400	1,00	96
4	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	180,00	0,6600	0,273	1100	0,84	7
5	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,9000	0,017	1800	1,00	22
6	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	637,50	3,9844	0,160	-	-	-
7	Cartongesso in lastre	12,50	0,2100	0,060	700	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Solaio a volta

Codice: S2

Trasmittanza termica 1,324 W/m²K

Spessore 320 mm

Permeanza 7,620 10⁻¹²kg/sm²Pa

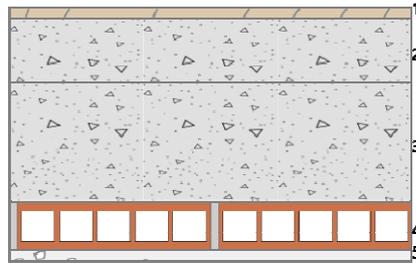
Massa superficiale (con intonaci) 469 kg/m²

Massa superficiale (senza intonaci) 442 kg/m²

Trasmittanza periodica 0,249 W/m²K

Fattore attenuazione 0,188 -

Sfasamento onda termica -10,0 h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	15,00	0,1200	0,125	450	1,60	625
2	Sottofondo di cemento magro	80,00	0,7000	0,114	1600	0,88	20
3	C.I.S. in genere	150,00	0,9400	0,160	1800	1,00	96
4	Tavellone strutture orizzontali	60,00	0,4290	0,140	617	0,84	9
5	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,9000	0,017	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

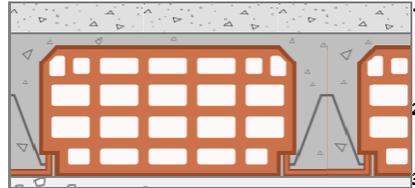
s	Spessore	mm
Cond.	Conduktività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Solaio verso sottotetto

Codice: S3

Trasmittanza termica	1,959	W/m ² K
Spessore	235	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-2,8	°C
Permeanza	36,832	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	321	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	294	kg/m ²
Trasmittanza periodica	1,042	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,532	-
Sfasamento onda termica	-6,5	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	C.I.S. di sabbia e ghiaia (pareti interne)	40,00	1,9100	0,021	2400	1,00	96
2	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	180,00	0,6600	0,273	1100	0,84	7
3	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,9000	0,017	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: SERR LEGNO VC 108X036

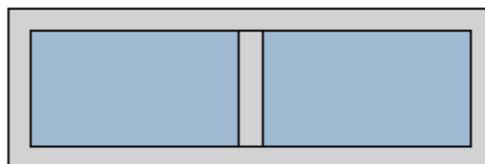
Codice: W1

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	-		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	3,000	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,800	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\,inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\,est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,750	-
Fattore trasmissione solare totale	g_{gl+sh}	0,740	-



Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		108,0	cm
Altezza		36,0	cm

Caratteristiche del telaio

K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	0,389	m ²
Area vetro	A_g	0,242	m ²
Area telaio	A_f	0,147	m ²
Fattore di forma	F_f	0,62	-
Perimetro vetro	L_g	2,900	m
Perimetro telaio	L_f	2,880	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	4,373	W/m ² K
---------------------------------	-----	-------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z5 W	- Parete - Telaio	
Trasmittanza termica lineica	ψ	0,185	W/mK
Lunghezza perimetrale		2,88	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINISTRATI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: SERR LEGNO VC 109X210

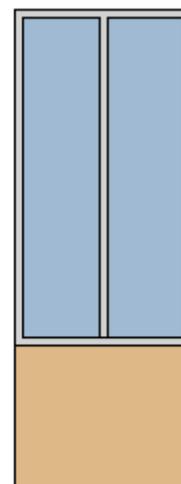
Codice: W2

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	-		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	3,000	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,800	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\,inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\,est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,750	-
Fattore trasmissione solare totale	g_{gl+sh}	0,737	-



Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		109,0	cm
Altezza		210,0	cm

Caratteristiche del telaio

K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	2,289	m ²
Area vetro	A_g	1,880	m ²
Area telaio	A_f	0,409	m ²
Fattore di forma	F_f	0,82	-
Perimetro vetro	L_g	9,880	m
Perimetro telaio	L_f	6,380	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	2,976	W/m ² K
---------------------------------	-----	-------	--------------------

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	M10	Nicchia sottofinestra	
Trasmittanza termica	U	1,714	W/m ² K
Altezza	H_{sott}	90,0	cm
Area		0,98	m ²

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z5 W	- Parete - Telaio
Trasmittanza termica lineica	Ψ	0,185 W/mK
Lunghezza perimetrale		6,38 m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: SERR LEGNO VC 109X200

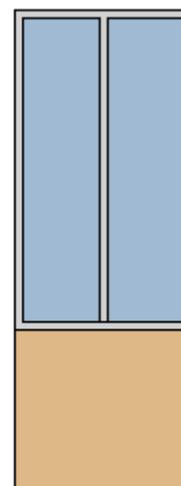
Codice: W3

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	-		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U_w	3,000	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	2,800	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\,inv}$	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\,est}$	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,750	-
Fattore trasmissione solare totale	g_{gl+sh}	0,737	-



Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		109,0	cm
Altezza		200,0	cm

Caratteristiche del telaio

K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	2,180	m ²
Area vetro	A_g	1,786	m ²
Area telaio	A_f	0,394	m ²
Fattore di forma	F_f	0,82	-
Perimetro vetro	L_g	9,480	m
Perimetro telaio	L_f	6,180	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	2,922	W/m ² K
---------------------------------	-----	-------	--------------------

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	M10	Nicchia sottofinestra	
Trasmittanza termica	U	1,714	W/m ² K
Altezza	H _{sott}	100,0	cm
Area		1,09	m ²

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z5	W - Parete - Telaio	
Trasmittanza termica lineica	ψ	0,185	W/mK
Lunghezza perimetrale		6,18	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINISTRATI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: SERR LEGNO VC 109X275

Codice: W4

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	-		
Classe di permeabilità	Senza classificazione		
Trasmittanza termica	U _w	3,000	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U _g	2,800	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

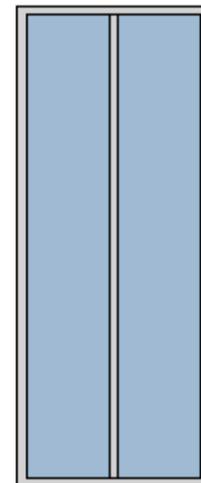
Emissività	ε	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	f _{c inv}	1,00	-
Fattore tendaggi (estivo)	f _{c est}	1,00	-
Fattore di trasmittanza solare	g _{gl,n}	0,750	-
Fattore trasmissione solare totale	g _{gl+sh}	0,737	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		109,0	cm
Altezza		275,0	cm



Caratteristiche del telaio

K distanziale	K _d	0,00	W/mK
Area totale	A _w	2,997	m ²
Area vetro	A _g	2,491	m ²
Area telaio	A _f	0,507	m ²
Fattore di forma	F _f	0,83	-
Perimetro vetro	L _g	12,480	m

Perimetro telaio	L_f	7,680	m
------------------	-------	-------	---

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	3,475	W/m^2K
---------------------------------	-----	-------	----------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z5	W	- Parete - Telaio
-------------------------	----	---	-------------------

Trasmittanza termica lineica	Ψ	0,185	W/mK
------------------------------	--------	-------	--------

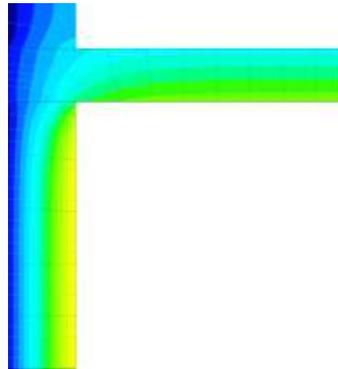
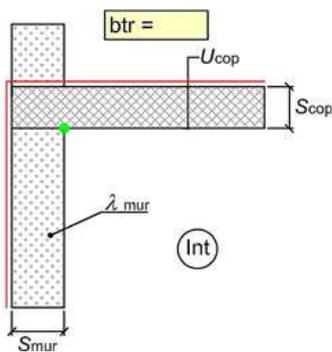
Lunghezza perimetrale		7,68	m
-----------------------	--	------	---

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI PONTI TERMICI

Descrizione del ponte termico: R - Parete - Copertura

Codice: Z1

Tipologia	R - Parete - Copertura
Trasmittanza termica lineica di calcolo	-0,741 W/mK
Trasmittanza termica lineica di riferimento	-1,483 W/mK
Fattore di temperatura f_{rsi}	0,415 -
Riferimento	UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211
Note	R18c - Giunto parete con isolamento ripartito - copertura non isolata verso ambiente non climatizzato
	Trasmittanza termica lineica di riferimento (ϕ_e) = -1,483 W/mK.



Caratteristiche

Coeff. correzione temperatura	btr	0,90 -
Spessore copertura	Scop	220,0 mm
Spessore muro	Smur	500,0 mm
Conducibilità termica muro	λ_{mur}	0,778 W/mK

Verifica temperatura critica

Condizioni interne:

Classe concentrazione del vapore	0,006 kg/m ³
Temperatura interna periodo di riscaldamento	20,0 °C
Umidità relativa superficiale ammissibile	80 %

Condizioni esterne:

Temperature medie mensili - °C

Mese	θ_i	θ_e	θ_{si}	θ_{acc}	Verifica
ottobre	20,0	14,8	16,9	15,2	POSITIVA
novembre	20,0	8,7	13,4	15,5	NEGATIVA
dicembre	20,0	3,3	10,2	14,2	NEGATIVA
gennaio	20,0	4,9	11,1	14,6	NEGATIVA
febbraio	20,0	5,2	11,3	12,8	NEGATIVA
marzo	20,0	10,2	14,3	12,9	POSITIVA
aprile	20,0	13,3	16,0	13,8	POSITIVA

Legenda simboli

θ_i Temperatura interna al locale

°C

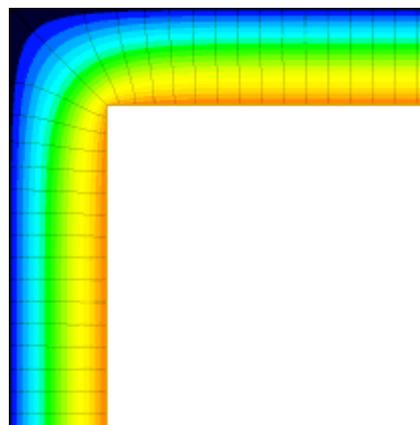
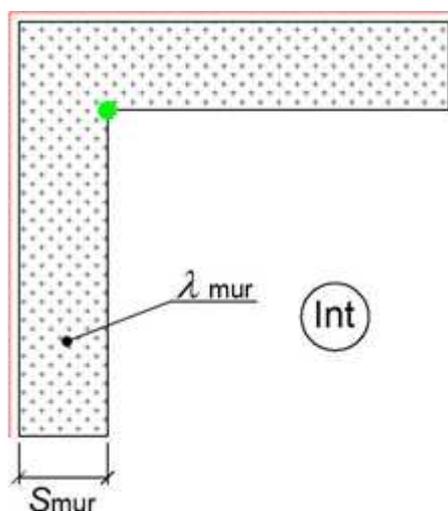
θ_e	Temperatura esterna	°C
θ_{si}	Temperatura superficiale interna in luogo del ponte termico	°C
θ_{acc}	Temperatura minima accettabile per scongiurare il fenomeno di condensa	°C

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI PONTI TERMICI

Descrizione del ponte termico: C - Angolo tra pareti

Codice: Z2

Tipologia	C - Angolo tra pareti
Trasmittanza termica lineica di calcolo	-0,487 W/mK
Trasmittanza termica lineica di riferimento	-0,974 W/mK
Fattore di temperature f_{rsi}	0,597 -
Riferimento	UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211
Note	C4 - Giunto tre due pareti con isolamento ripartito (sporgente) Trasmittanza termica lineica di riferimento (ϕ_e) = -0,974 W/mK.



Caratteristiche

Spessore muro	Smur	500,0 mm
Conduttività termica muro	λ_{mur}	0,778 W/mK

Verifica temperatura critica

Condizioni interne:

Classe concentrazione del vapore	0,006 kg/m ³
Temperatura interna periodo di riscaldamento	20,0 °C
Umidità relativa superficiale ammissibile	80 %

Condizioni esterne:

Temperature medie mensili - °C

Mese	θ_i	θ_e	θ_{si}	θ_{acc}	Verifica
ottobre	20,0	14,2	17,7	15,2	POSITIVA
novembre	20,0	7,4	14,9	15,5	NEGATIVA
dicembre	20,0	1,4	12,5	14,2	NEGATIVA
gennaio	20,0	3,2	13,2	14,6	NEGATIVA
febbraio	20,0	3,5	13,4	12,8	POSITIVA
marzo	20,0	9,1	15,6	12,9	POSITIVA
aprile	20,0	12,5	17,0	13,8	POSITIVA

Legenda simboli

θ_i	Temperatura interna al locale	°C
θ_e	Temperatura esterna	°C
θ_{si}	Temperatura superficiale interna in luogo del ponte termico	°C
θ_{acc}	Temperatura minima accettabile per scongiurare il fenomeno di condensa	°C

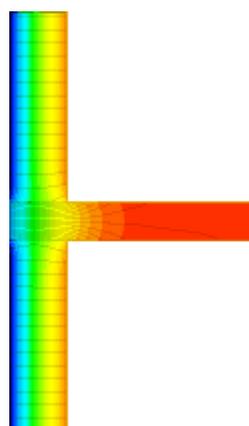
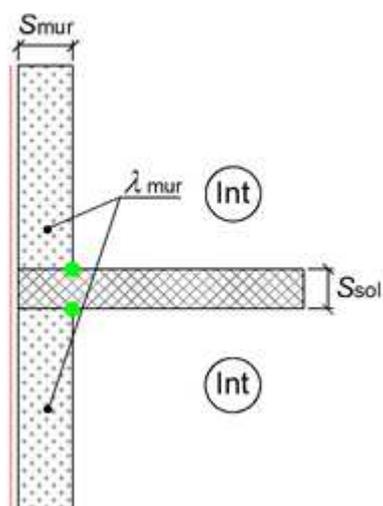
CARATTERISTICHE TERMICHE DEI PONTI TERMICI

Descrizione del ponte termico: IF - Parete - Solaio interpiano

Codice: Z3

Tipologia	IF - Parete - Solaio interpiano
Trasmittanza termica lineica di calcolo	0,155 W/mK
Trasmittanza termica lineica di riferimento	0,311 W/mK
Fattore di temperature f_{rsi}	0,729 -
Riferimento	UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211

Note IF4 - Giunto parete con isolamento ripartito – solaio interpiano
Trasmittanza termica lineica di riferimento (ϕ_e) = 0,311 W/mK.



Caratteristiche

Spessore solaio	Ssol	220,0 mm
Spessore muro	Smur	500,0 mm
Conduttività termica muro	λ_{mur}	0,778 W/mK

Verifica temperatura critica

Condizioni interne:

Classe concentrazione del vapore	0,006 kg/m ³
Temperatura interna periodo di riscaldamento	20,0 °C
Umidità relativa superficiale ammissibile	80 %

Condizioni esterne:

Temperature medie mensili - °C

Mese	θ_i	θ_e	θ_{si}	θ_{acc}	Verifica
ottobre	20,0	14,2	18,4	15,2	POSITIVA
novembre	20,0	7,4	16,6	15,5	POSITIVA

dicembre	20,0	1,4	15,0	14,2	POSITIVA
gennaio	20,0	3,2	15,4	14,6	POSITIVA
febbraio	20,0	3,5	15,5	12,8	POSITIVA
marzo	20,0	9,1	17,0	12,9	POSITIVA
aprile	20,0	12,5	18,0	13,8	POSITIVA

Legenda simboli

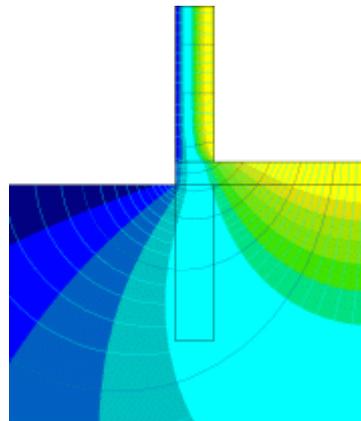
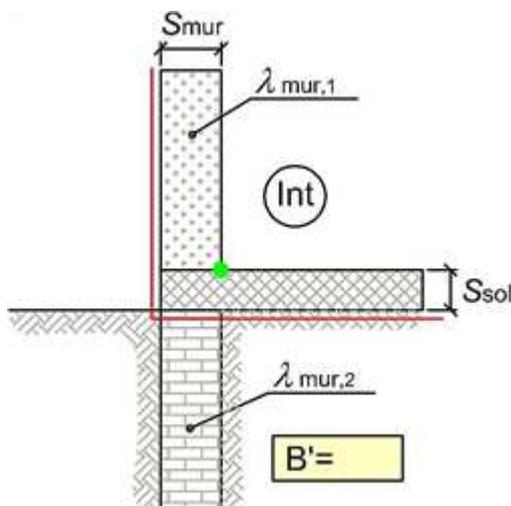
θ_i	Temperatura interna al locale	°C
θ_e	Temperatura esterna	°C
θ_{si}	Temperatura superficiale interna in luogo del ponte termico	°C
θ_{acc}	Temperatura minima accettabile per scongiurare il fenomeno di condensa	°C

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI PONTI TERMICI

Descrizione del ponte termico: GF - Parete - Solaio controterra

Codice: Z4

Tipologia	GF - Parete - Solaio controterra
Trasmittanza termica lineica di calcolo	-0,154 W/mK
Trasmittanza termica lineica di riferimento	-0,308 W/mK
Fattore di temperature f_{rsi}	0,584 -
Riferimento	UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211
Note	GF4b - Giunto parete con isolamento ripartito - solaio controterra non isolato Trasmittanza termica lineica di riferimento (ϕ_e) = -0,308 W/mK.



Caratteristiche

Dimensione caratteristica del pavimento	B'	5,19 m
Spessore solaio	S_{sol}	300,0 mm
Spessore muro	S_{mur}	500,0 mm
Conduttività termica muro 1	$\lambda_{mur,1}$	0,778 W/mK

Verifica temperatura critica

Condizioni interne:

Classe concentrazione del vapore

0,006 kg/m³

Condizioni esterne:

Temperature medie mensili

-

°C

Temperatura interna periodo di riscaldamento 20,0 °C
 Umidità relativa superficiale ammissibile 80 %

Mese	θ_i	θ_e	θ_{si}	θ_{acc}	Verifica
ottobre	20,0	16,3	18,5	15,2	POSITIVA
novembre	20,0	13,6	17,4	15,5	POSITIVA
dicembre	20,0	10,2	15,9	14,2	POSITIVA
gennaio	20,0	7,2	14,7	14,6	POSITIVA
febbraio	20,0	8,1	15,1	12,8	POSITIVA
marzo	20,0	8,3	15,1	12,9	POSITIVA
aprile	20,0	11,1	16,3	13,8	POSITIVA

Legenda simboli

θ_i Temperatura interna al locale °C
 θ_e Temperatura esterna °C
 θ_{si} Temperatura superficiale interna in luogo del ponte termico °C
 θ_{acc} Temperatura minima accettabile per scongiurare il fenomeno di condensa °C

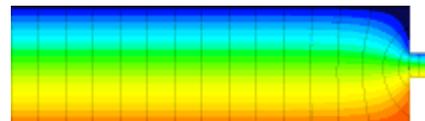
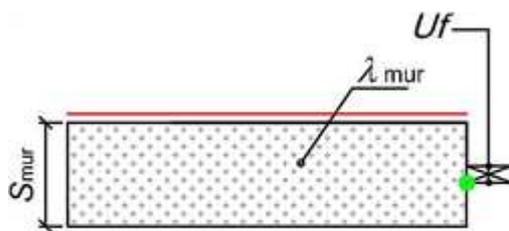
CARATTERISTICHE TERMICHE DEI PONTI TERMICI

Descrizione del ponte termico: W - Parete - Telaio

Codice: Z5

Tipologia W - Parete - Telaio
 Trasmittanza termica lineica di calcolo 0,185 W/mK
 Trasmittanza termica lineica di riferimento 0,185 W/mK
 Fattore di temperature f_{rsi} 0,601 -
 Riferimento UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211

Note W10 - Giunto parete con isolamento ripartito – telaio posto in mezzeria
 Trasmittanza termica lineica di riferimento (ϕ_e) = 0,185 W/mK.



Int

Caratteristiche

Trasmittanza termica telaio U_f 2,000 W/m²K
 Spessore muro S_{mur} 500,0 mm

Conduktivita termica muro

λ_{mur}

0,778 W/mK

Verifica temperatura critica

Condizioni interne:

Classe concentrazione del vapore

0,006 kg/m³

Temperatura interna periodo di riscaldamento

20,0 °C

Umidità relativa superficiale ammissibile

80 %

Condizioni esterne:

Temperature medie mensili

-

°C

Mese	θ_i	θ_e	θ_{si}	θ_{acc}	Verifica
ottobre	20,0	14,2	17,7	15,2	POSITIVA
novembre	20,0	7,4	15,0	15,5	NEGATIVA
dicembre	20,0	1,4	12,6	14,2	NEGATIVA
gennaio	20,0	3,2	13,3	14,6	NEGATIVA
febbraio	20,0	3,5	13,4	12,8	POSITIVA
marzo	20,0	9,1	15,6	12,9	POSITIVA
aprile	20,0	12,5	17,0	13,8	POSITIVA

Legenda simboli

θ_i Temperatura interna al locale

°C

θ_e Temperatura esterna

°C

θ_{si} Temperatura superficiale interna in luogo del ponte termico

°C

θ_{acc} Temperatura minima accettabile per scongiurare il fenomeno di condensa

°C

ALLEGATO B – CERTIFICATO DI VALIDAZIONE DEL PROGRAMMA DI CALCOLO



20124 Milano – Italy
Via Scarlatti, 29
Tel. +39 02 2662651
Fax +39 02 2662650
cti@cti2000.it
www.cti2000.it

C.F. P.I.
11494010157

Ente Federato all'UNI
per l'unificazione nel
settore termotecnico

Fondato nel 1933
Sotto il Patrocinio del CNR

Riconosciuto dal MAP
con D.D. del 4.6.1999
Iscritto nel Registro
delle Persone Giuridiche
col n. 604



Comitato Termotecnico Italiano

Energia e Ambiente

**Dichiarazione di esito positivo della Verifica di Sorveglianza Periodica
sul**

**CERTIFICATO N. 73
di garanzia di conformità**

rilasciato a

Edilclima S.r.l.

Via Vivaldi 7 – 28021 Borgomanero (NO)
P.IVA 00460470032 - prot. N. 79

Il Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente

Certifica

che il software applicativo
EC 700 calcolo prestazioni energetiche degli edifici - Versione 7.2.0

Ha superato positivamente la Verifica di Sorveglianza Periodica
conclusasi in data 13 gennaio 2022



Il Presidente
Prof. Ing. Cesare Boffa

Milano, 19 gennaio 2022