



Per



COMUNE DI MORGEX

STATO DI FATTO E DIAGNOSI ENERGETICA

**Scuola dell'infanzia
Viale Abbè Cerlogne 10 – 11017 Morgex (AO)**

27 Febbraio 2012

SOMMARIO

1	Introduzione.....	3
1.1	Sommario	3
1.2	Principali considerazioni emerse dalla diagnosi.....	3
1.3	Riferimenti.....	4
1.4	Allegati	4
2	Analisi dello stato di fatto.....	5
2.1	Inquadramento generale	7
2.2	Caratteristiche dell'involucro edilizio.....	10
2.3	Analisi termografica	11
2.4	Caratteristiche impiantistiche.....	14
2.4.1	Impianto termico	14
2.4.2	Impianto elettrico	17
2.5	Analisi energetiche e dei consumi	18
2.5.1	Impianto termico	18
2.5.2	Impianto elettrico	19
3	Diagnosi energetica.....	21
3.1	Diagnosi energetica dell'edificio	21
3.1.1	Parametri caratterizzanti la zona termica	21
3.1.2	Involucro edilizio	21
3.1.3	Indici di prestazione energetica	24
3.2	Possibili interventi migliorativi e valutazione dei benefici	25
3.2.1	Coibentazione delle chiusure verticali opache	25
3.2.2	Installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi termici ed elettrici	26
3.2.3	Avvio di un sistema energy management.....	29

1 Introduzione

Il documento presenta al Comune di Morgex i risultati dell'analisi dello stato di fatto e della diagnosi energetica della scuola dell'infanzia sita a Morgex in Viale Abbè Cerlogne 10.

1.1 Sommario

Il documento è strutturato in due parti; la prima contiene l'analisi dello stato di fatto e la seconda la diagnosi energetica.

L'analisi dello stato di fatto (cfr. capitolo 2) ha come obiettivo quello di descrivere l'edificio analizzando le tecnologie costruttive che ne caratterizzano l'involucro e i dati di consumo termico ed elettrico. La presentazione dello stato di fatto dell'edificio si conclude con l'esame delle criticità rilevate negli impianti e negli elementi dell'involucro censiti.

La seconda parte (cfr. capitolo 3) presenta i risultati dell'analisi energetica effettuata. In questa fase sono riportate le informazioni relative alla classe energetica, i rendimenti medi stagionali degli impianti e le dispersioni connesse all'involucro. A conclusione della diagnosi sono evidenziate alcune proposte per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio.

1.2 Principali considerazioni emerse dalla diagnosi

La scuola dell'infanzia è un edificio avente volumetria complessiva di 4104 m³ realizzato durante la metà del secolo scorso. La struttura portante è in muratura di mattoni pieni, la copertura in legno con finitura in ardesia, il solaio contro terra in cemento con vespaio in ghiaia ed i serramenti in legno con doppio vetro. A seguito di una ristrutturazione avvenuta negli anni '90 si è modificata parte della struttura portante inserendo un'anima in acciaio a sostegno del vano ascensore. Il tamponamento realizzato è comunque in laterizio pieno. L'impianto di riscaldamento è alimentato da uno scambiatore allacciato alla rete comunale del teleriscaldamento.

Principale responsabile dell'inefficienza dell'involucro edilizio è la parete esterna, a causa dell'elevata trasmittanza termica e della massiccia presenza di ponti termici nel giunto tra la parete perimetrale stessa e gli altri elementi caratterizzanti la struttura.

L'impianto termico, al quale è abbinata una regolazione di tipo climatico più ambiente, ha buoni rendimenti sotto l'aspetto della generazione, distribuzione ed erogazione del calore. Sono tuttavia emerse criticità legate all'utilizzo e alla gestione del vettore termico. Tali inefficienze sono causate dalla mancanza di uno strumento di controllo puntuale dei consumi. Al fine di ottimizzare la gestione degli impianti e minimizzare la spesa energetica è stata proposta l'installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi termici.

L'impianto elettrico è stato analizzato effettuando una stima della ripartizione degli assorbimenti associati ad ogni carico elettrico presente. Tale mappatura ha messo in evidenza alcune potenziali criticità legate ad eccessivi assorbimenti da parte di alcune delle utenze. Purtroppo, data la mancanza di dati riguardanti i profili di consumo orario delle diverse utenze, risulta poco significativo proporre in questa sede interventi volti al risparmio di energia elettrica. È stato quindi descritto un percorso di efficientamento che, a partire dall'installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi, porti all'individuazione di criticità e inefficienze. Alla luce delle informazioni ottenibili da tale sistema, sarà possibile provvedere alla sostituzione o all'efficientamento degli apparati più energivori.

A integrazione del sistema di monitoraggio dei consumi termici ed elettrici è stata proposta l'implementazione di un servizio di energy management utile alla gestione efficiente delle risorse energetiche del comune. **In riferimento all'edificio oggetto della diagnosi, è ragionevole stimare una riduzione tra il 10% e il 35% delle spese energetiche globali con la sola ottimizzazione della gestione dell'energia. Tale risparmio consentirebbe di ammortizzare in breve tempo i costi sostenuti per l'avvio dei servizi di EnMS e di monitoraggio, consentendo di raggiungere payback anche inferiori all'anno.**

Avendo identificato la parete esterna come principale responsabile delle inefficienze dell'involucro edilizio, si è ipotizzata la posa di uno strato di isolamento termico esterno da collocare sulle chiusure verticali opache. La tabella sottostante riporta una sintesi dello studio di fattibilità eseguito.

STUDIO DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO					
Intervento	Superficie interessata dall'intervento [m ²]	Costo dell'intervento [€]	Risparmio sul totale dei consumi [%]	Risparmio [€]	Tempo di rientro con incentivi 55% [anni]
Coibentazione delle chiusure verticali opache	750	45000 - 60000	38	6500	3 - 4

1.3 Riferimenti

- [1] Offerta per diagnosi e certificazione degli edifici sul territorio comunale – Offerta Energetech Solution a Comune di Morgex del 27 dicembre 2011.
- [2] Disciplinare di incarico ad Energetech Solution per servizi attinenti al rilevamento ed elaborazione di audit energetici. Progetto PIT H3 “Mont Blanc Villages durables”. CUP J64E10000020007 – CIG3283085771. Morgex, 20 Dicembre 2011.
- [3] Regione Autonoma Valle d’Aosta – Certificazione energetica BEAUCLIMAT. Metodologie di calcolo della prestazione energetica e definizione delle classi energetiche (d.G.r.1606/2011 che abroga e sostituisce la d.G.r.n°3629/2010)
- [4] Regione Autonoma Valle d’Aosta – Certificazione energetica BEAUCLIMAT. Aspetti amministrativi e procedurali (d.G.r. n°1062/2011).

1.4 Allegati

- [1] Abaco delle strutture opache e trasparenti;
- [2] Planimetria dell’edificio.

2 Analisi dello stato di fatto

La scuola dell'infanzia è situata a Morgex in Viale Abbè Cerlogne 10. L'edificio è stato realizzato nella metà del secolo scorso e ristrutturato negli anni '90, ospita circa 20 bambini e si articola in tre piani fuori terra ed uno seminterrato. All'interno della volumetria riscaldata vi sono solo le aule per lo svolgimento dell'attività didattica e la mensa.

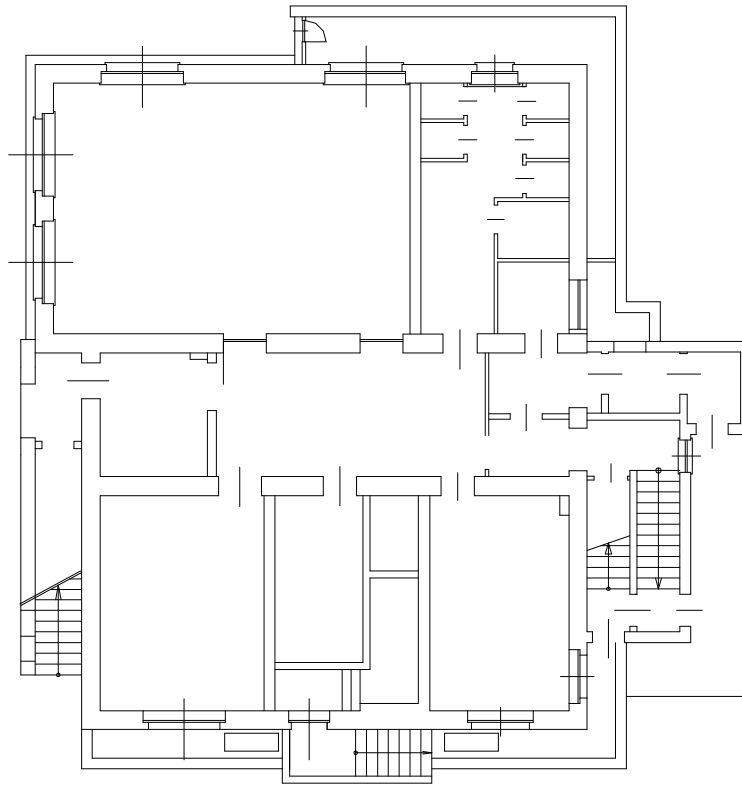


Figura 1 - Planimetria del piano seminterrato dell'edificio

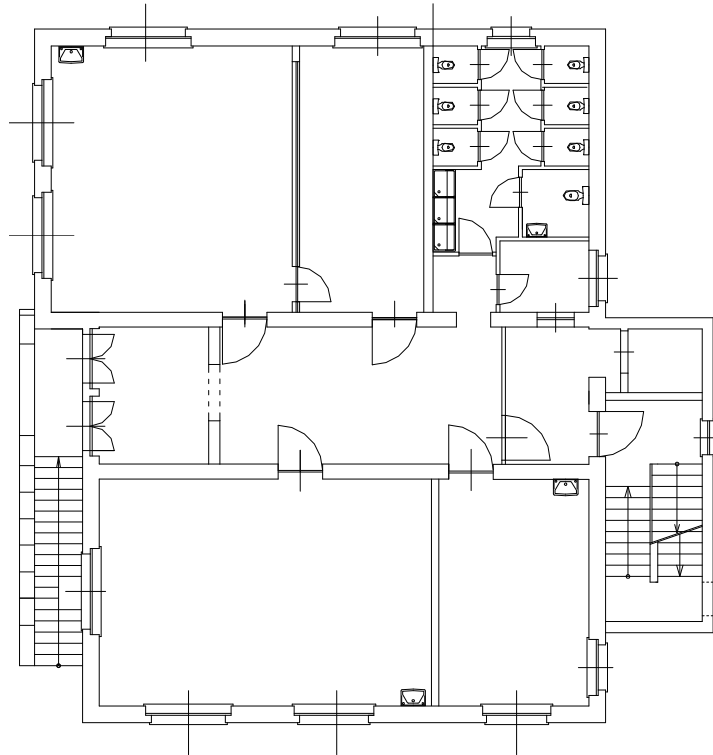


Figura 2 - Planimetria del piano rialzato dell'edificio

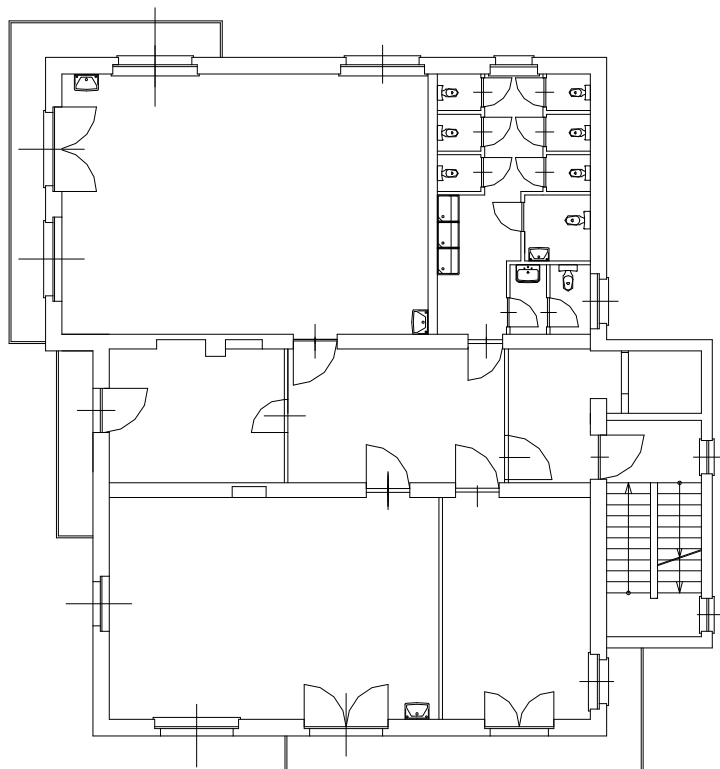


Figura 3 - Planimetria del piano primo dell'edificio

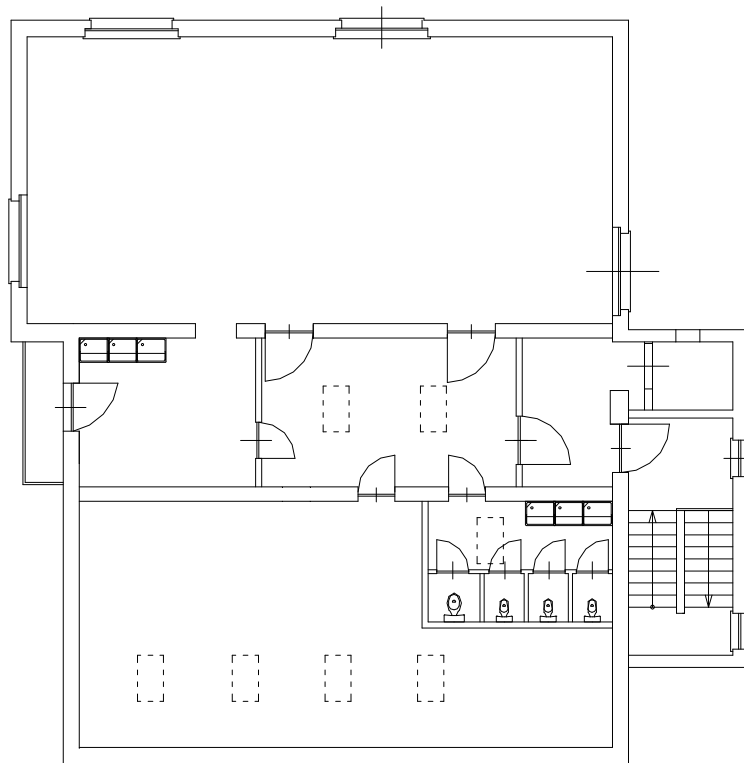


Figura 4 - Planimetria del piano sottotetto dell'edificio

2.1 Inquadramento generale

DATI GENERALI	
Edificio	Scuola dell'infanzia
Comune	Morgex
Indirizzo	Viale Abbè Cerlogne 10
Epoca di costruzione	1946-1961
Classificazione PRGC	F2
Classificazione D.Lgs 412/93	E7
Dati catastali	Foglio: 10; Mappale: 335; Subalterno: 3



Figura 5 - Prospetto Nord-Est



Figura 6 - Prospetto Sud-Est



Figura 7 - Prospetto Sud-Ovest



Figura 8 - Prospetto Nord-Ovest

UBICAZIONE	
Latitudine	45° 45' 27" N
Longitudine	7° 2' 18" E
Altitudine	925 s.l.m.
Esposizione versante	SO
Gradi giorno	3617
Orientamento edificio	NO-SE

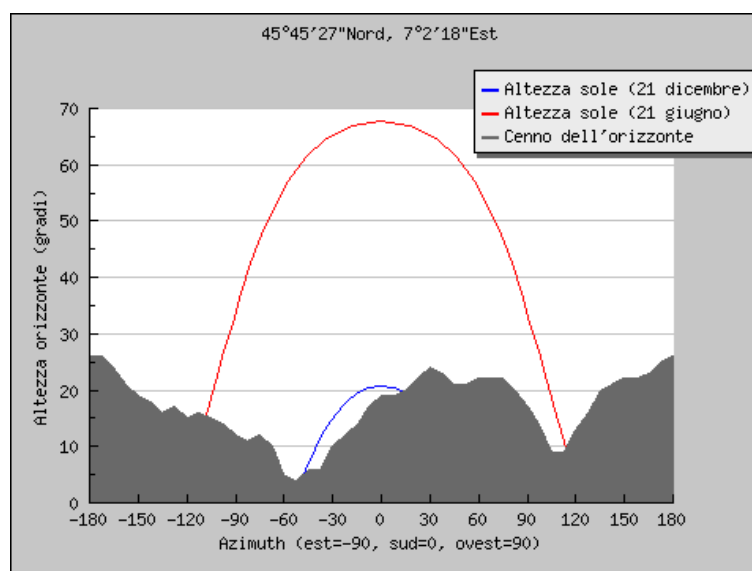


Figura 9 - Orizzonte solare

DESCRIZIONE	
Destinazione d'uso	Scuola dell'infanzia
Tipologia edilizia	Edificio singolo
Tipologia costruttiva	Muratura portante in laterizio
Superficie utile	942 m ²
Superficie disperdente	1575,86 m ²
Volume netto riscaldato	3065 m ³
Volume lordo riscaldato	4104 m ³
Rapporto S/V	0,38 1/m

2.2 Caratteristiche dell'involucro edilizio

La scuola dell'infanzia presenta differenti tecnologie costruttive per le chiusure opache verticali ed orizzontali. Le chiusure opache verticali rivolte verso l'esterno od il terreno sono realizzate in laterizio di mattoni pieni. La parete che costeggia il vano scala, a seguito di un intervento di ristrutturazione che ha portato all'inserimento dell'ascensore, presenta un'intelaiatura portante in acciaio con tamponamento in laterizio di mattoni pieni. La copertura è interamente in legno con finitura esterna in ardesia. Il solaio contro terra è in cemento con vespaio in ghiaia. I serramenti, aventi morfologia differente, sono tutti in legno con doppio vetro privi di elementi oscuranti interni ed esterni.

La Tabella 1 riporta una sintesi dei valori di trasmittanza termica considerati per i diversi elementi.

ELEMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m ² K]
Copertura	0,938
Solaio contro terra	1,519
Parete esterna	1,741
Parete vano scala	2,086
Parete contro terra	1,741
Porta ingresso	2,297
Lucernario	3,156
Finestre piano seminterrato tipo 1	2,992
Finestre piano seminterrato tipo 2	2,996
Finestre piano seminterrato tipo 3	2,930
Finestre vano scala tipo 1	2,965
Finestre vano scala tipo 2	2,791
Finestre piano rialzato tipo 1	2,987
Finestre piano rialzato tipo 2	3,030
Porta finestra piano rialzato	2,736
Finestre piano primo tipo 1	2,992
Finestre piano primo tipo 2	3,000
Porta finestra piano primo tipo 1	3,061
Porta finestra piano primo tipo 2	3,068
Porta finestra piano primo tipo 3	3,037

ELEMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m ² K]
Finestre piano sottotetto tipo 1	2,980
Finestre piano sottotetto tipo 2	3,032

Tabella 1 - Trasmittanza termica dei componenti costituenti l'involucro edilizio

Si rimanda all'Allegato 1 per l'abaco delle chiusure verticali, orizzontali, e dei serramenti.

2.3 Analisi termografica

L'analisi termografica ha evidenziato la presenza di discontinuità termiche di notevole entità nei punti di contatto tra elementi realizzati con materiali aventi caratteristiche differenti. Le dispersioni associate al ponte termico sono così identificabili:

- Giunto trave/pilastro - tamponamento in laterizio;
- Giunto parete perimetrale - copertura;
- Giunto parete perimetrale - serramento in legno.

Le schede riportate nelle pagine seguenti consentono di visualizzare le aree interessate dal fenomeno appena descritto.

Prospetto Nord-Est

RIFERIMENTO FOTOGRAFICO



RESPONSO TERMOCAMERA



CONSIDERAZIONI E COMMENTI

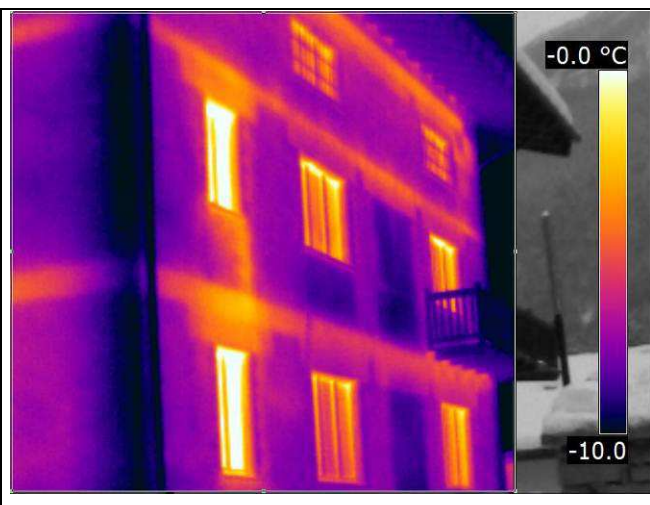
Si rileva una discontinuità termica tra struttura in acciaio e parete in laterizio forato. Tale discontinuità, localizzata in corrispondenza del vano ascensore, suggerisce che l'apparecchio sia stato installato in un'epoca successiva a quella della costruzione dell'edificio. È inoltre possibile identificare una discontinuità tra parete perimetrale e serramento ligneo. Le numerose aree scure sulla facciata indicano la possibile presenza di fenomeni di condensa interna alla parete; sulla superficie esterna della facciata stessa non si rileva infatti alcuna macchia.

Prospetto Nord-Ovest

RIFERIMENTO FOTOGRAFICO



RESPONSO TERMOCAMERA



CONSIDERAZIONI E COMMENTI

Si rileva una discontinuità termica nel punto di incontro tra solaio e parete esterna. Sono identificabili gli architravi posti sopra ciascuna finestra. Al piano primo le macchie scure aventi la forma rettangolare suggeriscono che la prima e la seconda finestra da destra fossero originariamente delle porte finestra e che tra queste vi fosse una terza porta finestra oggi murata. Sotto la prima finestra da sinistra del piano primo si rileva una zona avente temperatura maggiore rispetto al resto della parete; in quel punto è installato un radiatore.

Prospetto Sud-Ovest

RIFERIMENTO FOTOGRAFICO



RESPONSO TERMOCAMERA



CONSIDERAZIONI E COMMENTI

Si rileva una discontinuità termica tra parete perimetrale e solaio e tra parete perimetrale e copertura in legno. L'area a temperatura minore che corre lungo lo spigolo della parete suggerisce la presenza di un elemento di rinforzo per l'intonaco in corrispondenza dello spigolo stesso.

Prospetto Sud-Est

RIFERIMENTO FOTOGRAFICO



RESPONSO TERMOCAMERA



CONSIDERAZIONI E COMMENTI

Si rileva una discontinuità termica tra parete perimetrale e solaio. Sono identificabili le architravi poste sopra ciascuna finestra. Al piano sottotetto vi sono tre aree aventi temperatura maggiore rispetto a quelle della parete perimetrale di cui due simmetriche. La superficie lunga e stretta suggerisce un possibile intervento di consolidamento della trave lignea laterale a sostegno della copertura eseguito probabilmente con elementi in acciaio. Le due regioni simmetriche potrebbero essere finestre murate o nicchie ricavate nella muratura. Le zone più scure poste al di sotto della prima finestra da sinistra del piano rialzato e primo suggeriscono che originariamente fossero porte finestre.

Tutti i prospetti esaminati sono fortemente interessati dal fenomeno di dispersione associata al ponte termico. La soluzione che consentirebbe non solo l'annullamento del ponte termico stesso, ma anche un notevole contenimento delle dispersioni è la posa di uno strato di isolamento termico all'esterno della facciata.

2.4 Caratteristiche impiantistiche

2.4.1 Impianto termico

La scuola dell'infanzia è dotata di impianto autonomo per il riscaldamento invernale e la produzione di acqua calda sanitaria. A monte dell'impianto vi è una sottostazione di teleriscaldamento avente potenza termica di 120 kW ubicata nella centrale termica posta al piano seminterrato dell'edificio stesso.

L'acqua calda sanitaria, prima di essere inviata alle utenze, viene convogliata all'interno di un serbatoio di accumulo.

L'impianto termico è a conduzione continua con attenuazione nelle ore notturne; la regolazione è del tipo climatico più ambiente. Sul generatore di calore agisce infatti una sonda esterna che regola la temperatura di mandata dell'acqua calda in funzione della temperatura esterna. All'interno di ogni ambiente vi è poi un termostato a regolazione manuale che consente agli utenti di modificare la temperatura del locale.

I terminali di emissione sono costituiti da pannelli radianti, fancoil e radiatori; i radiatori sono situati prevalentemente nei bagni, i fancoil al piano sottotetto.

La scuola non presenta alcun impianto per la climatizzazione estiva.

Ad essere alimentata con fonti energetiche rinnovabili è la sola rete di teleriscaldamento che utilizza come combustibile il cippato di legno.

La ventilazione è di tipo naturale.

Di seguito vengono presentate alcune tabelle che sintetizzano i principali componenti degli impianti fino ad ora descritti.

GENERATORE DI CALORE	
Marca	Alfa Laval
Modello	M6M FGL 37
Potenza termica utile	120 kW
Fluido termovettore	Acqua
Uso	Riscaldamento e ACS
Rendimento medio di generazione	90%

ACCUMULO ACS	
Marca	Acv
Modello	Smart
Capacità	320 l;

CONDUZIONE	
Tipologia	Continua con attenuazione notturna
Orari	Attenuazione 18:00 – 6:00
Temperature	Durante attenuazione 15°C

REGOLAZIONE	
Tipologia	Climatica più ambiente
REGOLAZIONE CLIMATICA	
Tipologia	Con sonda esterna
Funzioni svolte	Regolazione della temperatura di mandata del generatore in funzione della temperatura esterna
Impostazioni	Temperatura esterna minima di progetto: - 11,725°C; Temperatura massima di mandata dell'impianto: 70°C
REGOLAZIONE AMBIENTE	
Tipologia regolatori	Termostati
Numero regolatori	12
Funzioni svolte	Regolazione della temperatura nel locale
Impostazioni	ON/OFF

CONTABILIZZAZIONE CLIMATIZZAZIONE	
Marca	-
Modello	-

CONTABILIZZAZIONE CLIMATIZZAZIONE	
Numero di apparecchi	5
Dislocazione	Centrale termica
Funzioni svolte	Contacalorie
Unità di Misura	kWh

CONTABILIZZAZIONE ACS	
Marca	-
Modello	-
Numero di apparecchi	1
Dislocazione	Centrale termica
Funzioni svolte	Contacalorie
Unità di Misura	kWh

TERMINALI DI EROGAZIONE DELL'ENERGIA TERMICA		
Tipologia	Numero	Potenza termica nominale
Pannelli radianti	188 m ²	100 W/m ²
Fancoil	2	2880 W/cad
Radiatori	15	1006 W/cad



Figura 10 - Centrale termica sita al piano seminterrato dell'edificio

2.4.2 Impianto elettrico

L'impianto elettrico a servizio dell'edificio è allacciato alla rete pubblica con una potenza impegnata pari a 30 kW.

All'interno della scuola sono presenti computer, stampanti ed altri apparecchi a servizio della piccola mensa e dell'attività didattica. L'illuminazione avviene attraverso lampade al neon.

Nella tabella seguente sono elencate le utenze interne allacciate alla rete ed i corpi illuminanti presenti, per ciascuna voce è riportata la potenza elettrica totale assorbita.

UTENZA INTERNA		
Tipologia	Numero	Potenza totale assorbita
Ascensore	1	2000 W
Computer	3	690 W
Stampanti	2	1975 W
Forno elettrico	1	2000 W
Cucina elettrica	1	3000 W
Lavastoviglie	1	5150 W
Frigorifero	1	140 W

UTENZA INTERNA		
Tipologia	Numero	Potenza totale assorbita
Macchina caffè elettrica	1	1260 W
Televisori	1	100 W

ILLUMINAZIONE INTERNA		
Tipologia Lampada	Numero	Potenza totale assorbita
Neon 2x58 W	22	2552 W
Neon 2x36 W	108	7776 W
Neon 20 W	11	220 W

2.5 Analisi energetiche e dei consumi

2.5.1 Impianto termico

Il sistema impiantistico a servizio della scuola dell'infanzia è alimentato da uno scambiatore di teleriscaldamento avente potenza di 120 kW. A monte dello scambiatore di calore vi è una centrale di teleriscaldamento alimentata con cippato di legno o biomassa.

Il potere calorifico del cippato di legno è funzione del tipo di legno utilizzato e dell'umidità residua. Assumiamo che il cippato impiegato sia prodotto a partire dal legno di abete avente umidità residua del 30%.

FONTI RINNOVABILI - CIPPATO	
Unità di misura	kg
Potere calorifico	1 kg cippato (M 30%) = 3,4 kWh
Utilizzo	Riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria

FONTI RINNOVABILI - CIPPATO					
Anno	Consumo cippato [kg]	kWh equivalenti	CO ₂ prodotta [kg]	Costi sostenuti [€]	Costo per kWh [€/kWh]
2009	34376	116878	1636,29	13920,17	0,1191
2010	38205	129896	1818,54	15639,48	0,1204

In Tabella 2 si riportano gli indici di consumo dell'edificio per gli anni 2009, 2010 e gli indicatori derivanti dal calcolo analitico.

Descrizione	Periodo di accensione dell'impianto	Volume edificio [m ³]	Consumi [kWh]	Indice di consumo [kWh/m ³]
Anno 2009	Non rilevabile		116878	28,48
Anno 2010	1 gennaio - 25 maggio; 28 settembre - 31 dicembre	4104,00	129896	31,65
Calcolato	5 ottobre - 22 aprile		363649	88,61

Tabella 2 - Confronto tra indici di consumo reali e calcolati su base stagionale

Si evidenzia una netta discrepanza tra tutti gli indici di consumo; la ragione di tale divario è da ricercarsi nella durata della stagione di riscaldamento. Il Decreto del Presidente della Repubblica n°412 del 26 agosto 1993 stabilisce i limiti annuali e giornalieri di attivazione degli impianti termici, ma non pone alcun vincolo temporale per tutti quegli impianti a servizio di edifici ubicati nella zona climatica F. Il software di calcolo messo a disposizione dalla Regione Valle d'Aosta basa invece la durata del periodo di riscaldamento su quanto sancito nella normativa nazionale UNI/TS 11300-1:2008.

Vi è quindi la mancanza di un periodo fisso cui riferirsi necessario ad effettuare un confronto su base stagionale; per validare il modello termico edificio-impianto si è perciò effettuata un'analisi degli indici di consumo su base oraria.

In Tabella 3 è riportato l'indice di consumo su base oraria con i giorni e le ore in cui l'impianto di riscaldamento si è supposto acceso. Poiché la scuola non è impiegata quotidianamente per lo stesso numero di ore, si è ipotizzato un orario equivalente di funzionamento per la stagione di riscaldamento. A consentirci di effettuare tale supposizione in merito alle ore di funzionamento è la presenza, dichiarata, di un impianto di attenuazione notturna e di una regolazione di tipo climatico dell'impianto. L'attenuazione notturna implica che nelle ore in cui l'edificio è privo di fruitori la temperatura di mandata dell'acqua nelle tubazioni sia mantenuta ad un livello tale da impedire unicamente il gelo all'interno della tubazione stessa

Poiché non si ha a disposizione alcun dato riguardo l'anno 2009, il confronto è stato eseguito sulla base dei soli dati rilevati per l'anno 2010.

Descrizione	Consumi [kWh]	Giorni di riscaldamento	Consumo giornaliero [kWh/giorno]	Ore di riscaldamento/giorno	Indice di consumo orario [kWh/ora]
Anno 2010	129896	240	541,23	6,9	78,26
Calcolato	363649	200	1827,38	24	76,14

Tabella 3 - Confronto tra indici di consumo reali e calcolati su base oraria

Eseguendo un confronto su base oraria si assottiglia il divario rilevato in Tabella 2 tra gli indici di consumo reale e calcolato. La congruenza tra dato teorico e reale valida il modello matematico, conferendo veridicità alle stime inerenti la riduzione di consumi derivanti dagli interventi migliorativi proposti.

2.5.2 Impianto elettrico

L'energia elettrica consumata dalla scuola dell'infanzia nell'anno 2010 è pari a 13612 kWh; nelle tabelle sottostanti viene dettagliato il consumo.

Si è utilizzato un fattore di conversione pari 616 g di CO₂ per ogni kWh di energia elettrica erogato dalla rete nazionale.

ENERGIA ELETTRICA	
Unità di misura	kWh
Utilizzo	Illuminazione e alimentazione apparecchiature

ENERGIA ELETTRICA				
Anno	Consumo energia [kWh]	CO ₂ prodotta [kg]	Costi sostenuti [€]	Costo per kWh [€/kWh]
2010	13612	8385	2236,39	0,164

Le utenze allacciate alla rete (cfr. paragrafo 2.4.2) hanno orari di funzionamento variabili a seconda dell'utilizzo che ne viene fatto. Ipotizzando l'orario di funzionamento di ciascun apparecchio o lampada, è

Scuola dell'infanzia

possibile verificare come si ripartiscono i kWh nel corso di un anno. In Tabella 4 e nella successiva Figura 11 è possibile visualizzare la ripartizione annua dei consumi in funzione dell'utenza.

Data la particolare destinazione d'uso, scuola dell'infanzia, si suppone che nel periodo estivo di chiusura della scuola stessa l'impianto non sia in funzione.

Alla voce Altro è riportata la differenza tra il dato di consumo reale ed il consumo annuo totale ipotizzato, dato dalla somma delle stime dei consumi annui delle singole utenze.

Utenza	Potenza totale assorbita [W]	Ore funzionamento giornaliera [h/g]	Giorni funzionamento [g]	Consumo annuo [kWh]	Totale [kWh]
Ascensore	2000	4	175	1400	13495
Computer	690	3	175	362	
Stampanti	1975	4	175	1383	
Forno elettrico	2000	1	175	350	
Cucina elettrica	3000	1	175	525	
Lavastoviglie	5150	1	175	901	
Frigorifero	140	24	273	917	
Macchina caffè elettrica	1260	1	175	221	
Televisori	100	3	175	53	
Illuminazione	10548	4	175	7384	

Tabella 4 - Consumo annuo in kWh delle singole utenze elettriche

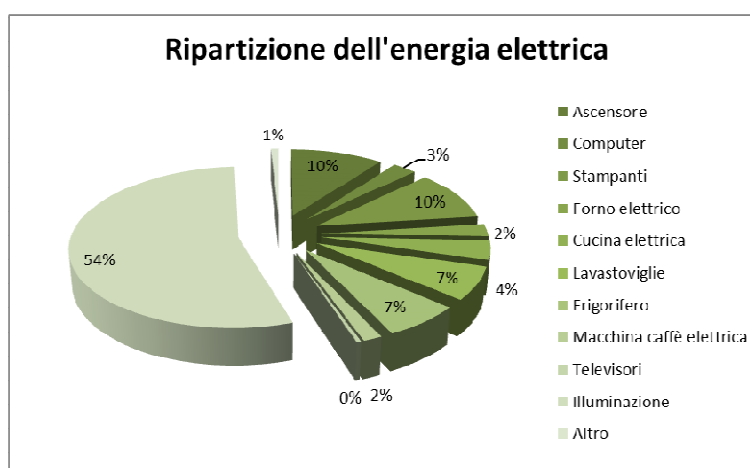


Figura 11 - RIPARTIZIONE ANNUALE DEI CONSUMI

L'analisi dei consumi evidenzia come tutte le apparecchiature presenti siano in egual modo responsabili dei consumi elettrici imputati all'edificio. L'illuminazione è la componente meno performante allacciata all'impianto nonostante si componga unicamente di corpi a fluorescenza che sono i più efficienti in commercio. Per diminuire tale consumo è quindi necessario sensibilizzare gli utenti verso un uso più consapevole dell'energia.

Non è indicativo proporre in questa sede la sostituzione anche solo di uno degli apparecchi installati. Prima di effettuare qualsiasi modifica è infatti consigliata una fase di monitoraggio dei consumi reali associati a ciascuna utenza. Solo a seguito della fase di monitoraggio si potrà procedere con al cambio dell'utenza responsabile del consumo maggiore.

3 Diagnosi energetica

3.1 Diagnosi energetica dell'edificio

La struttura si compone di una sola zona termica avente volumetria lorda complessiva di 4104 m³. Le dispersioni riscontrate sono dirette verso l'esterno od il terreno, non vi sono quindi zone termiche non climatizzate. Il riscaldamento è di tipo autonomo, alimentato da un uno scambiatore allacciato alla rete comunale del teleriscaldamento.

3.1.1 Parametri caratterizzanti la zona termica

DATI CLIMATICI DELLA LOCALITA'	
Comune	Morgex (AO)
Zona climatica	F
Temperatura invernale minima di progetto dell'aria esterna	- 20,0 °C
Temperatura massima estiva	26,8 °C
Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione	241,81 W/m ²
Umidità relativa dell'aria di progetto per la climatizzazione estiva	77,6 %

DATI TECNICI DELL'EDIFICIO	
Temperatura interna per la climatizzazione invernale o il riscaldamento	20,0 °C
Umidità relativa interna per la climatizzazione invernale	50%
Temperatura interna per la climatizzazione estiva o il raffrescamento	26,0 °C
Umidità relativa interna per la climatizzazione estiva	50%

3.1.2 Involucro edilizio

Le potenza dissipata per trasmissione attraverso le strutture disperdenti che delimitano l'involucro edilizio è pari a 95,02 kW.

I dati riportati in Tabella 5 e Tabella 6 mostrano quali siano i componenti che influiscono maggiormente sulle dispersioni per trasmissione; i grafici in Figura 12, Figura 13, Figura 14 e Figura 15 mostrano le percentuali di involucro trasparente e opaco e le dispersioni ad essi associate.

Descrizione	Superficie totale [m ²]	Trasmittanza media W/[m ² K]	Potenza dissipata in condizioni minime di progetto [W]	Coefficiente di dispersione termica [W/K]
Corpi trasparenti	121,8	3,00	16.251	364,94
Trasparenti/Totale	7,70%		17,11%	13,77%
Corpi opachi	1460,3	1,56	78.754	2284,56
Opachi/Totale	92,30%		82,89%	86,23%

Tabella 5 - Geometria e caratteristiche tecniche delle strutture disperdenti componenti l'involucro edilizio

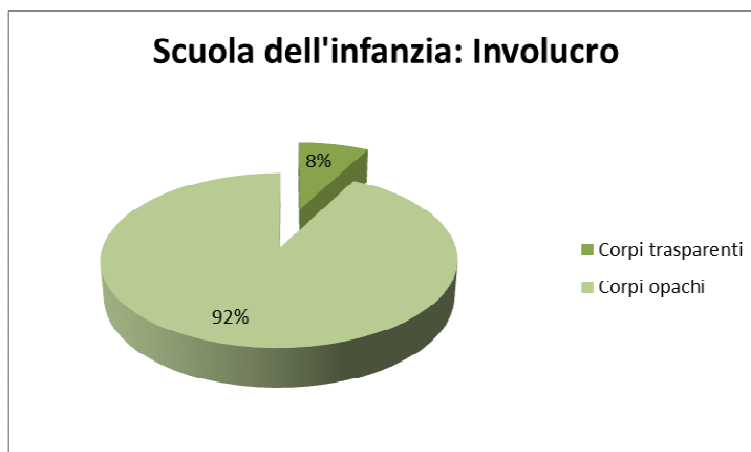


Figura 12 - STRUTTURE DISPERDENTI DELIMITANTI L'INVOLUCRO

Ripartizione percentuale delle strutture opache e trasparenti componenti l'involucro edilizio

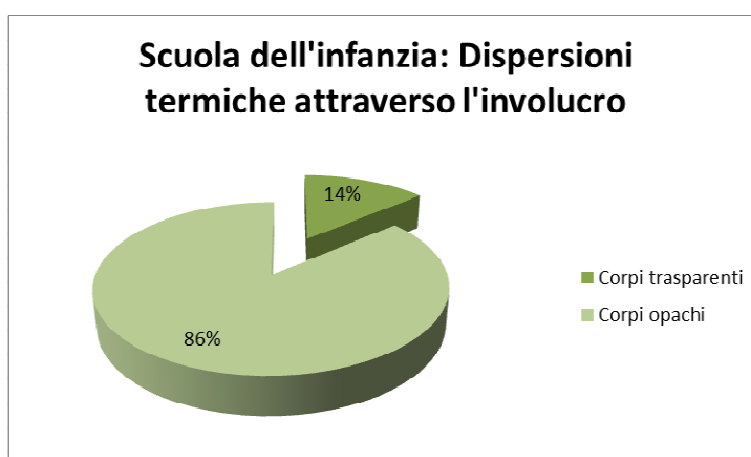


Figura 13 - DISPERSIONE TERMICA

Ripartizione percentuale delle dispersioni termiche tra le strutture opache e trasparenti disperdenti componenti l'involucro edilizio

Descrizione	Superficie totale [m ²]	Trasmittanza media W/[m ² K]	Potenza dissipata in condizioni minime di progetto [W]	Coefficiente di dispersione termica attraverso l'involucro [W/K]
Chiusure trasparenti	121,8	3,00	16.251	364,94
Trasparenti/Totale	7,70%		17,11%	13,77%
Chiusure orizzontali	556,8	1,22	14.056	677,41
Orizzontali/Totale	35,19%		14,80%	25,57%
Chiusure verticali opache	903,5	1,78	64.698	1607,16
Verticali/Totale	57,11%		68,10%	60,66%

Tabella 6 - Geometria e caratteristiche tecniche delle chiusure verticali opache, trasparenti e orizzontali disperdenti delimitanti l'involucro edilizio

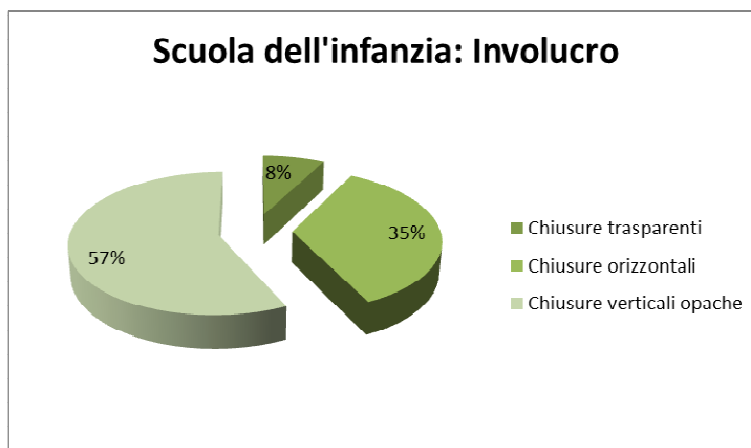


Figura 14 - CHIUSURE DISPERDENTI DELIMITANTI L'INVOLUCRO

Ripartizione percentuale delle chiusure verticali opache, trasparenti e orizzontali componenti l'involucro

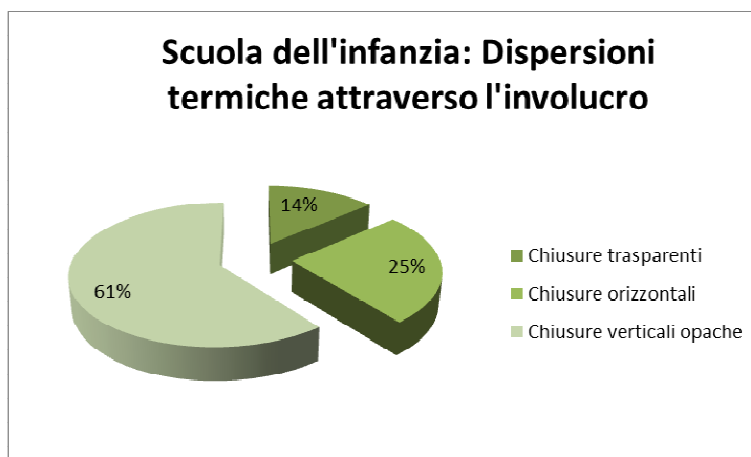


Figura 15 - DISPERSIONE TERMICA

Ripartizione percentuale delle dispersioni termiche tra le chiusure verticali opache, trasparenti e orizzontali disperdenti componenti l'involucro

Dall'analisi effettuata si osserva come vari il comportamento delle chiusure a seconda che queste siano opache o trasparenti. I grafici infatti restituiscono un involucro opaco con prestazioni non negative, anche se sono le sole chiusure orizzontali ad avere una percentuale di energia dispersa per trasmissione inferiore alla superficie occupata. Al paragrafo 2.3 si è però riscontrata, per le sole chiusure verticali, una elevata incidenza dei ponti termici e la trasmittanza termica della parete perimetrale (cfr. paragrafo 2.2) supera dell'850% il valore limite stabilito per le nuove costruzioni nell'allegato B del Decreto Ministeriale dell'11 marzo 2008.

Le chiusure trasparenti, che costituiscono l'8% della superficie totale causano una dispersione di poco inferiore al doppio della superficie stessa. La ragione di tale difformità è da implicare alla trasmittanza termica media, superiore di quasi due volte quella media delle chiusure opache (cfr. Tabella 5).

3.1.3 Indici di prestazione energetica

Alla luce di quanto esposto nelle pagine precedenti vengono riportati gli indici di prestazione energetica per la zona termica e la relativa classificazione energetica (cfr. Figura 16).

INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA		
$E_{p, \text{lim}}$	14,11 kWh/m ³ anno	Valore limite di indice di prestazione energetica per il riscaldamento o climatizzazione invernale secondo Allegato A D.M. 11/03/2008 e s.m.i.
$E_{p,i}$	78,78 kWh/m ³ anno	Indice di prestazione energetica per climatizzazione invernale
$E_{p,acs}$	9,83 kWh/m ³ anno	Indice di prestazione energetica per produzione di acqua calda sanitaria
$E_{p,e}$	- kWh/m ³ anno	Indice di prestazione energetica per climatizzazione estiva
$E_{p,ill}$	11,61 kWh/m ³ anno	Indice di prestazione energetica per l'illuminazione artificiale
$E_{p,gl}$	100,21 kWh/m ³ anno	Indice di prestazione energetica globale, dato dalla somma di $E_{p,i}$, $E_{p,acs}$, $E_{p,e}$, $E_{p,ill}$
$\eta_{gl,i}$	0,67	Rendimento globale medio stagionale per climatizzazione invernale
$\eta_{gl,acs}$	0,10	Rendimento globale medio stagionale per produzione di acqua calda sanitaria
$\eta_{gl,e}$	-	Rendimento globale medio stagionale per climatizzazione estiva
$\eta_{gl,ill}$	0,46	Rendimento globale medio stagionale per l'illuminazione artificiale
CO ₂	1,40 kg/m ³ anno	Emissioni di CO ₂
En	106956 kg	Consumo annuo nominale di cippato di legno per i soli usi termici

È opportuno sottolineare il divario esistente tra l'indice di prestazione energetica limite, $E_{p, \text{lim}}$, e l'indice di prestazione reale $E_{p,i}$. La legislazione vigente impone che tutti i nuovi edifici realizzati all'interno della zona climatica F abbiano un consumo di ben 5,58 volte inferiore a quello calcolato per la scuola.

L'edificio in analisi eccede del 558% il valore limite.

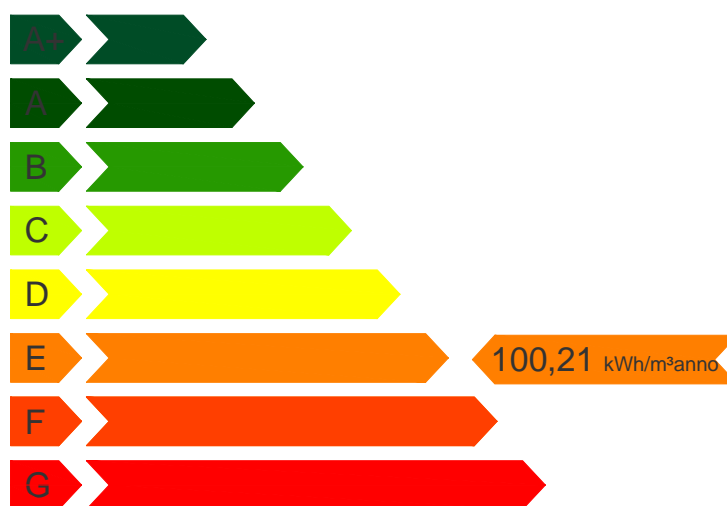


Figura 16 - CLASSIFICAZIONE ENERGETICA

3.2 Possibili interventi migliorativi e valutazione dei benefici

L'analisi dello stato di fatto della scuola dell'infanzia ha evidenziato alcune criticità:

- Elevata incidenza dei ponti termici tra parete perimetrale ed altri elementi costituenti l'involucro edilizio;
- Elevata trasmittanza termica della parete perimetrale;
- Assenza di un sistema di monitoraggio dell'impianto termico;
- Elevato assorbimento elettrico delle apparecchiature installate.

Gli interventi ritenuti più significativi per diminuire le dispersioni e/o ridurre i consumi elettrici sono i seguenti:

- Coibentazione delle chiusure verticali opache impiegando la tecnologia del "cappotto esterno";
- Installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi termici ed elettrici;
- Avvio di un servizio di energy management;

Nei paragrafi seguenti verranno descritti gli interventi da eseguirsi ed i benefici in termini di risparmio energetico ed economico che il miglioramento di tali inefficienze apporterebbe all'edificio.

3.2.1 Coibentazione delle chiusure verticali opache

L'impiego della tecnologia che prende il nome di "cappotto esterno" consente:

- Il miglioramento delle prestazioni energetiche delle chiusure verticali opache, poiché riduce la trasmittanza termica;
- L'annullamento del ponte termico tra parete perimetrale ed altri elementi costituenti l'involucro edilizio, uniformando il valore di temperatura rilevato sulla superficie esterna.

Impiegando uno strato di non oltre 12 cm di spessore di isolante termico, avente conducibilità termica non superiore a 0,031 W/mK e rivestito da uno strato di intonaco ad hoc, si ottiene una trasmittanza termica di 0,23 W/m²K.

Realizzando un cappotto esterno sui quattro lati dell'edificio la scuola dell'infanzia compirebbe un salto di ben due classi passando dall'attuale classe E ad una classe C.

La tabella seguente riporta le modifiche che gli indici di prestazione energetica riportati al paragrafo 3.1.3 subirebbero in seguito all'intervento.

INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA			
	Chiusura attuale	Chiusura con cappotto esterno	Variazione [%]
$E_{p, lim}$	14,11 kWh/m ³ anno	14,11 kWh/m ³ anno	-
E_{p_i}	78,78 kWh/m ³ anno	39,34 kWh/m ³ anno	50%
$E_{p_{gl}}$	100,21 kWh/m ³ anno	61,7 kWh/m ³ anno	38%
$\eta_{gl,i}$	0,67	0,69	1,4%
CO_2	1,40 kg/m ³ anno	0,86 kg/m ³ anno	38%
E_n	106956 kg	60468 kg	43%

La fornitura e posa in opera di un sistema a cappotto esterno ha un prezzo variabile tra i 60 €/m² e gli 80 €/m²; la cifra complessiva per i 750 m² che costituiscono l'involucro si attesta tra i 45000 € ed i 60000 €.

La differenza di consumi, espressa in kWh, è il risultato di un calcolo analitico. Come illustrato al paragrafo 2.5.1 e sintetizzato in Tabella 3 tale dato deve essere attualizzato per avvicinarsi al consumo reale. La differenza di consumi di cui sopra dovrà quindi essere riferita ad un impianto in funzione 6,9 ore al giorno, 240 giorni l'anno. La mancata esecuzione di tale operazione porterebbe ad una sovrastima del risparmio economico connesso all'intervento.

Il risparmio annuo connesso all'intervento, utilizzando come riferimento il prezzo di 0,1222 €/kWh, è di circa 6500 €.

Ipotizzando di poter usufruire degli interventi di detrazione del 55% il tempo di ammortamento varia tra i tre ed i quattro anni.

Nella tabella sottostante è riportata la sintesi dello studio di fattibilità dell'intervento.

STUDIO DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO					
Intervento	Superficie interessata dall'intervento [m ²]	Costo dell'intervento [€]	Risparmio sul totale dei consumi [%]	Risparmio [€]	Tempo di rientro con incentivi 55% [anni]
Coibentazione delle chiusure verticali opache	750	45000 - 60000	38	6500	3 - 4

3.2.2 Installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi termici ed elettrici

La diagnosi energetica ha messo in evidenza la mancanza di un supporto tecnologico per l'ottimizzazione della gestione dell'energia nel comune. Per ridurre l'assorbimento energetico degli edifici comunali, oltre ad intervenire sugli involucri e sugli impianti, è necessario disporre di informazioni puntuali e dettagliate circa i profili di consumo delle singole utenze. Tali informazioni consentirebbero di individuare le inefficienze e gli sprechi energetici dovuti alla gestione non ottimizzata delle risorse. È infatti impossibile ottimizzare le prestazioni energetiche degli edifici senza strumenti tecnologici a supporto del gestore degli impianti.

Attualmente, si hanno a disposizione i dati di consumo ottenuti tramite le fatturazioni dei diversi fornitori di energia e le letture dei contatori installati in alcuni degli edifici. Tali dati sono rilevati mensilmente e consentono una sola analisi preliminare dei consumi poiché non contengono dettagli circa i profili di assorbimento giornalieri delle diverse utenze servite e la ripartizione dei consumi sui diversi carichi elettrici e termici. L'importanza di tali informazioni risiede nella possibilità di individuare inefficienze e sprechi impossibili da rilevare con una analisi dei soli dati aggregati. La conoscenza del reale profilo di consumo delle diverse utenze e della ripartizione degli assorbimenti sui diversi carichi consentirebbe di comprendere meglio il dato aggregato di consumo e di intervenire per ridurlo.

Infrastruttura di monitoraggio

Per supportare adeguatamente la gestione delle risorse energetiche comunali, è possibile utilizzare un'infrastruttura di monitoraggio dei consumi e delle grandezze fisiche strettamente correlate con gli assorbimenti energetici.

Tale infrastruttura deve prevedere una rete di sensori che misurino l'energia termica ed elettrica assorbita dalle diverse utenze. In ogni edificio (Figura 17) dovranno essere installati sensori sulle diverse linee elettriche (illuminazione, F.E.M., climatizzazione, ecc.), nella centrale termica (energia termica assorbita per riscaldamento, consumi acqua calda sanitaria, ecc.) ed eventualmente nei diversi piani che compongono l'edificio (misurazioni temperatura, umidità, ecc.).

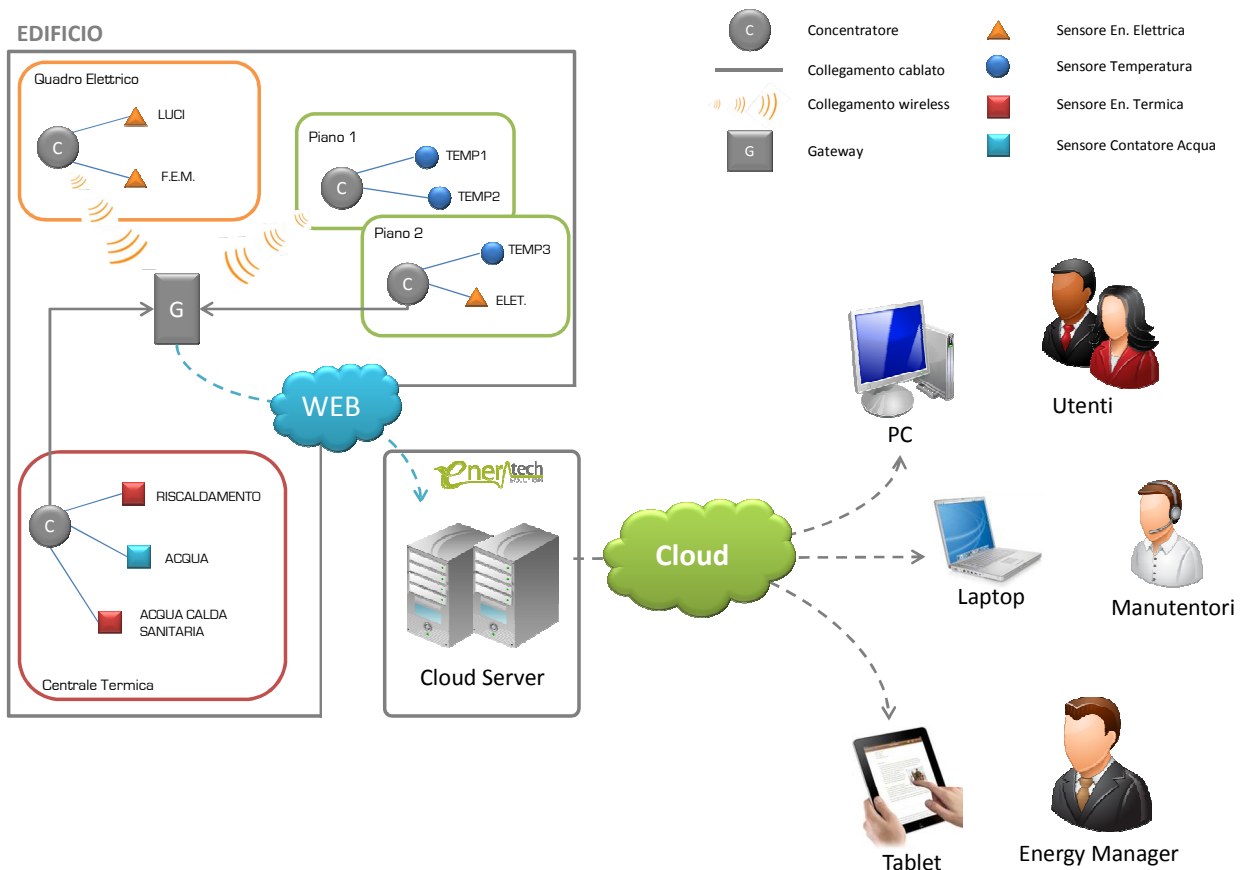


Figura 17. Infrastruttura di monitoraggio dei consumi energetici

I sensori saranno collegati ad un concentratore dati in grado di registrare le informazioni acquisite e di trasferirle ad un gateway che, attraverso una semplice connessione internet, convogli i dati ad un server remoto. Il server gestisce i dati misurati rendendoli disponibili via web, attraverso la tecnologia del Cloud Computing, su diverse piattaforme (PC, Laptop, Tablet, ecc.). Le informazioni potranno così essere utilizzate dagli utenti (gestori comunali, facility manager, ecc.), dai manutentori e da eventuali consulenti specializzati in gestione dell'energia (Energy Manager).

Il Cloud Server ospiterà al suo interno un Sistema di Gestione dell'Energia (EnMS – Energy Management System) in grado di gestire i dati provenienti da un numero molto ampio di edifici dotati dell'infrastruttura di monitoraggio dei consumi (Figura 18) e mettere a disposizione degli utenti un insieme di strumenti e risorse utili all'ottimizzazione dei consumi energetici comunali.

Tramite l'EnMS sarà possibile disporre di un archivio storico delle misure effettuate e di uno strumento di analisi e correlazione dei dati di consumo. Possono inoltre essere eseguite verifiche sui sistemi energetici monitorati, e realizzare dei sistemi di reportistica automatica per il controllo dei consumi e delle spese dei diversi edifici. Il sistema di Energy Management consentirà infine di pianificare degli interventi di efficientamento e di condurre campagne di ottimizzazione dei consumi.

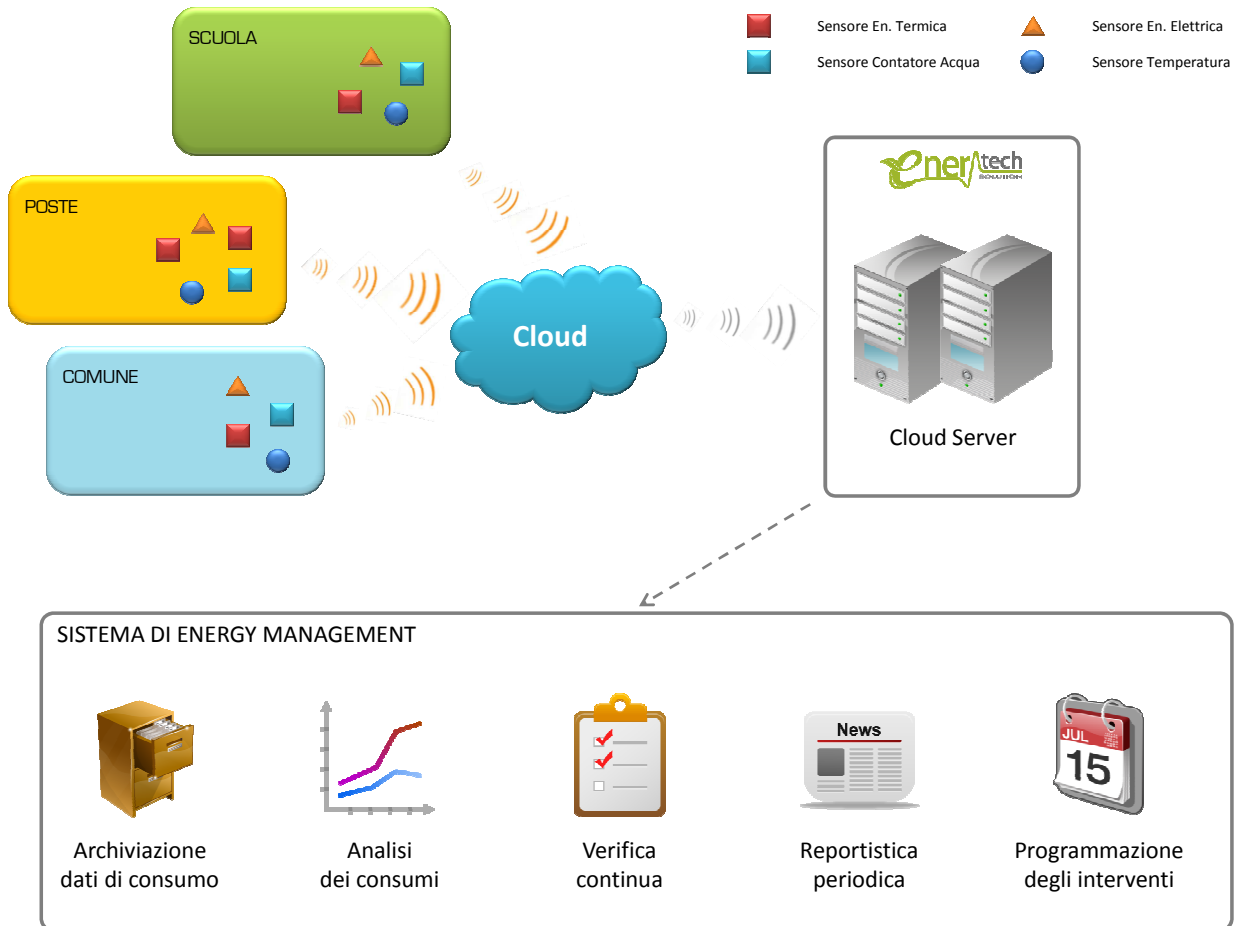


Figura 18. Infrastruttura di raccolta ed elaborazione dei dati di consumo

Utilizzo dell'infrastruttura di monitoraggio

Un esempio di applicazione delle analisi energetiche con strumenti tecnologici appropriati, è riportata in Figura 19. Nel grafico è presentata l'informazione ottenibile tramite la misura puntuale dei consumi in un edificio. Grazie al monitoraggio delle diverse utenze è possibile individuare la causa di eventuali assorbimenti eccessivi. Nel caso di esempio si nota immediatamente come l'illuminazione sia responsabile di oltre il 50% dei consumi mensili di energia elettrica. Alla luce di queste informazioni potrebbe essere necessaria un'ulteriore analisi dei profili di assorbimento, per comprendere se è possibile ridurre il consumo per illuminazione.

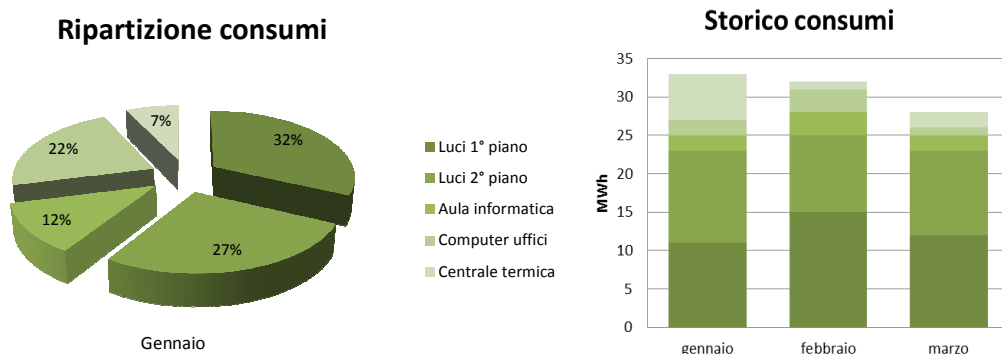


Figura 19. Esempio di ripartizione dei consumi elettrici

Come supporto a tale analisi è possibile utilizzare uno strumento messo a disposizione dai sistemi di monitoraggio, ovvero il diagramma spettrale (Figura 20). Questo strumento consente di mappare i profili di consumo orari al fine di individuare inefficienze ed intervenire per la riduzione degli assorbimenti.

Come si nota dall'immagine di seguito, grazie agli strumenti messi a disposizione dai sistemi di monitoraggio dei consumi, è possibile pianificare mirati interventi di efficientamento, studiando a priori i metodi da applicare e gli effetti che essi sortiranno in termini di risparmio energetico ed economico, costi di investimento e tempi di rientro.

In riferimento all'esempio citato sopra, una volta individuata l'utenza responsabile di un'ingente quantità di consumi (l'illuminazione) è possibile affinare la ricerca delle inefficienze tramite un'analisi spettrale individuando, ad esempio, eventuali sprechi energetici. In riferimento alla Figura 20, gli orari evidenziati in rosso rappresentano periodi di tempo in cui l'edificio viene chiuso e non è utile l'utilizzo di illuminazione interna. Emerge quindi un'evidente spreco energetico non rilevato dalla sola analisi dei consumi mensili aggregati dell'edificio.

Tale spreco può essere evitato tramite sistemi programmabili di spegnimento dei carichi elettrici che consentono una sensibile riduzione degli assorbimenti energetici dell'intero edificio.

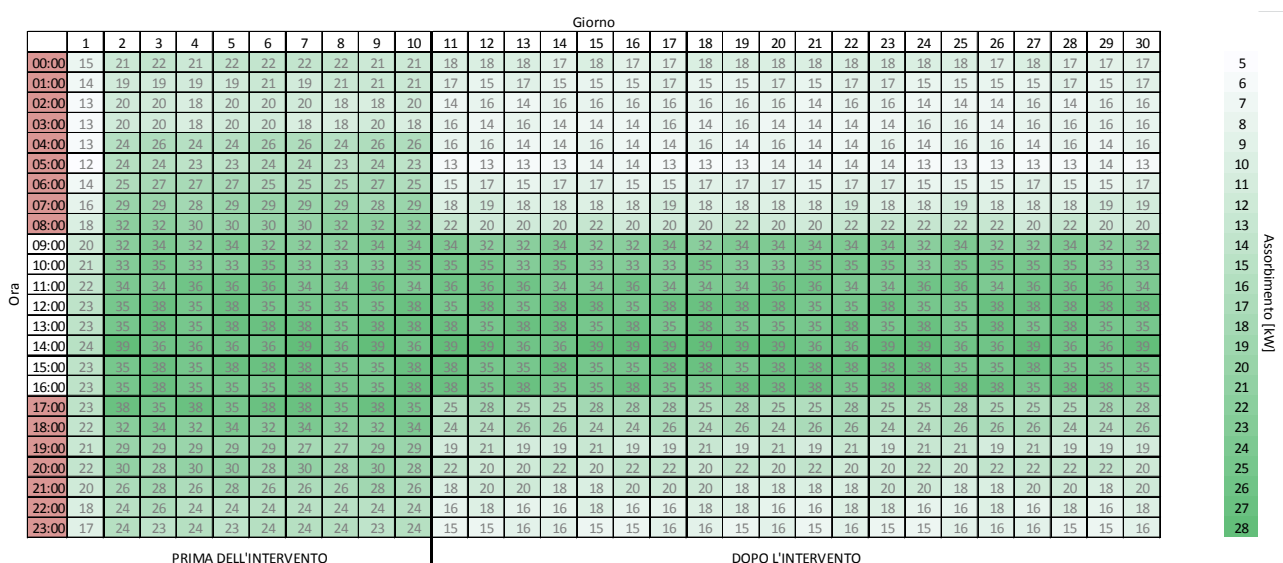


Figura 20. Diagramma spettrale

3.2.3 Avvio di un sistema energy management

Per ottimizzare la gestione dell'energia all'interno del comune, oltre ai supporti tecnologici descritti in precedenza, è necessario avviare un sistema di Energy Management (EnMS – Energy Management System).

L'obiettivo di un tale sistema consiste nel creare una organizzazione strutturata dei sistemi e dei processi necessari all'incremento delle prestazioni energetiche degli edifici del comune. Un EnMS si basa sul concetto di "miglioramento continuo" composto da quattro fasi principali (Plan-Do-Check-Act) note come Ciclo Deming (Figura 21):

- Plan: analizzare lo stato di fatto, identificare le priorità e gli obiettivi, pianificare un programma di risparmio energetico;
- Do: Eseguire il programma, dapprima in un contesto circoscritto;
- Check: Monitorare, misurare e verificare gli esiti delle azioni implementate, documentare i risultati ottenuti;
- Act: Valutare i risultati, applicare in maniera estesa le azioni di miglioramento energetico, correggere e modificare le azioni che non hanno sortito gli effetti desiderati o previsti.



Figura 21. Ciclo Deming

Una volta stabilito qual è lo stato di fatto, è necessario individuare le criticità e le priorità, e pianificare delle azioni volte all'incremento dell'efficienza energetica dell'intero comune. Le azioni individuate dovranno essere testate su una parte degli edifici e sarà necessario condurre un'attenta campagna di monitoraggio e analisi dei risultati prodotti. In base alle risultanze della campagna di testing, verranno pianificate ulteriori azioni e saranno migliorate e corrette quelle testate, al fine di applicare su larga scala gli interventi di efficientamento energetico.

L'applicazione continua di questo sistema, condurrà ad un ciclo virtuoso di miglioramento continuo delle prestazioni energetiche, abbattendo i consumi ed ottimizzando l'utilizzo delle risorse energetiche stesse.

In Figura 22 è riportato il modello di un EnMS basato sul ciclo Deming. Alla base di esso vi è l'elaborazione di una politica energetica comunale, che consiste nell'identificazione dello stato di fatto e degli obiettivi di miglioramento. Segue una pianificazione delle attività e una loro applicazione, eventualmente su scala ridotta. Una volta verificati gli esiti delle azioni di miglioramento, sfruttando infrastrutture tecnologiche e consulenziali appropriate, si rivede la pianificazione in modo da migliorare continuamente le prestazioni energetiche del comune.

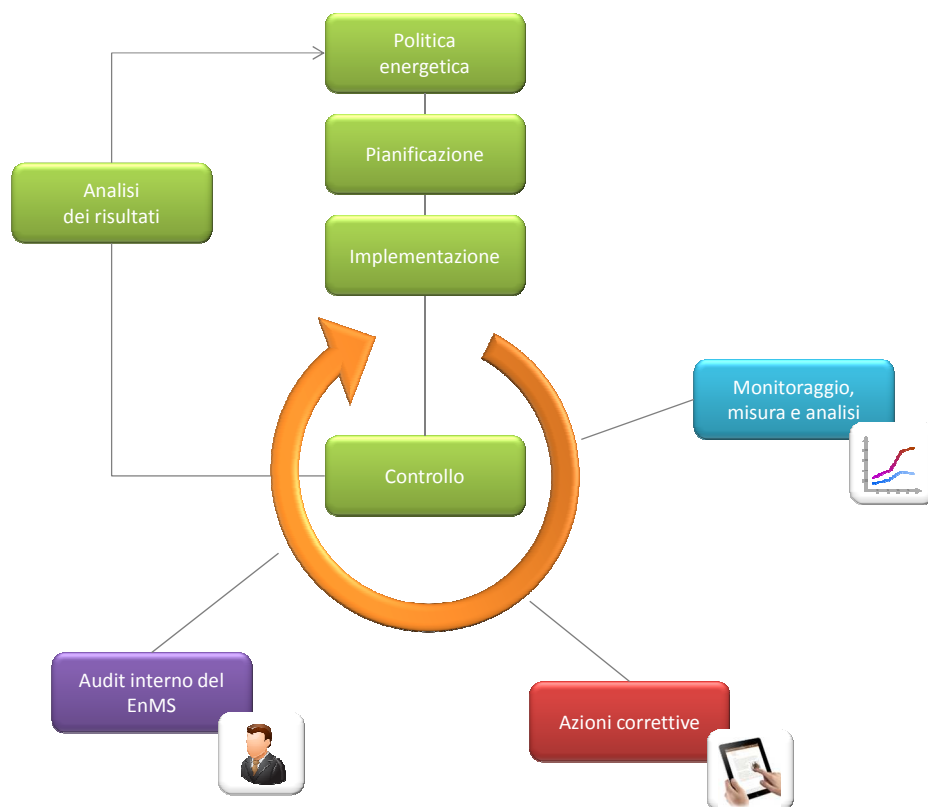


Figura 22. Modello di un Sistema di Energy Management

Risparmi ottenibili

Tramite un'infrastruttura per il monitoraggio dei consumi energetici e l'avvio di un sistema di energy management è possibile ottenere sensibili riduzioni del consumo energetico con il conseguente abbattimento delle spese per l'approvvigionamento, la manutenzione e la gestione degli edifici comunali.

In riferimento all'edificio oggetto della diagnosi, è ragionevole stimare una riduzione tra il 10% e il 35% delle spese energetiche globali con la sola ottimizzazione della gestione dell'energia. Tale risparmio consentirebbe di ammortizzare in breve tempo i costi sostenuti per l'avvio dei servizi di EnMS e di monitoraggio, consentendo di raggiungere payback anche inferiori all'anno.

Si consiglia pertanto di avviare tali servizi entro l'inizio della prossima stagione invernale, in modo da poter pianificare, progettare ed installare i sistemi di gestione dell'energia all'interno degli edifici del comune di Morgex.

Allegato 1: abaco delle strutture opache e trasparenti

Copertura

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Copertura</p> <p>Descrizione: Copertura in legno</p> <p>Tipologia: Copertura</p> <p>Disposizione: Orizzontale</p> <p>Spessore: 200,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 0,938 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 1,067 (m²K)/W</p> <p>Massa: 129 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	
---	--

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A	Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m3)	50,0	0,120	0,417	450	2,70	63,9	63,9
B	Aria 70 mm (flusso verticale ascendente, aperture 500 - 1500 mm2)	70,0	0,880	0,080	1	1,00	1,0	1,0
C	Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m3)	50,0	0,120	0,417	450	2,70	63,9	63,9
D	Ardesia (2800 kg a m3)	30,0	2,200	0,014	2.800	1,00	1.000,0	800,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	200,0		1,067				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m²K)/W

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

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

CONDIZIONI AL CONTORNO

<i>CONDIZIONE</i>	<i>Temperatura interna T_i</i> °C	<i>Pressione parziale interna P_i</i> Pa	<i>Temperatura esterna T_e</i> °C	<i>Pressione parziale esterna P_e</i> Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a ΔP : 0 Pa
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: 0,404 kg/m ² , tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a ΔP : 533,259 Pa

Solaio contro terra

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Solaio contro terra</p> <p>Descrizione: Solaio in cemento con vespaio in ghiaia</p> <p>Tipologia: Pavimento</p> <p>Disposizione: Orizzontale</p> <p>Spessore: 460,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 1,519 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,658 (m²K)/W</p> <p>Massa: 798 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	
--	--

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
A	Piastrelle	10,0	0,580	0,017	1.800	0,85	3,2	3,2
B	Calcestruzzo normale esterno (1600 kg a m3)	150,0	0,810	0,185	1.600	0,88	21,3	21,3
C	Calcestruzzo normale esterno (2000 kg a m3)	100,0	1,262	0,079	2.000	0,88	100,0	100,0
D	Ghiaia grossa senza argilla (1700 kg a m3)	200,0	1,200	0,167	1.700	0,84	5,3	5,3
	Adduttanza esterna (flusso verticale discendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	460,0		0,658				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 5,880 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,170 (m²K)/W

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

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

CONDIZIONI AL CONTORNO

<i>CONDIZIONE</i>	<i>Temperatura interna T_i</i> °C	<i>Pressione parziale interna P_i</i> Pa	<i>Temperatura esterna T_e</i> °C	<i>Pressione parziale esterna P_e</i> Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0$ Pa
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: 0,151 kg/m ² , tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0$ Pa

Parete esterna

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Parete esterna</p> <p>Descrizione: Parete in laterizio di mattoni pieni</p> <p>Tipologia: Parete</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 415,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 1,741 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,574 (m²K)/W</p> <p>Massa: 796 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	<p>A - Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m³)</p> <p>B - Mattone pieno posa esterno</p> <p>C - Malta di calce e cemento (1800 kg a m³)</p>
---	--

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m ³)	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	10,7	10,7
B	Mattone pieno posa esterno	380,0	1,054	0,361	2.000	0,84	10,7	10,7
C	Malta di calce e cemento (1800 kg a m ³)	20,0	0,900	0,022	1.800	0,84	23,5	23,5
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	415,0		0,574				

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

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

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

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

CONDIZIONI AL CONTORNO

CONDIZIONE	Temperatura interna T_i °C	Pressione parziale interna P_i Pa	Temperatura esterna T_e °C	Pressione parziale esterna P_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 182,380 \text{ Pa}$
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: $0,000 \text{ kg/m}^2$, tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$

Parete vano scala

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Parete vano scala</p> <p>Descrizione: Parete in laterizio di mattoni pieni</p> <p>Tipologia: Parete</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 315,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 2,086 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,479 (m²K)/W</p> <p>Massa: 596 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	<p>A - Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m³)</p> <p>B - Mattone pieno posa esterno</p> <p>C - Malta di calce e cemento (1800 kg a m³)</p>
--	--

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m ³)	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	10,7	10,7
B	Mattone pieno posa esterno	280,0	1,054	0,266	2.000	0,84	10,7	10,7
C	Malta di calce e cemento (1800 kg a m ³)	20,0	0,900	0,022	1.800	0,84	23,5	23,5
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	315,0		0,479				

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

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

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

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

CONDIZIONI AL CONTORNO

CONDIZIONE	Temperatura interna T_i °C	Pressione parziale interna P_i Pa	Temperatura esterna T_e °C	Pressione parziale esterna P_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 76,378 \text{ Pa}$
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: $0,000 \text{ kg/m}^2$, tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$

Parete contro terra

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Parete contro terra</p> <p>Descrizione: Parete in laterizio di mattoni pieni</p> <p>Tipologia: Parete</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 415,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 1,741 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,574 (m²K)/W</p> <p>Massa: 796 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	<p>A - Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m³)</p> <p>B - Mattone pieno posa esterno</p> <p>C - Malta di calce e cemento (1800 kg a m³)</p>
--	--

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m ³)	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	10,7	10,7
B	Mattone pieno posa esterno	380,0	1,054	0,361	2.000	0,84	10,7	10,7
C	Malta di calce e cemento (1800 kg a m ³)	20,0	0,900	0,022	1.800	0,84	23,5	23,5
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	415,0		0,574				

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

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

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

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

CONDIZIONI AL CONTORNO

CONDIZIONE	Temperatura interna T_i °C	Pressione parziale interna P_i Pa	Temperatura esterna T_e °C	Pressione parziale esterna P_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	8,50	1.109,30
ESTIVA	20,00	721,00	8,50	1.109,30

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 458,943 \text{ Pa}$
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: $0,000 \text{ kg/m}^2$, tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0 \text{ Pa}$

Porta ingresso

DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: Porta ingresso</p> <p>Descrizione: Porta blindata</p> <p>Tipologia: Porta</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 54,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 2,297 W/(m²K)</p> <p>Resistenza R: 0,435 (m²K)/W</p> <p>Massa: 36 Kg/m²</p> <p>Fonte: Rilievo in sito</p>	<p>A - Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m³)</p> <p>B - Acciaio (7800 kg a m³)</p> <p>C - Aria 40 mm (flusso orizzontale)</p> <p>D - Acciaio (7800 kg a m³)</p> <p>E - Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m³)</p>
--	--

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R (m ² K)/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore μ_a	Fattore μ_u
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m ³)	5,0	0,120	0,042	450	2,70	63,9	63,9
B	Acciaio	2,0	52,000	0,000	7.800	1,00	3,2	3,2
C	Aria 40 mm (flusso orizzontale)	40,0	0,220	0,182	1	1,00	1,0	1,0
D	Acciaio (7800 kg a m ³)	2,0	50,000	0,000	7.800	0,45	300.000,0	300.000,0
E	Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m ³)	5,0	0,120	0,042	450	2,70	63,9	63,9
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	54,0		0,435				

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

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

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

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

CONDIZIONI AL CONTORNO

<i>CONDIZIONE</i>	<i>Temperatura interna T_i</i> °C	<i>Pressione parziale interna P_i</i> Pa	<i>Temperatura esterna T_e</i> °C	<i>Pressione parziale esterna P_e</i> Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-2,20	496,80
ESTIVA	18,60	1.392,30	18,60	1.662,10

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0$ Pa
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: 22,680 kg/m ² , tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva
	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a $\Delta P: 0$ Pa

Lucernario

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Lucernario**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 40 cm

Altezza : 90 cm

Spessore superiore del telaio: 5 cm

Spessore inferiore del telaio: 5 cm

Spessore sinistro del telaio: 5 cm

Spessore destro del telaio: 5 cm

N° divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

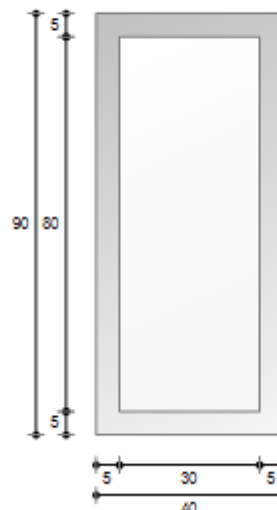
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 0,240 m²

Area del telaio A_f : 0,120 m²

Area totale del serramento A_w : 0,360 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 2,200 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 3,156 W/(m² K)

Finestre piano seminterrato tipo 1

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre piano seminterrato tipo 1**

Descrizione: Serramento in legno con vetro doppio

Larghezza: 130 cm

Altezza : 100 cm

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 10 cm

Spessore sinistro del telaio: 8 cm

Spessore destro del telaio: 8 cm

N° divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 10 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

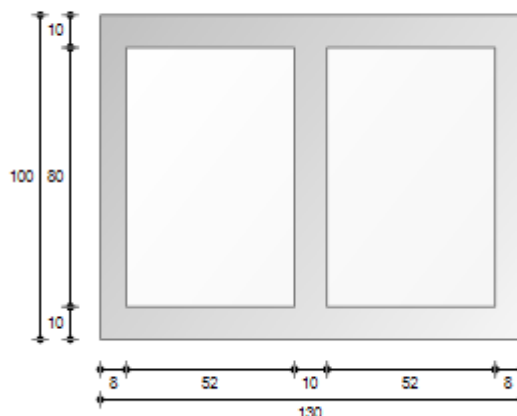
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 0,832 m²

Area del telaio A_f : 0,468 m²

Area totale del serramento A_w : 1,300 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 5,280 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,992 W/(m² K)

Finestre piano seminterrato tipo 2

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre piano seminterrato tipo 2**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 220 cm

Altezza : 130 cm

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 12 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 2

Spessore divisioni verticali: 12 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

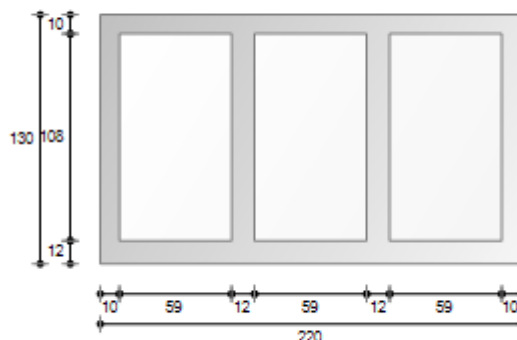
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 1,901 m²

Area del telaio A_f : 0,959 m²

Area totale del serramento A_w : 2,860 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 10,000 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,996 W/(m² K)

Finestre piano seminterrato tipo 3

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre piano seminterrato tipo 3**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 130 cm

Altezza : 100 cm

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 10 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 12 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

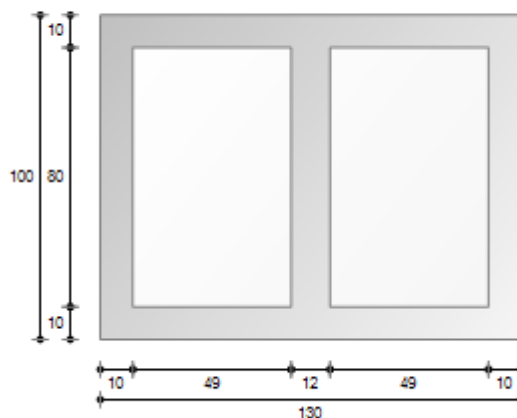
Fonte: **Rilevo in sito**

Area del vetro A_g : 0,784 m²

Area del telaio A_f : 0,516 m²

Area totale del serramento A_w : 1,300 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 5,160 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,930 W/(m² K)

Finestre vano scale tipo 1

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre vano scale tipo 1**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 100 cm

Altezza : 135 cm

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 12 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

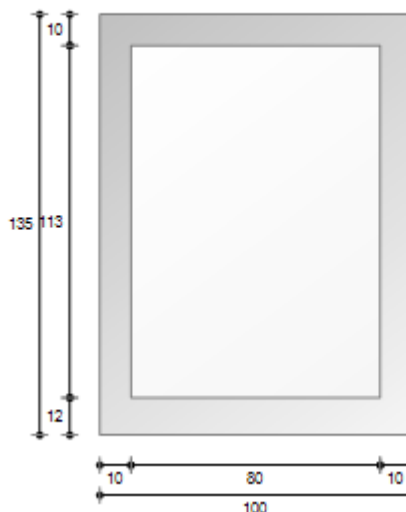
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 0,904 m²

Area del telaio A_f : 0,446 m²

Area totale del serramento A_w : 1,350 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 3,860 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore sf: 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,965 W/(m² K)

Finestre vano scale tipo 2

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre vano scale tipo 2**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 50 cm

Altezza : 135 cm

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 12 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

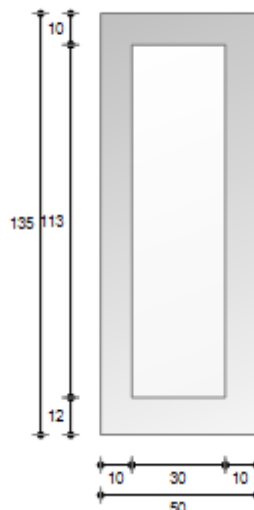
Fonte: **Rilevo in sito**

Area del vetro A_g : 0,339 m²

Area del telaio A_f : 0,336 m²

Area totale del serramento A_w : 0,675 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 2,860 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,791 W/(m² K)

Finestre piano rialzato tipo 1

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre piano rialzato tipo 1**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 130 cm

Altezza : 170 cm

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 12 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 12 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

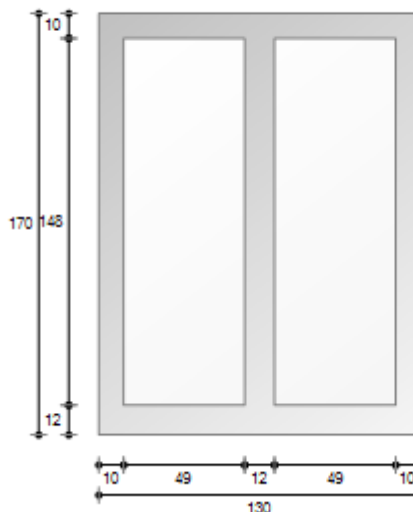
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 1,450 m²

Area del telaio A_f : 0,760 m²

Area totale del serramento A_w : 2,210 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 7,880 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,987 W/(m² K)

Finestre piano rialzato tipo 2

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre piano rialzato tipo 2**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 215 cm

Altezza : 170 cm

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 12 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 2

Spessore divisioni verticali: 12 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

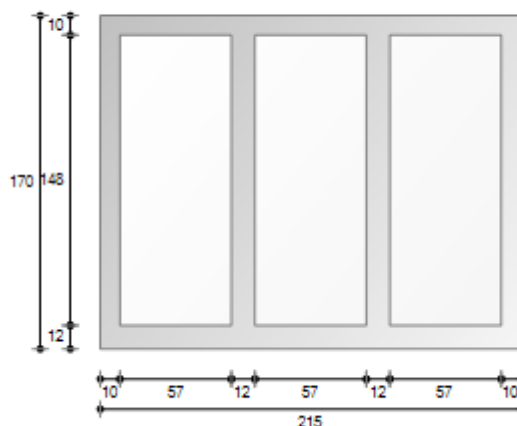
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 2,531 m²

Area del telaio A_f : 1,124 m²

Area totale del serramento A_w : 3,655 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 12,300 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 3,030 W/(m² K)

Porta finestra piano rialzato

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Porta finestra piano rialzato**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 130 cm

Altezza : 260 cm

Spessore superiore del telaio: 20 cm

Spessore inferiore del telaio: 20 cm

Spessore sinistro del telaio: 20 cm

Spessore destro del telaio: 20 cm

N° divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 12 cm

N° divisioni orizzontali: 1

Spessore divisioni orizzontali: 5 cm

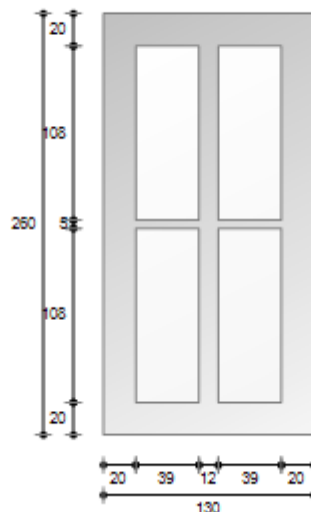
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 1,677 m²

Area del telaio A_f : 1,703 m²

Area totale del serramento A_w : 3,380 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 11,720 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,736 W/(m² K)

Finestre piano primo tipo 1

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre piano primo tipo 1**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 135 cm

Altezza : 145 cm

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 10 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 12 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

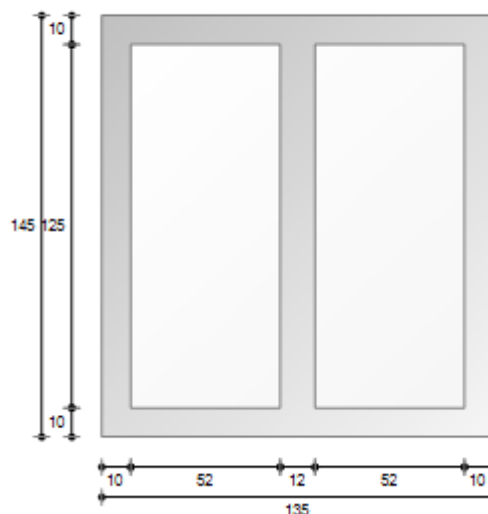
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 1,288 m²

Area del telaio A_f : 0,670 m²

Area totale del serramento A_w : 1,958 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 7,060 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,992 W/(m² K)

Finestre piano primo tipo 2

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre piano primo tipo 2**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 215 cm

Altezza : 145 cm

Spessore superiore del telaio: 8 cm

Spessore inferiore del telaio: 15 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 2

Spessore divisioni verticali: 12 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

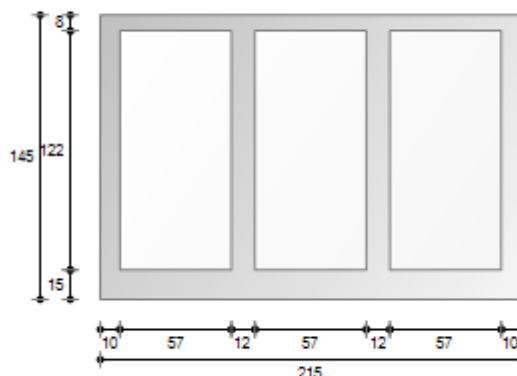
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 2,086 m²

Area del telaio A_f : 1,031 m²

Area totale del serramento A_w : 3,118 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 10,740 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g: 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore sf: 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 3,000 W/(m² K)

Porta finestra piano primo tipo 1

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Porta finestra piano primo tipo 1**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 175 cm

Altezza : 230 cm

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 15 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 12 cm

N° divisioni orizzontali: 1

Spessore divisioni orizzontali: 5 cm

Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 2,860 m²

Area del telaio A_f : 1,165 m²

Area totale del serramento A_w : 4,025 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 13,720 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore sf: 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 3,061 W/(m² K)

Porta finestra piano primo tipo 2

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Porta finestra piano primo tipo 2**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 215 cm

Altezza : 230 cm

Spessore superiore del telaio: 8 cm

Spessore inferiore del telaio: 15 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 2

Spessore divisioni verticali: 12 cm

N° divisioni orizzontali: 1

Spessore divisioni orizzontali: 5 cm

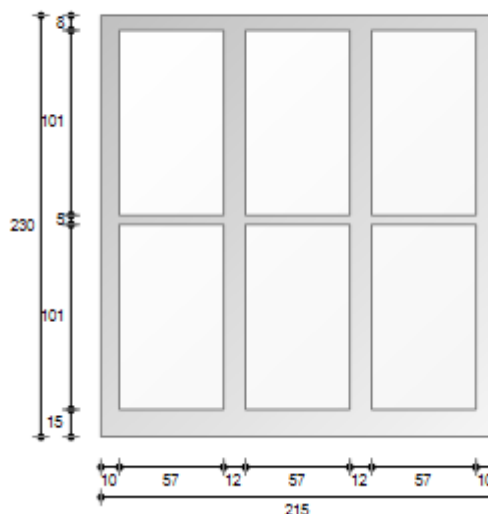
Fonte: **Rilevo in sito**

Area del vetro A_g : 3,454 m²

Area del telaio A_f : 1,491 m²

Area totale del serramento A_w : 4,945 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 18,960 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 3,068 W/(m² K)

Porta finestra piano primo tipo 3

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Porta finestra piano primo tipo 3**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 140 cm

Altezza : 230 cm

Spessore superiore del telaio: 8 cm

Spessore inferiore del telaio: 15 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

Spessore destro del telaio: 10 cm

N° divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 12 cm

N° divisioni orizzontali: 1

Spessore divisioni orizzontali: 5 cm

Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 2,182 m²

Area del telaio A_f : 1,038 m²

Area totale del serramento A_w : 3,220 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 12,400 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 3,037 W/(m² K)

Finestre piano sottotetto tipo 1

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre piano sottotetto tipo 1**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 215 cm

Altezza : 105 cm

Spessore superiore del telaio: 8 cm

Spessore inferiore del telaio: 12 cm

Spessore sinistro del telaio: 8 cm

Spessore destro del telaio: 8 cm

N° divisioni verticali: 2

Spessore divisioni verticali: 14 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

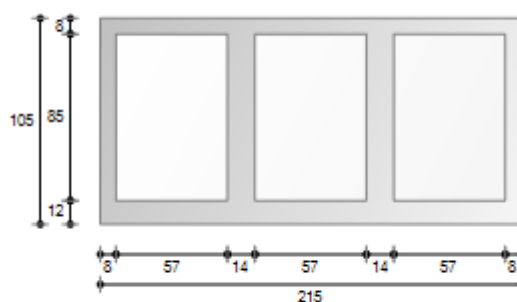
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 1,454 m²

Area del telaio A_f : 0,804 m²

Area totale del serramento A_w : 2,258 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 8,520 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,980 W/(m² K)

Finestre piano sottotetto tipo 2

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre piano sottotetto tipo 2**

Descrizione: Serramento in legno con doppio vetro

Larghezza: 215 cm

Altezza : 150 cm

Spessore superiore del telaio: 8 cm

Spessore inferiore del telaio: 12 cm

Spessore sinistro del telaio: 8 cm

Spessore destro del telaio: 8 cm

N° divisioni verticali: 2

Spessore divisioni verticali: 14 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

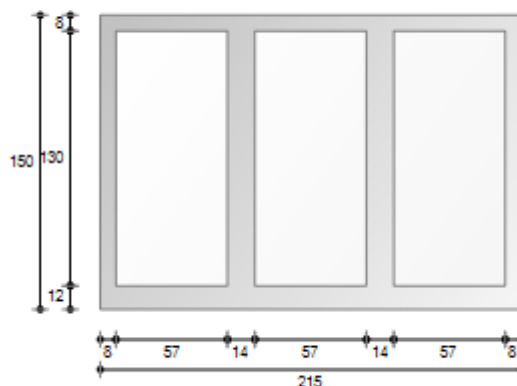
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro A_g : 2,223 m²

Area del telaio A_f : 1,002 m²

Area totale del serramento A_w : 3,225 m²

Perimetro della superficie vetrata L_g : 11,220 m



PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g : 0,675

Emissività ϵ : 0,837

Trasmittanza termica vetro U_g : 3,300 W/(m² K)

Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore s_f : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio U_f : 1,767 W/(m² K)

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 3,032 W/(m² K)