



**Per**



**COMUNE DI MORGEX**

## **STATO DI FATTO E DIAGNOSI ENERGETICA**

**Centro sportivo comunale  
Strada Saint Marc 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 .....	5
2.2	Caratteristiche dell’involucro edilizio.....	8
2.3	Analisi termografica .....	9
2.4	Caratteristiche impiantistiche.....	11
2.4.1	Impianto termico .....	11
2.4.2	Impianto elettrico .....	13
2.5	Analisi energetiche e dei consumi .....	14
2.5.1	Impianto termico .....	14
2.5.2	Impianto elettrico .....	15
3	Diagnosi energetica.....	17
3.1	Diagnosi energetica dell’edificio .....	17
3.1.1	Parametri caratterizzanti la zona termica .....	17
3.1.2	Involucro edilizio .....	17
3.1.3	Indici di prestazione energetica .....	20
3.2	Possibili interventi migliorativi e valutazione dei benefici .....	21
3.2.1	Coibentazione delle chiusure verticali opache .....	21
3.2.2	Inserimento di una regolazione di tipo ambiente .....	22
3.2.3	Installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi termici ed elettrici .....	23
3.2.4	Avvio di un sistema di energy management.....	26

## 1 Introduzione

Il documento presenta al Comune di Morgex i risultati dell'analisi dello stato di fatto e della diagnosi energetica del centro sportivo comunale sito a Morgex in Strada Saint Marc 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

Il centro sportivo comunale è un edificio avente volumetria di 1125 m<sup>3</sup> realizzato nell'ultimo ventennio del secolo scorso. La struttura portante è in muratura di pietra naturale, la copertura è in latero-cemento e legno con finitura in ardesia ed il solaio contro terra in cemento con vespaio in ghiaia. I serramenti degli spogliatoi sono in ferro con vetro singolo; il bar è invece caratterizzato da finestre in alluminio con doppio vetro. L'impianto di riscaldamento è alimentato da una caldaia tradizionale a gasolio.

Principale responsabile dell'inefficienza dell'involucro edilizio è la parete perimetrale esterna, a causa dell'elevata trasmittanza termica che la caratterizza.

L'impianto termico, al quale è abbinata una regolazione di tipo climatico, ha buoni rendimenti sotto l'aspetto della generazione e distribuzione del calore. L'assenza di una regolazione di tipo "ad ambiente", da realizzarsi installando valvole termostatiche su ciascun terminale, diminuisce considerevolmente anche il rendimento legato all'emissione. Per rendere più efficiente l'impianto si consiglia quindi l'installazione di valvole termostatiche su ciascun radiatore. Sono inoltre 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 <sup>2</sup> ]	Costo dell'intervento [€]	Risparmio sul totale dei consumi [%]	Risparmio [€]	Tempo di rientro con incentivi 55% [anni]
Coibentazione delle chiusure verticali opache	250	15000 - 20000	31	1500	5 - 6

Poiché l'assenza di una regolazione di tipo ambiente diminuisce nettamente il rendimento dell'impianto, si propone l'installazione di 16 valvole termostatiche, una per ciascun radiatore, con banda proporzionale di 0,5 °C. La tabella sottostante riporta una sintesi dello studio di fattibilità eseguito.

STUDIO DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO					
Intervento	Elementi interessati dall'intervento [n]	Costo dell'intervento [€]	Risparmio sul totale dei consumi [%]	Risparmio [€]	Tempo di rientro [anni]
Inserimento valvole termostatiche	16	1280 - 1600	5	300	4 - 5

### 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

Il centro sportivo comunale è sito a Morgex in Strada Saint Marc 10. L'edificio raccoglie al suo interno due funzioni complementari ma distinte; spogliatoi del centro sportivo e bar - ristorante. Gli spogliatoi sono in funzione durante tutta la stagione calcistica, che ha inizio nel mese di agosto per concludersi attorno al 10 del mese di maggio dell'anno successivo. Il bar ristorante è attivo soltanto nelle stagioni turistiche che comprendono i mesi di dicembre, gennaio, luglio e agosto.

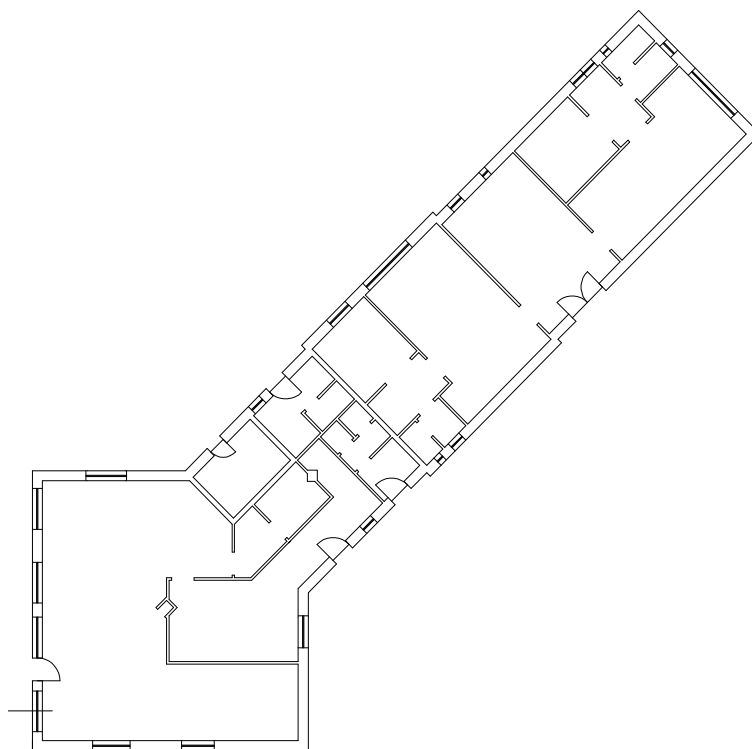


Figura 1 - Planimetria dell'edificio; il bar è situato nell'area quadrata in basso a sinistra

### 2.1 Inquadramento generale

DATI GENERALI	
Edificio	Centro sportivo comunale
Comune	Morgex
Indirizzo	Strada Saint Marc 10
Epoca di costruzione	1981-1992
Classificazione PRGC	F3
Classificazione D.Lgs 412/93	C.1 (bar); D.6 (spogliatoi); E.3 (bagni pubblici)
Dati catastali	Foglio: 7; Mappale: 348; Subalterno: 2 (bar); Foglio: 7; Mappale: 348; Subalterno: 3 (bagni pubblici); Foglio: 7; Mappale: 348; Subalterno: 4 (spogliatoi);



**Figura 2 - Prospetto Nord**



**Figura 3 - Prospetti Nord-Est e Est**



**Figura 4 - Prospetti Sud-Est e Nord-Est**



Figura 5 - Prospetto Ovest

UBICAZIONE	
Latitudine	45° 45' 35" N
Longitudine	7° 1' 39" E
Altitudine	923 s.l.m.
Esposizione versante	SO
Gradi giorno	3617
Orientamento edificio	NO-SE

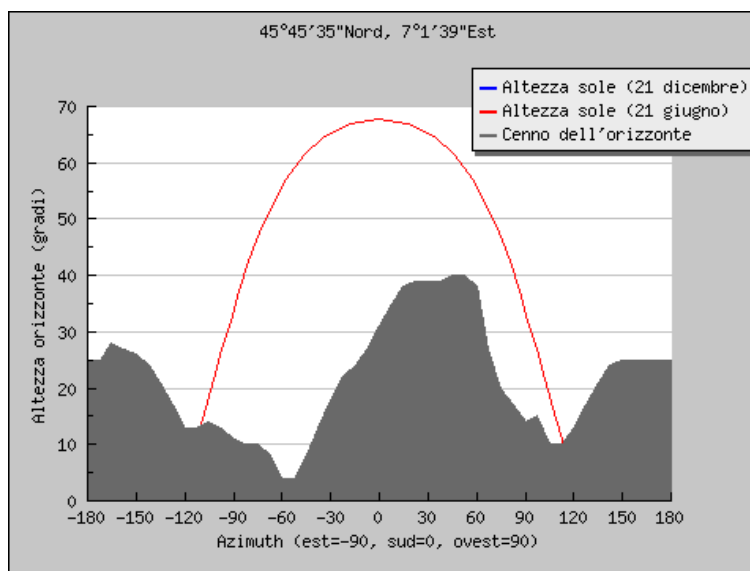


Figura 6 - Orizzonte solare

DESCRIZIONE	
Destinazione d'uso	Bar e spogliatoio
Tipologia edilizia	Edificio singolo
Tipologia costruttiva	Struttura in pietra naturale
Superficie utile	234,5 m <sup>2</sup>

DESCRIZIONE	
Superficie disperdente	852,65 m <sup>2</sup>
Volume netto riscaldato	833 m <sup>3</sup>
Volume lordo riscaldato	1125 m <sup>3</sup>
Rapporto S/V	0,76 1/m

## 2.2 Caratteristiche dell'involucro edilizio

Il centro sportivo presenta differenti tecnologie costruttive per le chiusure opache verticali ed orizzontali. Le chiusure opache verticali rivolte verso l'esterno sono realizzate in pietra naturale; i tamponamenti interni sono in laterizio di mattoni forati. La copertura è in latero-cemento e legno con finitura esterna in ardesia, il solaio contro terra è in cemento con vespaio in ghiaia. I serramenti, aventi morfologia differente, sono in ferro con vetro singolo per gli spogliatoi ed in alluminio con doppio vetro nel bar; in entrambi i casi non sono presenti elementi oscuranti.

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

ELEMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m <sup>2</sup> K]
Copertura	1,698
Solaio contro terra	1,638
Parete esterna	3,102
Porta finestra bar	3,723
Porta finestra bar retro	5,900
Porta finestra spogliatoi	5,900
Parete interna	2,141
Finestre bar tipo 1	3,755
Finestre bar tipo 2	3,954
Finestre bar tipo 3	3,724
Finestre spogliatoi tipo 1	5,900
Finestre spogliatoi tipo 2	5,900
Finestre spogliatoi tipo 3	5,900
Finestre spogliatoi tipo 4	5,900

**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 parete perimetrale - copertura;
- Giunto parete perimetrale - serramento;

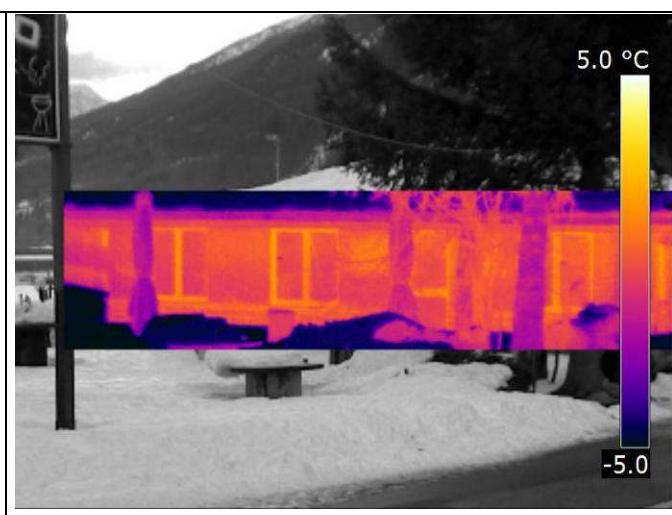
Le schede riportate nelle pagine seguenti consentono di visualizzare le aree interessate dal fenomeno appena descritto.

### Prospetto Nord

#### RIFERIMENTO FOTOGRAFICO



#### RESPONSO TERMOCAMERA



#### CONSIDERAZIONI E COMMENTI

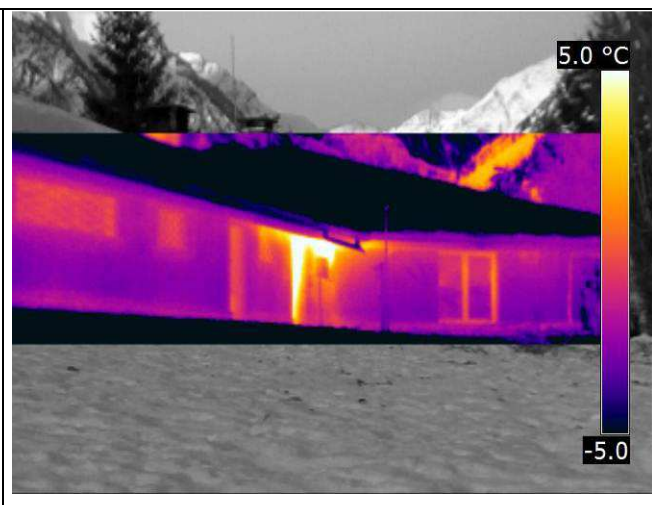
Si rileva una discontinuità termica lungo la linea di giunto tra parete perimetrale e serramento. Un manto omogeneo di neve impedisce il rilievo di qualsiasi anomalia presente sulla copertura.

## Prospetto Nord-Est Est

RIFERIMENTO FOTOGRAFICO



RESPONSO TERMOCAMERA



### CONSIDERAZIONI E COMMENTI

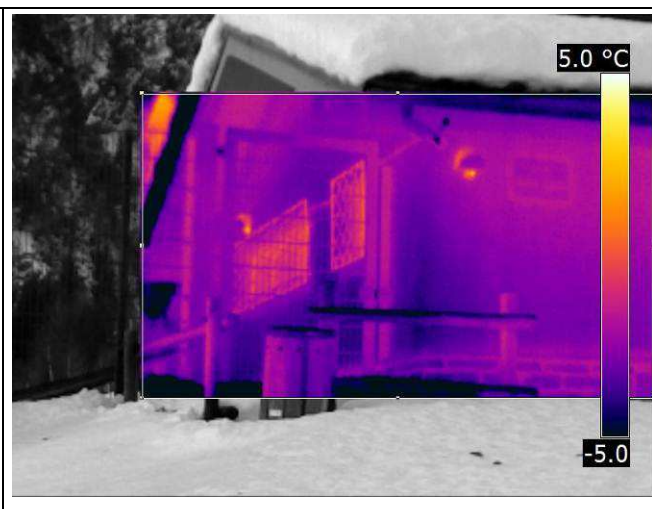
Si rileva una discontinuità termica lungo la linea di giunto tra parete perimetrale e serramento e tra parete perimetrale e copertura.

## Prospetto Sud-Est Nord-Est

RIFERIMENTO FOTOGRAFICO



RESPONSO TERMOCAMERA



### CONSIDERAZIONI E COMMENTI

Si rileva una discontinuità termica lungo la linea di giunto tra parete perimetrale e serramento. Un manto omogeneo di neve impedisce il rilievo di qualsiasi anomalia presente sulla copertura.

## 2.4 Caratteristiche impiantistiche

### 2.4.1 Impianto termico

Il centro sportivo è dotato di impianto autonomo per il riscaldamento invernale e la produzione di acqua calda sanitaria. A monte dell'impianto di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria vi è una caldaia tradizionale alimentata a gasolio avente potenza al focolare di 95,3 kW.

Prima di raggiungere i singoli terminali di riscaldamento o utenze sanitarie l'acqua calda prodotta dal generatore viene convogliata in due serbatoi di accumulo, uno per il solo riscaldamento e l'altro per la sola acqua calda sanitaria.

L'impianto termico è a conduzione continua con attenuazione nelle ore notturne; la regolazione è di tipo climatico. Sul generatore di calore agisce infatti una sonda esterna che regola la temperatura di mandata dell'acqua calda in funzione della temperatura esterna.

I terminali di emissione sono costituiti unicamente da radiatori.

Il centro sportivo non presenta alcun impianto per la climatizzazione estiva né vi sono apparecchi alimentati con fonti energetiche rinnovabili.

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	Riello
Modello	4 RCT
Potenza termica utile	95,3 kW
Fluido termovettore	Acqua
Uso	Riscaldamento e ACS
Rendimento medio di generazione	92,9%

BRUCIATORE	
Marca	Riello
Modello	Gulliver RG2
Potenza minima	47 kW
Potenza massima	119 kW
Potenza elettrica assorbita	180 W
Combustibile	Gasolio

ACCUMULO RISCALDAMENTO	
Marca	Thermorossi
Modello	-
Capacità	300 l

ACCUMULO ACS	
Marca	Riello
Modello	-
Capacità	295 l

CONDUZIONE	
Tipologia	Continua con attenuazione notturna
Orari	16:00 - 19:00 (funzionamento spogliatoi); 9:00 - 13:00 e 18:00 - 24:00 (funzionamento bar);
Temperature	In ambiente 20°C

REGOLAZIONE	
Tipologia	Climatica
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

TERMINALI DI EROGAZIONE DELL'ENERGIA TERMICA		
Tipologia	Numero	Potenza termica nominale
Radiatori	16	1034 W/cad



Figura 7 - Centrale termica dell'edificio

### 2.4.2 Impianto elettrico

L'impianto elettrico a servizio del centro sportivo è allacciato alla rete pubblica, ma non è stato possibile reperire alcun dato riguardo la potenza installata.

Il bar è caratterizzato da una serie di utenze elettriche finalizzate all'attività che vi si svolge all'interno; tra queste si possono individuare frigoriferi per cibi e bevande, piastre elettriche, lavastoviglie e forni. L'illuminazione avviene attraverso lampade alogene ed al neon.

Il centro sportivo presenta corpi illuminanti ad incandescenza ed 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 - BAR		
Tipologia	Numero	Potenza totale assorbita
Computer	1	230 W
Stampante	1	100 W
Forno	3	6000 W
Frigorifero	3	6275 W
Macchina caffè	1	4000 W
Lavastoviglie	2	7060 W
	13	

UTENZA INTERNA - BAR		
Tipologia	Numero	Potenza totale assorbita
Macchina ghiaccio	1	320 W

ILLUMINAZIONE INTERNA - BAR		
Tipologia Lampada	Numero	Potenza totale assorbita
Neon 1x36 W	3	108 W
Alogene 35 W	4	140 W

UTENZA INTERNA - SPOGLIATOI		
Tipologia Lampada	Numero	Potenza totale assorbita
Frigorifero	1	200 W
Asciugamani	2	2400 W

ILLUMINAZIONE INTERNA - SPOGLIATOI		
Tipologia Lampada	Numero	Potenza totale assorbita
Neon 1x18 W	8	144 W
Neon 1x36 W	6	216 W
Neon 2x36 W	2	144 W
Incandescenza 100 W	5	500 W

## 2.5 Analisi energetiche e dei consumi

### 2.5.1 Impianto termico

Il sistema impiantistico a servizio del centro sportivo è alimentato da una caldaia a gasolio avente potenza di 95,3 kW.

GASOLIO	
Unità di misura	l
Potere calorifico	1 l gasolio = 9,9 kWh
Utilizzo	Riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria

GASOLIO					
Anno	Consumo gasolio [l]	kWh equivalenti	CO <sub>2</sub> prodotta [kg]	Costi sostenuti [€]	Costo per kWh [€/kWh]
2009	3520,3	34851	12407	5401,72	0,155

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

Descrizione	Periodo di accensione dell'impianto	Volume edificio [m <sup>3</sup> ]	Consumi [kWh]	Indice di consumo [kWh/m <sup>3</sup> ]
Anno 2009	1 gennaio - 10 maggio; 01 ottobre - 31 dicembre	1125,00	34851	30,98
Calcolato	5 ottobre - 22 aprile		305341	271,41

**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 il centro sportivo non è impiegato quotidianamente per lo stesso numero di ore, si è ipotizzato un orario equivalente per la stagione di riferimento. A consentirci di effettuare tale supposizione in merito alle ore di funzionamento è la presenza, dichiarata, di un impianto di attenuazione notturna. 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 della tubazione stessa.

Descrizione	Consumi [kWh]	Giorni di riscaldamento	Consumo giornaliero [kWh/giorno]	Ore di riscaldamento/giorno	Consumo orario [kWh/ora]
Anno 2009	34851	222	156,99	3,5	44,49
Calcolato	298922	200	1494,61	24	62,28

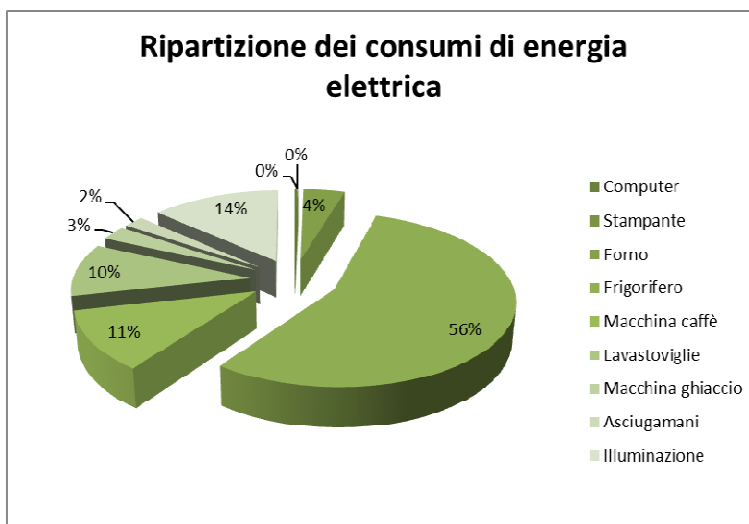
**Tabella 3 - Confronto tra indici di consumo reali e calcolati su base oraria**

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

Non è stato possibile reperire alcun dato inerente il consumo elettrico del centro sportivo durante gli anni passati; è tuttavia concesso fare alcune considerazioni inerenti la ripartizione dei consumi.

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, si è in grado di verificare come si ripartiscano i consumi di energia elettrica nel corso di un anno. In Figura 8 è possibile visualizzare la ripartizione annua dei consumi in funzione dell'utenza.



**Figura 8 - RIPARTIZIONE ANNUALE DEI CONSUMI**

L'analisi dei consumi identifica nei frigoriferi gli apparecchi più energivori, anche perché il funzionamento è continuo durante tutto il corso dell'anno. L'illuminazione, realizzata attraverso lampade a fluorescenza, alogene ed al neon, si dimostra uno degli elementi meno performanti allacciati all'impianto.

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. Si suggerisce comunque di procedere alla progressiva sostituzione dei corpi illuminanti alogeni e ad incandescenza con lampade al neon che abbinano ad analoghe prestazioni un minore consumo.



## 3 Diagnosi energetica

### 3.1 Diagnosi energetica dell'edificio

La struttura si compone di una sola zona termica avente volumetria lorda complessiva di 1125 m<sup>3</sup> comprendente bar, spogliatoi e bagni pubblici. Le dispersioni riscontrate avvengono verso l'esterno, il terreno e la centrale termica. LA centrale termica stessa è quindi una zona termica non riscaldata. Il riscaldamento è di tipo autonomo, alimentato da una caldaia a gasolio.

#### 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 <sup>2</sup>
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%

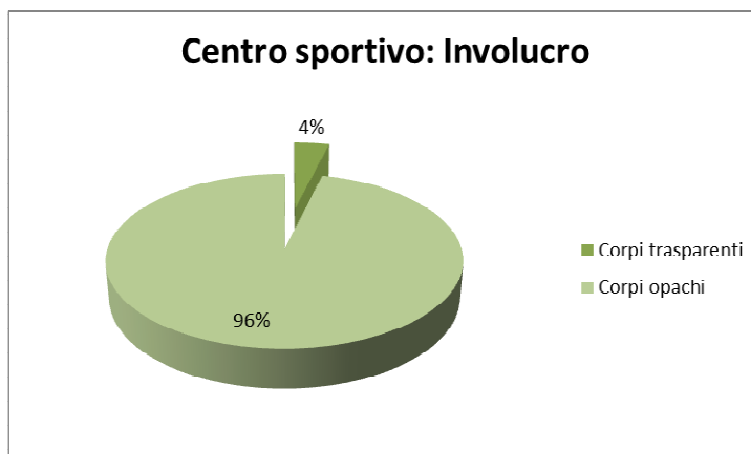
#### 3.1.2 Involucro edilizio

Le potenza dissipata per trasmissione attraverso le strutture disperdenti che delimitano l'involucro edilizio è pari a 67,75 kW.

I dati riportati in Tabella 4 e Tabella 5 mostrano quali siano i componenti che influiscono maggiormente sulle dispersioni per trasmissione; i grafici in Figura 9, Figura 10, Figura 11 e Figura 12 mostrano le percentuali di involucro trasparente e opaco e le dispersioni ad essi associate.

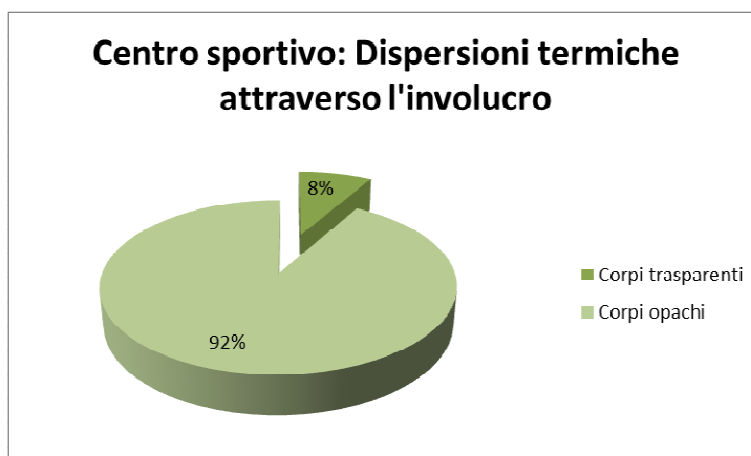
Descrizione	Superficie totale [m <sup>2</sup> ]	Trasmittanza media W/[m <sup>2</sup> K]	Potenza dissipata in condizioni minime di progetto [W]	Coefficiente di dispersione termica [W/K]
Corpi trasparenti	32,6	4,80	6.872	156,46
Trasparenti/Totale	3,82%		10,14%	8,25%
Corpi opachi	820,30	2,12	60.880	1739,44
Opachi/Totale	96,18%		89,86%	91,75%

**Tabella 4 - Geometria e caratteristiche tecniche delle strutture disperdenti componenti l'involucro edilizio**



**Figura 9 - STRUTTURE DISPERDENTI DELIMITANTI L'INVOLUCRO**

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

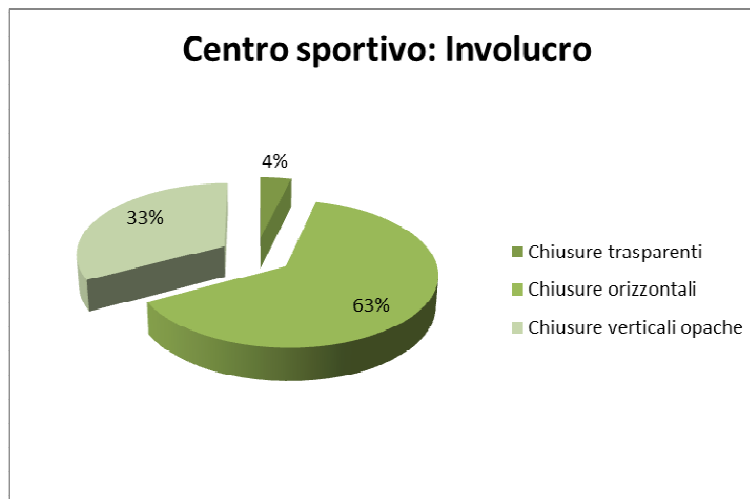


**Figura 10 - DISPERSIONE TERMICA**

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

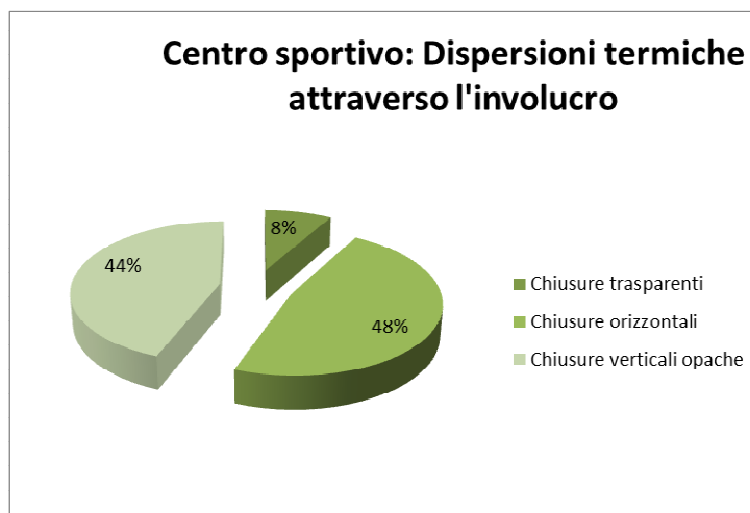
Descrizione	Superficie totale [m <sup>2</sup> ]	Trasmittanza media W/[m <sup>2</sup> K]	Potenza dissipata in condizioni minime di progetto [W]	Coefficiente di dispersione termica attraverso l'involucro [W/K]
Chiusure trasparenti	32,6	4,80	6.872	156,46
Trasparenti/Totale	3,82%		10,14%	8,25%
Chiusure orizzontali	541,00	1,67	22.016	901,88
Orizzontali/Totale	63,43%		32,49%	47,57%
Chiusure verticali opache	279,3	3,00	38.864	837,56
Verticali/Totale	32,75%		57,36%	44,18%

**Tabella 5 - Geometria e caratteristiche tecniche delle chiusure verticali opache, trasparenti e orizzontali disperdenti delimitanti l'involucro edilizio**



**Figura 11 - CHIUSURE DISPERDENTI DELIMITANTI L'INVOLUCRO**

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



**Figura 12 - 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 restituiscono delle chiusure orizzontali opache con prestazioni non negative, poiché il 63% della superficie impiegata è responsabile del 48% delle dispersioni. L'elemento meno performante è da ricercarsi nelle chiusure verticali; sebbene i serramenti dissipino una quantità di calore doppia rispetto alla superficie occupata è la parete perimetrale, caratterizzata da una trasmittanza termica di  $3,102 \text{ W/m}^2\text{K}$  (cfr. paragrafo 2.2), la principale responsabile dell'inefficienza di questa porzione di involucro edilizio. Si sottolinea inoltre che la trasmittanza termica della parete perimetrale è 11,9 volte superiore al valore limite stabilito per le nuove costruzioni nell'allegato B del Decreto Ministeriale dell'11 marzo 2008.

### 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 13).

INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA		
$E_{p_i \text{ lim}}$	22,14 kWh/m <sup>3</sup> 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.
$E_{p_i}$	222,81 kWh/m <sup>3</sup> anno	Indice di prestazione energetica per climatizzazione invernale
$E_{p_{acs}}$	38,86 kWh/m <sup>3</sup> anno	Indice di prestazione energetica per produzione di acqua calda sanitaria
$E_{p_e}$	0 kWh/m <sup>3</sup> anno	Indice di prestazione energetica per climatizzazione estiva
$E_{p_{ill}}$	10,26 kWh/m <sup>3</sup> anno	Indice di prestazione energetica per l'illuminazione artificiale
$E_{p_{gl}}$	271,94 kWh/m <sup>3</sup> anno	Indice di prestazione energetica globale, dato dalla somma di $E_{p_i}$ , $E_{p_{acs}}$ , $E_{p_e}$ , $E_{p_{ill}}$
$\eta_{gl,i}$	0,76	Rendimento globale medio stagionale per climatizzazione invernale
$\eta_{gl,acs}$	n.r.	Rendimento globale medio stagionale per produzione di acqua calda sanitaria
$\eta_{gl,e}$	0,0	Rendimento globale medio stagionale per climatizzazione estiva
$\eta_{gl,ill}$	0,42	Rendimento globale medio stagionale per l'illuminazione artificiale
CO <sub>2</sub>	96,81 kg/m <sup>3</sup> anno	Emissioni di CO <sub>2</sub>
En	29735 l	Consumo annuo nominale di gasolio per i soli usi termici

È opportuno sottolineare il divario esistente tra l'indice di prestazione energetica limite,  $E_{p_i \text{ lim}}$ , 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 10,1 volte inferiore a quello calcolato per il centro sportivo.

L'edificio in analisi eccede del 1010% il valore limite.

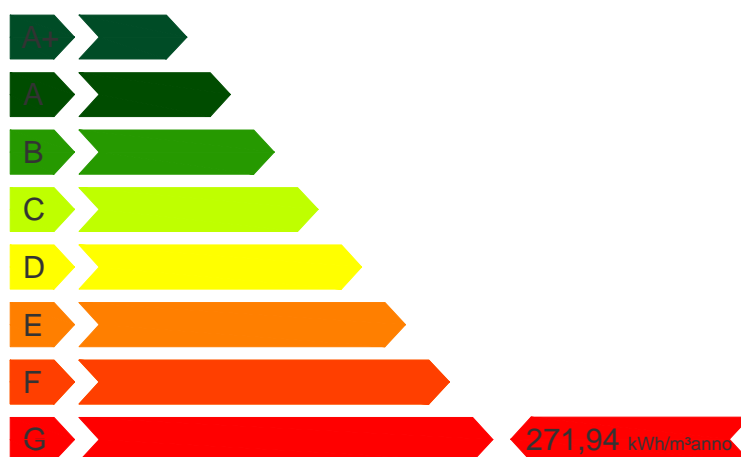


Figura 13 - CLASSIFICAZIONE ENERGETICA

### 3.2 Possibili interventi migliorativi e valutazione dei benefici

L'analisi dello stato di fatto del centro sportivo ha evidenziato quattro criticità:

- Elevata trasmittanza termica della parete perimetrale;
- Assenza di una regolazione di tipo ambiente dell'impianto termico;
- Assenza di un sistema di monitoraggio dell'impianto termico;
- Elevato assorbimento elettrico delle apparecchiature installate.

Gli interventi ritenuti più significativi sono i seguenti:

- Coibentazione delle chiusure verticali opache impiegando la tecnologia del "cappotto esterno";
- Inserimento di un sistema di regolazione di tipo ambiente installando una valvola termostatica per ciascun radiatore;
- 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 0,26 W/m<sup>2</sup>K.

Realizzando un cappotto esterno sui quattro lati dell'edificio il centro sportivo compirebbe un salto di classe passando dall'attuale classe G ad una classe F.

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 [%]
$E_{p,lim}$	22,14 kWh/m <sup>3</sup> anno	22,14 kWh/m <sup>3</sup> anno	-
$E_{p,i}$	222,81 kWh/m <sup>3</sup> anno	133,32 kWh/m <sup>3</sup> anno	39%
$E_{p,gl}$	271,94 kWh/m <sup>3</sup> anno	182,87 kWh/m <sup>3</sup> anno	31%
$\eta_{gl,i}$	0,75	0,74	5%
$CO_2$	96,81 kg/m <sup>3</sup> anno	65,10 kg/m <sup>3</sup> anno	31%
$E_n$	29735 l	19614 l	33%

La fornitura e posa in opera di un sistema a cappotto esterno ha un prezzo variabile tra i 60 €/m<sup>2</sup> e gli 80 €/m<sup>2</sup>; la cifra complessiva per i 250 m<sup>2</sup> che costituiscono l'involucro si attesta tra i 15000 € ed i 20000 €.

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 3,5 ore al giorno, 222 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 1500 €.

Ipotizzando di poter usufruire degli interventi di detrazione del 55% il tempo di ammortamento varia tra i cinque ed i sei 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 <sup>2</sup> ]	Costo dell'intervento [€]	Risparmio sul totale dei consumi [%]	Risparmio [€]	Tempo di rientro con incentivi 55% [anni]
Coibentazione delle chiusure verticali opache	250	15000 - 20000	31	1500	5 - 6

### 3.2.2 Inserimento di una regolazione di tipo ambiente

La regolazione di tipo ambiente consente agli utenti di impostare autonomamente il valore di temperatura per ciascun locale, aumentando nettamente il rendimento di emissione dell'impianto termico. Nell'edificio in analisi l'emissione del calore avviene attraverso radiatori in ghisa e alluminio; in presenza di questi corpi scaldanti la scelta economicamente più vantaggiosa e di più rapida installazione è la posa di una valvola termostatica su ciascun radiatore. Le più indicate sono le valvole termostatiche con banda proporzionale di 0,5 °C; 0,5°C indicano la variazione minima tra temperatura ambiente e temperatura di impostazione della valvola percepita dalla valvola stessa.

Effettuando questo intervento su ciascuno dei 16 apparecchi presenti (cfr. paragrafo 2.4.1) il centro sportivo non compirebbe alcun salto di classe ma vedrebbe ridotte le sue prestazioni complessive.

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 [%]
$E_{p, lim}$	22,14 kWh/m <sup>3</sup> anno	22,14 kWh/m <sup>3</sup> anno	-
$E_{p_i}$	222,81 kWh/m <sup>3</sup> anno	209,15 kWh/m <sup>3</sup> anno	6%
$E_{p_{gl}}$	271,94 kWh/m <sup>3</sup> anno	258,34 kWh/m <sup>3</sup> anno	5%
$\eta_{gl,i}$	0,75	0,81	5%
CO <sub>2</sub>	96,81 kg/m <sup>3</sup> anno	91,97 kg/m <sup>3</sup> anno	5%
En	29735 l	28190 l	5%

La fornitura e posa in opera di una valvola termostatica con regolazione a banda proporzionale di 0,5°C ha un prezzo variabile tra gli 80 €/cad e i 100 €/cad; la cifra complessiva per i 16 radiatori si attesta tra i 1280 € ed i 1600 €.

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 aggiornato per avvicinarsi al consumo reale. La differenza di consumi di cui sopra dovrà quindi essere riferita ad un impianto in funzione 3,5 ore al giorno per 222 giorni all'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 300 €.

Il tempo di ammortamento varia tra i quattro ed i cinque anni.

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

STUDIO DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO					
Intervento	Elementi interessati dall'intervento [n]	Costo dell'intervento [€]	Risparmio sul totale dei consumi [%]	Risparmio [€]	Tempo di rientro [anni]
Inserimento valvole termostatiche	16	1280 - 1600	5	300	4 - 5

### 3.2.3 Installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi termici ed elettrici

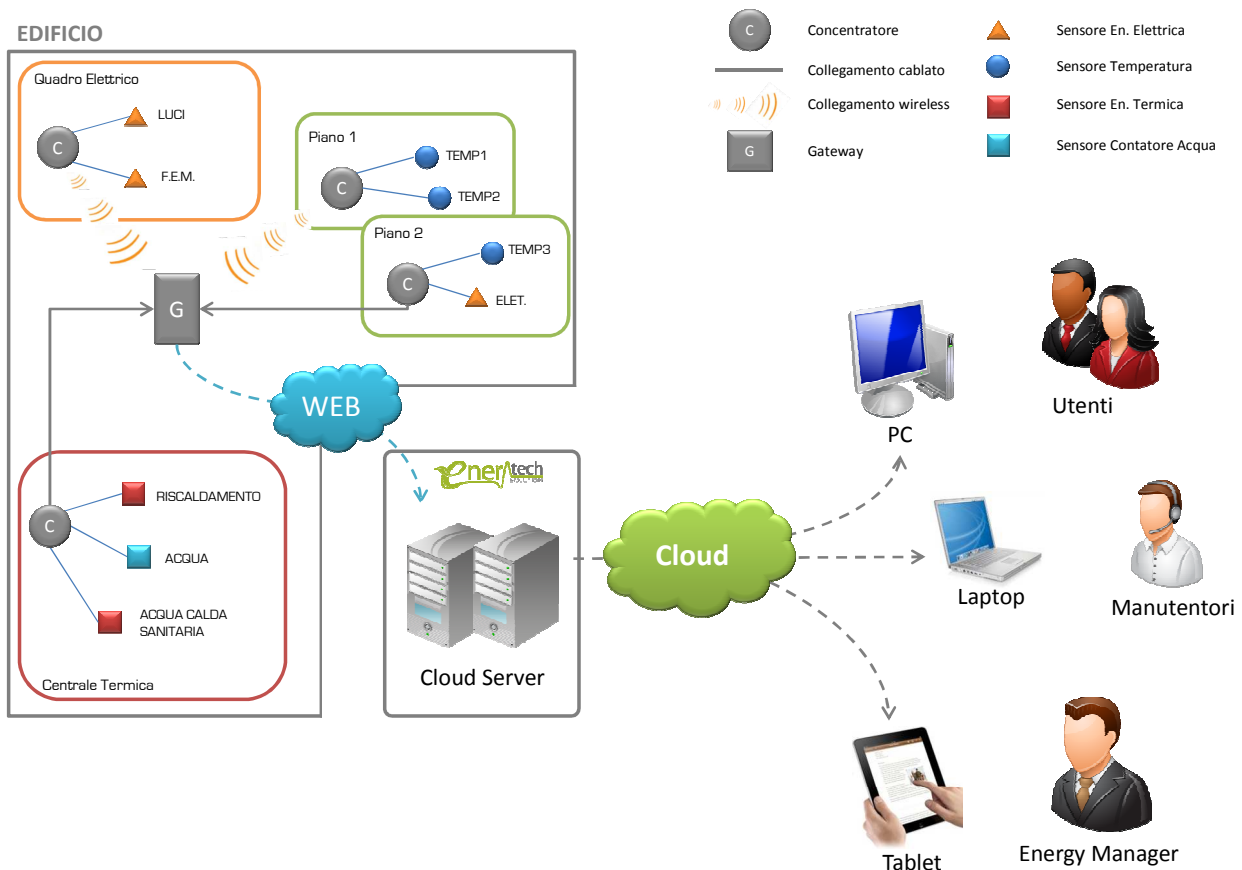
La diagnosi energetica ha messo in evidenza la mancanza di un supporto tecnologico per l'ottimizzazione della gestione dell'energia nel comune. Per ridurre l'assorbimento energetico degli edifici comunali, oltre ad intervenire sugli involucri e sugli impianti, è necessario disporre di informazioni puntuali 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 14) 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.).



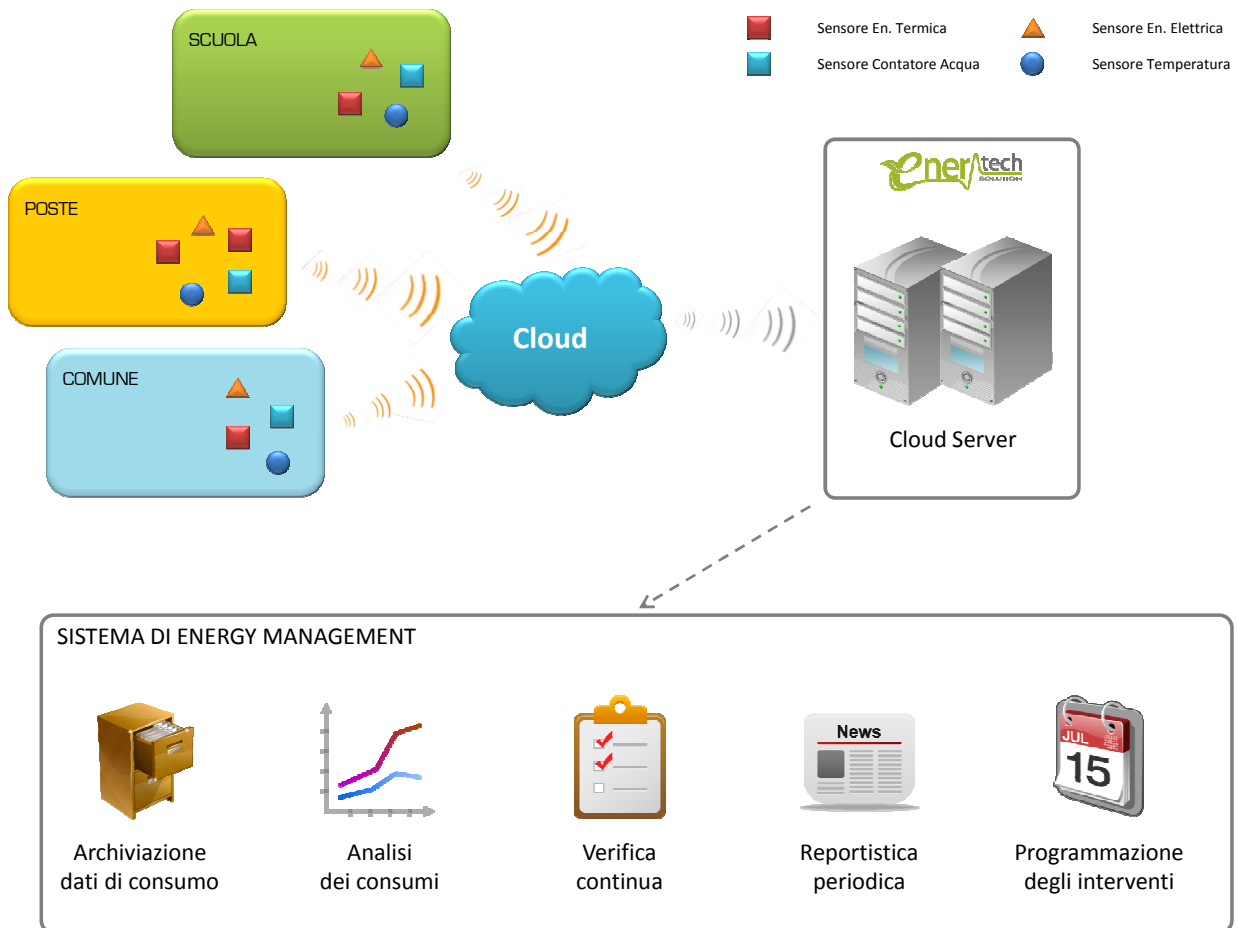
**Figura 14. Infrastruttura di monitoraggio dei consumi energetici**

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 15) 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.

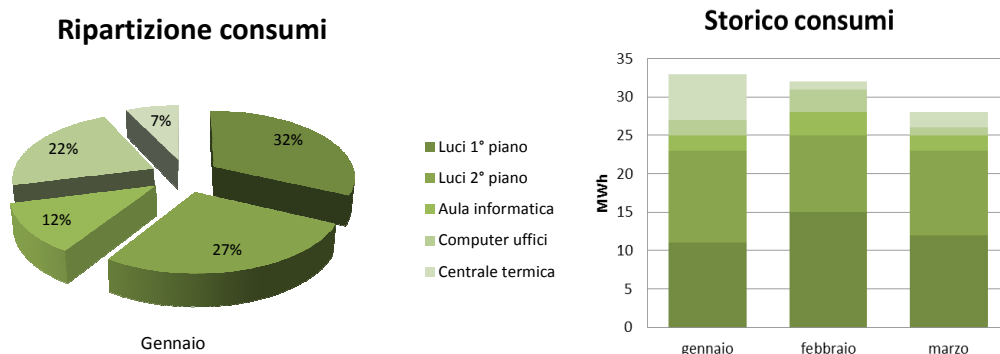




**Figura 15. Infrastruttura di raccolta ed elaborazione dei dati di consumo**

**Utilizzo dell'infrastruttura di monitoraggio**

Un esempio di applicazione delle analisi energetiche con strumenti tecnologici appropriati, è riportata in Figura 16. 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 16. 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 17). 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 17, 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.

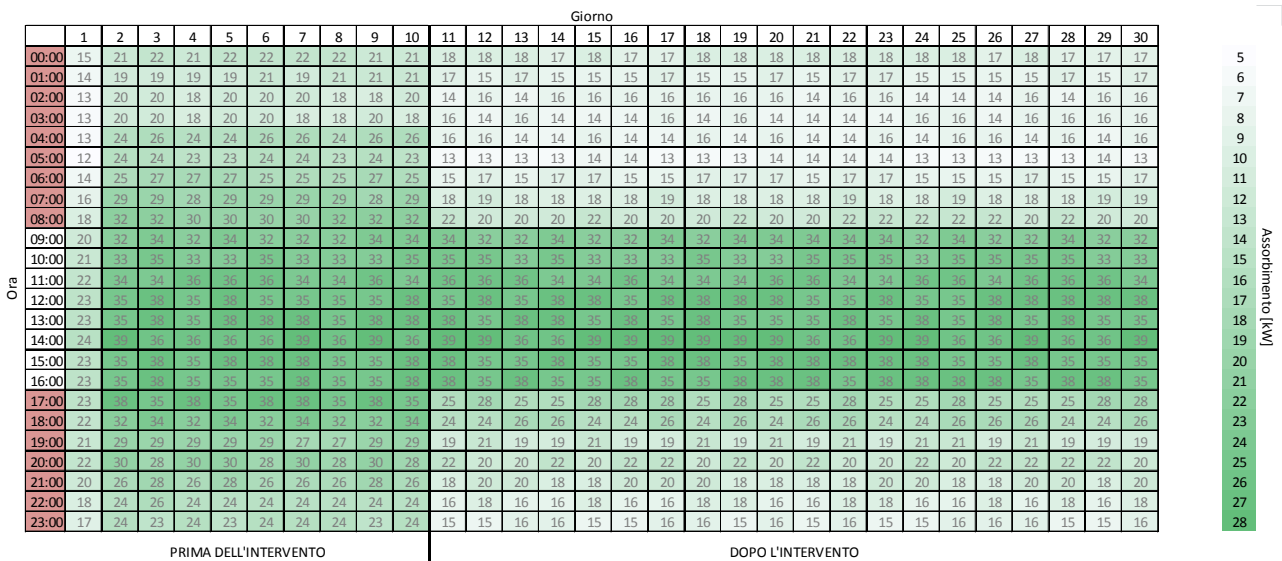


Figura 17. Diagramma spettrale

### 3.2.4 Avvio di un sistema di 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 18):

- 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.

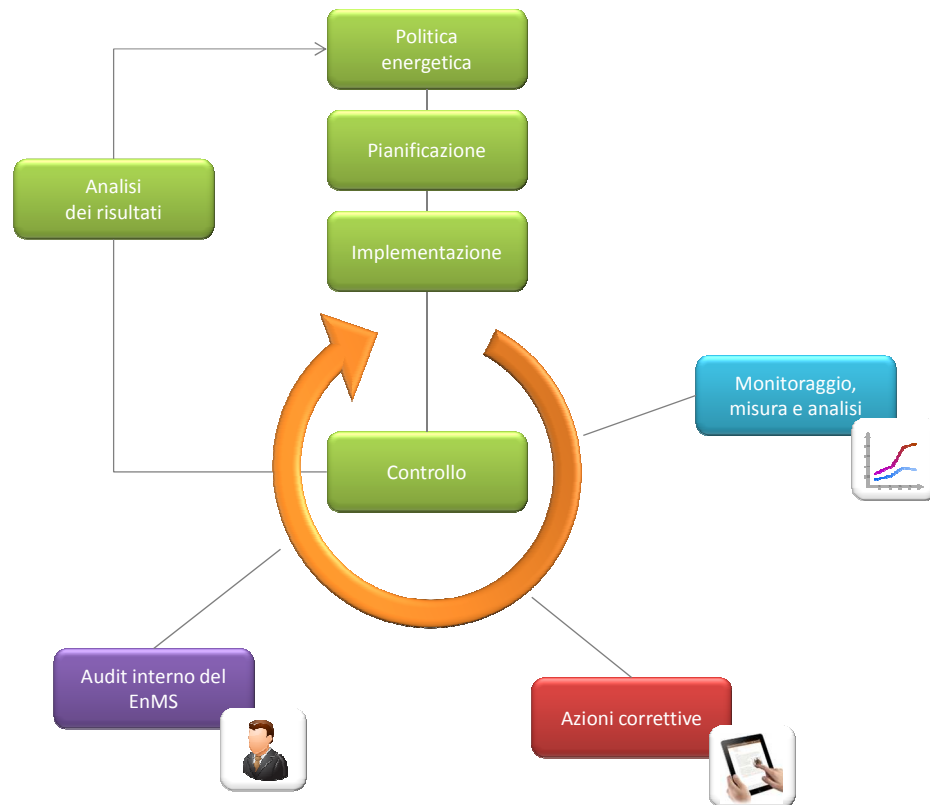


**Figura 18. Ciclo Deming**

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 19 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 19. 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: <b>Copertura</b></p> <p>Descrizione: Copertura in latero-cemento e legno</p> <p>Tipologia: Copertura</p> <p>Disposizione: Orizzontale</p> <p>Spessore: 325,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 1,698 W/(m<sup>2</sup>K)</p> <p>Resistenza R: 0,589 (m<sup>2</sup>K)/W</p> <p>Massa: 180 Kg/m<sup>2</sup></p> <p>Fonte: <b>Rilievo in sito</b></p>	
--	--

#### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività $\lambda$ W/(mK)	Resistenza $R$ (m <sup>2</sup> K)/W	Densità $\rho$ Kg/m <sup>3</sup>	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore $\mu_a$	Fattore $\mu_u$
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m3)	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	10,7	10,7
B	Solaio	160,0	0,650	0,246	250	0,85	3,2	3,2
C	Aria 100 mm (flusso verticale ascendente, aperture < 500 mm2)	100,0	0,630	0,159	1	1,00	1,0	1,0
D	Ardesia (2800 kg a m3)	50,0	2,200	0,023	2.800	1,00	1.000,0	800,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	<b>TOTALE</b>	<b>325,0</b>		<b>0,589</b>				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m<sup>2</sup>K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/W

**CONDIZIONI AL CONTORNO**

<i>CONDIZIONE</i>	<i>Temperatura interna T<sub>i</sub></i> °C	<i>Pressione parziale interna P<sub>i</sub></i> Pa	<i>Temperatura esterna T<sub>e</sub></i> °C	<i>Pressione parziale esterna P<sub>e</sub></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: 1,659 kg/m <sup>2</sup> , 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

## Solaio contro terra

### DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: <b>Solaio contro terra</b></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: 1,638 W/(m<sup>2</sup>K)</p> <p>Resistenza R: 0,610 (m<sup>2</sup>K)/W</p> <p>Massa: 848 Kg/m<sup>2</sup></p> <p>Fonte: <b>Rilievo in sito</b></p>	
--	--

### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività $\lambda$ W/(mK)	Resistenza $R$ (m <sup>2</sup> K)/W	Densità $\rho$ Kg/m <sup>3</sup>	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore $\mu_a$	Fattore $\mu_u$
	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)	100,0	0,810	0,123	1.600	0,88	21,3	21,3
C	Calcestruzzo normale esterno (2200 kg a m3)	150,0	1,612	0,093	2.200	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	-	-	-	-
	<b>TOTALE</b>	<b>460,0</b>		<b>0,610</b>				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 5,880 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,170 (m<sup>2</sup>K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/W

**CONDIZIONI AL CONTORNO**

<i>CONDIZIONE</i>	<i>Temperatura interna T<sub>i</sub></i> °C	<i>Pressione parziale interna P<sub>i</sub></i> Pa	<i>Temperatura esterna T<sub>e</sub></i> °C	<i>Pressione parziale esterna P<sub>e</sub></i> 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 $\Delta P$ : 392,778 Pa
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: 0,000 kg/m <sup>2</sup> , 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: <b>Parete esterna</b></p> <p>Descrizione: Parete in pietra naturale</p> <p>Tipologia: Parete</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 430,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 3,102 W/(m<sup>2</sup>K)</p> <p>Resistenza R: 0,322 (m<sup>2</sup>K)/W</p> <p>Massa: 1.227 Kg/m<sup>2</sup></p> <p>Fonte: <b>Rilievo in sito</b></p>	<p>A - Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m<sup>3</sup>)</p> <p>B - Muratura in pietra naturale (3000kg a m<sup>3</sup>)</p> <p>C - Malta di calce e cemento (1800 kg a m<sup>3</sup>)</p>
--	--

### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività $\lambda$ W/(mK)	Resistenza $R$ (m <sup>2</sup> K)/W	Densità $\rho$ Kg/m <sup>3</sup>	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore $\mu_a$	Fattore $\mu_u$
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m <sup>3</sup> )	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	10,7	10,7
B	Muratura in pietra naturale (3000kg a m <sup>3</sup> )	400,0	3,500	0,114	3.000	0,84	160,0	160,0
C	Malta di calce e cemento (1800 kg a m <sup>3</sup> )	15,0	0,900	0,017	1.800	0,84	23,5	23,5
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	<b>TOTALE</b>	<b>430,0</b>		<b>0,322</b>				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m<sup>2</sup>K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/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

	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 $\Delta P: 0 \text{ Pa}$
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a: $1,610 \text{ kg/m}^2$ , 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 finestra Bar

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Porta finestra Bar**

Descrizione: Serramento in alluminio con doppio vetro

Larghezza: 90 cm

Altezza : 215 cm

Spessore superiore del telaio: 5 cm

Spessore inferiore del telaio: 15 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: 1

Spessore divisioni orizzontali: 14 cm

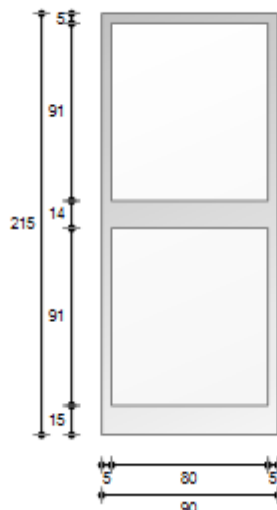
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro  $A_g$ : 1,448 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 0,487 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 1,935 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 6,820 m



### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

#### Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare  $g$ : 0,675

Emissività  $\epsilon$ : 0,837

Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : 3,300 W/(m<sup>2</sup> K)

#### Telaio

Materiale: Metallo

Tipologia telaio: Con taglio termico

Spessore  $s_f$ : 4 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 3,860 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : 0,080 W/(m K)

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

**Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ : 3,723 W/(m<sup>2</sup> K)**

## Porta finestra Bar retro

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Porta finestra Bar retro**

Descrizione: Serramento in ferro con vetro singolo

Larghezza: 90 cm

Altezza : 215 cm

Spessore superiore del telaio: 5 cm

Spessore inferiore del telaio: 100 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

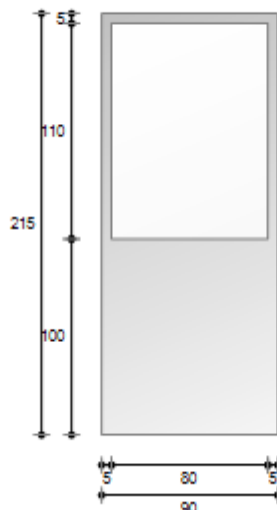
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro  $A_g$ : 0,880 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 1,055 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 1,935 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 3,800 m



### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

#### Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Vetro singolo

Coefficiente di trasmissione solare  $g$ : 0,765

Emissività  $\epsilon$ : 0,837

Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)

#### Telaio

Materiale: Metallo

Tipologia telaio: Senza taglio termico

Spessore sf: 0 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : 0,000 W/(m K)

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

**Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)**

## Porta finestra spogliatoi

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Porta finestra spogliatoi**

Descrizione: Serramento in ferro con vetro singolo

Larghezza: 173 cm

Altezza : 216 cm

Spessore superiore del telaio: 5 cm

Spessore inferiore del telaio: 100 cm

Spessore sinistro del telaio: 5 cm

Spessore destro del telaio: 5 cm

N° divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 10 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

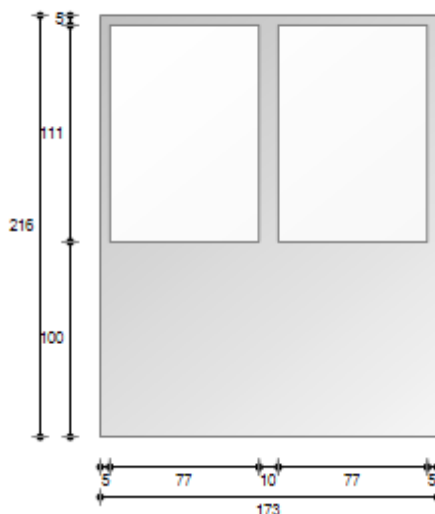
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro  $A_g$ : 1,698 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 2,039 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 3,737 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 7,500 m



### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

#### Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Vetro singolo

Coefficiente di trasmissione solare  $g$ : 0,765

Emissività  $\epsilon$ : 0,837

Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)

#### Telaio

Materiale: Metallo

Tipologia telaio: Senza taglio termico

Spessore sf: 0 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : 0,000 W/(m K)

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

**Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)**

## Parete verso centrale termica

### DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: <b>Parete verso centrale termica</b></p> <p>Descrizione: Parete in laterizio di mattoni forati</p> <p>Tipologia: Parete</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 180,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 2,141 W/(m<sup>2</sup>K)</p> <p>Resistenza R: 0,467 (m<sup>2</sup>K)/W</p> <p>Massa: 240 Kg/m<sup>2</sup></p> <p>Fonte: <b>Rilievo in sito</b></p>	<p>A - Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m3)</p> <p>B - Mattone forato 120 interno</p> <p>C - Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m3)</p>
---	---

### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore mm	Conduttività $\lambda$ W/(mK)	Resistenza $R$ (m <sup>2</sup> K)/W	Densità $\rho$ Kg/m <sup>3</sup>	Capacità termica kJ/(kgK)	Fattore $\mu_a$	Fattore $\mu_u$
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m3)	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	10,7	10,7
B	Mattone forato 120 interno	150,0	0,590	0,254	1.600	0,84	8,5	8,5
C	Intonaco di calce e gesso (1400 kg a m3)	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	10,7	10,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	<b>TOTALE</b>	<b>180,0</b>		<b>0,467</b>				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m<sup>2</sup>K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/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	11,10	1.290,40
ESTIVA	18,60	1.463,50	19,40	1.747,20

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 $\Delta P: 482,683 \text{ Pa}$
	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 $\Delta P: 0 \text{ Pa}$

## Finestre bar tipo 1

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre bar tipo 1**

Descrizione: Serramento in alluminio con doppio vetro

Larghezza: 157 cm

Altezza : 125 cm

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 8 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

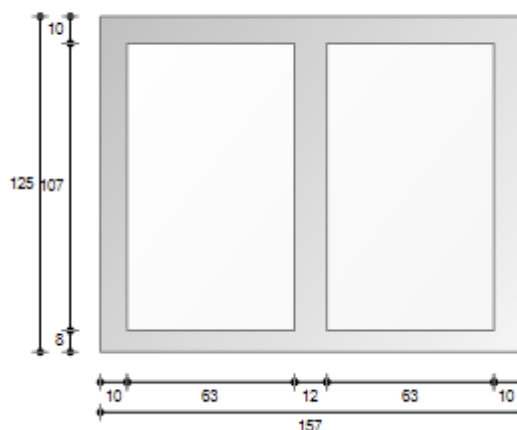
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro  $A_g$ : 1,338 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 0,625 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 1,963 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 6,780 m



### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

#### Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g: 0,675

Emissività  $\epsilon$ : 0,837

Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : 3,300 W/(m<sup>2</sup> K)

#### Telaio

Materiale: Metallo

Tipologia telaio: Con taglio termico

Spessore sf: 4 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 3,860 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : 0,080 W/(m K)

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

**Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ : 3,755 W/(m<sup>2</sup> K)**



## Finestre bar tipo 2

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre bar tipo 2**

Descrizione: Serramento in alluminio con doppio vetro

Larghezza: 125 cm

Altezza : 58 cm

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 8 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

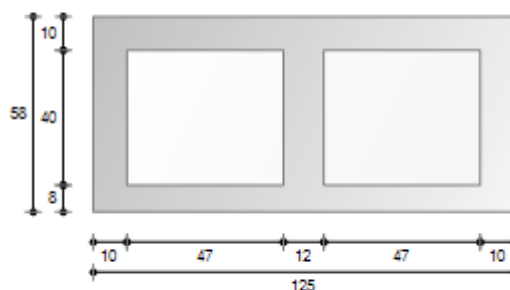
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro  $A_g$ : 0,372 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 0,353 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 0,725 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 3,460 m



### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

#### Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare g: 0,675

Emissività  $\epsilon$ : 0,837

Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : 3,300 W/(m<sup>2</sup> K)

#### Telaio

Materiale: Metallo

Tipologia telaio: Con taglio termico

Spessore sf: 4 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 3,860 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : 0,080 W/(m K)

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

**Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ : 3,954 W/(m<sup>2</sup> K)**

## Finestre bar tipo 3

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre bar tipo 3**

Descrizione: Serramento in alluminio con doppio vetro

Larghezza: 158 cm

Altezza : 159 cm

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 8 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

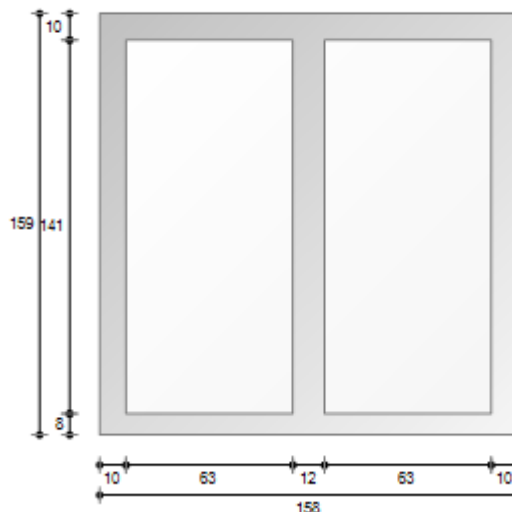
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro  $A_g$ : 1,777 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 0,736 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 2,512 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 8,160 m



### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

#### Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Coefficiente di trasmissione solare  $g$ : 0,675

Emissività  $\epsilon$ : 0,837

Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : 3,300 W/(m<sup>2</sup> K)

#### Telaio

Materiale: Metallo

Tipologia telaio: Con taglio termico

Spessore  $s_f$ : 4 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 3,860 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : 0,080 W/(m K)

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

**Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ : 3,724 W/(m<sup>2</sup> K)**

## Finestre spogliatoi tipo 1

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre spogliatoi tipo 1**

Descrizione: Serramento in ferro con vetro singolo

Larghezza: 60 cm

Altezza : 55 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

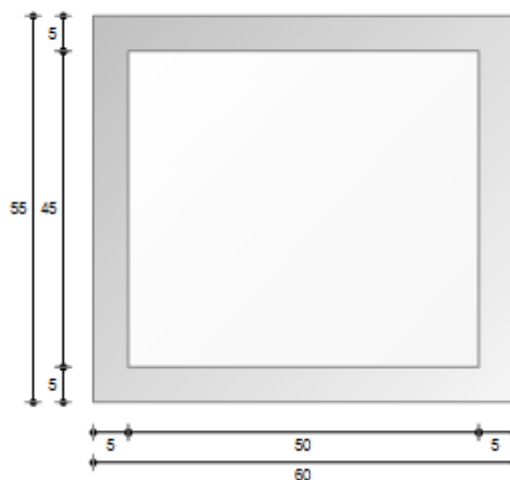
Fonte: Rilievo in sito

Area del vetro  $A_g$ : 0,225 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 0,105 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 0,330 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 1,900 m



### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

#### Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Vetro singolo

Coefficiente di trasmissione solare  $g$ : 0,765

Emissività  $\epsilon$ : 0,837

Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)

#### Telaio

Materiale: Metallo

Tipologia telaio: Senza taglio termico

Spessore sf: 0 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : 0,000 W/(m K)

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

**Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)**

## Finestre spogliatoi tipo 2

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre spogliatoi tipo 2**

Descrizione: Serramento in ferro con vetro singolo

Larghezza: 105 cm

Altezza : 55 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: 1

Spessore divisioni verticali: 5 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

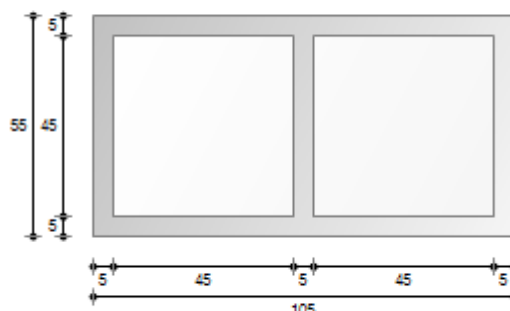
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro  $A_g$ : 0,405 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 0,173 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 0,578 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 3,600 m



### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

#### Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Vetro singolo

Coefficiente di trasmissione solare  $g$ : 0,765

Emissività  $\epsilon$ : 0,837

Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)

#### Telaio

Materiale: Metallo

Tipologia telaio: Senza taglio termico

Spessore sf: 0 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : 0,000 W/(m K)

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

**Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)**

## Finestre spogliatoi tipo 3

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre spogliatoi tipo 3**

Descrizione: Serramento in ferro con vetro singolo

Larghezza: 240 cm

Altezza : 55 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: 2

Spessore divisioni verticali: 5 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

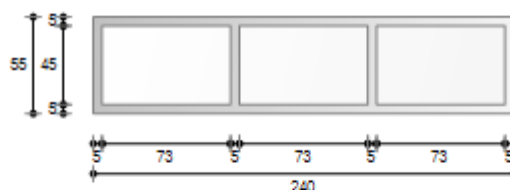
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro  $A_g$ : 0,990 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 0,330 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 1,320 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 7,100 m



### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

#### Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Vetro singolo

Coefficiente di trasmissione solare  $g$ : 0,765

Emissività  $\epsilon$ : 0,837

Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)

#### Telaio

Materiale: Metallo

Tipologia telaio: Senza taglio termico

Spessore sf: 0 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : 0,000 W/(m K)

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

**Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)**

## Finestre spogliatoi tipo 4

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre spogliatoi tipo 4**

Descrizione: Serramento in ferro con vetro singolo

Larghezza: 30 cm

Altezza : 55 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  $A_g$ : 0,090 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 0,075 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 0,165 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 1,300 m



### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

#### Vetro

Nome del vetro:

Tipologia vetro: Vetro singolo

Coefficiente di trasmissione solare  $g$ : 0,765

Emissività  $\epsilon$ : 0,837

Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)

#### Telaio

Materiale: Metallo

Tipologia telaio: Senza taglio termico

Spessore  $s_f$ : 0 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : 0,000 W/(m K)

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

**Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ : 5,900 W/(m<sup>2</sup> K)**