



**Per**



**COMUNE DI MORGEX**

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

**Bar du Chalet  
Strada La Ruine 5 – 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 .....	8
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 .....	16
3	Diagnosi energetica.....	18
3.1	Diagnosi energetica dell’edificio .....	18
3.1.1	Parametri caratterizzanti la zona termica .....	18
3.1.2	Involucro edilizio .....	18
3.1.3	Indici di prestazione energetica .....	21
3.2	Possibili interventi migliorativi e valutazione dei benefici .....	22
3.2.1	Inserimento di una regolazione di tipo ambiente .....	22
3.2.2	Installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi termici ed elettrici .....	23
3.2.3	Avvio di un sistema 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 Bar du Chalet sito a Morgex in Strada La Ruine 5.

### 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 Bar du Chalet è un edificio avente volumetria di 262 m<sup>3</sup> realizzato attorno all'anno 2000. Pareti perimetrali e copertura sono in legno, il solaio contro terra in cemento su vespaio di ghiaia ed i serramenti in legno con vetro singolo. L'impianto di riscaldamento è alimentato da una caldaia modulante a metano coadiuvata da una stufa a pellet.

Principale responsabile dell'inefficienza dell'involucro edilizio è il solaio contro terra.

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 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.**

Poiché l'assenza di una regolazione di tipo ambiente diminuisce nettamente il rendimento dell'impianto, si propone l'installazione di 6 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	6	480 - 600	10	200	2 - 3

### 1.3 Riferimenti

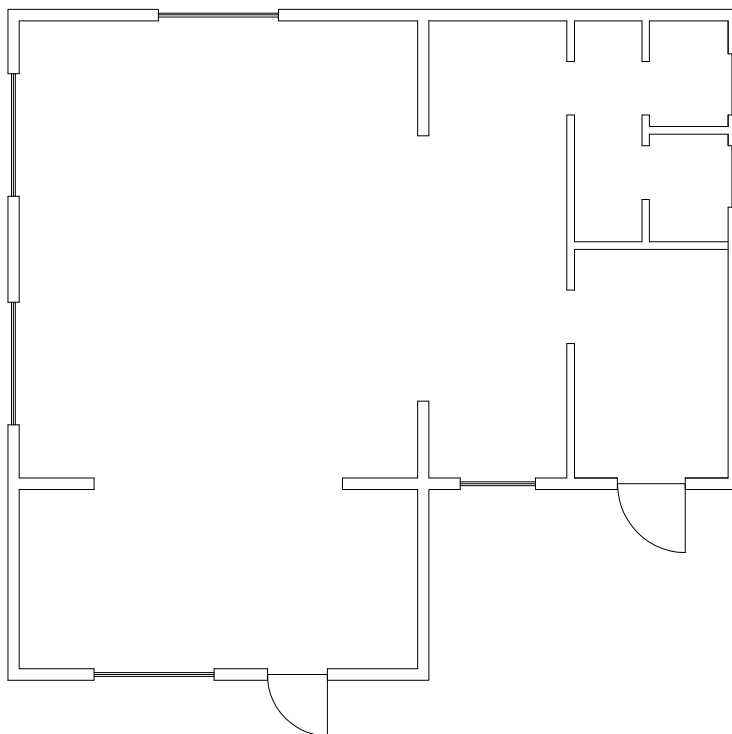
- [1] Offerta per diagnosi e certificazione degli edifici sul territorio comunale – Offerta EnerTech Solution a Comune di Morgex del 27 dicembre 2011.
- [2] Disciplinare di incarico ad EnerTech Solution per servizi attinenti al rilevamento ed elaborazione di audit energetici. Progetto PIT H3 “Mont Blanc 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 Bar du Chalet è sito a Morgex in Strada la Ruine 5. L'edificio, realizzato attorno all'anno 2000, è inserito all'interno del parco pubblico "Parco Pineta" ed offre servizio bar e ristorazione.



**Figura 1 - Planimetria dell'edificio**

### 2.1 Inquadramento generale

DATI GENERALI	
Edificio	Bar
Comune	Morgex
Indirizzo	Strada la Ruine 5
Epoca di costruzione	1992-2005
Classificazione PRGC	F3
Classificazione D.Lgs 412/93	E.4
Dati catastali	Foglio: 18; Mappale: 646; Subalterno: 0



**Figura 2 - Prospetto Nord**



**Figura 3 - Prospetto Est**



**Figura 4 - Prospetto Sud**



Figura 5 - Prospetto Ovest

UBICAZIONE	
Latitudine	45° 45' 23" N
Longitudine	7° 2' 58" E
Altitudine	933 s.l.m.
Esposizione versante	SO
Gradi giorno	3617
Orientamento edificio	E-O

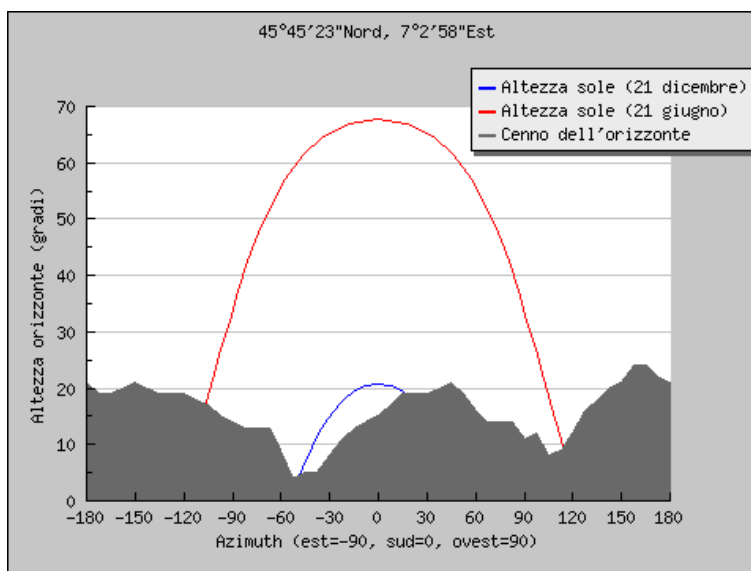


Figura 6 - Orizzonte solare

DESCRIZIONE	
Destinazione d'uso	Bar
Tipologia edilizia	Edificio singolo
Tipologia costruttiva	Struttura in legno
Superficie utile	68 m <sup>2</sup>

DESCRIZIONE	
Superficie disperdente	285,2 m <sup>2</sup>
Volume netto riscaldato	207 m <sup>3</sup>
Volume lordo riscaldato	262 m <sup>3</sup>
Rapporto S/V	1,09 1/m

## 2.2 Caratteristiche dell'involucro edilizio

Il bar presenta differenti tecnologie costruttive per le chiusure opache verticali ed orizzontali contro il terreno. Le chiusure opache verticali rivolte verso l'esterno e la copertura sono realizzate in legno. Il solaio contro terra è in cemento armato con vespaio in ghiaia. I serramenti, aventi morfologia differente, sono tutti in legno con vetro singolo ed oscuramento esterno realizzato tramite persiane in legno.

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	0,930
Solaio contro terra	2,132
Parete esterna	0,704
Porta cucina	1,704
Porta finestra ingresso	3,021
Finestre bar tipo 1	3,055
Finestre bar tipo 2	2,998
Finestre bagni	2,160
Lucernario	3,751

**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

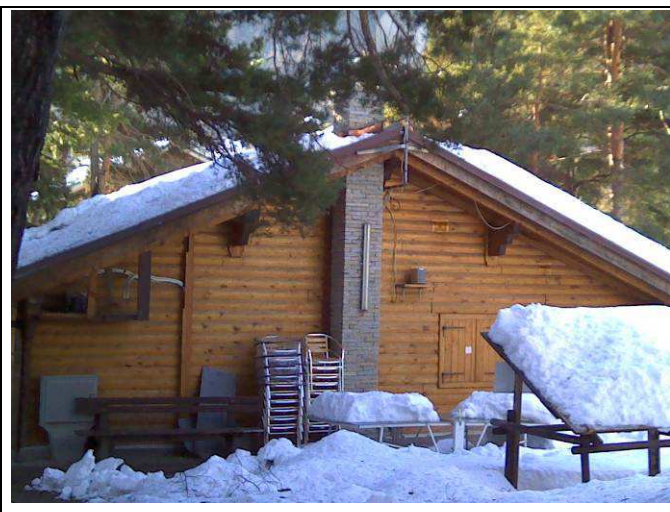
L'analisi termografica ha evidenziato la presenza di discontinuità termiche di non trascurabile entità localizzate in modo continuo ed omogeneo lungo i quattro prospetti. Le dispersioni identificate sono imputabili alla differenza di spessore tra gli elementi che costituiscono l'involucro edilizio.

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

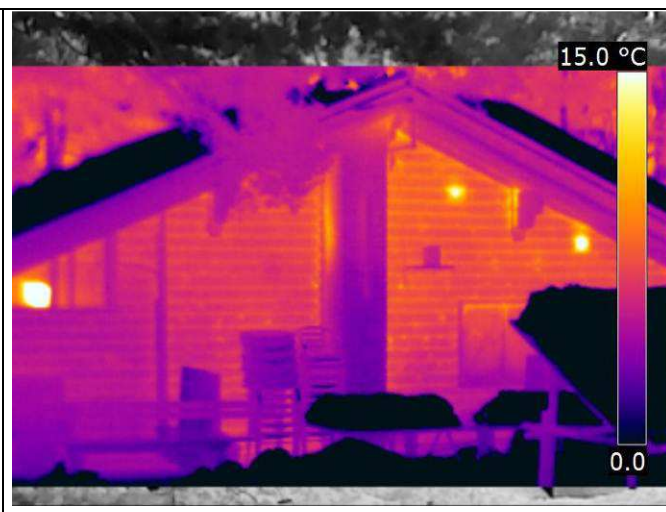


## Prospetto Nord

### RIFERIMENTO FOTOGRAFICO



### RESPONSO TERMOCAMERA

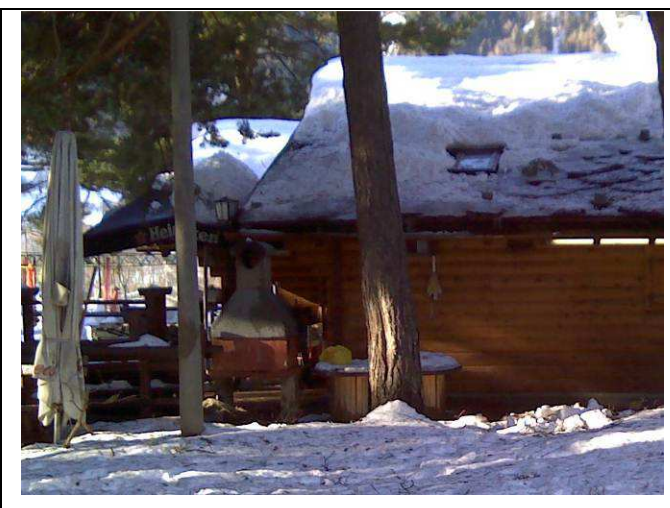


### CONSIDERAZIONI E COMMENTI

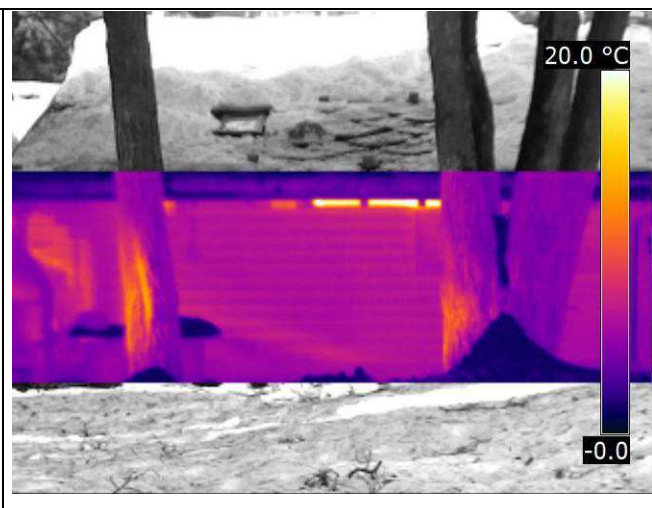
Si rileva una discontinuità termica lungo la linea di giunto tra le singole travi in legno che compongono la parete perimetrale e tra la copertura in legno e la parete perimetrale stessa. Tali variazioni di temperatura sono causate dalla differenza di spessore che si genera nei punti di giunzione degli elementi.

## Prospetto Est

### RIFERIMENTO FOTOGRAFICO



### RESPONSO TERMOCAMERA



### CONSIDERAZIONI E COMMENTI

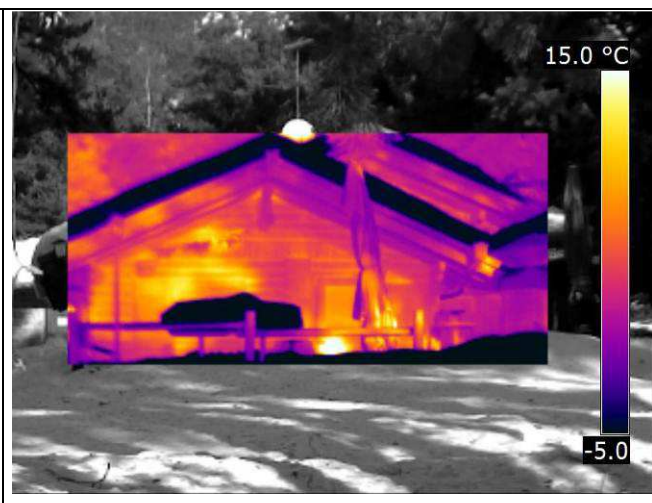
Si rileva una discontinuità termica lungo la linea di giunto tra le singole travi in legno che compongono la parete perimetrale e tra la copertura in legno e la parete perimetrale stessa. Un manto omogeneo di neve impedisce il rilievo di qualsiasi anomalia presente sulla copertura.

## Prospetto Sud

### RIFERIMENTO FOTOGRAFICO



### RESPONSO TERMOCAMERA



### CONSIDERAZIONI E COMMENTI

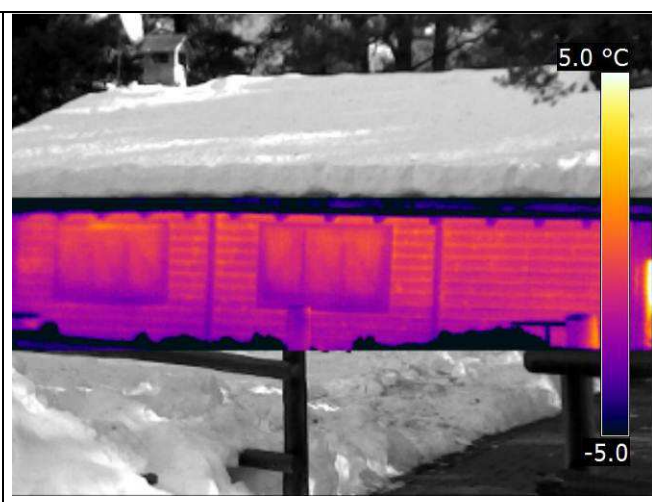
Si rileva una discontinuità termica lungo la linea di giunto tra le singole travi in legno che compongono la parete perimetrale, dovuta alla differenza di spessore delle travi che compongono la parete stessa. In corrispondenza dei serramenti, si identifica un aumento della temperatura superficiale.

## Prospetto Ovest

### RIFERIMENTO FOTOGRAFICO



### RESPONSO TERMOCAMERA



### CONSIDERAZIONI E COMMENTI

Si rileva una discontinuità termica lungo la linea di giunto tra le singole travi in legno che compongono la parete perimetrale e tra il serramento in legno e la parete perimetrale stessa. Le variazioni di temperatura sono imputabili anche in questo caso alla variazione di spessore.

## 2.4 Caratteristiche impiantistiche

### 2.4.1 Impianto termico

Il bar 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 murale modulante alimentata a metano; in aggiunta alla caldaia a metano vi è una stufa a pellet impiegata per il solo riscaldamento.

L'impianto termico è a conduzione continua privo di attenuazione nelle ore notturne; la regolazione è del 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 bar non presenta alcun impianto per la climatizzazione estiva.

Ad essere alimentata con fonti energetiche rinnovabili è la sola stufa a pellet.

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	Family Kiss 35
Potenza termica utile	32,4 kW
Fluido termovettore	Acqua
Uso	Riscaldamento e ACS
Rendimento medio di generazione	93,7%

GENERATORE DI CALORE	
Marca	Villeneuve stufe
Modello	-
Potenza termica utile	2 kW (calcolato)
Fluido termovettore	Aria
Uso	Riscaldamento
Rendimento medio di generazione	0,65 (calcolato)

CONDUZIONE	
Tipologia	Continua
Orari	12:00 – 23:00
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	6	682 W/cad



Figura 7 - Caldaia a metano



Figura 8 - Stufa a pellet

### 2.4.2 Impianto elettrico

L'impianto elettrico a servizio del bar 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 videogiochi. 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
Piastra elettrica	2	4200 W
Forno	2	3540 W
Frigorifero	2	6000 W
Macchina caffè	1	4000 W
Lavastoviglie	1	2000 W
Macchina ghiaccio	1	320 W
	13	

UTENZA INTERNA		
Tipologia	Numero	Potenza totale assorbita
Televisore	1	100 W
Casse audio	4	800 W
Videogiochi	5	2250 W

ILLUMINAZIONE INTERNA		
Tipologia Lampada	Numero	Potenza totale assorbita
Neon 1x58W	2	116 W
Neon 1x36 W	3	108 W
Neon 2x36 W	1	72 W
Neon 20 W	17	340 W

## 2.5 Analisi energetiche e dei consumi

### 2.5.1 Impianto termico

Il sistema impiantistico a servizio del bar è alimentato da una caldaia modulante a metano avente potenza di 32,4 kW coadiuvata da una stufa a pellet avente potenza di circa 2 kW.

Non è stato possibile reperire alcun dato inerente il consumo in kWh di entrambi i generatori di calore; si è però ricevuta un'indicazione della spesa annua imputabile al riscaldamento a metano ed al consumo di pellet. L'attuale affittuario dichiara una spesa di circa 800 €/anno per il riscaldamento a metano ed il consumo di un bancale di pellet<sup>1</sup> all'anno.

METANO	
Unità di misura	m <sup>3</sup>
Potere calorifico	1 m <sup>3</sup> metano = 9,74 kWh
Utilizzo	Riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria

METANO					
Anno	Consumo metano [m <sup>3</sup> ]	kWh equivalenti	CO <sub>2</sub> prodotta [kg]	Costi sostenuti [€]	Costo per kWh [€/kWh]
2010	1000	9740	2649,28	800	0,0821

Il potere calorifico del pellet di legno è funzione del tipo di legno utilizzato; assumiamo che il pellet impiegato sia prodotto a partire dal legno di abete.

FONTI RINNOVABILI - PELLETT	
Unità di misura	kg

<sup>1</sup> Un bancale di pellet equivale a 70 sacchi da 15 kg/cad

FONTI RINNOVABILI - PELLETT	
Potere calorifico	1 kg pellet = 5,1 kWh
Utilizzo	Riscaldamento

FONTI RINNOVABILI - PELLETT					
Anno	Consumo pellet [kg]	kWh equivalenti	CO <sub>2</sub> prodotta [kg]	Costi sostenuti [€]	Costo per kWh [€/kWh]
2010	1050	5355	74,97	273	0,0510

In Tabella 2 si riportano gli indici di consumo dell'edificio per l'anno 2010 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 2010	5 ottobre - 22 aprile	262,00	15095	57,61
Calcolato	5 ottobre - 22 aprile		47093	179,74

**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. In particolare si è ipotizzato che l'impianto funzioni per dodici ore, dalle 12:00 alle 23:00 delle quali sei a pieno regime, e sei impiegando solo il 30% della potenza. Sei ore al 30% della potenza complessiva equivalgono a 1,8 ore di potenza attenuata. A consentirci di effettuare tale supposizione in merito alle ore di funzionamento è il sistema di modulazione della potenza presente all'interno del generatore di calore.

Descrizione	Consumi [kWh]	Giorni di riscaldamento	Consumo giornaliero [kWh/giorno]	Ore riscaldamento/giorno	Consumo orario [kWh/ora]
Anno 2010	15095	200	75,48	7,8	9,68
Calcolato	52033	200	260,17	24	10,84

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

Eseguendo un confronto su base oraria si colma 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

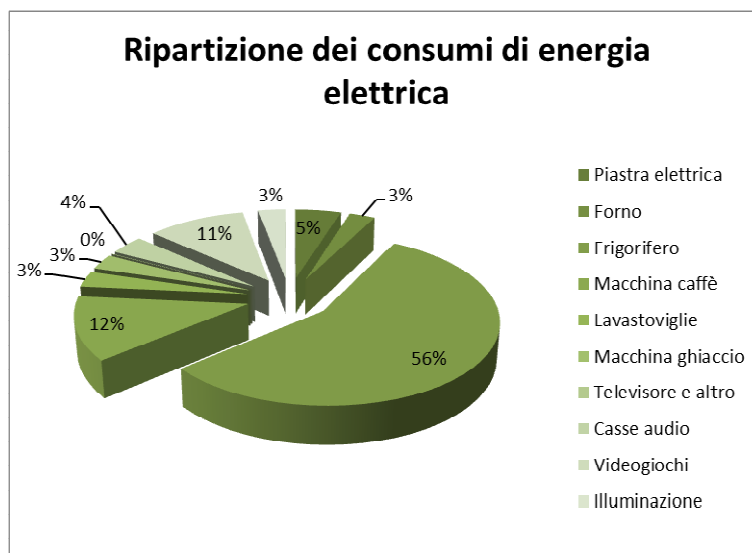
Non è stato possibile reperire alcun dato inerente il consumo elettrico del bar durante gli anni passati; l'attuale affittuario dichiara però di sostenere una spesa di 400 €/mese. Applicando le tariffe per il kWh elettrico dell'anno 2010<sup>2</sup> si è ricavata una stima del consumo elettrico stesso.

Si è utilizzato un fattore di conversione pari 616 g di CO<sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> prodotta [kg]	Costi sostenuti [€]	Costo per kWh [€/kWh]
2010	9145,48	5633,61	4800	0,525

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 verificare come si ripartiscano i consumi di energia elettrica nel corso di un anno. In Figura 9 è possibile visualizzare la ripartizione annua dei consumi in funzione dell'utenza.



**Figura 9 - 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, si dimostra uno degli elementi più performanti allacciati all'impianto.

<sup>2</sup> <http://www.autorita.energia.it/it/eletricita/schede/distr2011.htm> (gennaio 2012)



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 262 m<sup>3</sup> comprendente bar, cucina e bagni. Le dispersioni riscontrate avvengono verso l'esterno ed il terreno; non vi sono quindi zone termiche non riscaldate. Il riscaldamento è di tipo autonomo, alimentato da una caldaia modulante a metano coadiuvata da una stufa a pellet.

##### 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%

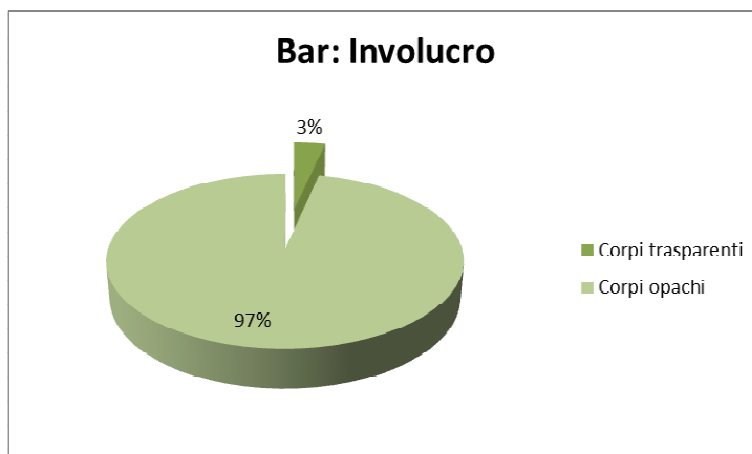
##### 3.1.2 Involucro edilizio

Le potenza dissipata per trasmissione attraverso le strutture disperdenti che delimitano l'involucro edilizio è pari a 9,5 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 10, Figura 11, Figura 12 e Figura 13 mostrano le percentuali di involucro trasparente e opaco e le dispersioni ad essi associate.

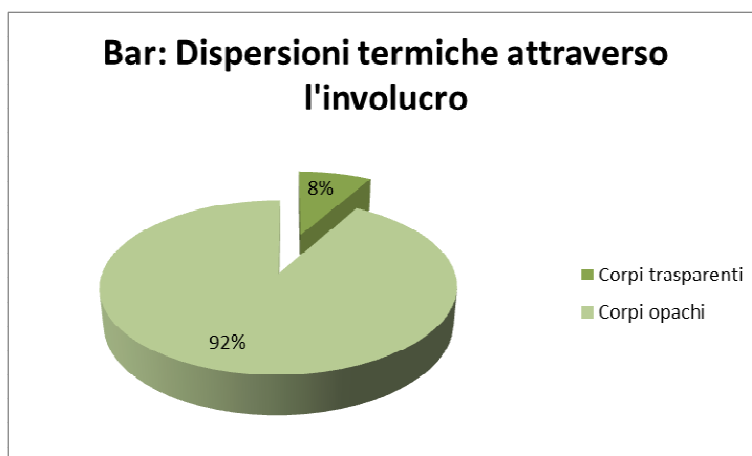
Descrizione	Superficie totale [m <sup>2</sup> ]	Trasmittanza media W/[m <sup>2</sup> K]	Potenza dissipata in condizioni minime di progetto [W]	Coefficiente di dispersione termica [W/K]
Corpi trasparenti	9,8	2,96	1.269	29,02
Trasparenti/Totale	3,43%		13,36%	8,22%
Corpi opachi	275,50	1,18	8.228	324,11
Opachi/Totale	96,57%		86,64%	91,78%

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



**Figura 10 - STRUTTURE DISPUDENTI DELIMITANTI L'INVOLUCRO**

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

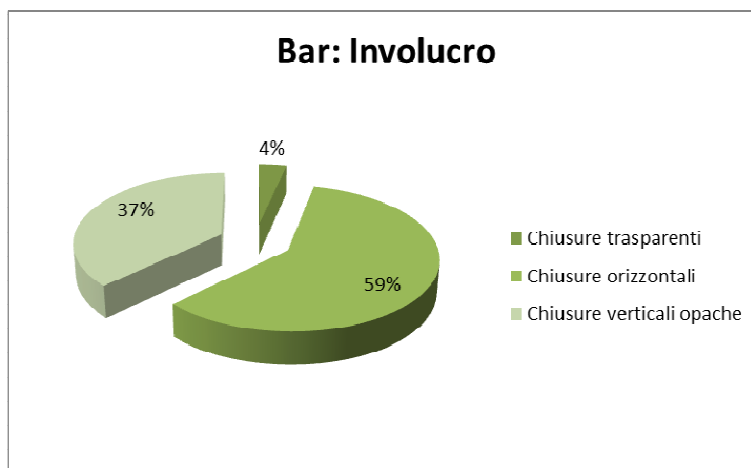


**Figura 11 - DISPERSIONE TERMICA**

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

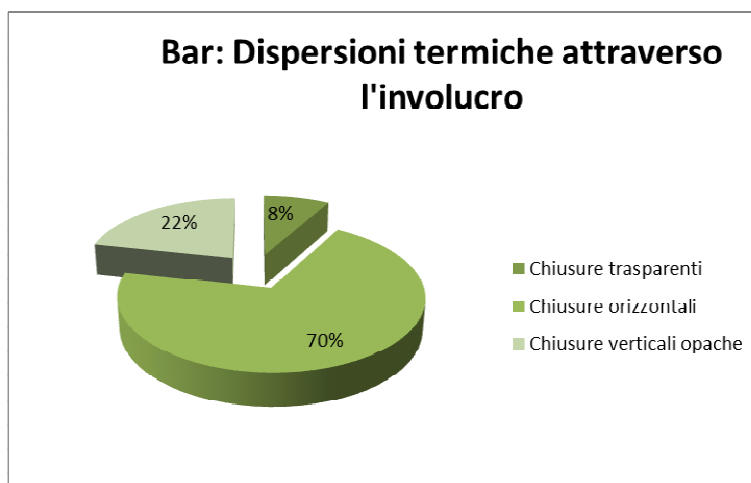
Descrizione	Superficie totale [m <sup>2</sup> ]	Trasmittanza media W/[m <sup>2</sup> K]	Potenza dissipata in condizioni minime di progetto [W]	Coefficiente di dispersione termica attraverso l'involucro [W/K]
Chiusure trasparenti	9,8	2,96	1.269	29,02
Trasparenti/Totale	3,43%		13,36%	8,22%
Chiusure orizzontali	169,50	1,46	4.672	247,79
Orizzontali/Totale	59,41%		49,19%	70,17%
Chiusure verticali opache	106	0,72	3.556	76,32
Verticali/Totale	37,15%		37,44%	21,61%

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



**Figura 12 - CHIUSURE DISPREDENTI DELIMITANTI L'INVOLUCRO**

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



**Figura 13 - 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 verticali opache con prestazioni non negative, poiché il 37% della superficie impiegata è responsabile del 22% delle dispersioni. L'elemento meno performante, principale responsabile del 70% di dispersione associata alle chiusure orizzontali, è il solaio contro terra, caratterizzato da una trasmittanza termica di  $2,132 \text{ W/m}^2\text{K}$  (cfr. paragrafo 2.2)

### 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 14).

INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA		
$E_{p_i \text{ lim}}$	25,1 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.
$E_{p_i}$	179,74 kWh/m <sup>3</sup> anno	Indice di prestazione energetica per climatizzazione invernale
$E_{p_{acs}}$	18,85 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
$E_{p_{ill}}$	15,3 kWh/m <sup>3</sup> anno	Indice di prestazione energetica per l'illuminazione artificiale
$E_{p_{gl}}$	213,89 kWh/m <sup>3</sup> anno	Indice di prestazione energetica globale, dato dalla somma di $E_{p_i}$ , $E_{p_{acs}}$ , $E_{p_e}$ , $E_{p_{ill}}$
$\eta_{gl,i}$	0,69	Rendimento globale medio stagionale per climatizzazione invernale
$\eta_{gl,acs}$	0,71	Rendimento globale medio stagionale per produzione di acqua calda sanitaria
$\eta_{gl,e}$	0,0	Rendimento globale medio stagionale per climatizzazione estiva
$\eta_{gl,ill}$	0,45	Rendimento globale medio stagionale per l'illuminazione artificiale
CO <sub>2</sub>	58,18 kg/m <sup>3</sup> anno	Emissioni di CO <sub>2</sub>
En	5342 m <sup>3</sup>	Consumo annuo nominale di metano 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 7,2 volte inferiore a quello calcolato per il bar.

L'edificio in analisi eccede del 720% il valore limite.

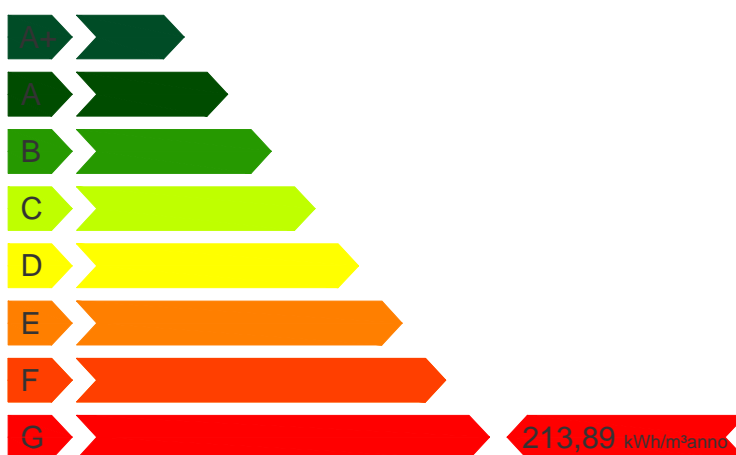


Figura 14 - CLASSIFICAZIONE ENERGETICA

### 3.2 Possibili interventi migliorativi e valutazione dei benefici

L'analisi dello stato di fatto del bar ha evidenziato tre criticità:

- 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:

- 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 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 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 6 apparecchi presenti (cfr. paragrafo 2.4.1) il fabbricato compirebbe un salto di classe dall'attuale classe G alla 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 [%]
$E_{p,lim}$	16,65 kWh/m <sup>3</sup> anno	16,65 kWh/m <sup>3</sup> anno	-
$E_{p,i}$	179,74 kWh/m <sup>3</sup> anno	159,02 kWh/m <sup>3</sup> anno	12%
$E_{p,gl}$	213,89 kWh/m <sup>3</sup> anno	193,19 kWh/m <sup>3</sup> anno	10%
$\eta_{gl,i}$	0,69	0,78	12%
CO <sub>2</sub>	58,18 kg/m <sup>3</sup> anno	52,54 kg/m <sup>3</sup> anno	10%
En	5342 m <sup>3</sup>	4785 m <sup>3</sup>	10%

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 6 radiatori si attesta tra i 480 € ed i 600 €.

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 7,8 ore al giorno. 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 200 €.

Il tempo di ammortamento varia tra i due ed i tre 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	6	480 - 600	10	200	2 - 3

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

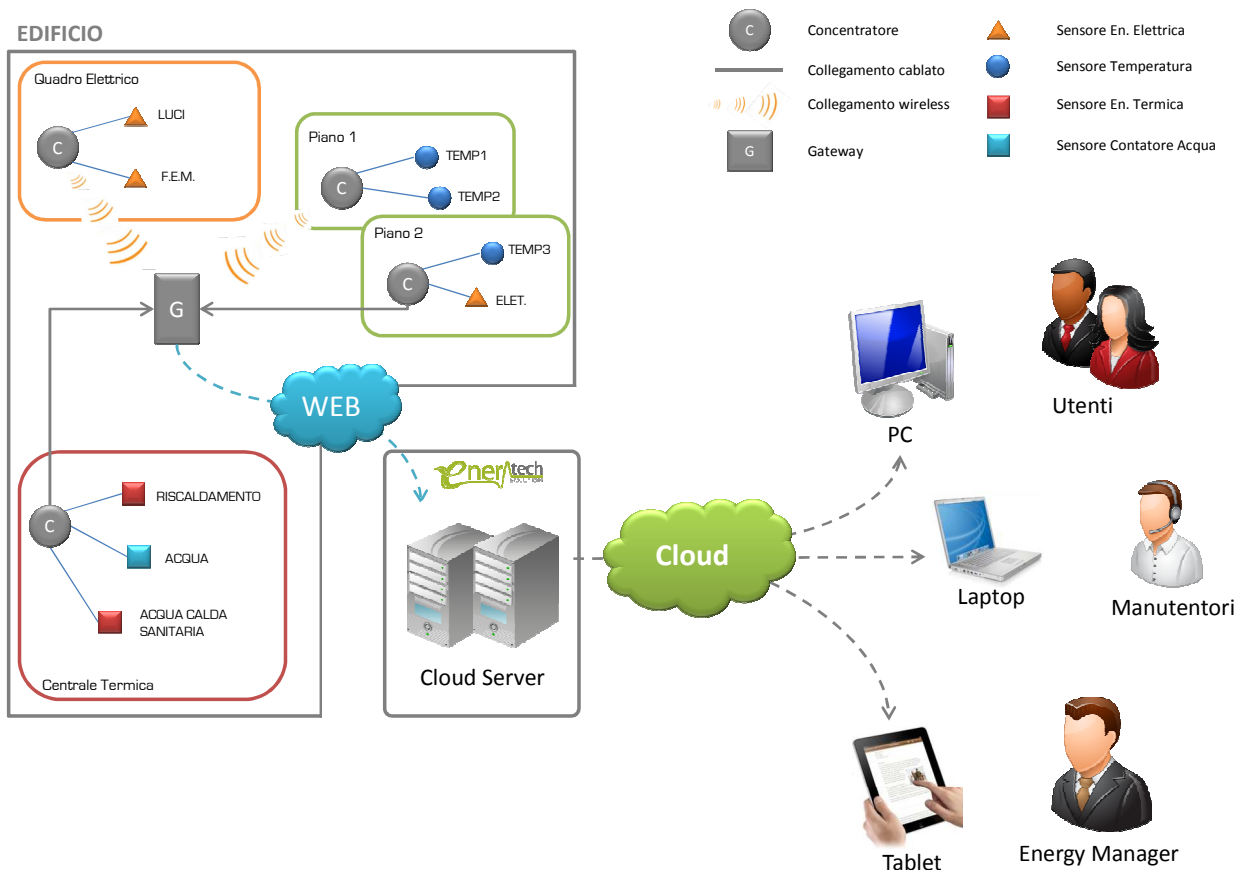
La diagnosi energetica ha messo in evidenza la mancanza di un supporto tecnologico per l'ottimizzazione della gestione dell'energia nel comune. Per ridurre l'assorbimento energetico degli edifici comunali, oltre ad intervenire sugli involucri e sugli impianti, è necessario disporre di informazioni puntuali 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 15) 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 15. 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 16) 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.



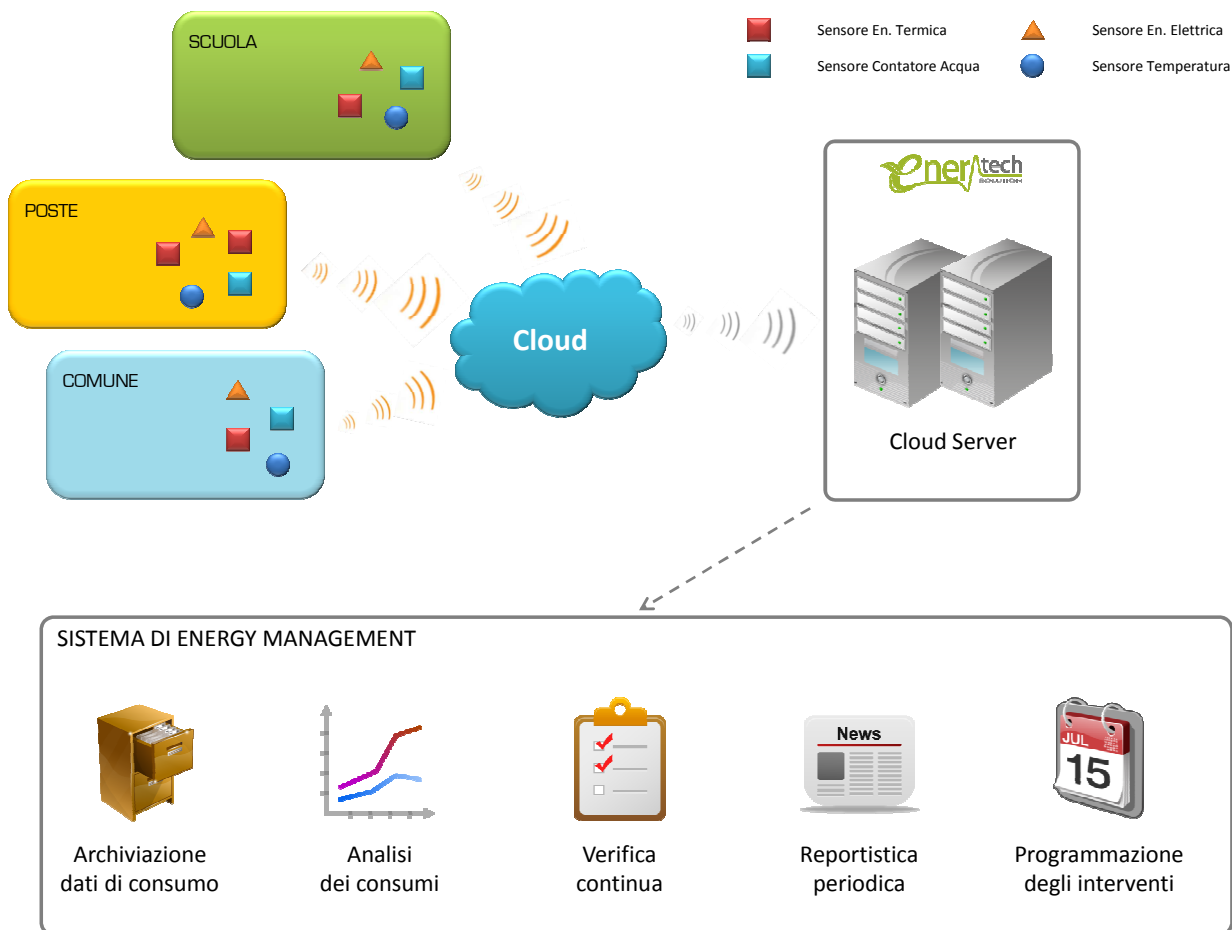


Figura 16. Infrastruttura di raccolta ed elaborazione dei dati di consumo

### Utilizzo dell'infrastruttura di monitoraggio

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

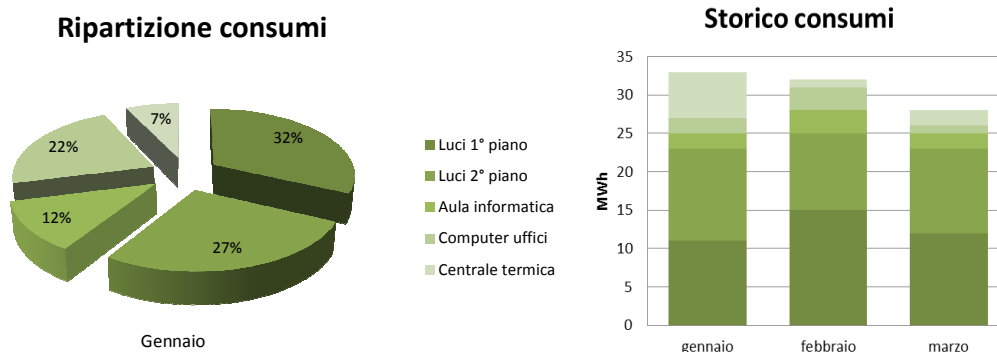


Figura 17. Esempio di ripartizione dei consumi elettrici

Come supporto a tale analisi è possibile utilizzare uno strumento messo a disposizione dai sistemi di monitoraggio, ovvero il diagramma spettrale (Figura 18). 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 18, 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.

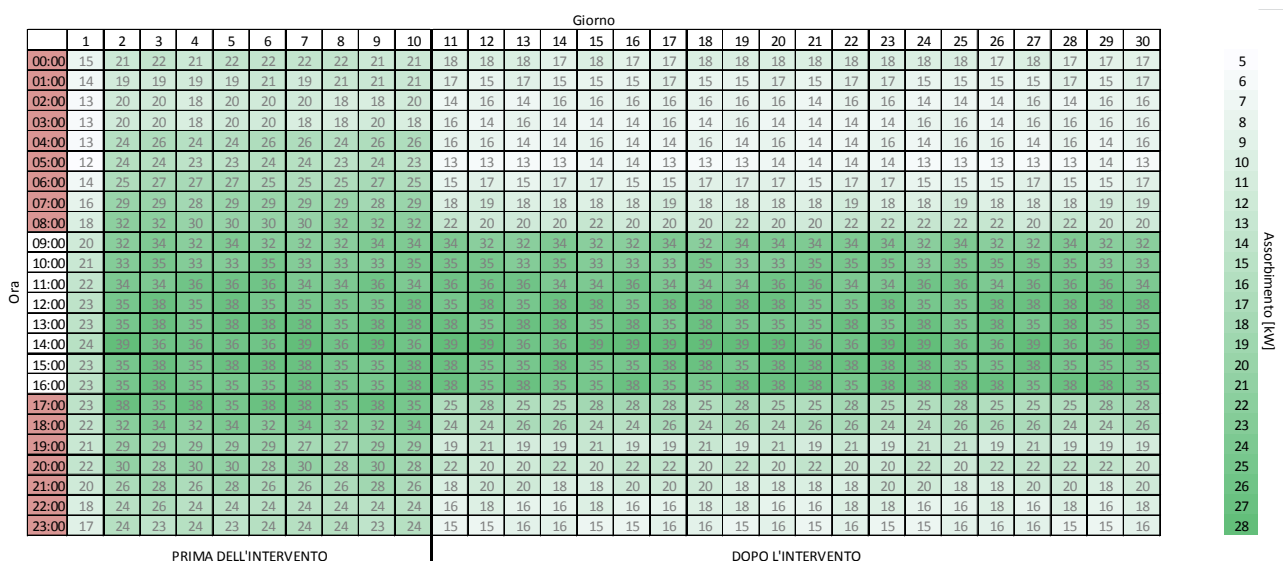


Figura 18. Diagramma spettrale

### 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 19):

- 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.

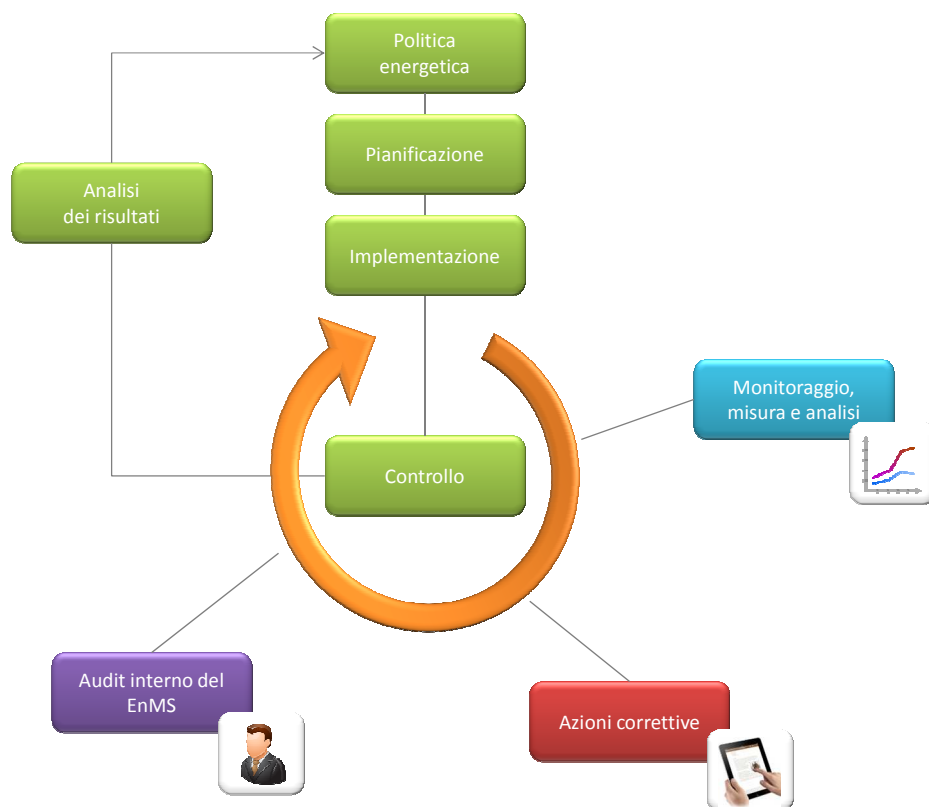


**Figura 19. Ciclo Deming**

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 20 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 20. 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 legno</p> <p>Tipologia: Copertura</p> <p>Disposizione: Orizzontale</p> <p>Spessore: 250,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 0,930 W/(m<sup>2</sup>K)</p> <p>Resistenza R: 1,075 (m<sup>2</sup>K)/W</p> <p>Massa: 185 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	Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m3)	50,0	0,120	0,417	450	2,70	63,9	63,9
B	Aria 100 mm (flusso verticale ascendente, aperture 500 - 1500 mm <sup>2</sup> )	100,0	1,260	0,079	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)	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>250,0</b>		<b>1,075</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: 0,404 kg/m <sup>2</sup> , 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 $\Delta P$ : 535,487 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: 310,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 2,132 W/(m<sup>2</sup>K)</p> <p>Resistenza R: 0,469 (m<sup>2</sup>K)/W</p> <p>Massa: 588 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 (2000 kg a m <sup>3</sup> )	200,0	1,262	0,158	2.000	0,88	100,0	100,0
C	Ghiaia grossa senza argilla (1700 kg a m <sup>3</sup> )	100,0	1,200	0,083	1.700	0,84	5,3	5,3
	Adduttanza esterna (flusso verticale discendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	310,0		0,469				

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	-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: 3,428 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 legno</p> <p>Tipologia: Parete</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 150,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 0,704 W/(m<sup>2</sup>K)</p> <p>Resistenza R: 1,420 (m<sup>2</sup>K)/W</p> <p>Massa: 68 Kg/m<sup>2</sup></p> <p>Fonte: <b>Rilievo in sito</b></p>	<p>A - Abete - flusso perpendicolare (450 kg a...)</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	Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m3)	150,0	0,120	1,250	450	2,70	63,9	63,9
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	150,0		1,420				

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

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 $\Delta P: 539,542 \text{ Pa}$
	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
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 $\Delta P: 539,542 \text{ Pa}$

## Porta cucina

### DATI DELLA STRUTTURA

<p>Nome dell'elemento: <b>Porta cucina</b></p> <p>Descrizione: Porta in legno</p> <p>Tipologia: Porta</p> <p>Disposizione: Verticale</p> <p>Spessore: 50,0 mm</p> <p>Trasmittanza U: 1,704 W/(m<sup>2</sup>K)</p> <p>Resistenza R: 0,587 (m<sup>2</sup>K)/W</p> <p>Massa: 23 Kg/m<sup>2</sup></p> <p>Fonte: <b>Rilievo in sito</b></p>	<p>A - Abete - flusso perpendicolare (450 kg a...</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	Abete - flusso perpendicolare (450 kg a m3)	50,0	0,120	0,417	450	2,70	63,9	63,9
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	50,0		0,587				

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

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 $\Delta P: 194,135 \text{ Pa}$
	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 finestra ingresso

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Porta finestra ingresso**

Descrizione: Serramento in legno con vetro singolo

Larghezza: 80 cm

Altezza : 180 cm

Spessore superiore del telaio: 12 cm

Spessore inferiore del telaio: 90 cm

Spessore sinistro del telaio: 12 cm

Spessore destro del telaio: 12 cm

N° divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

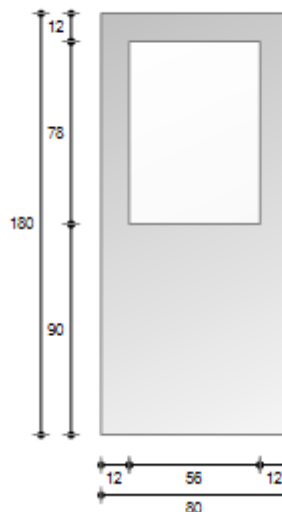
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro  $A_g$ : 0,437 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 1,003 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 1,440 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 2,680 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: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore sf: 70 mm

Distanziatore: -

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 1,767 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  $U_w$ : 3,021 W/(m<sup>2</sup> K)**

## Finestre bar tipo 1

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

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

Descrizione: Serramento in legno con vetro singolo

Larghezza: 160 cm

Altezza : 90 cm

Spessore superiore del telaio: 8 cm

Spessore inferiore del telaio: 8 cm

Spessore sinistro del telaio: 8 cm

Spessore destro del telaio: 8 cm

N° divisioni verticali: 2

Spessore divisioni verticali: 12 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

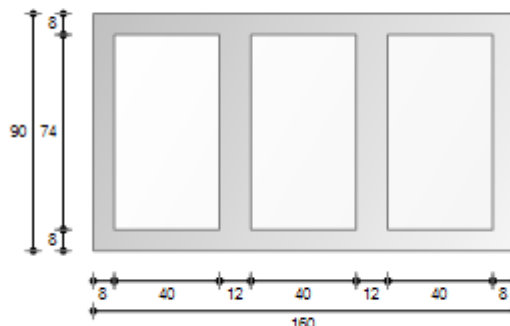
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro  $A_g$ : 0,888 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 0,552 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 1,440 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 6,840 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: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore  $s_f$ : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 1,767 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  $U_w$ : 4,316 W/(m<sup>2</sup> K)**

Trasmittanza termica serramento comprendendo la persiana  $U_w$ , CORR: 3,055 W/(m<sup>2</sup> K)

## Finestre bar tipo 2

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

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

Descrizione: Serramento in legno con vetro singolo

Larghezza: 100 cm

Altezza : 90 cm

Spessore superiore del telaio: 8 cm

Spessore inferiore del telaio: 8 cm

Spessore sinistro del telaio: 8 cm

Spessore destro del telaio: 8 cm

N° divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 12 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

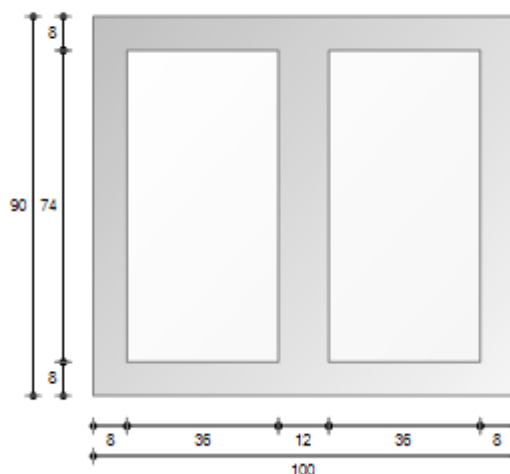
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro  $A_g$ : 0,533 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 0,367 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 0,900 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 4,400 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: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore  $s_f$ : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 1,767 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  $U_w$ : 4,214 W/(m<sup>2</sup> K)**

Trasmittanza termica serramento comprendendo la persiana  $U_w$ , CORR: 2,998 W/(m<sup>2</sup> K)

## Finestre bagni

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Finestre bagni**

Descrizione: Serramento in legno con vetro singolo

Larghezza: 80 cm

Altezza : 80 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: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

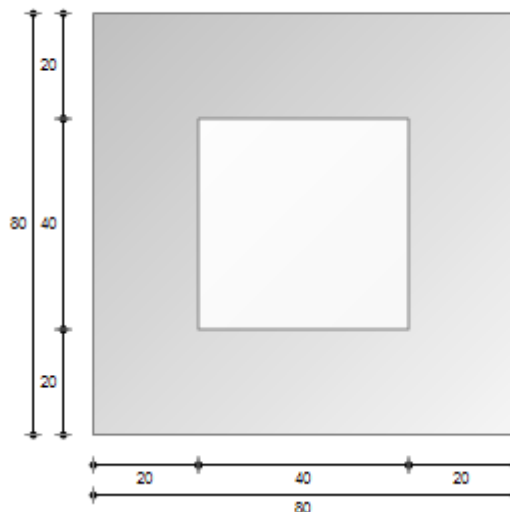
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro  $A_g$ : 0,160 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 0,480 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 0,640 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 1,600 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: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore  $s_f$ : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 1,767 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  $U_w$ : 2,800 W/(m<sup>2</sup> K)**

Trasmittanza termica serramento comprendendo la persiana  $U_w$ , CORR: 2,160 W/(m<sup>2</sup> K)



## Lucernario

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome del serramento: **Lucernario**

Descrizione: Serramento in legno con vetro singolo

Larghezza: 50 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: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

N° divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm

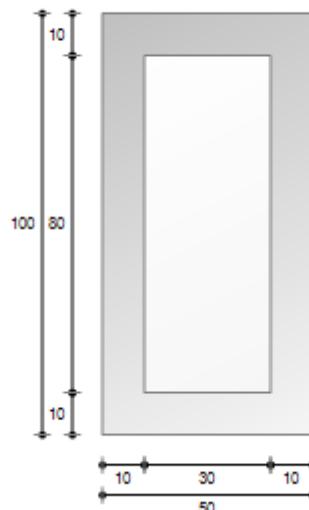
Fonte: **Rilievo in sito**

Area del vetro  $A_g$ : 0,240 m<sup>2</sup>

Area del telaio  $A_f$ : 0,260 m<sup>2</sup>

Area totale del serramento  $A_w$ : 0,500 m<sup>2</sup>

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : 2,200 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: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Spessore  $s_f$ : 70 mm

Distanziatore: Metallo

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : 1,767 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  $U_w$ : 3,751 W/(m<sup>2</sup> K)**

Trasmittanza termica serramento comprendendo la persiana  $U_w$ , CORR: 3,751 W/(m<sup>2</sup> K)