



Per



COMUNE DI MORGEX

STATO DI FATTO E DIAGNOSI ENERGETICA

DOCUMENTO DI SINTESI

27 Febbraio 2012

SOMMARIO

| | | |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Introduzione..... | 3 |
| 1.1 | Sommario | 3 |
| 1.2 | Riferimenti..... | 3 |
| 2 | Stato di fatto e diagnosi degli edifici analizzati..... | 4 |
| 2.1 | Municipio..... | 4 |
| 2.2 | Scuola dell'infanzia..... | 6 |
| 2.3 | Scuola primaria..... | 8 |
| 2.4 | Scuola secondaria di primo grado con annessa mensa scolastica..... | 10 |
| 2.5 | Auditorium..... | 13 |
| 2.6 | Biblioteca | 15 |
| 2.7 | Bar du Chalet Parco Pineta | 17 |
| 2.8 | Centro sportivo comunale..... | 19 |
| 2.9 | Fabbricato sede dell'ufficio postale e degli uffici per l'impiego..... | 21 |
| 2.10 | Palestra..... | 23 |
| 3 | Situazione energetica del comune di Morgex | 25 |
| 3.1 | Interventi volti al miglioramento delle prestazioni degli edifici..... | 25 |
| 3.1.1 | Coibentazione delle chiusure verticali opache | 26 |
| 3.1.2 | Inserimento di una regolazione di tipo ambiente..... | 27 |
| 3.2 | Interventi volti al miglioramento della gestione degli edifici..... | 28 |
| 3.2.1 | Installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi termici ed elettrici | 28 |
| 3.2.2 | Avvio di un sistema di energy management..... | 31 |

1 Introduzione

Il documento presenta al Comune di Morgex i risultati dell'analisi dello stato di fatto e della diagnosi energetica di:

- Municipio - Strada Saint Marc, 10;
- Scuola dell'infanzia - Viale Abbè Cerlogne, 10;
- Scuola primaria - Viale del Convento, 12;
- Scuola secondaria di primo grado con annessa mensa scolastica - Viale del Convento, 10;
- Auditorium - Viale del Convento, 8;
- Biblioteca - Via Gran San Bernardo, 34;
- Bar du Chalet Parco Pineta - Strada la Ruine, 5;
- Centro sportivo comunale - Strada Saint Marc ,10;
- Fabbricato sede dell'Ufficio postale e dell'impiego - Piazza della Repubblica, 1;
- Palestra - Viale Abbè Cerlogne,1;

1.1 Sommario

Il documento è strutturato in due parti; la prima contiene una presentazione degli edifici analizzati e la seconda fornisce un quadro di insieme sulla situazione energetica del comune di Morgex.

Per ciascun edificio verranno indicate le caratteristiche principali che ne connotano involucro edilizio, impianto termico ed elettrico (cfr. capitolo 2); al termine della presentazione dello stato di fatto verrà riportato l'indice di prestazione energetica globale E_{pgl} . Si procederà poi con l'indicazione degli interventi ritenuti più significativi per migliorare la prestazione energetica stessa; per ciascun intervento verrà indicata una stima dell'investimento necessario ed i relativi tempi di rientro.

La seconda parte (cfr. capitolo 3) riporta un quadro generale della prestazione energetica globale del parco edifici analizzato ed indica quali siano le campagne di interventi da effettuare alla luce dello stato di fatto. Al termine di questa fase verranno suggerite una serie di analisi ulteriori da compiere sul territorio comunale per migliorare la conoscenza del patrimonio.

1.2 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).

2 Stato di fatto e diagnosi degli edifici analizzati

2.1 Municipio

Il municipio è un complesso formato da due edifici aventi volumetria totale di 4710 m³, già esistenti agli inizi del ventesimo secolo e ristrutturati in epoca più recente. La struttura portante è in muratura di pietra naturale, la copertura è in legno con finitura in ardesia, il solaio contro terra in cemento con vespaio in ghiaia ed i serramenti in legno con doppio vetro. Principale responsabile dell'inefficienza dell'involucro edilizio è la parete esterna, specialmente a causa dell'elevata trasmittanza termica che la caratterizza.



Figura 1 - Veduta del municipio

Il riscaldamento degli ambienti è affidato ad uno scambiatore allacciato alla rete comunale del teleriscaldamento; sei boiler elettrici ad accumulo, uno per bagno, provvedono al fabbisogno di acqua calda sanitaria. L'impianto termico, al quale è abbinata una regolazione di tipo climatico più ambiente, ha buoni rendimenti sotto l'aspetto della generazione, distribuzione ed erogazione del calore. Sono tuttavia emerse criticità legate all'utilizzo e alla gestione del vettore termico. Tali inefficienze sono causate dalla mancanza di uno strumento di controllo puntuale dei consumi. Al fine di ottimizzare la gestione degli impianti e minimizzare la spesa energetica è stata proposta l'installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi termici.

All'interno del municipio sono presenti computer, stampanti ed altri apparecchi a servizio di impiegati ed utenti. L'illuminazione avviene attraverso lampade al neon ed a incandescenza. 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 Figura 2 è riportata la classificazione energetica dell'edificio, funzione delle caratteristiche sopra indicate.

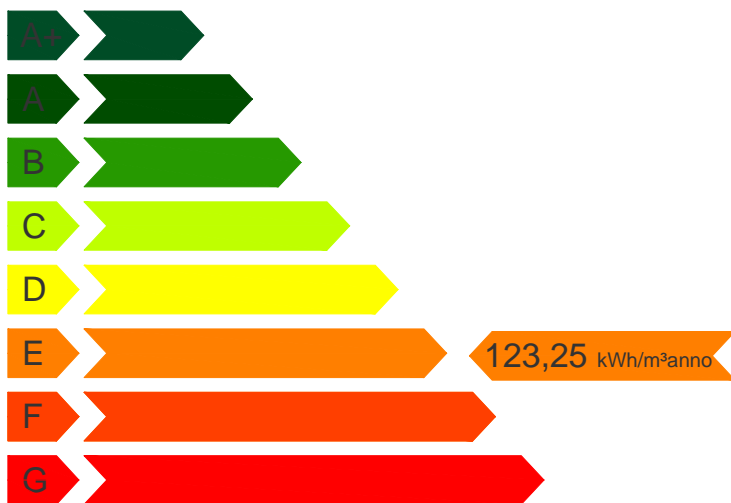


Figura 2 - Classificazione energetica del municipio

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. Poiché il vecchio municipio è un edificio storico e di pregio artistico, si è valutata anche la possibilità di coibentare solo la nuova sede del comune. La tabella sottostante riporta una sintesi dello studio di fattibilità eseguito.

| STUDIO DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|
| Intervento | Superficie interessata dall'intervento [m ²] | Costo dell'intervento [€] | Risparmio sul totale dei consumi [%] | Risparmio [€] | Tempo di rientro con incentivi 55% [anni] |
| Coibentazione delle chiusure verticali opache | 900 | 54000 - 72000 | 56 | 12000 | 2 - 3 |
| Coibentazione delle chiusure verticali opache del nuovo municipio | 470 | 28200 - 37600 | 29 | 6000 | 2 - 3 |

2.2 Scuola dell'infanzia

La scuola dell'infanzia è un edificio avente volumetria complessiva di 4104 m³ realizzato durante la metà del secolo scorso. La struttura portante è in muratura di mattoni pieni, la copertura in legno con finitura in ardesia, il solaio contro terra in cemento con vespaio in ghiaia ed i serramenti in legno con doppio vetro. A seguito di una ristrutturazione avvenuta negli anni '90 si è modificata parte della struttura portante inserendo un'anima in acciaio a sostegno del vano ascensore. Il tamponamento realizzato è comunque in laterizio pieno. Principale responsabile dell'inefficienza dell'involucro edilizio è la parete esterna, a causa dell'elevata trasmittanza termica e della massiccia presenza di ponti termici nel giunto tra la parete perimetrale stessa e gli altri elementi caratterizzanti la struttura.



Figura 3 - Veduta della scuola dell'infanzia

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

All'interno della scuola sono presenti computer, stampanti ed altri apparecchi a servizio della piccola mensa e dell'attività didattica. L'illuminazione avviene attraverso lampade al neon. 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 Figura 4 è riportata la classificazione energetica dell'edificio, funzione delle caratteristiche sopra indicate.

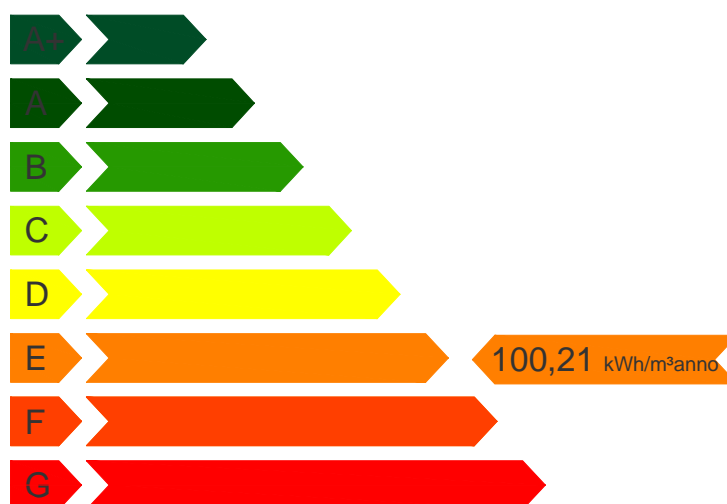


Figura 4 – Classificazione energetica della scuola per l'infanzia

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

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

2.3 Scuola primaria

La scuola primaria è un edificio avente volumetria complessiva di 5500 m³ realizzato durante gli anni 90 del secolo scorso. La struttura portante è in cemento armato con tamponamenti in laterizio forato, la copertura in legno con finitura in ardesia, il solaio contro terra in cemento con vespaio in ghiaia ed i serramenti in legno con doppio vetro. Principali responsabili dell'inefficienza dell'involucro edilizio sono i ponti termici, in particolare nei punti di contatto tra parete perimetrale e serramenti.



Figura 5 - Veduta della scuola primaria

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

All'interno della scuola sono presenti computer, stampanti ed altri apparecchi a servizio sia dei fruitori che dell'attività didattica. L'illuminazione avviene attraverso lampade al neon e ad incandescenza; i corpi illuminanti ad incandescenza sono solo nei bagni. 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 Figura 6 è riportata la classificazione energetica dell'edificio, funzione delle caratteristiche sopra indicate.

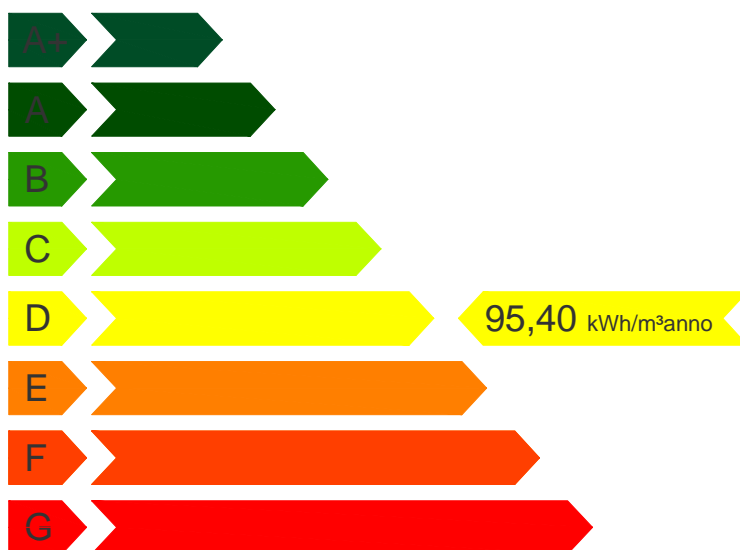


Figura 6 - Classificazione energetica della scuola primaria

Avendo identificato i ponti termici tra struttura e tamponamento come maggiori responsabili delle inefficienze dell'involucro edilizio, si è ipotizzata la posa di uno strato di isolamento termico esterno da collocare sulle chiusure verticali opache. La tabella sottostante riporta una sintesi dello studio di fattibilità eseguito.

| STUDIO DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO | | | | | |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|
| Intervento | Superficie interessata dall'intervento [m ²] | Costo dell'intervento [€] | Risparmio sul totale dei consumi [%] | Risparmio [€] | Tempo di rientro con incentivi 55% [anni] |
| Coibentazione delle chiusure verticali opache | 900 | 54000 - 72000 | 18 | 8500 | 3 - 4 |

2.4 Scuola secondaria di primo grado con annessa mensa scolastica

La scuola secondaria di primo grado con annessa mensa scolastica e magazzini comunali è un edificio avente volumetria complessiva di 17545 m³ realizzato durante gli anni 90 del secolo scorso. Nella volumetria dell'edificio sono compresi scuola secondaria di primo grado, mensa e magazzini comunali. La struttura portante è in cemento armato con tamponamenti in laterizio forato, la copertura in legno con finitura in ardesia ed i serramenti in legno con doppio vetro. I soli magazzini comunali, siti al piano seminterrato del complesso, presentano una struttura portante in cemento armato con serramenti in ferro e vetro singolo. Principali responsabili dell'inefficienza dell'involucro edilizio sono i ponti termici, in particolare nei punti di contatto tra cemento armato e laterizio.



Figura 7 - Veduta della scuola secondaria con annessa mensa

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

L'area adibita a scuola secondaria presenta una serie di apparecchiature quali computer, stampanti, proiettori propedeutici all'attività scolastica stessa; l'illuminazione è realizzata per mezzo di lampade al neon. Nei magazzini comunali le utenze allacciate alla rete elettrica sono per lo più asservite al ristoro degli impiegati; l'illuminazione avviene attraverso lampade al neon. All'interno della zona mensa sono presenti apparecchi per la conservazione dei cibi ed il lavaggio delle stoviglie; l'illuminazione utilizza lampade al neon. 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 Figura 8 e Figura 9 sono riportate le classificazioni energetiche della scuola secondaria con annessi magazzini comunali e della mensa, funzione delle caratteristiche sopra indicate.

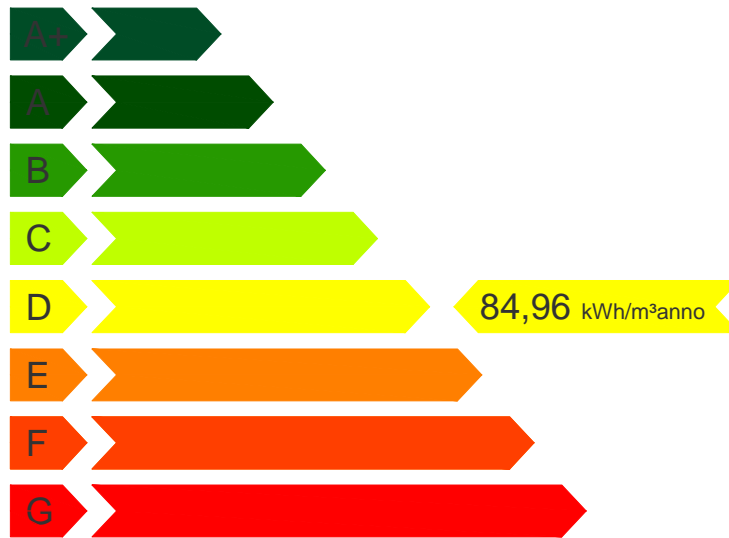


Figura 8 - Classificazione energetica della scuola secondaria con annessi magazzini comunali

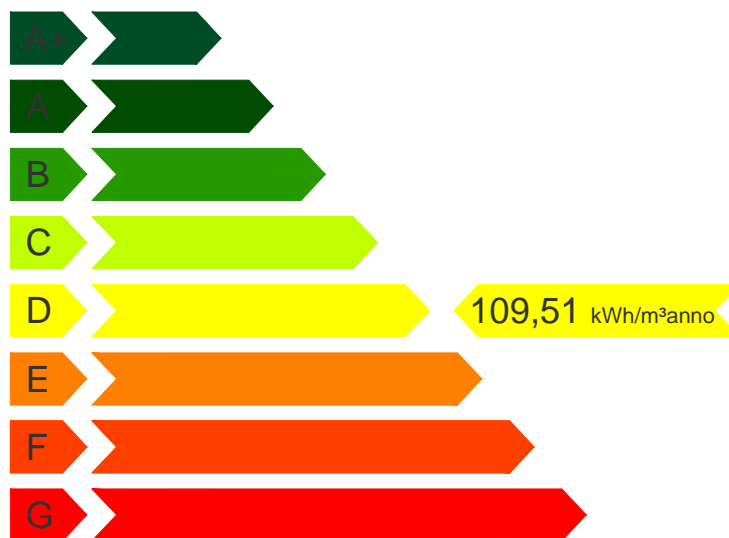


Figura 9 - Classificazione energetica della mensa

Avendo identificato i ponti termici tra struttura e tamponamento come maggiori responsabili delle inefficienze dell'involucro edilizio, si è ipotizzata la posa di uno strato di isolamento termico esterno da collocare sulle chiusure verticali opache. La tabella sottostante riporta una sintesi dello studio di fattibilità eseguito.

| STUDIO DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|
| Intervento | Superficie interessata dall'intervento [m ²] | Costo dell'intervento [€] | Risparmio sul totale dei consumi [%] | Risparmio [€] | Tempo di rientro con incentivi 55% [anni] |
| Scuola secondaria: Coibentazione delle strutture verticali opache | 1250 | 75000 - 100000 | 9 | 9500 | 4 - 5 |
| Mensa: Coibentazione delle chiusure verticali opache | 300 | 18000 - 24000 | 20 | 3500 | 2,5 - 3 |
| Mensa: Coibentazione delle chiusure verticali opache solo NE e SO | 230 | 13800 - 18400 | 15 | 2000 | 3 - 4 |
| Totale | 1550 | 93000 - 124000 | | 13000 | 3 - 4 |

Si suggerisce infine di limitare l'area riscaldata della zona adibita a magazzino comunale alla sola parte in cui sono situati i servizi igienici per gli impiegati. Così facendo si ridurrebbe del 28% il volume riscaldata apportando un risparmio netto in bolletta di circa 19000 €/anno.

2.5 Auditorium

L'auditorium, avente volumetria complessiva di 2592 m³, è ubicato al piano interrato del complesso che ospita scuole medie, magazzini comunali e mensa a servizio della scuola elementare. La struttura portante è in cemento armato con tamponamenti in laterizio forato, la copertura in latero-cemento, il solaio contro terra in cemento su vespaio di ghiaia ed i serramenti in legno con doppio vetro. Principali responsabili dell'inefficienza dell'involucro edilizio sono i ponti termici, in particolare nei punti di contatto tra cemento armato e laterizio.



Figura 10 - Veduta della sala dell'auditorium

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

L'auditorium è caratterizzato da una serie di utenze elettriche finalizzate all'attività che vi si svolge all'interno; tra queste si possono individuare amplificatori, casse e fari. L'illuminazione avviene attraverso lampade alogene ed al neon. 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 Figura 11 è riportata la classificazione energetica dell'edificio, funzione delle caratteristiche sopra indicate.

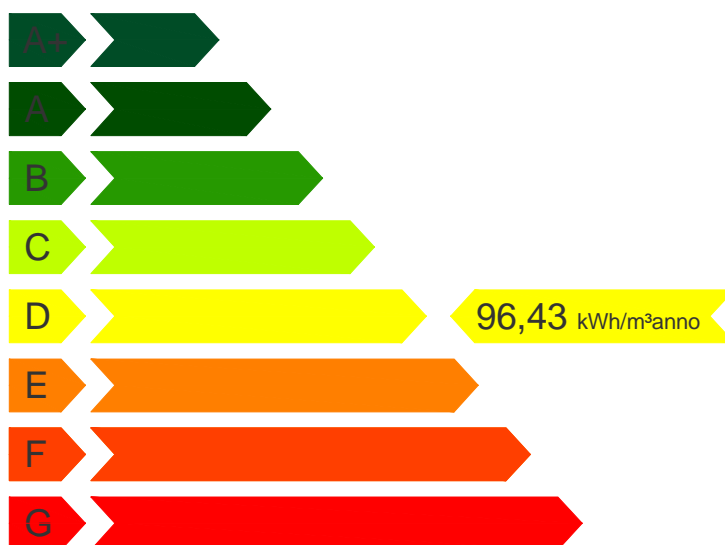


Figura 11 - Classificazione energetica dell'auditorium

Avendo identificato i ponti termici tra struttura e tamponamento come maggiori responsabili delle inefficienze dell'involucro edilizio, si è ipotizzata la posa di uno strato di isolamento termico esterno da collocare sulle chiusure verticali opache. La tabella sottostante riporta una sintesi dello studio di fattibilità eseguito.

| STUDIO DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO | | | | | |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|
| Intervento | Superficie interessata dall'intervento [m ²] | Costo dell'intervento [€] | Risparmio sul totale dei consumi [%] | Risparmio [€] | Tempo di rientro con incentivi 55% [anni] |
| Coibentazione delle chiusure verticali opache | 180 | 11000 - 15000 | 7 | 1500 | 3 - 5 |

2.6 Biblioteca

La biblioteca è un edificio avente volumetria complessiva di 2380 m³ realizzato non oltre la prima metà del secolo scorso e ristrutturato sul finire degli anni '70. La struttura portante originale è in muratura di pietra naturale, gli inserti successivi sono in laterizio di mattoni pieni o legno. La copertura è in legno con finitura in ardesia, il solaio contro terra in cemento con vespaio in ghiaia ed i serramenti in legno con doppio vetro. Principale responsabile dell'inefficienza dell'involucro edilizio è la parete esterna, specialmente a causa dell'elevata trasmittanza termica che la caratterizza.



Figura 12 - Veduta della biblioteca

L'impianto di riscaldamento è alimentato da uno scambiatore allacciato alla rete comunale del teleriscaldamento; la produzione di acqua calda sanitaria è affidata ad un boiler elettrico ad accumulo situato nel bagno. L'impianto termico, al quale è abbinata una regolazione di tipo climatico più ambiente, ha buoni rendimenti sotto l'aspetto della generazione, distribuzione ed erogazione del calore. Sono tuttavia emerse criticità legate all'utilizzo e alla gestione del vettore termico. Tali inefficienze sono causate dalla mancanza di uno strumento di controllo puntuale dei consumi. Al fine di ottimizzare la gestione degli impianti e minimizzare la spesa energetica è stata proposta l'installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi termici.

All'interno della biblioteca sono presenti computer, stampanti ed altri apparecchi a servizio utenti. L'illuminazione avviene attraverso lampade al neon. 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 Figura 13 è riportata la classificazione energetica dell'edificio, funzione delle caratteristiche sopra indicate.

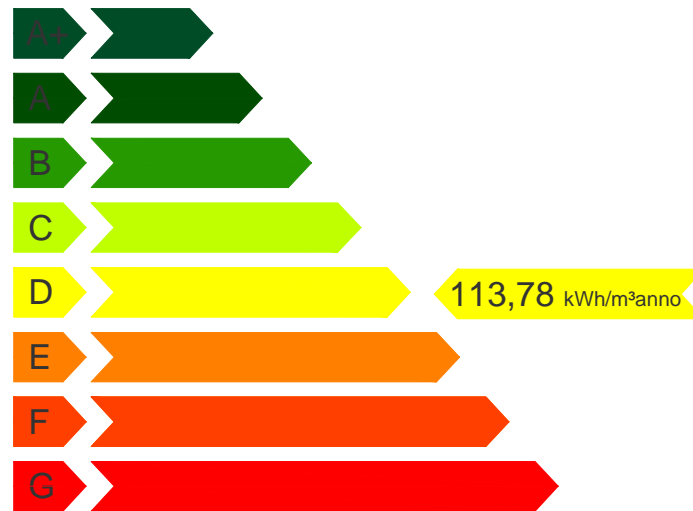


Figura 13 - Classificazione energetica della biblioteca

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

| STUDIO DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO | | | | | |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|
| Intervento | Superficie interessata dall'intervento [m ²] | Costo dell'intervento [€] | Risparmio sul totale dei consumi [%] | Risparmio [€] | Tempo di rientro con incentivi 55% [anni] |
| Coibentazione delle chiusure verticali opache | 385 | 23100 - 30800 | 37 | 4000 | 3 - 4 |

2.7 Bar du Chalet Parco Pineta

Il Bar du Chalet è un edificio avente volumetria di 262 m³ 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. Principali responsabile dell'inefficienza dell'involucro edilizio è il solaio contro terra.



Figura 14 - Veduta del bar du chalet

Il riscaldamento degli ambienti e la produzione di acqua calda sanitaria sono affidati a una caldaia modulante a metano; il solo impianto di riscaldamento è coadiuvato da una stufa a pellet. 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.

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. 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 Figura 15 è riportata la classificazione energetica dell'edificio, funzione delle caratteristiche sopra indicate.

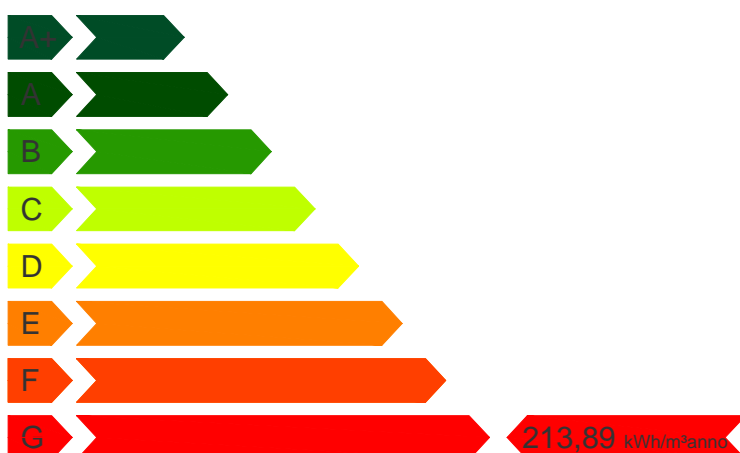


Figura 15 - Classificazione energetica del bar du chalet

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 |

2.8 Centro sportivo comunale

Il centro sportivo comunale è un edificio avente volumetria di 1125 m³ 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. Principale responsabile dell'inefficienza dell'involucro edilizio è la parete perimetrale esterna, a causa dell'elevata trasmittanza termica che la caratterizza.



Figura 16 - Veduta del centro sportivo

Il riscaldamento degli ambienti e la produzione di acqua calda sanitaria sono affidati ad una caldaia tradizionale a gasolio. 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.

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. 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 Figura 17 è riportata la classificazione energetica dell'edificio, funzione delle caratteristiche sopra indicate.

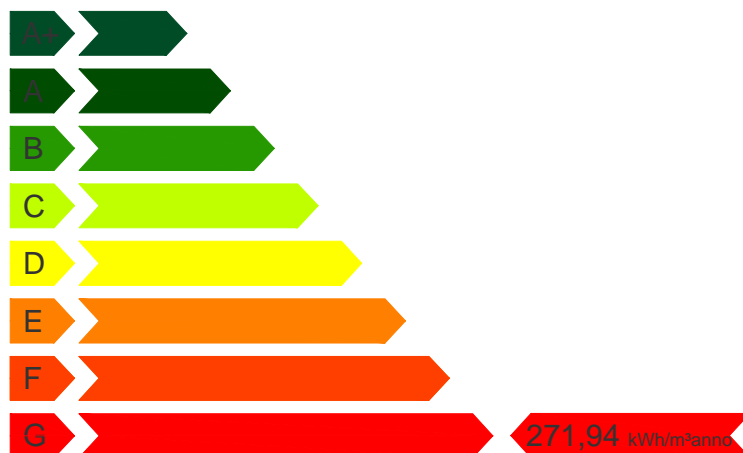


Figura 17 - Classificazione energetica del centro sportivo comunale

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

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

2.9 Fabbricato sede dell'ufficio postale e degli uffici per l'impiego

Il fabbricato sede dell'ufficio postale, degli uffici per l'impiego e di tre appartamenti è un edificio avente volumetria totale di 963 m³, realizzato non oltre la prima metà del secolo scorso e ristrutturato in epoca più recente. La struttura portante è in muratura di pietra naturale, la copertura è in legno con finitura in ardesia, il solaio contro terra in cemento con vespaio in ghiaia ed i serramenti prevalentemente in legno con doppio vetro. Principale responsabile dell'inefficienza dell'involucro edilizio è la parete esterna, specialmente a causa dell'elevata trasmittanza termica che la caratterizza.



Figura 18 - Veduta del palazzo sede degli uffici postale e dell'impiego

L'impianto di riscaldamento è alimentato da uno scambiatore allacciato alla rete comunale del teleriscaldamento; la produzione di acqua calda sanitaria è affidata a cinque boiler elettrici ad accumulo, uno per ciascun immobile. 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 di installare 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.

All'interno degli uffici postali e dell'impiego sono presenti computer, stampanti ed altri apparecchi a servizio di impiegati ed utenti. L'illuminazione avviene unicamente attraverso lampade al neon. I tre appartamenti hanno forno, frigorifero, lavatrice, ed altri apparecchi di uso domestico. L'illuminazione avviene prevalentemente attraverso lampade a incandescenza. Poiché le residenze possiedono caratteristiche analoghe, ci riferiremo ad una sola unità immobiliare. 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 Figura 19 è riportata la classificazione energetica dell'edificio, funzione delle caratteristiche sopra indicate.

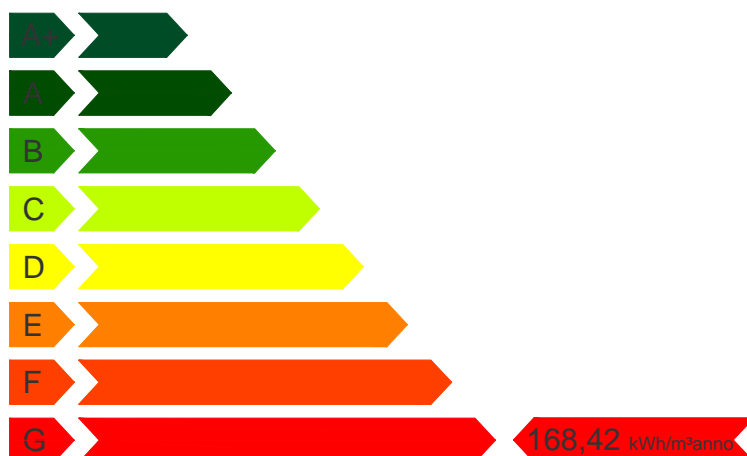


Figura 19 - Classificazione energetica del fabbricato sede degli uffici postale e dell'impiego

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

| STUDIO DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO | | | | | |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|
| Intervento | Superficie interessata dall'intervento [m ²] | Costo dell'intervento [€] | Risparmio sul totale dei consumi [%] | Risparmio [€] | Tempo di rientro con incentivi 55% [anni] |
| Coibentazione delle chiusure verticali opache | 260 | 15600 - 20800 | 56 | 4000 | 2 - 3 |

Poiché l'assenza di una regolazione di tipo ambiente diminuisce nettamente il rendimento dell'impianto, si propone l'installazione di 20 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 | 20 | 1600 - 2000 | 7 | 500 | 3 - 4 |

2.10 Palestra

La palestra comunale è un edificio avente volumetria complessiva di 10767 m³ realizzato durante gli anni 80 del secolo scorso. La struttura portante è in cemento armato con tamponamenti in laterizio forato, il solaio contro terra in cemento con vespaio in ghiaia ed i serramenti in ferro con vetro singolo. L'involucro edilizio si dimostra nel suo complesso poco efficiente; principali responsabili delle dispersioni per trasmissione sono le chiusure opache rivolte verso l'esterno a causa dell'elevato valore di trasmittanza termica. La copertura è poi soggetta a numerosi fenomeni di infiltrazione dovuti alla vetustà dell'impermeabilizzazione.



Figura 20 - Veduta della palestra

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

All'interno della palestra sono presenti apparecchi quali frigorifero e radiatore elettrico ad uso esclusivo della custode. L'illuminazione avviene attraverso lampade al neon ed alogene; i corpi illuminanti alogeni sono i dodici fari posti sul soffitto. 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 Figura 21 è riportata la classificazione energetica dell'edificio, funzione delle caratteristiche sopra indicate.

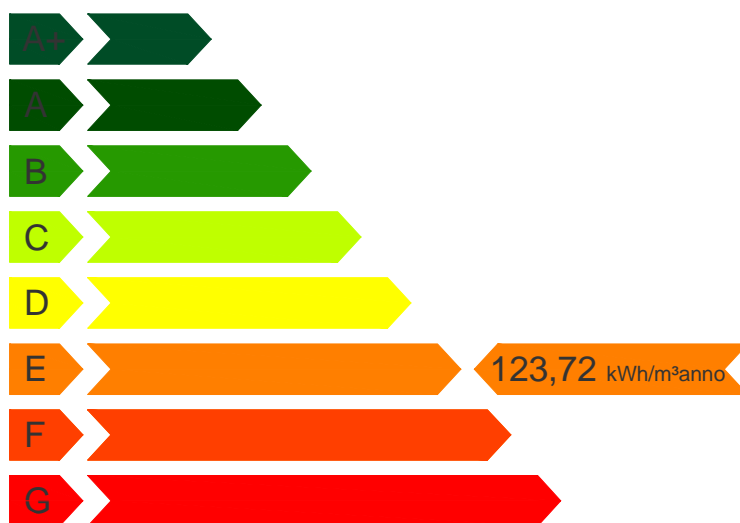


Figura 21 - Classificazione energetica della palestra

Avendo identificato nelle chiusure opache rivolte verso l'esterno come maggiori responsabili delle inefficienze dell'involucro edilizio, si è ipotizzata la posa di uno strato di isolamento termico esterno da collocare sulle chiusure opache stesse. La tabella sottostante riporta una sintesi dello studio di fattibilità eseguito.

| STUDIO DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO | | | | | |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|
| Intervento | Superficie interessata dall'intervento [m ²] | Costo dell'intervento [€] | Risparmio sul totale dei consumi [%] | Risparmio [€] | Tempo di rientro con incentivi 55% [anni] |
| Coibentazione delle chiusure orizzontali e verticali opache | 1800 | 144000 - 180000 | 42 | 14000 | 5 - 6 |

3 Situazione energetica del comune di Morgex

Il parco edifici sottoposto ad analisi è caratterizzato da fabbisogni energetici per il riscaldamento invernale, la produzione di acqua calda sanitaria e l'illuminazione degli ambienti decisamente elevati; tutti i fabbricati analizzati si collocano infatti nelle classi energetiche più basse che vanno dalla D alla G.

La Tabella 1 fornisce un quadro sintetico delle prestazioni fornite da ciascun edificio.

| Edificio | Consumo dell'edificio per usi termici [kWh] | Indice di prestazione energetica globale [kWh/m ³ anno] | Classificazione |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Municipio | 527795 | 123,25 | E |
| Scuola dell'infanzia | 363649 | 100,21 | E |
| Scuola primaria | 538835 | 95,4 | D |
| Scuola secondaria di primo grado con annessi magazzini comunali | 1112526 | 89,4 | D |
| Mensa | 190160 | 109,55 | D |
| Auditorium | 163227 | 96,43 | D |
| Biblioteca | 220875 | 113,78 | D |
| Bar du Chalet | 52033 | 213,89 | G |
| Centro sportivo comunale | 298922 | 275,97 | G |
| Fabbricato sede dell'ufficio postale e dell'impiego | 13982 | 168,42 | G |
| Palestra | 1125423 | 123,72 | E |

Tabella 1 – Prestazione energetica degli edifici sottoposti ad audit

3.1 Interventi volti al miglioramento delle prestazioni degli edifici

Tutti gli edifici esaminati sono oggetto di notevoli dispersioni associate al ponte termico; le dispersioni stesse sono prevalentemente concentrate nei giunti tra materiali aventi caratteristiche differenti quali:

- Parete perimetrale - solaio;
- Parete perimetrale - copertura;
- Parete perimetrale - serramenti.

In tutti i fabbricati in cui le chiusure verticali opache sono realizzate in pietra naturale, è il caso di municipio, biblioteca, centro sportivo comunale, fabbricato sede degli uffici postale e dell'impiego, alla dissipazione causata dal ponte termico si aggiunge un elevato valore di trasmittanza termica.

Per ovviare ad entrambi i fenomeni si è previsto l'isolamento termico delle suddette chiusure verticali opache, da realizzarsi impiegando la tecnologia del "cappotto esterno".

Durante i sopralluoghi si è poi riscontrato che gli impianti termici di alcune strutture sono provviste unicamente di una regolazione di tipo climatico che agisce direttamente ed unicamente sul generatore di calore. Per consentire agli utenti di regolare autonomamente la temperatura all'interno di ogni ambiente è necessario abbinare alla regolazione climatica stessa anche una regolazione "ad ambiente".

In base alla tipologia di terminale presente negli fabbricati sprovvisti di tale regolazione, si andrà ad inserire l'

3.1.1 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.

Eccezion fatta per il bar du chalet, in cui la natura delle pareti esterne rende difficile ottenere una superficie piana necessaria per la posa dell'isolante, in tutti gli altri edifici è possibile effettuare tale intervento.

L'investimento richiesto sarebbe compreso tra i 454700 € ed i 594600 €.

Applicando la tariffa di 0,1222 €/kWh il risparmio annuo sarebbe di 65000 € ed il tempo di ammortamento stimato tra i 4 e 5 anni.

In Tabella 2 è riportato un quadro di sintesi degli interventi da effettuarsi ed il dato totale di spesa da sostenere, risparmio energetico e tempi di ammortamento.

| ISOLAMENTO ESTERNO DELLE PARETI PERIMETRALI – STUDIO DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------|---------------|-------------------------------------------|
| Edificio | Superficie interessata dall'intervento [m ²] | Costo dell'intervento [€] | Risparmio [€] | Tempo di rientro con incentivi 55% [anni] |
| Municipio | 900 | 54000 - 72000 | 12000 | 2 - 3 |
| Scuola dell'infanzia | 750 | 45000 - 60000 | 6500 | 3 - 4 |
| Scuola primaria | 900 | 54000 - 72000 | 8500 | 3 - 4 |
| Scuola secondaria di primo grado con annessi magazzini comunali | 1250 | 75000 - 100000 | 9500 | 4 - 5 |
| Mensa | 300 | 18000 - 24000 | 3500 | 2,5 - 3 |
| Auditorium | 180 | 11000 - 15000 | 1500 | 3 - 5 |
| Biblioteca | 385 | 23100 - 30800 | 4000 | 3 - 4 |
| Centro sportivo comunale | 250 | 15000 - 20000 | 1500 | 5 - 6 |
| Fabbricato sede dell'ufficio postale e dell'impiego | 260 | 15600 - 20800 | 4000 | 2 - 3 |
| Palestra | 1800 | 144000 - 180000 | 14000 | 5 - 6 |
| TOTALE | 6975 | 454700 - 594600 | 65000 | 4 - 5 |

Tabella 2 - Investimento, risparmio e tempi di ammortamento per l'isolamento termico delle pareti perimetrali

3.1.2 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.

Gli edifici sprovvisti di tale tecnologia, quali bar du chalet, centro sportivo comunale e fabbricato sede degli uffici postale e dell'impiego, sono riscaldati attraverso radiatori in alluminio o ghisa; 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.

L'investimento richiesto sarebbe compreso tra i 3360 € ed i 4200 €.

Applicando la tariffa di 0,1222 €/kWh il risparmio annuo sarebbe di 1000 € ed il tempo di ammortamento stimato tra i 3,5 e i 4,5 anni.

In Tabella 3 è riportato un quadro di sintesi degli interventi da effettuarsi ed il dato totale di spesa da sostenere, risparmio energetico e tempi di ammortamento.

| INSERIMENTO DI VALVOLE TERMOSTATICHE – STUDIO DI FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|---------------|-------------------------|
| Edificio | Elementi interessati dall'intervento [n] | Costo dell'intervento [€] | Risparmio [€] | Tempo di rientro [anni] |
| Bar du Chalet | 6 | 480 - 600 | 200 | 2 - 3 |
| Centro sportivo comunale | 16 | 1280 - 1600 | 300 | 4 - 5 |
| Fabbricato sede dell'ufficio postale e dell'impiego | 20 | 1600 - 2000 | 500 | 3 - 4 |
| TOTALE | 42 | 3360 - 4200 | 1000 | 3,5 - 4,5 |

Tabella 3 - Investimento, risparmio e tempi di ammortamento per l'Inserimento di valvole termostatiche

3.2 Interventi volti al miglioramento della gestione degli edifici

La fase di analisi dei consumi termici ed elettrici ha evidenziato alcune criticità legate alla mancanza di:

- uno strumento di controllo puntuale dei consumi termici;
- dati riguardanti i profili di consumo orario delle diverse utenze allacciate alla rete elettrica.

Si suggerisce pertanto procedere all'installazione di un sistema di monitoraggio dei consumi termici ed elettrici avente la duplice funzione di:

- ottimizzare la gestione degli impianti termici e minimizzare la spesa energetica;
- individuare criticità ed inefficienze dell'impianto elettrico per poter procedere alla sostituzione o all'efficientamento degli apparecchi 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.

3.2.1 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 22) 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.).

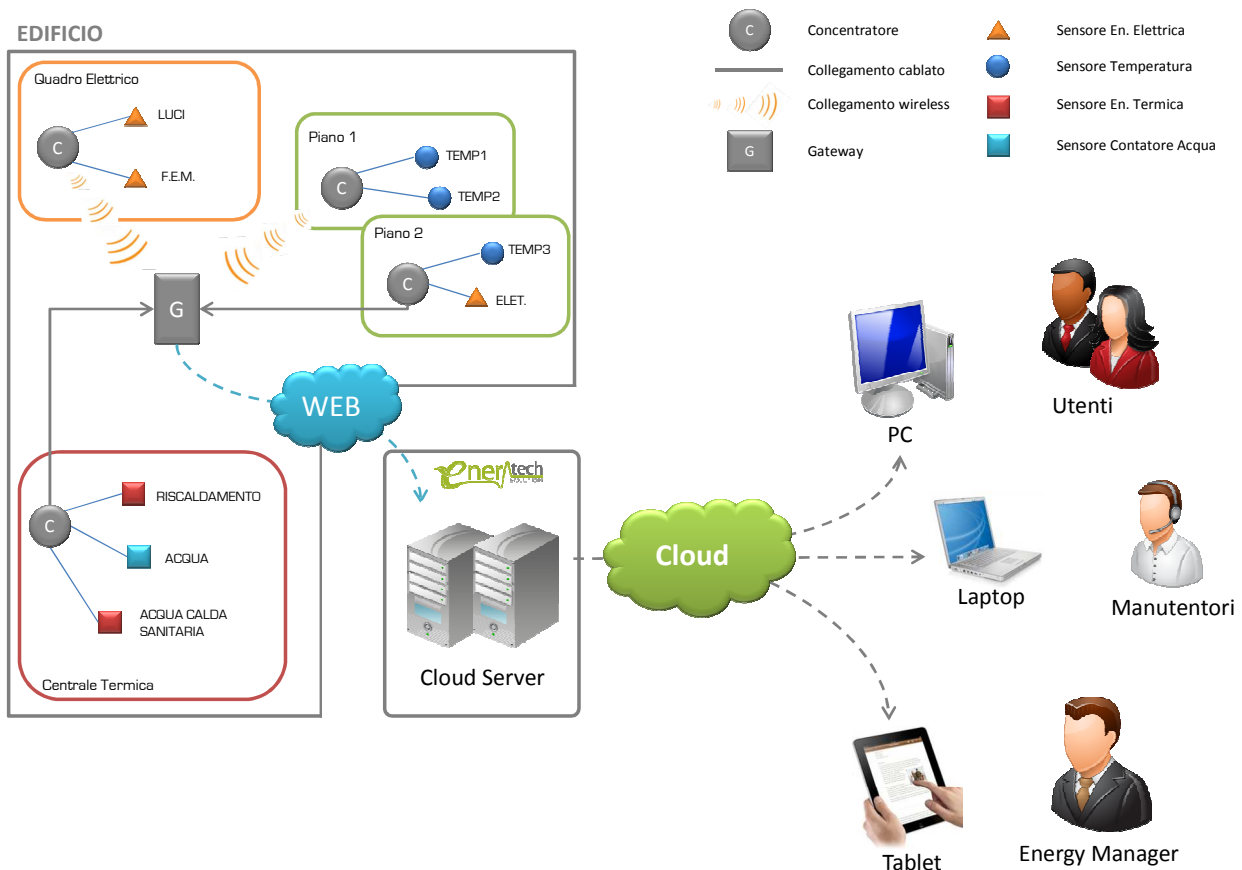


Figura 22. Infrastruttura di monitoraggio dei consumi energetici

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 23) 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.

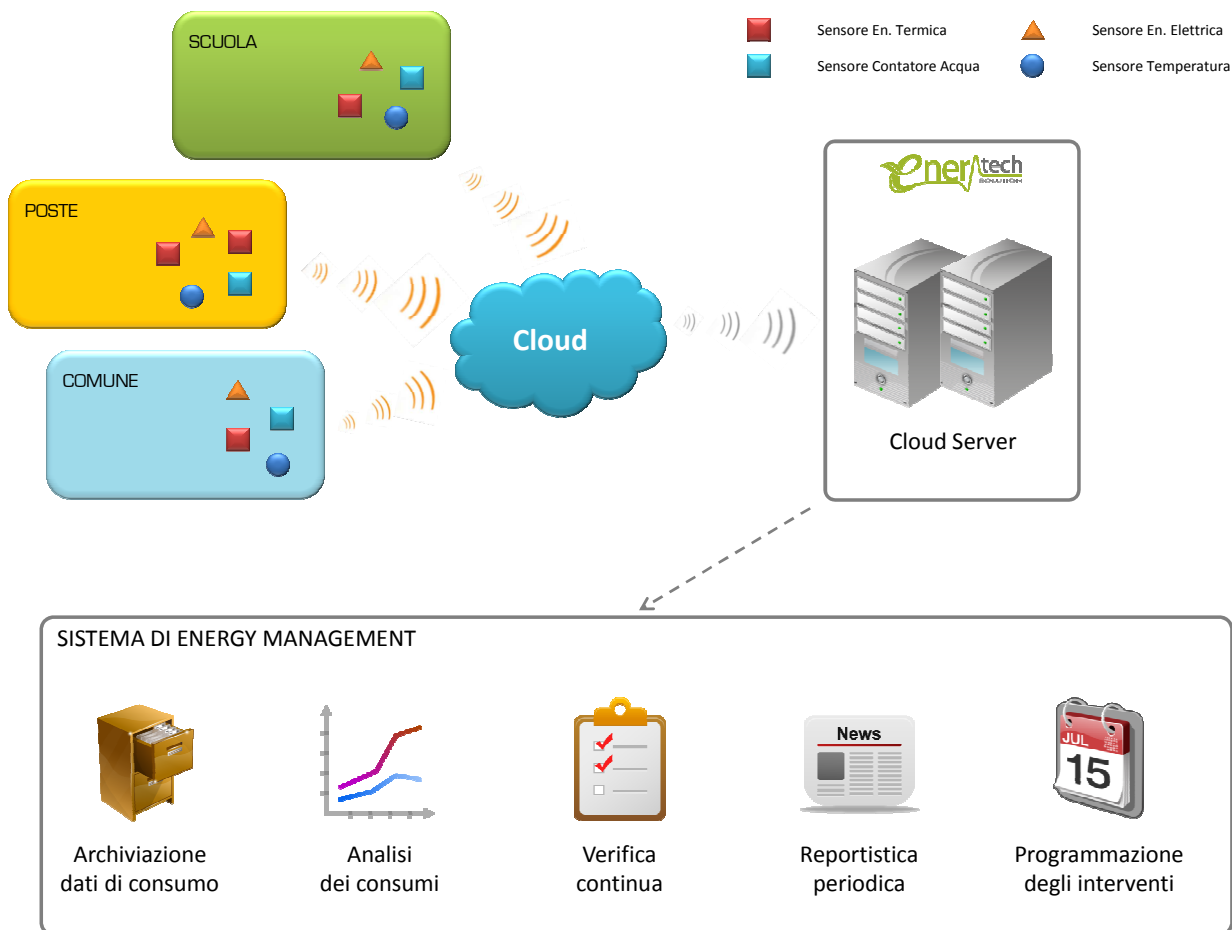


Figura 23. Infrastruttura di raccolta ed elaborazione dei dati di consumo

Utilizzo dell'infrastruttura di monitoraggio

Un esempio di applicazione delle analisi energetiche con strumenti tecnologici appropriati, è riportata in Figura 24. 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.

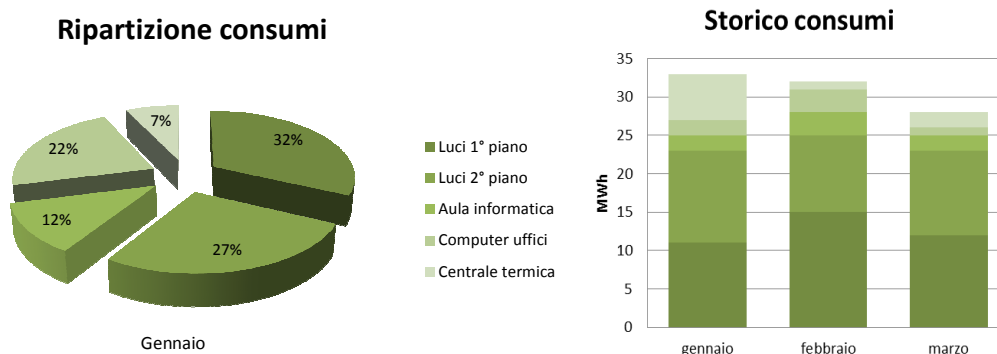


Figura 24. Esempio di ripartizione dei consumi elettrici

Come supporto a tale analisi è possibile utilizzare uno strumento messo a disposizione dai sistemi di monitoraggio, ovvero il diagramma spettrale (Figura 25). 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 25**, 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.

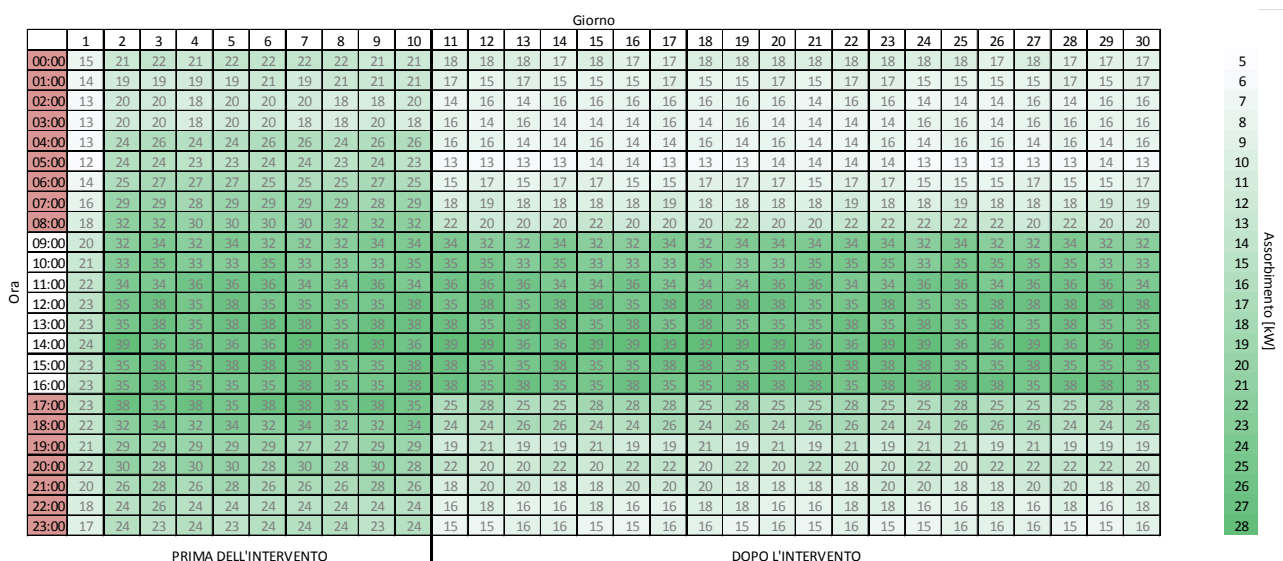


Figura 25. Diagramma spettrale

3.2.2 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 26):

- 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 26. 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 27 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.

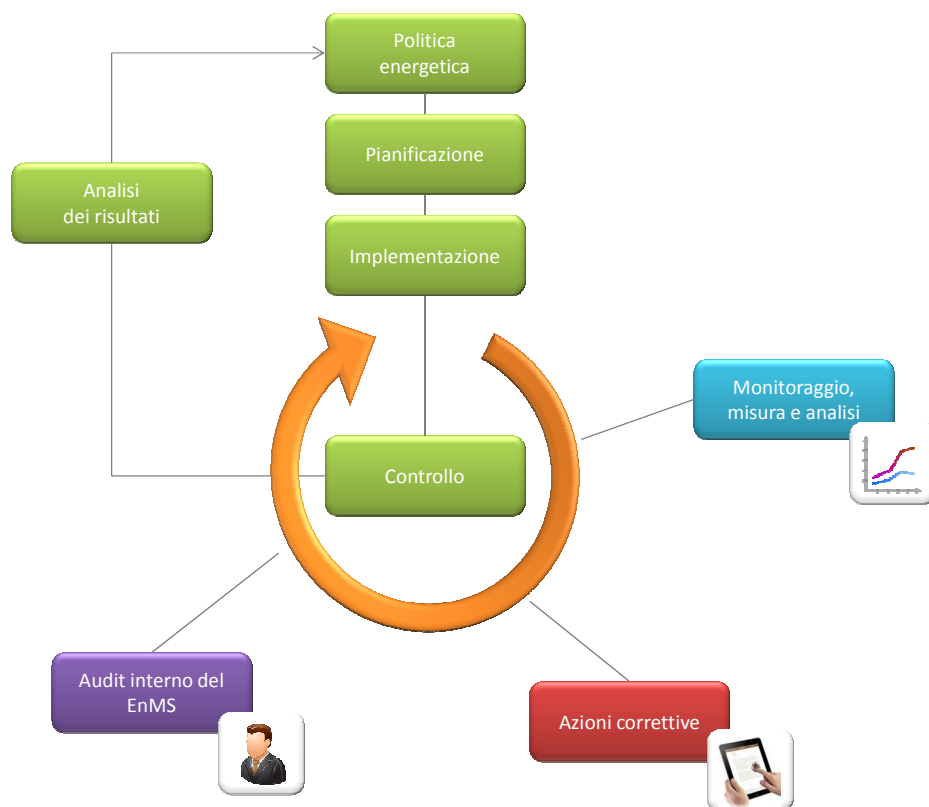


Figura 27. Modello di un Sistema di Energy Management

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.