

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA

(rapporto finale)

secondo UNI CEI EN 16247-1-2

Committente

Nome *Comune di Sasso Marconi*
Indirizzo *P.zza dei Martiri della Liberazione, 6 - 40037 Sasso Marconi (BO)*

Edificio / condominio

Descrizione *Scuola Elementare "Fontana"*
Indirizzo *Via Fontana, 77 - 40037 Sasso Marconi (BO)*

Studio tecnico

Nome *AESS Modena*
Indirizzo *Via Enrico Caruso 3, 41122 Modena MO Italy*



Software di calcolo *Edilclima EC700 versione 10.20.30 ed EC720 versione 5.19.49*
Data di redazione del documento *14/10/2020*

SOMMARIO

| | |
|----------|---|
| 1 | Premessa |
| 2 | Sintesi della diagnosi energetica |
| 3 | Generalità ed impostazioni di calcolo |
| 4 | Analisi energetica dell'edificio |
| 4.1 | Dati climatici (calcolo mensile) |
| 4.2 | Caratteristiche del fabbricato (calcolo mensile) |
| 4.2.1 | <i>Strutture disperdenti</i> |
| 4.2.2 | <i>Principali risultati dei calcoli</i> |
| 4.3 | Caratteristiche degli impianti |
| 4.3.1 | <i>Impianto di riscaldamento idronico</i> |
| 4.3.2 | <i>Impianto di acqua calda sanitaria</i> |
| 4.3.3 | <i>Altri impianti</i> |
| 4.4 | Principali risultati dei calcoli |
| 5 | Confronto con i consumi reali |
| 5.1 | 1 - Scuola Primaria Fontana |
| 5.1.1 | <i>2017/2018</i> |
| 5.1.2 | <i>2018/2019</i> |
| 5.1.3 | <i>Stagione media</i> |
| 6 | Raccomandazioni circa i possibili interventi |
| 6.1 | Isolamento a cappotto e coibentazione cassonetti |
| 6.1.1 | <i>Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana</i> |
| 6.1.2 | <i>Coibentazione cassonetti - Scuola Primaria Fontana</i> |
| 6.1.3 | <i>Prestazioni raggiungibili</i> |
| 6.2 | Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche |
| 6.2.1 | <i>Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Scuola Primaria Fontana</i> |
| 6.2.2 | <i>Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata ***** stelle - Scuola Primaria Fontana</i> |
| 6.2.3 | <i>Prestazioni raggiungibili</i> |
| 6.3 | Scenario 1 + Scenario 2 |
| 6.3.1 | <i>Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana</i> |
| 6.3.2 | <i>Coibentazione cassonetti - Scuola Primaria Fontana</i> |
| 6.3.3 | <i>Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Scuola Primaria Fontana</i> |
| 6.3.4 | <i>Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata ***** stelle - Scuola Primaria Fontana</i> |
| 6.3.5 | <i>Prestazioni raggiungibili</i> |
| 7 | Analisi economica degli interventi |
| 7.1 | Isolamento a cappotto e coibentazione cassonetti |
| 7.2 | Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche |
| 7.3 | Scenario 1 + Scenario 2 |

1 PREMESSA

Per “diagnosi energetica” di un edificio si intende, in conformità al DLgs 192/05 (allegato A, comma 10), un elaborato tecnico, riguardante tanto il fabbricato quanto gli impianti, volto ad individuare le possibili opportunità di risparmio energetico (quantificandone i risparmi conseguibili, energetico ed economico, ed i rispettivi tempi di ritorno), ad identificare la classe energetica raggiungibile a valle degli interventi ed a fornire, nel contempo, un’adeguata motivazione delle scelte impiantistiche prospettate. La diagnosi energetica di un edificio può essere diretta, in generale, a differenti scopi, quali una riqualificazione energetica, un’analisi volontaria o il soddisfacimento di obblighi di legge (es. nuova installazione o ristrutturazione di impianti con potenza superiore o uguale a 100 kW_t, compreso il distacco dall’impianto centralizzato, adempimenti connessi alle grandi imprese ed imprese energivore, ecc.).

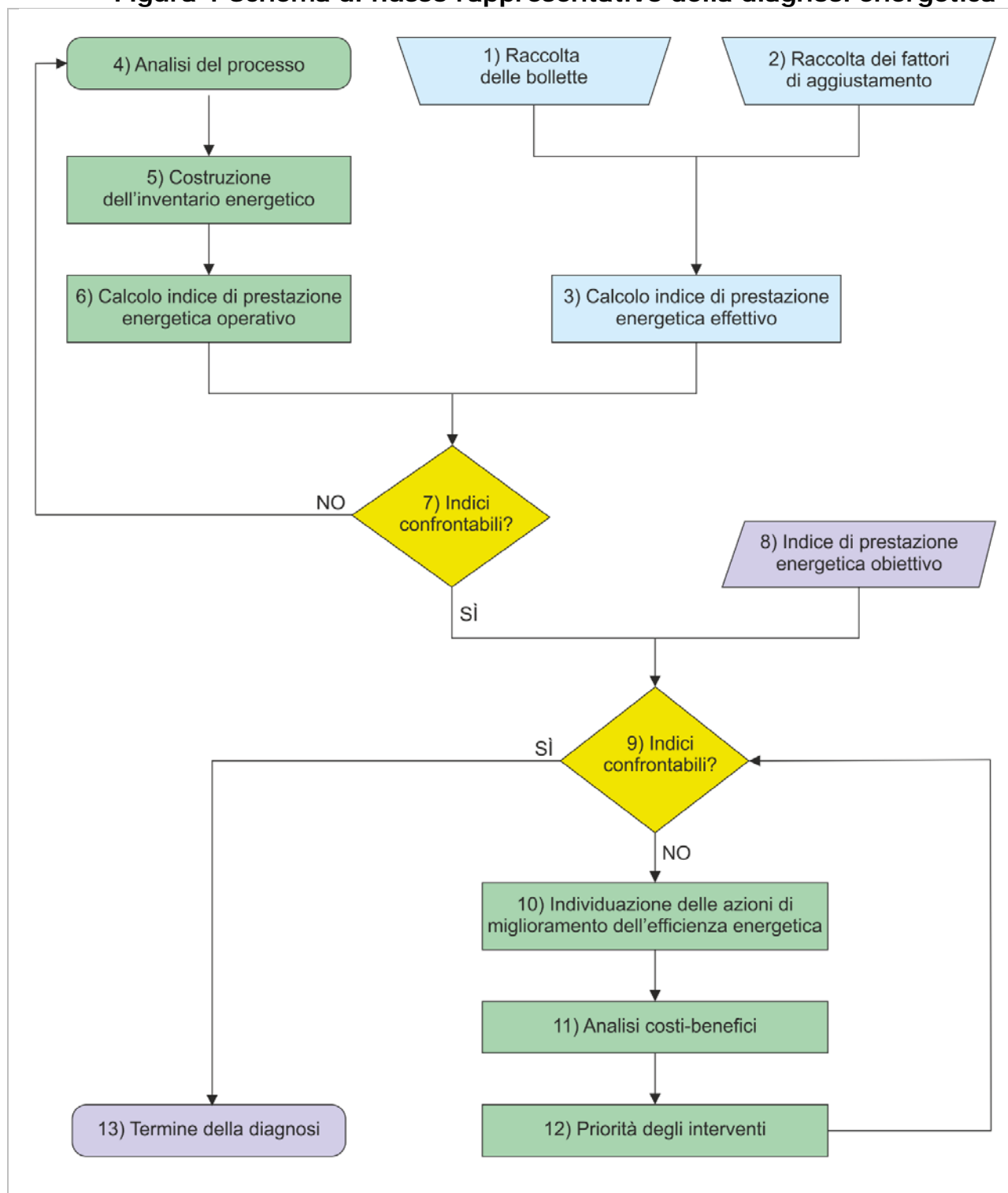
Modalità operative

Le modalità operative, gli scopi ed i passaggi essenziali di una diagnosi energetica sono definiti dalle norme UNI CEI/TR 11428 ed UNI CEI EN 16247. In particolare la prima, costituente una sorta di linea guida nazionale, disciplina i requisiti ed aspetti generali mentre la seconda, traduzione italiana della corrispondente norma europea, si articola in quattro parti, riguardanti, rispettivamente, i principi di base, gli edifici, i processi ed i trasporti. Ad esse si aggiungono, per ciascun ambito di applicazione della diagnosi, i rispettivi progetti di linee guida CTI, ad oggi in fase di elaborazione. Secondo tali norme, la diagnosi energetica di un edificio consiste in una procedura sistematica ed articola in passaggi ben definiti, così sintetizzabili: il rilievo delle bollette (consumi storici), l’analisi energetica dell’edificio (volta a fornirne un’adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico, tenuto conto di tutti i servizi energetici dei quali l’edificio è provvisto), il confronto tra i consumi calcolati ed i consumi reali (validazione sul campo del modello di calcolo), l’individuazione delle opportunità di risparmio energetico (ottimizzandole sotto il profilo dei costi-benefici) ed il resoconto finale in merito alle valutazioni svolte ed ai risultati conseguiti. A ciò si aggiunge una verifica finale, a valle dell’esecuzione delle opere, basata sul confronto tra le prestazioni attese ed i consumi effettivamente raggiunti. Secondo chiarimenti forniti da CTI ed ENEA, la conformità della diagnosi alle predette normative è garanzia di rispetto dei requisiti richiesti dall’allegato 2 al DLgs 102/14. Gli aspetti procedurali ed i passaggi essenziali della diagnosi sono riassumibili in uno schema di flusso, raffigurato nella pagina seguente (figura 1).

Metodologie di calcolo

L’analisi energetica dell’edificio consiste nell’individuazione dei flussi di energia relativi al fabbricato (involucro edilizio) ed agli impianti (sistemi tecnologici dedicati ai differenti servizi). Presupposto di tale analisi è l’esecuzione di un accurato rilievo. Occorre però mettere in evidenza una profonda differenza, dal punto di vista metodologico, tra i calcoli finalizzati alla certificazione energetica ed i calcoli finalizzati alla diagnosi. Se infatti lo scopo dei calcoli di certificazione è quello di definire indicatori di riferimento, volti a “contrassegnare” gli edifici ed a consentirne il confronto, l’obiettivo primario di una diagnosi è la costruzione di un modello di calcolo affidabile, finalizzato all’individuazione dei consumi effettivi ed alla modellazione delle possibili opere di efficientamento. Ne consegue che, in caso di certificazione, occorre attenersi a metodologie ben circoscritte nonché strettamente normate. In particolare, le metodologie di calcolo per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici sono ad oggi definite dai decreti attuativi della Legge 90/13, vale a dire i DM 26.06.15, secondo i quali il pacchetto normativo di riferimento è costituito dalle specifiche tecniche UNI/TS 11300 ed altre norme EN ad esse correlate. In caso invece di diagnosi, pur costituendo le UNI/TS 11300 il metodo di base ed un punto di riferimento, ci si avvale di un calcolo più “libero”, il quale si discosta, ove necessario, da esse in virtù dell’obiettivo primario perseguito, vale a dire la comprensione delle ragioni dei consumi effettivi. I differenti scopi ed approcci dei calcoli finalizzati alla certificazione ed alla diagnosi sono inoltre espressi ed enfatizzati dall’adozione di differenti opzioni ed impostazioni. Il calcolo delle prestazioni energetiche può essere infatti condotto secondo tre differenti modalità di valutazione, come definite dalle specifiche tecniche UNI/TS 11300 (prospetto 2): A1 (di progetto), A2 (standard) ed A3 (adattata all’utenza). Le prime due modalità (A1 ed A2), le quali trovano applicazione, rispettivamente, ai calcoli di progetto ed alla formulazione dell’APE, si fondano sull’adozione di parametri convenzionali, rappresentativi delle condizioni di clima ed utenza standard. La terza modalità (A3), da utilizzarsi ai fini delle diagnosi energetiche, si fonda invece su parametri quanto più possibile effettivi, volti a rappresentare le reali condizioni dell’edificio.

Figura 1 Schema di flusso rappresentativo della diagnosi energetica



2 SINTESI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

La presente diagnosi energetica ha come oggetto un edificio così identificato:

Caratteristiche generali dell'edificio oggetto della diagnosi

| | |
|---|---|
| Descrizione edificio | <i>Scuola Elementare "Fontana"</i> |
| Comune | <i>Sasso Marconi</i> |
| Provincia | <i>Bologna</i> |
| CAP | <i>40037</i> |
| Indirizzo edificio | <i>Via Fontana, 77 - 40037 Sasso Marconi (BO)</i> |
| Zona climatica | <i>E</i> |
| Gradi giorno DPR 412/93 ($GG_{DPR\ 412/93}$) [$^{\circ}Cg$] | <i>2339</i> |
| Categoria prevalente (DPR 412/93) | <i>E.7</i> |
| Altre categorie (DPR 412/93) | |
| Numero di unità immobiliari | <i>1</i> |
| Numero di fabbricati | <i>1</i> |
| Periodo di costruzione | <i>Anni '50</i> |
| Scopo / contesto della diagnosi energetica | <i>Fornitura di un Servizio Energia</i> |
| Riferimento | <i>DLgs 115/08, allegato 2 + DLgs 102/14</i> |

Descrizione sintetica dell'edificio

L'immobile è inserito in un contesto urbano. E' un edificio a blocco ad uso esclusivamente scolastico. La sua costruzione risale agli anni '50. E' composto di due piani fuori terra più un piano seminterrato non riscaldato. E' inoltre presente un sottotetto ad altezza variabile, non praticabile e non riscaldato. Sull'edificio è stato installato nel 2014 un impianto fotovoltaico di 12,25 kWp con servizio di Scambio sul Posto.

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

| | | | |
|------------------|--------------------|---------|-----------------|
| Superficie utile | S _{utile} | 435,42 | m ² |
| Superficie lorda | S _{lorda} | 488,74 | m ² |
| Volume netto | V _{netto} | 1438,91 | m ³ |
| Volume lordo | V _{lordo} | 1840,93 | m ³ |
| Fattore di forma | S/V | 0,52 | m ⁻¹ |

L'edificio è provvisto, nel suo stato di fatto, dei seguenti servizi energetici ed impianti:

Servizi ed impianti di cui è provvisto l'edificio

| Servizio / impianto | Tipologia | Caratteristiche |
|---|-------------|-----------------|
| Riscaldamento idronico (H _{idr}) | Autonomo | - |
| Acqua calda sanitaria (W) | Autonomo | Separato |
| Climatizzazione estiva (C) | Assente | - |
| Ventilazione (V) | Assente | - |
| Riscaldamento aeraulico (H _{aer}) | Assente | - |
| Illuminazione (L) | Considerato | - |
| Trasporto (T) | Assente | - |
| Solare termico (ST) | Assente | - |
| Solare fotovoltaico (SF) | Autonomo | - |

Le prestazioni energetiche dell'edificio sono, nello stato di fatto, così riassumibili:

Prestazioni energetiche stato di fatto

| | | | |
|---|-----------------------|---------|---------------------------------------|
| Indice di prestazione energetica globale non innovabile | EP _{gl,nren} | 153,09 | kWh _p /m ² anno |
| Classe energetica | | C | |
| Spesa globale annua | S _{gl} | 5524,83 | €/anno |

Sono stati individuate le seguenti possibili opere di risparmio energetico (raccomandazioni), articolate in differenti scenari. Ciascuno scenario si articola a sua volta in più interventi.

Raccomandazioni

| Raccomandazioni: | | | | | |
|---|--|----------------------|--|---------|-------|
| Scenario | 1 | Descrizione scenario | Isolamento a cappotto e coibentazione cassonetti | | |
| Intervento | Descrizione intervento | | | | |
| 1 | Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana | | | | |
| 2 | Coibentazione cassonetti - Scuola Primaria Fontana | | | | |
| Parametri di valutazione | | Stato di fatto | Scenario | Δ | % |
| Costo complessivo scenario(C) [€] | | | 32776,20 | | |
| Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno] | | 5524,83 | 3927,31 | 1597,52 | 28,90 |
| Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni] | | | 20,5 | | |
| EP _{gl,nren} [kWh _p /m ² anno] | | 153,09 | 108,83 | 44,27 | 28,90 |
| Classe energetica | | C | B | | |

| Scenario | 2 | Descrizione scenario | Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche | | |
|--|---|------------------------|---|---------|-------|
| Intervento | | Descrizione intervento | | | |
| 1 | Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Scuola Primaria Fontana | | | | |
| 2 | Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola Primaria Fontana | | | | |
| Parametri di valutazione | | Stato di fatto | Scenario | Δ | % |
| Costo complessivo scenario(C) [€] | | | 12780,00 | | |
| Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno] | | 5524,83 | 4041,84 | 1482,99 | 26,80 |
| Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni] | | | 8,6 | | |
| EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno] | | 153,09 | 112,00 | 41,09 | 26,80 |
| Classe energetica | | C | B | | |

| Scenario | 3 | Descrizione scenario | Scenario 1 + Scenario 2 | | |
|-----------------------------------|---|----------------------|-------------------------|---|---|
| Intervento | Descrizione intervento | | | | |
| 1 | Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana | | | | |
| 2 | Coibentazione cassonetti - Scuola Primaria Fontana | | | | |
| 3 | Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Scuola Primaria Fontana | | | | |
| 4 | Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola Primaria Fontana | | | | |
| Parametri di valutazione | | Stato di fatto | Scenario | Δ | % |
| Costo complessivo scenario(C) [€] | | | 45556,20 | | |

| | | | | |
|---|---------|---------|---------|-------|
| Spesa globale annua (S_{gl}) [€/anno] | 5524,83 | 2806,59 | 2718,23 | 49,20 |
| Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni] | | 16,8 | | |
| $EP_{gl, nren}$ [kWh _p /m ² anno] | 153,09 | 77,77 | 75,32 | 49,20 |
| Classe energetica | C | A2 | | |

Le opere di risparmio energetico verranno descritte, nel dettaglio, al capitolo "Raccomandazioni circa i possibili interventi".

3 GENERALITA' ED IMPOSTAZIONI DI CALCOLO

La procedura di diagnosi energetica richiede una valutazione dell'edificio nel suo complesso, tenuto conto di tutti i servizi energetici ed impianti in esso presenti (progetto di linee guida CTI, punto 1).

Rilievo dell'edificio

Il rilievo delle caratteristiche dell'edificio è stato effettuato con riferimento sia alle strutture disperdenti esterne sia ai sottosistemi impiantistici.

Software di calcolo

I software di calcolo adottati sono EC700 versione 10.20.30 (modulo base, provvisto di certificato di validazione CTI n. 73) ed EC720 versione 5.19.49 (modulo aggiuntivo, specifico per la diagnosi energetica).

Metodo ed impostazioni di calcolo

L'analisi è stata eseguita applicando le specifiche tecniche UNI/TS 11300 ed adottando la modalità di valutazione A3 (Tailored Rating). Il calcolo dell'energia termica utile invernale ed estiva è stato condotto secondo il metodo mensile. La modalità di valutazione A3 si basa sulle condizioni effettive di utilizzo (tenendo conto, ad esempio, di aspetti quali la stagione di calcolo reale, il regime di funzionamento dell'impianto ed il fattore di contabilizzazione). La modalità di valutazione A2 (Asset Rating), così come la modalità di valutazione A1 (Design Rating), si basa invece sulle condizioni standard (adozione di valori convenzionali o tabulati). La valutazione A3 può discostarsi in modo più o meno marcato dalla valutazione A2 secondo lo scopo ed in base alla discrezione ed esperienza del progettista (al limite le due modalità di valutazione possono coincidere). Si riassumono, nel prospetto seguente, le principali differenze tra le modalità di valutazione A1, A2 ed A3.

Prospetto 1 Principali differenze tra le modalità di valutazione A1, A2 ed A3

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

Principali impostazioni di calcolo adottate (dati climatici, fabbricato, zone, locali ed impianti)

Nella valutazione degli scenari di efficientamento energetico, vengono utilizzati i dati climatici standard di cui alla norma UNI 10349:2016.

L'edificio costituisce unica zona termica, modellata per locali inserendo gli elementi disperdenti.

Stagioni di calcolo

Energia invernale

| | | | |
|--|---------------|----|-----------|
| Stagione di riscaldamento | Convenzionale | | |
| Dal | 15 ottobre | Al | 15 aprile |
| Giorni di riscaldamento (n_{risc}) | 183 | | |

Energia estiva

| | | | |
|--|-----------|----|------------|
| Stagione di raffrescamento | Reale | | |
| Dal | 22 aprile | Al | 08 ottobre |
| Giorni di raffrescamento (n_{raffr}) | 170 | | |

Fattori di conversione in energia primaria

| Vettore energetico | $f_{p,nren}$ [kWh _p /kWh _{t/el}] | $f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _{t/el}] | $f_{p,tot}$ [kWh _p /kWh _{t/el}] | f_{co2} [kg/kWh _{t/el}] |
|------------------------------------|--|---|---|--|
| Energia elettrica da rete | 1,950 | 0,470 | 2,420 | 0,460 |
| Solare termico | 0,000 | 1,000 | 1,000 | - |
| Solare fotovoltaico | 0,000 | 1,000 | 1,000 | - |
| Ambiente esterno (pompa di calore) | 0,000 | 1,000 | 1,000 | - |
| Energia esportata da fotovoltaico | 0,000 | 1,000 | 1,000 | - |

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

Caratteristiche dei singoli vettori energetici

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

Valori limite

I valori limite dei parametri energetici, da adottarsi come riferimento per la valutazione ed il giudizio sui valori calcolati, sono definiti, così come le classi energetiche, dai decreti attuativi della Legge 90/13 (i cosiddetti DM 26.06.15, afferenti, rispettivamente, ai requisiti minimi ed alle linee guida nazionali), in relazione allo specifico edificio ed attraverso i corrispondenti edifici di riferimento. Per "edificio di riferimento" si intende una sorta di edificio "gemello" di quello considerato, con il quale condivide determinate caratteristiche, caratterizzato, però, da valori predefiniti di taluni parametri (quali, secondo il caso, trasmittanze, efficienze impiantistiche, ecc.). I valori minimi della quota rinnovabile sono invece definiti dal DLgs n. 28/11 (allegato 3, comma 1). Si precisa che la classe energetica ed i valori limite indicati nel presente documento, da considerarsi quali un riferimento, si basano sul calcolo effettuato secondo la valutazione A3 quindi non coincideranno necessariamente con quelli calcolati, rispettivamente, ai fini dell'APE (valutazione A2) o del progetto (valutazione A1).

Simboli adottati

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

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

4 ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

4.1 Dati climatici (calcolo mensile)

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

Caratteristiche geografiche

| | | | |
|--|-------------------------|-----------|--------------------------------|
| Comune | Sasso Marconi | | |
| Provincia | Bologna | | |
| Altitudine s.l.m. | | 128 | m |
| Latitudine nord | | 44°23' | |
| Longitudine est | | 11°14' | |
| Gradi giorno DPR 412/93 | GG _{DPR412/93} | 2339 | °Cg |
| Gradi giorno calcolati | GG _{calc} | 2419 | °Cg |
| Zona climatica | | E | |
| Regione di vento | | ADRIATICO | |
| Direzione del vento prevalente | | Sud-Ovest | |
| Distanza da mare | | > 40 | km |
| Velocità del vento media | V _{media} | 2,00 | m/s |
| Velocità del vento massima | V _{max} | 4,00 | m/s |
| Temperatura esterna di progetto | θ _{e,des} | -5,4 | °C |
| Irradianza mensile massima sul piano orizzontale | | 273,1 | W _t /m ² |

Dati climatici mensili

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| θ _{H,int} [°C] | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| θ _e [°C] | 0,9 | 5,0 | 9,2 | 13,2 | 17,3 | 21,8 | 24,4 | 21,2 | 18,9 | 15,2 | 8,9 | 3,4 |
| n _{risc} [g] | 31 | 28 | 31 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 30 | 31 |
| GG _{calc} [°Cg] | 592 | 420 | 335 | 116 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 109 | 333 | 515 |
| p [Pa] | 523,7 | 508,6 | 672,6 | 951,8 | 1124,3 | 1380,9 | 1383,5 | 1415,9 | 1470,9 | 1309,0 | 881,9 | 629,0 |

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

| Orient. | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|-------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| N | 1,6 | 2,6 | 3,8 | 5,5 | 8,3 | 9,2 | 9,7 | 7,0 | 4,8 | 2,9 | 1,9 | 1,4 |
| NE | 1,8 | 3,3 | 5,2 | 7,9 | 10,9 | 11,4 | 12,8 | 9,6 | 6,8 | 3,5 | 2,1 | 1,4 |
| E | 3,6 | 6,1 | 7,9 | 10,7 | 13,1 | 13,1 | 15,2 | 12,3 | 9,7 | 5,4 | 3,6 | 2,3 |
| SE | 6,0 | 9,0 | 9,6 | 11,2 | 12,2 | 11,6 | 13,6 | 12,1 | 11,0 | 7,0 | 5,4 | 3,6 |
| S | 7,6 | 10,7 | 10,0 | 10,1 | 10,2 | 9,5 | 10,9 | 10,5 | 10,7 | 7,8 | 6,5 | 4,5 |
| SO | 6,0 | 9,0 | 9,6 | 11,2 | 12,2 | 11,6 | 13,6 | 12,1 | 11,0 | 7,0 | 5,4 | 3,6 |
| O | 3,6 | 6,1 | 7,9 | 10,7 | 13,1 | 13,1 | 15,2 | 12,3 | 9,7 | 5,4 | 3,6 | 2,3 |
| NO | 1,8 | 3,3 | 5,2 | 7,9 | 10,9 | 11,4 | 12,8 | 9,6 | 6,8 | 3,5 | 2,1 | 1,4 |
| Orizzontale | 4,5 | 8,0 | 11,1 | 15,8 | 20,2 | 20,6 | 23,6 | 18,5 | 14,0 | 7,6 | 4,8 | 3,1 |

Legenda:

| | |
|--------------------|-----------------------------------|
| θ _{H,int} | Temperatura interna invernale |
| θ _e | Temperatura esterna media mensile |
| n _{risc} | Giorni di riscaldamento |
| GG _{calc} | Gradi giorno calcolati |
| p | Pressione del vapore |

4.2 Caratteristiche del fabbricato (calcolo mensile)

Il calcolo del fabbisogno di energia termica utile del fabbricato (inteso come solo involucro edilizio, senza considerare gli impianti) si fonda, in caso di metodo mensile, su un bilancio termico tra dispersioni ed apporti. Tale calcolo deve essere condotto per ciascuna zona termica. In particolare, secondo quanto indicato dalla UNI/TS 11300-1 (punto 12), ai fini delle prestazioni termiche del fabbricato ($Q_{H/C,nd,rif}$), ovvero l'energia utile, si considera la sola ventilazione naturale o "di riferimento" mentre, ai fini delle prestazioni energetiche dell'edificio ($E_{H/C,p}$), ovvero l'energia primaria, si considera la ventilazione meccanica o "effettiva", ove presente. Il fabbisogno complessivo dell'edificio si ottiene poi come sommatoria dei fabbisogni delle singole zone.

Calcolo invernale

Il fabbisogno mensile di energia utile della singola zona per riscaldamento ($Q_{H,nd,rif}$) si calcola nel seguente modo (UNI/TS 11300-1, formula 1):

$$Q_{H,nd} = (Q_{H,tr} + Q_{H,r} + Q_{H,ve} - Q_{H,sol,op}) - \eta_{H,gn} \times (Q_{H,int} + Q_{H,sol,w}) \quad [kWh_t]$$

dove:

$Q_{H,tr}$ = dispersioni per trasmissione [kWh_t];

$Q_{H,r}$ = dispersioni per extraflusso [kWh_t];

$Q_{H,ve}$ = dispersioni per ventilazione [kWh_t];

$Q_{H,sol,op}$ = apporti solari attraverso i componenti opachi [kWh_t];

$\eta_{H,gn}$ = fattore di utilizzazione degli apporti [-];

$Q_{H,int}$ = apporti interni [kWh_t];

$Q_{H,sol,w}$ = apporti solari attraverso i componenti finestrati [kWh_t].

Calcolo estivo

Il fabbisogno mensile di energia utile della singola zona per raffrescamento ($Q_{C,nd,rif}$) si calcola nel seguente modo (UNI/TS 11300-1, formula 2):

$$Q_{C,nd} = (Q_{C,int} + Q_{C,sol,w}) - \eta_{C,ls} \times (Q_{C,tr} + Q_{C,r} + Q_{C,ve} - Q_{C,sol,op}) \quad [kWh_t]$$

dove:

$Q_{C,int}$ = apporti interni [kWh_t];

$Q_{C,sol,w}$ = apporti solari attraverso i componenti finestrati [kWh_t];

$\eta_{C,ls}$ = fattore di utilizzazione delle perdite [-];

$Q_{C,tr}$ = dispersioni per trasmissione [kWh_t];

$Q_{C,r}$ = dispersioni per extraflusso [kWh_t];

$Q_{C,ve}$ = dispersioni per ventilazione [kWh_t];

$Q_{C,sol,op}$ = apporti solari attraverso i componenti opachi [kWh_t].

4.2.1 Strutture disperdenti

Si descrivono di seguito le differenti strutture disperdenti costituenti il fabbricato raffrontandone le rispettive trasmittanze medie ai corrispondenti limiti di legge ed esplicitandone le dispersioni (invernali ed estive). Per ciascuna struttura verrà inoltre evidenziata la rispettiva incidenza sulle dispersioni totali. I valori limite sono costituiti, come prescritto dal DM 26.06.15 (appendice A), dalle trasmittanze del cosiddetto "edificio di riferimento". Per edificio di riferimento si intende un edificio identico a quello reale, per geometria ed ubicazione, ma contraddistinto da valori prefissati di determinati parametri. Si riporta inoltre una breve descrizione dei componenti finestrati ed opachi.

Descrizione sintetica dei componenti opachi

(vs esterno) Telaio in c.a. con tamponamento in mattoni forati. Intonacatura solo interna, faccia vista su lato esterno. Componente involucro non coibentato.

(vs seminterrato, vespaio) Solaio in latero-cemento, pavimento in ceramica.

(vs sottotetto) Solaio in latero-cemento, non pavimentato.

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

Telaio: legno.

Vetro: vetrocamera.

con avvolgibili (cassonetto non isolato) e tende chiare interne ove presenti.

Sono presenti anche telai di metallo o pvc.

4.2.2 Dispersioni zona 1-Scuola Primaria Fontana

Dispersioni invernali

| Muri | | | | | | | | | | |
|--------|------|------------------|---|---------------------------------------|---|------|--|------|---|------|
| Cod. | Tipo | Descrizione | U [W _t /m ² K] | S _{tot} [m ²] | Q _{H,tr} [kWh _t] | % | Q _{H,r} [kWh _t] | % | Q _{H,sol,op} [kWh _t] | % |
| M1 | T | Parete esterna | 1,158 | 372,96 | 25083,4 | 45,9 | 3231,4 | 71,7 | 3924,2 | 32,0 |
| M2 | T | cassonetto legno | 1,072 | 21,49 | 1337,8 | 2,4 | 152,8 | 3,4 | 97,8 | 0,8 |
| Totale | | | | 394,45 | 26421,1 | 48,4 | 3384,2 | 75,1 | 4022,0 | 32,8 |

| Pavimenti | | | | | | | | | | |
|-----------|------|-----------------|---|---------------------------------------|---|------|--|-----|---|-----|
| Cod. | Tipo | Descrizione | U [W _t /m ² K] | S _{tot} [m ²] | Q _{H,tr} [kWh _t] | % | Q _{H,r} [kWh _t] | % | Q _{H,sol,op} [kWh _t] | % |
| P1 | U | Pavimento su NR | 1,203 | 227,58 | 7947,3 | 14,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Totale | | | | 227,58 | 7947,3 | 14,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

| Soffitti | | | | | | | | | | |
|----------|------|---------------------|---|---------------------------------------|---|------|--|-----|---|-----|
| Cod. | Tipo | Descrizione | U [W _t /m ² K] | S _{tot} [m ²] | Q _{H,tr} [kWh _t] | % | Q _{H,r} [kWh _t] | % | Q _{H,sol,op} [kWh _t] | % |
| S1 | U | Soffitto sottotetto | 0,468 | 261,18 | 6392,4 | 11,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Totale | | | | 261,18 | 6392,4 | 11,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

| Componenti finestrati | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|-------------|---|---------------------------------------|---|------|--|------|--|------|
| Cod. | Tipo | Descrizione | U [W _t /m ² K] | S _{tot} [m ²] | Q _{H,tr} [kWh _t] | % | Q _{H,r} [kWh _t] | % | Q _{H,sol,w} [kWh _t] | % |
| W1 | T | F1 | 2,187 | 29,45 | 3740,2 | 6,8 | 416,9 | 9,3 | 3552,9 | 29,0 |
| W2 | T | F2 | 3,985 | 4,13 | 955,7 | 1,7 | 76,4 | 1,7 | 279,4 | 2,3 |
| W3 | T | F3 | 2,114 | 11,40 | 1399,2 | 2,6 | 155,0 | 3,4 | 549,8 | 4,5 |
| W4 | T | F4 | 2,087 | 3,46 | 419,5 | 0,8 | 42,3 | 0,9 | 118,1 | 1,0 |
| W5 | T | F5 | 2,164 | 2,40 | 301,5 | 0,6 | 29,6 | 0,7 | 119,1 | 1,0 |
| W6 | T | F6 | 2,136 | 2,18 | 269,8 | 0,5 | 22,2 | 0,5 | 111,7 | 0,9 |
| W7 | T | F7 | 2,203 | 22,80 | 2917,0 | 5,3 | 310,3 | 6,9 | 3187,7 | 26,0 |
| W8 | T | F8 | 2,198 | 1,08 | 137,8 | 0,3 | 13,6 | 0,3 | 60,7 | 0,5 |
| W9 | T | F9 | 2,196 | 1,76 | 224,5 | 0,4 | 21,2 | 0,5 | 82,7 | 0,7 |
| W10 | T | F10 | 2,200 | 2,52 | 322,0 | 0,6 | 32,9 | 0,7 | 159,7 | 1,3 |
| Totale | | | | 81,18 | 10687,2 | 19,6 | 1120,5 | 24,9 | 8221,9 | 67,2 |

| Ponti termici | | | | | | |
|---------------|------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|---|-----|
| Cod. | Tipo | Descrizione | ψ [W _t /mK] | L _{tot} [m] | Q _{H,tr} [kWh _t] | % |
| Z1 | - | GF - Parete - Solaio rialzato | 0,112 | 112,63 | 547,0 | 1,0 |
| Z2 | - | IF - Parete - Solaio interpiano | 0,066 | 124,21 | 472,4 | 0,9 |
| Z3 | - | R - Parete - Copertura | 0,112 | 173,89 | 1062,3 | 1,9 |
| Z4 | - | W - Parete - Telaio | 0,100 | 189,75 | 1099,2 | 2,0 |
| Totale | | | | 600,48 | 3180,9 | 5,8 |

Dispersioni estive

| Muri | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------------------|---|---------------------------------------|---|------|--|------|--|------|
| Cod. | Tipo | Descrizione | U [W _t /m ² K] | S _{tot} [m ²] | Q _{C,tr} [kWh _t] | % | Q _{C,r} [kWh _t] | % | Q _{C,sol, op} [kWh _t] | % |
| M1 | T | Parete esterna | 1,158 | 372,96 | 10210,6 | 45,9 | 3874,2 | 71,7 | 7661,1 | 34,1 |
| M2 | T | cassonetto legno | 1,072 | 21,49 | 544,6 | 2,4 | 183,2 | 3,4 | 187,2 | 0,8 |
| Totale | | | | 394,45 | 10755,1 | 48,4 | 4057,4 | 75,1 | 7848,3 | 34,9 |

| Pavimenti | | | | | | | | | | |
|------------------|------|-----------------|---|---------------------------------------|---|------|--|-----|--|-----|
| Cod. | Tipo | Descrizione | U [W _t /m ² K] | S _{tot} [m ²] | Q _{C,tr} [kWh _t] | % | Q _{C,r} [kWh _t] | % | Q _{C,sol, op} [kWh _t] | % |
| P1 | U | Pavimento su NR | 1,203 | 227,58 | 3235,1 | 14,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Totale | | | | 227,58 | 3235,1 | 14,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

| Soffitti | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|---------------------|---|---------------------------------------|---|------|--|-----|--|-----|
| Cod. | Tipo | Descrizione | U [W _t /m ² K] | S _{tot} [m ²] | Q _{C,tr} [kWh _t] | % | Q _{C,r} [kWh _t] | % | Q _{C,sol, op} [kWh _t] | % |
| S1 | U | Soffitto sottotetto | 0,468 | 261,18 | 2602,1 | 11,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Totale | | | | 261,18 | 2602,1 | 11,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

| Componenti finestrati | | | | | | | | | | |
|------------------------------|------|-------------|---|---------------------------------------|---|------|--|------|---|------|
| Cod. | Tipo | Descrizione | U [W _t /m ² K] | S _{tot} [m ²] | Q _{C,tr} [kWh _t] | % | Q _{C,r} [kWh _t] | % | Q _{C,sol, w} [kWh _t] | % |
| W1 | T | F1 | 2,187 | 29,45 | 1522,5 | 6,8 | 499,8 | 9,3 | 5401,0 | 24,0 |
| W2 | T | F2 | 3,985 | 4,13 | 389,0 | 1,7 | 91,6 | 1,7 | 716,0 | 3,2 |
| W3 | T | F3 | 2,114 | 11,40 | 569,5 | 2,6 | 185,9 | 3,4 | 1614,0 | 7,2 |
| W4 | T | F4 | 2,087 | 3,46 | 170,8 | 0,8 | 50,7 | 0,9 | 359,8 | 1,6 |
| W5 | T | F5 | 2,164 | 2,40 | 122,7 | 0,6 | 35,5 | 0,7 | 367,9 | 1,6 |
| W6 | T | F6 | 2,136 | 2,18 | 109,8 | 0,5 | 26,7 | 0,5 | 245,6 | 1,1 |
| W7 | T | F7 | 2,203 | 22,80 | 1187,4 | 5,3 | 372,0 | 6,9 | 4996,8 | 22,2 |
| W8 | T | F8 | 2,198 | 1,08 | 56,1 | 0,3 | 16,3 | 0,3 | 183,1 | 0,8 |
| W9 | T | F9 | 2,196 | 1,76 | 91,4 | 0,4 | 25,4 | 0,5 | 263,1 | 1,2 |
| W10 | T | F10 | 2,200 | 2,52 | 131,1 | 0,6 | 39,5 | 0,7 | 484,6 | 2,2 |
| Totale | | | | 81,18 | 4350,4 | 19,6 | 1343,4 | 24,9 | 14632,0 | 65,1 |

| Ponti termici | | | | | | |
|----------------------|------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|---|-----|
| Cod. | Tipo | Descrizione | ψ [W _t /mK] | L _{tot} [m] | Q _{C,tr} [kWh _t] | % |
| Z1 | - | GF - Parete - Solaio rialzato | 0,112 | 112,63 | 222,7 | 1,0 |
| Z2 | - | IF - Parete - Solaio interpiano | 0,066 | 124,21 | 192,3 | 0,9 |
| Z3 | - | R - Parete - Copertura | 0,112 | 173,89 | 432,4 | 1,9 |
| Z4 | - | W - Parete - Telaio | 0,100 | 189,75 | 447,5 | 2,0 |
| Totale | | | | 600,48 | 1294,8 | 5,8 |

Trasmittanze termiche medie

| Muri | | | | | | |
|-------------|------|----------------|---|---|---|-------|
| Cod. | Tipo | Descrizione | U [W _t /m ² K] | U_{media} [W _t /m ² K] | U_{limite} [W _t /m ² K] | |
| | | | | | 2015 | 2021 |
| M1 | T | Parete esterna | 1,158 | 1,268 | 0,300 | 0,280 |

| Pavimenti | | | | | | |
|------------------|------|-----------------|---|---|---|-------|
| Cod. | Tipo | Descrizione | U [W _t /m ² K] | U_{media} [W _t /m ² K] | U_{limite} [W _t /m ² K] | |
| | | | | | 2015 | 2021 |
| P1 | U | Pavimento su NR | 1,203 | 1,230 | 0,620 | 0,580 |

| Soffitti | | | | | | |
|-----------------|------|---------------------|---|---|---|-------|
| Cod. | Tipo | Descrizione | U [W _t /m ² K] | U_{media} [W _t /m ² K] | U_{limite} [W _t /m ² K] | |
| | | | | | 2015 | 2021 |
| S1 | U | Soffitto sottotetto | 0,468 | 0,514 | 0,289 | 0,267 |

| Componenti finestrati | | | | | | |
|------------------------------|------|-------------|---|---|---|-------|
| Cod. | Tipo | Descrizione | U_w [W _t /m ² K] | $U_{w,limite}$ [W _t /m ² K] | U_g [W _t /m ² K] | |
| | | | | 2015 | 2021 | |
| W1 | T | F1 | 2,187 | 1,900 | 1,400 | 2,677 |
| W2 | T | F2 | 3,985 | 1,900 | 1,400 | 5,038 |
| W3 | T | F3 | 2,114 | 1,900 | 1,400 | 2,677 |
| W4 | T | F4 | 2,087 | 1,900 | 1,400 | 2,677 |
| W5 | T | F5 | 2,164 | 1,900 | 1,400 | 2,677 |
| W6 | T | F6 | 2,136 | 1,900 | 1,400 | 2,677 |
| W7 | T | F7 | 2,203 | 1,900 | 1,400 | 2,677 |
| W8 | T | F8 | 2,198 | 1,900 | 1,400 | 2,677 |
| W9 | T | F9 | 2,196 | 1,900 | 1,400 | 2,677 |
| W10 | T | F10 | 2,200 | 1,900 | 1,400 | 2,677 |

Legenda dei simboli:

| | |
|---------------|--|
| U | Trasmittanza termica (comprensiva dei ponti termici) |
| U_{media} | Trasmittanza termica media (comprensiva dei ponti termici o strutture opache poste in sottrazione) |
| U_w | Trasmittanza serramento (vetro + telaio) |
| U_g | Trasmittanza solo vetro |
| S_{tot} | Superficie disperdente totale |
| Ψ | Trasmittanza termica lineica del ponte termico |
| L_{tot} | Lunghezza totale del ponte termico |
| $Q_{H,tr}$ | Dispersioni per trasmissione |
| $Q_{H,r}$ | Dispersioni per extraflusso |
| $Q_{H,sol,o}$ | Apporti solari attraverso i componenti opachi |
| $Q_{H,sol,w}$ | Apporti solari attraverso i componenti finestrati |
| % | Incidenza sulle dispersioni totali |

Legenda tipologie di componente:

| | |
|---|--|
| T | Verso l'esterno |
| G | Verso il terreno |
| U | Verso locali confinanti non climatizzati |
| N | Verso locali confinanti climatizzati (locali vicini) |
| A | Verso locali a temperatura fissa |
| E | Da locale non climatizzato verso l'esterno |
| R | Da locale non climatizzato verso il terreno |
| D | Divisorio interno alla zona climatizzata |

Risultati energia invernale

| | | | |
|---|-----------------|--------|----------------------------------|
| Dispersioni | | | |
| Dispersioni per trasmissione | $Q_{H,tr}$ | 50607 | kWh _t |
| Dispersioni per extraflusso | $Q_{H,r}$ | 4505 | kWh _t |
| Dispersioni per ventilazione | $Q_{H,ve}$ | 32724 | kWh _t |
| Apporti | | | |
| Apporti solari attraverso i componenti opachi | $Q_{H,sol,op}$ | 4022 | kWh _t |
| Apporti solari attraverso i componenti finestrati | $Q_{H,sol,w}$ | 8222 | kWh _t |
| Apporti interni | $Q_{H,int}$ | 7649 | kWh _t |
| Apporti aggiuntivi | $Q_{H,aqq}$ | 0 | kWh _t |
| Bilancio energetico | | | |
| Fabbisogno del fabbricato | $Q_{H,nd}$ | 72327 | kWh _t |
| Indice di prestazione termica del fabbricato | $EP_{H,nd}$ | 166,11 | kWh _t /m ² |
| Valore limite | $EP_{H,nd,lim}$ | 91,67 | kWh _t /m ² |

Risultati energia estiva

| | | | |
|---|----------------|-------|----------------------------------|
| Dispersioni | | | |
| Dispersioni per trasmissione | $Q_{C,tr}$ | 14389 | kWh _t |
| Dispersioni per extraflusso | $Q_{C,r}$ | 5401 | kWh _t |
| Dispersioni per ventilazione | $Q_{C,ve}$ | 13321 | kWh _t |
| Apporti | | | |
| Apporti solari attraverso i componenti opachi | $Q_{C,sol,op}$ | 7848 | kWh _t |
| Apporti solari attraverso i componenti finestrati | $Q_{C,sol,w}$ | 14632 | kWh _t |
| Apporti interni | $Q_{C,int}$ | 7106 | kWh _t |
| Apporti aggiuntivi | $Q_{C,aqq}$ | 0 | kWh _t |
| Bilancio energetico | | | |
| Fabbisogno del fabbricato | $Q_{C,nd}$ | 3683 | kWh _t |
| Indice di prestazione termica del fabbricato | $EP_{C,nd}$ | 8,46 | kWh _t /m ² |
| Valore limite | $EP_{C,lim}$ | 8,41 | kWh _t /m ² |

4.3 Caratteristiche degli impianti

Si dettagliano di seguito le caratteristiche degli impianti di riscaldamento idronico ed acqua calda sanitaria, che sono l'oggetto, nell'analisi condotta, delle principali opere di risparmio energetico. In particolare, per ciascun sottosistema impiantistico, si effettua una sintesi dei dati principali. Ogni sottosistema è fonte sia di perdite termiche (in parte recuperate) sia di fabbisogni elettrici (anch'essi in parte recuperati sotto forma di calore). Scopo del calcolo è giungere, per ciascun servizio, alla determinazione dell'energia, termica o elettrica, consegnata dai singoli vettori energetici (ai fini del soddisfacimento dei fabbisogni energetici dell'edificio), ossia, in altri termini, alla quantificazione dei consumi, di combustibile ed energia elettrica. L'energia consegnata ed esportata (surplus) da ciascun vettore vengono poi convertite, attraverso appositi fattori, in energia primaria. L'energia primaria complessiva (Q_p) viene infine calcolata, per ciascun servizio, come sommatoria delle componenti dovute ai singoli vettori (UNI/TS 11300-5, formule da 12 a 14):

$$Q_p = \sum_k (Q_{del,k} \times f_{p,del,k}) - (Q_{exp,k} \times f_{p,exp,k}) \quad [kWh_p]$$

dove:

$Q_{del,k}$ = energia consegnata dal singolo vettore energetico [$kWh_{t/el}$];

$f_{p,del,k}$ = fattore di conversione dell'energia consegnata dal singolo vettore [$kWh_p/kWh_{t/el}$];

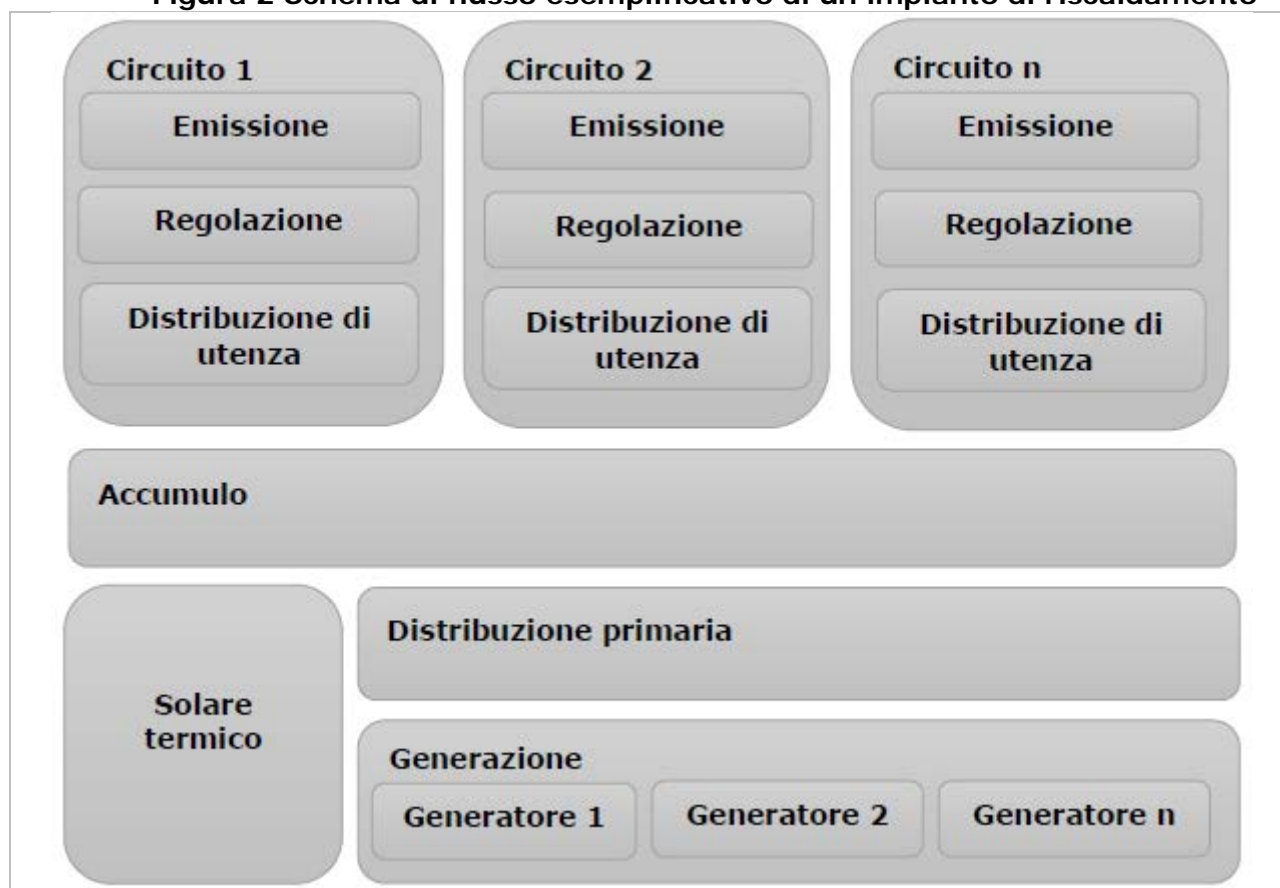
$Q_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

$f_{p,exp,k}$ = fattore di conversione dell'energia esportata dal singolo vettore [kWh_p/kWh_{el}].

4.3.1 Impianto di riscaldamento idronico

L'impianto di riscaldamento idronico si articola in più sottosistemi impiantistici, come evidenziato nello schema di flusso esemplificativo sotto riportato (figura 2). In particolare, l'impianto può essere costituito da uno o più circuiti di utenza (gruppi di locali aventi caratteristiche uniformi), a loro volta alimentati da uno o più generatori. In presenza di un impianto solare termico, quest'ultimo concorre al soddisfacimento del fabbisogno in ingresso all'accumulo. La presenza di un impianto solare fotovoltaico, così come di eventuali cogeneratori, fornisce invece un contributo al soddisfacimento del fabbisogno elettrico, dovuto alla generazione ed agli ausiliari.

Figura 2 Schema di flusso esemplificativo di un impianto di riscaldamento



Si riporta di seguito una descrizione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre un riassunto dei principali dati caratterizzanti i sottosistemi impiantistici, una sintesi dei principali risultati del calcolo ed un riepilogo dei rendimenti.

Descrizione sintetica dell'impianto di riscaldamento idronico

La produzione dell'acqua calda a servizio della climatizzazione invernale è di tipo autonomo e viene assicurata da n.1 caldaia a combustione alimentata a metano a servizio dello stabile, collocata in centrale termica esterna e adiacente il muro perimetrale della scuola.

L'emissione è assicurata da radiatori su parete esterna. La regolazione è da centrale termica.

4.3.1.1 Impianto zona 1-Scuola Primaria Fontana

Dati generali

| | |
|-----------------------|---------------------|
| Tipologia di impianto | <i>Monocircuito</i> |
| Fluido termovettore | <i>Acqua</i> |

Circuito Riscaldamento Scuola Primaria Fontana

| | | | |
|-------------------------|---|------|-------------------|
| Regime di funzionamento | Continuo | | |
| Emissione | | | |
| Tipologia | Radiatori su parete esterna non isolata (U > 0,8 W/m2K) | | |
| Rendimento | $\eta_{H,ldr,em}$ | 91,0 | % |
| Ausiliari | $Q_{H,ldr,em,aux}$ | 0,0 | kWh _{el} |
| Regolazione | | | |
| Tipologia | Solo climatica (compensazione con sonda esterna) | | |
| Caratteristiche | - | | |
| Rendimento | $\eta_{H,ldr,reg}$ | 89,7 | % |
| Distribuzione | | | |
| Metodo di calcolo | Semplificato | | |
| Tipologia di impianto | Autonomo, edificio singolo | | |
| Rendimento | $\eta_{H,ldr,du}$ | 96,4 | % |
| Ausiliari | $Q_{H,ldr,du,aux}$ | 0,0 | kWh _{el} |
| Temperatura media | | | |
| Tipologia di circuito | A portata costante | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Generazione

| | |
|---------------------------------|---------------------------|
| Configurazione centrale termica | <i>Generatore singolo</i> |
|---------------------------------|---------------------------|

Generatore 1 - Caldaia tradizionale

Dati generali

| | | | |
|-------------------------|--|-------|-----------------|
| Numero | 1 | | |
| Tipologia | Caldaia tradizionale | | |
| Metodo di calcolo | Analitico | | |
| Marca / serie / modello | RIELLO/RTQ 3S -RTQ 3S GTA- COMPONIBILE/91 3S -G/1 - G/2-S/1 -S/2 - S/M | | |
| Potenza utile nominale | Φ_n | 90,00 | kW _t |

Immagine



Rendimenti termici

| | | | |
|------------------------|-----------------------|------|---|
| Riscaldamento idronico | $\eta_{H,idr,gen,ut}$ | 84,0 | % |
|------------------------|-----------------------|------|---|

Ausiliari

| | | | |
|------------------------|---------------------|-------|-------------------|
| Riscaldamento idronico | $Q_{H,idr,gen,aux}$ | 280,2 | kWh _{el} |
|------------------------|---------------------|-------|-------------------|

Vettore energetico

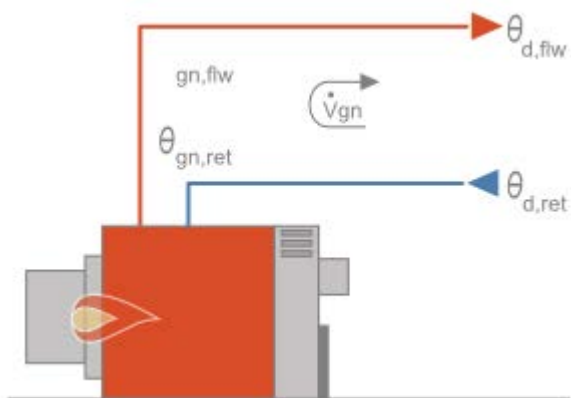
| | | | |
|---|------------------|-------|---------------------|
| Tipologia | Metano | | |
| Potere calorifico inferiore | PCI | 9,940 | kWh/Nm ³ |
| Costo | c | 0,87 | €/ Nm ³ |
| Fattore di emissione di CO ₂ | f _{CO2} | 0,210 | kg/kWh _p |

Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)

| | | | |
|-----------------|---------------------|-------|---|
| Non rinnovabile | f _{p,nren} | 1,050 | - |
| Rinnovabile | f _{p,ren} | 0,000 | - |
| Totale | f _{p,tot} | 1,050 | - |

Circuito in centrale

| | |
|-----------------------|----------------------|
| Tipologia di circuito | Collegamento diretto |
|-----------------------|----------------------|



| Temperature medie | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Riscaldamento ($\theta_{H,idr,gen,avg}$) [°C] | 39,5 | 36,2 | 32,7 | 29,3 | - | - | - | - | - | 28,9 | 33,4 | 37,9 |

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici

| | | | |
|---|-------------------------|-------|------------------|
| Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale) | $Q_{H,nd}$ | 72327 | kWh _t |
| Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva) | $Q_{H,sys,out}$ | 72327 | kWh _t |
| Energia recuperata dall'impianto di ACS | $Q_{H,W,rh}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi) | $Q'_{H,sys,out}$ | 72327 | kWh _t |
| Fabbisogno corretto per intermittenza | $Q_{H,sys,out,interm}$ | 72327 | kWh _t |
| Fabbisogno corretto per contabilizzazione | $Q_{H,sys,out,cont}$ | 72327 | kWh _t |
| Fabbisogno corretto per ulteriori fattori | $Q_{H,sys,out,corr}$ | 41950 | kWh _t |
| Perdite di emissione non recuperate | $Q_{H,em,ls,nrh}$ | 4149 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso all'emissione | $Q_{H,em,in}$ | 46098 | kWh _t |
| Perdite di regolazione non recuperate | $Q_{H,rg,ls,nrh}$ | 5305 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso alla regolazione | $Q_{H,rg,in}$ | 51403 | kWh _t |
| Perdite di distribuzione di utenza non recuperate | $Q_{H,du,ls,nrh}$ | 1920 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza | $Q_{H,du,in}$ | 53323 | kWh _t |
| Perdite di accumulo non recuperate | $Q_{H,s,ls,nrh}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso all'accumulo | $Q_{H,s,in}$ | 53323 | kWh _t |
| Energia prodotta dal solare termico | $Q_{H,sol,out}$ | 0 | kWh _t |
| Eccedenza del solare termico | $Q_{H,sol,surplus}$ | 0 | kWh _t |
| Contributo netto del solare termico | $Q_{H,sol,out,net}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo | $Q_{H,s,in,eff}$ | 53323 | kWh _t |
| Perdite di distribuzione primaria non recuperate | $Q_{H,dp,ls,nrh}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria | $Q_{H,dp,in}$ | 53323 | kWh _t |
| Fabbisogno in uscita dalla generazione | $Q_{H,gen,out}$ | 53323 | kWh _t |
| Perdite dei circuiti di generazione non recuperate | $Q_{H,gen,circ,ls,nrh}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione | $Q_{H,gen,circ,in}$ | 53323 | kWh _t |
| Perdite di generazione non recuperate | $Q_{H,gen,ls,nrh}$ | 10164 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica) | $Q_{H,gen,in,t}$ | 63486 | kWh _t |
| Energia da ambiente esterno (pompa di calore) | $Q_{H,gen,in,RES}$ | 0 | kWh _t |

Fabbisogni elettrici

| | | | |
|---|--------------------|-----|-------------------|
| Fabbisogno elettrico ausiliari emissione | $Q_{H,em,aux}$ | 0 | kWh _{el} |
| Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione di utenza | $Q_{H,du,aux}$ | 0 | kWh _{el} |
| Ausiliari solare termico | $Q_{H,sol,aux}$ | 0 | kWh _{el} |
| Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria | $Q_{H,dp,aux}$ | 0 | kWh _{el} |
| Fabbisogno elettrico ausiliari generazione | $Q_{H,gen,aux}$ | 280 | kWh _{el} |
| Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica) | $Q_{H,gen,in,el}$ | 0 | kWh _{el} |
| Fabbisogno elettrico complessivo | $Q_{H,el}$ | 280 | kWh _{el} |
| Energia prodotta dal fotovoltaico | $Q_{H,PV,out}$ | 512 | kWh _{el} |
| Eccedenza del fotovoltaico | $Q_{H,PV,surplus}$ | 231 | kWh _{el} |
| Contributo netto del fotovoltaico | $Q_{H,PV,out,net}$ | 280 | kWh _{el} |
| Energia prodotta dalla cogenerazione | $Q_{H,CG,out}$ | 0 | kWh _{el} |
| Eccedenza della cogenerazione | $Q_{H,CG,surplus}$ | 0 | kWh _{el} |
| Contributo netto della cogenerazione | $Q_{H,CG,out,net}$ | 0 | kWh _{el} |
| Fabbisogno elettrico effettivo (da rete) | $Q_{H,el,eff}$ | 0 | kWh _{el} |

Energia primaria

| | | | |
|------------------------|----------------|-------|------------------|
| Non rinnovabile | $Q_{H,p,nren}$ | 66661 | kWh _p |
| Rinnovabile | $Q_{H,p,ren}$ | 280 | kWh _p |
| Totale | $Q_{H,p,tot}$ | 66941 | kWh _p |

Riepilogo rendimenti

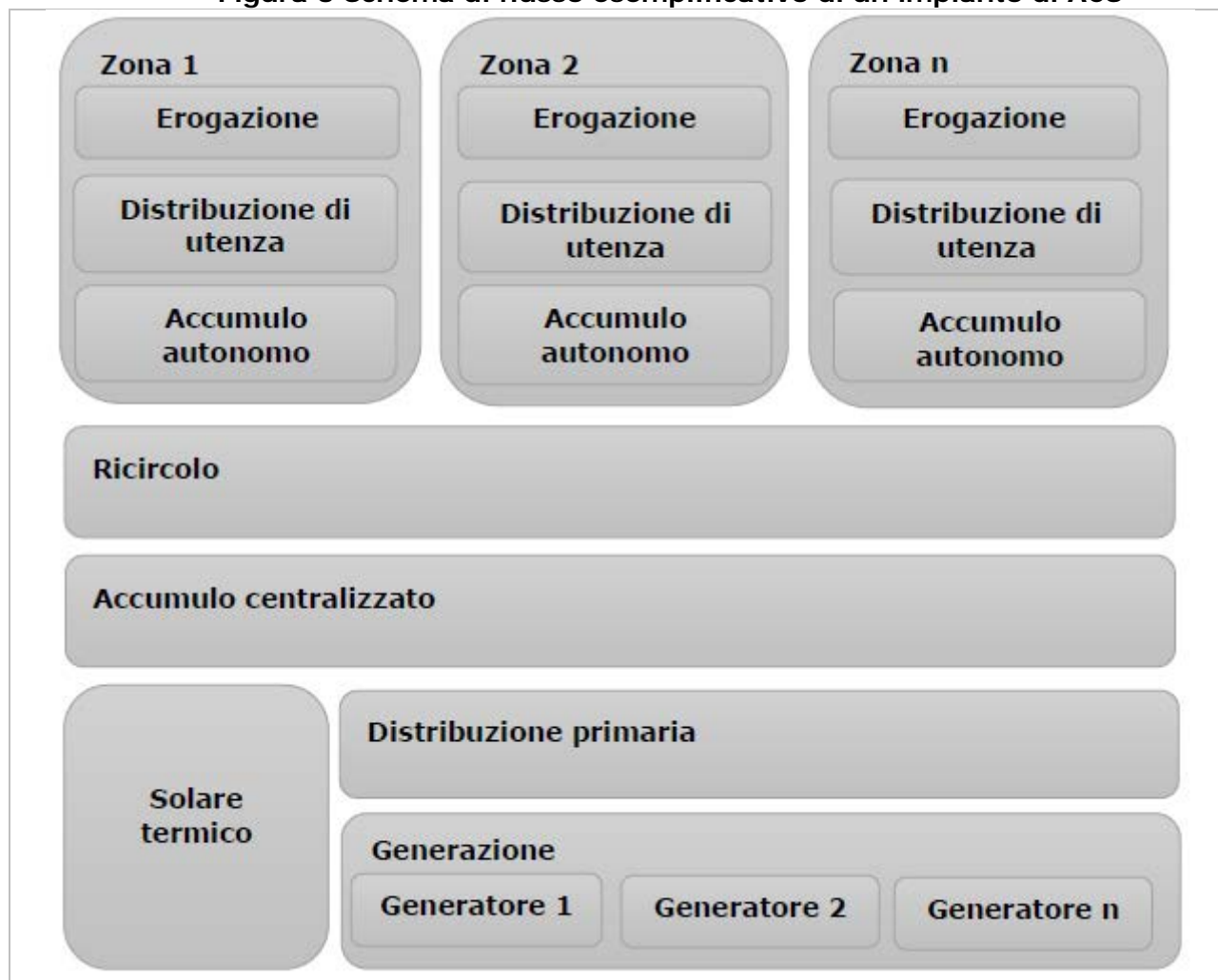
Impianto idronico

| | | | |
|--|----------------------------|-------|---|
| Emissione | $\eta_{H, idr,em}$ | 91,0 | % |
| Regolazione | $\eta_{H, idr,reg}$ | 89,7 | % |
| Distribuzione di utenza | $\eta_{H, idr,du}$ | 96,4 | % |
| Accumulo | $\eta_{H, idr,s}$ | 100,0 | % |
| Distribuzione primaria | $\eta_{H, idr,dp}$ | - | % |
| Generazione (rispetto all'energia utile) | $\eta_{H, idr,gen,ut}$ | 84,0 | % |
| Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile) | $\eta_{H, idr,gen,p,nren}$ | 79,3 | % |
| Generazione (rispetto all'energia primaria totale) | $\eta_{H, idr,gen,p,tot}$ | 79,2 | % |
| Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.) | $\eta_{H,g,p,nren}$ | 108,5 | % |
| Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.) | $\eta_{H,g,p,tot}$ | 108,0 | % |
| Valore limite | $\eta_{H,g,lim}$ | 0,0 | % |

4.3.2 Impianto di acqua calda sanitaria

L'impianto di acqua calda sanitaria si articola, così come l'impianto di riscaldamento, in più sottosistemi impiantistici, come evidenziato nello schema di flusso esemplificativo sotto riportato (figura 3). In particolare, l'impianto può essere costituito da una o più zone (a seconda che sia autonomo o centralizzato), a loro volta alimentate da uno o più generatori. Tra generazione ed utenze sono interposti ulteriori sottosistemi, ossia distribuzione primaria, ricircolo ed accumulo (quest'ultimo, secondo i casi, centralizzato o autonomo). La presenza di un impianto solare o fotovoltaico può fornire un contributo al soddisfacimento del fabbisogno, rispettivamente, termico (in ingresso all'accumulo) ed elettrico (generazione ed ausiliari). Al soddisfacimento del fabbisogno elettrico può inoltre concorrere l'energia prodotta da cogenerazione.

Figura 3 Schema di flusso esemplificativo di un impianto di ACS



Si riporta di seguito una descrizione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre un riassunto dei principali dati caratterizzanti i sottosistemi impiantistici, una sintesi dei principali risultati del calcolo ed un riepilogo dei rendimenti.

Descrizione sintetica dell'impianto di ACS

La produzione di ACS è di tipo autonomo e garantita da bollitori elettrici ad accumulo installati nelle zone w.c.

4.3.2.1 Impianto zona 1-Scuola Primaria Fontana

Erogazione, distribuzione di utenza ed accumulo

| | | | |
|---------------------------------------|---------------|-----|------------------|
| Fabbisogno ideale | $Q_{W,nd}$ | 0 | kWh _t |
| Rendimento di erogazione | $\eta_{W,er}$ | 0,0 | % |
| Rendimento di distribuzione di utenza | $\eta_{W,du}$ | 0,0 | % |

Generazione

| | |
|---------------------------------|---------------------------|
| Configurazione centrale termica | <i>Generatore singolo</i> |
|---------------------------------|---------------------------|

Generatore 1 - Bollitore elettrico ad accumulo

Dati generali

| | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|------|-----------------|
| Numero | 1 | | |
| Tipologia | Bollitore elettrico ad accumulo | | |
| Metodo di calcolo | - | | |
| Marca / serie / modello | | | |
| Potenza utile nominale | Φ_n | 1,20 | kW _t |
| Modalità di funzionamento ACS | Continuata | | |

Immagine



Prestazioni

| | | | |
|--------------------|-------------------|-----|-------------------|
| Rendimento termico | $\eta_{W,gen,ut}$ | 0,0 | % |
| Ausiliari | $Q_{W,gen,aux}$ | 0,0 | kWh _{el} |

Vettore energetico

| | | | |
|---|-------------------|-------|---------------------|
| Tipologia | Energia elettrica | | |
| Potere calorifico inferiore | PCI | - | - |
| Costo | c | 0,25 | €/ kWh |
| Fattore di emissione di CO ₂ | f _{CO2} | 0,460 | kg/kWh _p |

Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)

| | | | |
|-----------------|---------------------|-------|---|
| Non rinnovabile | f _{p,nren} | 1,950 | - |
| Rinnovabile | f _{p,ren} | 0,470 | - |
| Totale | f _{p,tot} | 2,420 | - |

Temperatura media

| | | | |
|---------------------------|----------------------|------|-----------------|
| Potenza scambiatore | Φ_{sc} | 0,0 | kW _t |
| Salto termico di progetto | $\Delta\theta_{des}$ | 20,0 | °C |
| Portata di progetto | V _{des} | 0,0 | kg/h |
| Temperatura media | $\theta_{W,gen,avg}$ | 60,0 | °C |

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici

| | | | |
|---|-------------------------|---|------------------|
| Fabbisogno di energia termica utile | $Q_{W,sys,out}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno corretto per recupero reflui docce | $Q_{W,sys,out,rec}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno corretto per contabilizzazione | $Q_{W,sys,out,cont}$ | 0 | kWh _t |
| Perdite di erogazione non recuperate | $Q_{W,er,ls,nrh}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso all'erogazione | $Q_{W,er,in}$ | 0 | kWh _t |
| Perdite di distribuzione di utenza non recuperate | $Q_{W,du,ls,nrh}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza | $Q_{W,du,in}$ | 0 | kWh _t |
| Perdite di ricircolo non recuperate | $Q_{W,ric,ls,nrh}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso al ricircolo | $Q_{W,ric,in}$ | 0 | kWh _t |
| Perdite di accumulo non recuperate | $Q_{W,s,ls,nrh}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso all'accumulo | $Q_{W,s,in}$ | 0 | kWh _t |
| Perdite della distribuzione di prerisc. solare non recuperate | $Q_{W,sol,dis,ls,nrh}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di prerisc. solare | $Q_{W,sol,dis,in}$ | 0 | kWh _t |
| Perdite dell'accumulo di prerisc. solare non recuperate | $Q_{W,sol,s,ls,nrh}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso all'accumulo di prerisc. solare | $Q_{W,sol,s,in}$ | 0 | kWh _t |
| Energia prodotta dal solare termico | $Q_{W,sol,out}$ | 0 | kWh _t |
| Eccedenza del solare termico | $Q_{W,sol,surplus}$ | 0 | kWh _t |
| Contributo netto del solare termico | $Q_{W,sol,out,net}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno effettivo in ingresso all'accumulo | $Q_{W,s,in,eff}$ | 0 | kWh _t |
| Perdite di distribuzione primaria non recuperate | $Q_{W,dp,ls,nrh}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria | $Q_{W,dp,in}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno in uscita dalla generazione | $Q_{W,gen,out}$ | 0 | kWh _t |
| Perdite dei circuiti di generazione non recuperate | $Q_{W,gen,circ,ls,nrh}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione | $Q_{W,gen,circ,in}$ | 0 | kWh _t |
| Perdite di generazione non recuperate | $Q_{W,gen,ls,nrh}$ | 0 | kWh _t |
| Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica) | $Q_{W,gen,in,t}$ | 0 | kWh _t |
| Energia da ambiente esterno (pompa di calore) | $Q_{W,gen,in,RES}$ | 0 | kWh _t |

Fabbisogni elettrici

| | | | |
|---|--------------------|---|-------------------|
| Fabbisogno elettrico ausiliari rete di ricircolo | $Q_{W,ric,aux}$ | 0 | kWh _{el} |
| Fabbisogno elettrico ausiliari solare termico | $Q_{W,sol,aux}$ | 0 | kWh _{el} |
| Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria | $Q_{W,dp,aux}$ | 0 | kWh _{el} |
| Fabbisogno elettrico ausiliari generazione | $Q_{W,gen,aux}$ | 0 | kWh _{el} |
| Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica) | $Q_{W,gen,in,el}$ | 0 | kWh _{el} |
| Fabbisogno elettrico complessivo | $Q_{W,el}$ | 0 | kWh _{el} |
| Energia prodotta dal fotovoltaico | $Q_{W,PV,out}$ | 0 | kWh _{el} |
| Eccedenza del fotovoltaico | $Q_{W,PV,surplus}$ | 0 | kWh _{el} |
| Contributo netto del fotovoltaico | $Q_{W,PV,out,net}$ | 0 | kWh _{el} |
| Energia prodotta dalla cogenerazione | $Q_{W,CG,out}$ | 0 | kWh _{el} |
| Eccedenza della cogenerazione | $Q_{W,CG,surplus}$ | 0 | kWh _{el} |
| Contributo netto della cogenerazione | $Q_{W,CG,out,net}$ | 0 | kWh _{el} |
| Fabbisogno elettrico effettivo (da rete) | $Q_{W,el,eff}$ | 0 | kWh _{el} |

Energia primaria

| | | | |
|------------------------|----------------|---|------------------|
| Non rinnovabile | $Q_{W,p,nren}$ | 0 | kWh _p |
| Rinnovabile | $Q_{W,p,ren}$ | 0 | kWh _p |
| Totale | $Q_{W,p,tot}$ | 0 | kWh _p |

Riepilogo rendimenti

| | | | |
|---|------------------------|-----|---|
| Erogazione | $\eta_{W,er}$ | 0,0 | % |
| Distribuzione di utenza | $\eta_{W,du}$ | 0,0 | % |
| Accumulo | $\eta_{W,s}$ | 0,0 | % |
| Tubazione di ricircolo | $\eta_{W,ric}$ | - | % |
| Distribuzione primaria | $\eta_{W,dp}$ | - | % |
| Generazione (rispetto all'energia utile) | $\eta_{W,gen,ut}$ | 0,0 | % |
| Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile) | $\eta_{W,gen,nren}$ | 0,0 | % |
| Generazione (rispetto all'energia primaria totale) | $\eta_{W,gen,tot}$ | 0,0 | % |
| Globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn) | $\eta_{W,g,p,nren}$ | 0,0 | % |
| Globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale) | $\eta_{W,g,p,tot}$ | 0,0 | % |
| Valore limite | $\eta_{W,g,p,tot,lim}$ | 0,0 | % |

4.3.3 Altri impianti

4.3.3.1 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

Impianto prevalente a tubi fluorescenti.

4.4 Principali risultati dei calcoli (stato di fatto)

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

4.4.1 Scuola Primaria Fontana

Consumi ed energia consegnata

| Servizio | Metano | | | | Energia primaria | | | Spesa ed emissioni | |
|-------------------|-------------------------------|-----------------|--|--|--|---|---|--------------------|---------------------------|
| | Consumo ed energia consegnata | | | | | | | | |
| | Co | UM | Q _{del} [kWh _{el}] | Q _{exp} [kWh _{el}] | Q _{p,nren} [kWh _p] | Q _{p,ren} [kWh _p] | Q _{p,tot} [kWh _p] | S [€] | Em _{CO2} [kg] |
| Riscaldamento (H) | 6738 | Sm ³ | 63486 | 0 | 66661 | 0 | 66661 | 5524,83 | 13332 |
| Globale (GI) | 6738 | Sm ³ | 63486 | 0 | 66661 | 0 | 66661 | 5524,83 | 13332 |

| Servizio | Energia elettrica | | | | Energia primaria | | | Spesa ed emissioni | |
|---------------------------|-------------------------------|-----|--|--|--|---|---|--------------------|---------------------------|
| | Consumo ed energia consegnata | | | | | | | | |
| | Co | UM | Q _{del} [kWh _{el}] | Q _{exp} [kWh _{el}] | Q _{p,nren} [kWh _p] | Q _{p,ren} [kWh _p] | Q _{p,tot} [kWh _p] | S [€] | Em _{CO2} [kg] |
| Riscaldamento (H) | 0 | kWh | 0 | - | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | kWh | 0 | - | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 |
| Illuminazione (L) | 0 | kWh | 0 | - | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 |
| Globale (GI) | 0 | kWh | 0 | - | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 |

| Servizio | Solare fotovoltaico | | | | Energia primaria | | | Spesa ed emissioni | |
|---------------------------|-------------------------------|----|--|--|--|---|---|--------------------|---------------------------|
| | Consumo ed energia consegnata | | | | | | | | |
| | Co | UM | Q _{del} [kWh _{el}] | Q _{exp} [kWh _{el}] | Q _{p,nren} [kWh _p] | Q _{p,ren} [kWh _p] | Q _{p,tot} [kWh _p] | S [€] | Em _{CO2} [kg] |
| Riscaldamento (H) | - | - | 512 | 231 | 0 | 280 | 280 | - | - |
| Acqua calda sanitaria (W) | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| Illuminazione (L) | - | - | 14284 | 6878 | 0 | 7407 | 7407 | - | - |
| Globale (GI) | - | - | 14796 | 7109 | 0 | 7687 | 7687 | - | - |

Spesa

| Servizio | S [€] |
|---------------------------|---------|
| Riscaldamento (H) | 5524,83 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 |
| Ventilazione (V) | 0,00 |
| Illuminazione (L) | 0,00 |
| Trasporto (T) | 0,00 |
| Globale (GI) | 5524,83 |

Rendimenti

| Riscaldamento idronico ($H_{idr.}$) | |
|--|---------------------------------|
| Sottosistema | Valore calcolato [-] |
| Emissione (η_{em}) | 91,0 |
| Regolazione (η_{reg}) | 89,7 |
| Distribuzione di utenza (η_{du}) | 96,4 |
| Accumulo (η_s) | 100,0 |
| Distribuzione primaria (η_{dp}) | 100,0 |
| Generazione ($\eta_{gen,ut}$) | 84,0 |
| Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$) | 79,3 |
| Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$) | 79,2 |
| Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$) | 108,5 |
| Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$) | 108,0 |
| Valore limite (η_{lim}) | 126,4 |

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

Indici di prestazione termica del fabbricato

| Servizio | Q_{nd} [kWh_t] | EP_{nd} [kWh_t/m²] | $EP_{nd,limite}$ [kWh_t/m²] |
|--------------------|--|---|--|
| Riscaldamento (H) | 72327 | 166,11 | 91,67 |
| Raffrescamento (C) | 3683 | 8,46 | 8,41 |

Indici di prestazione energetica dell'edificio

| Servizio | Energia primaria | | | Indici di prestazione energetica | | | |
|---------------------------|--|---|---|---|--|--|---|
| | $Q_{p,nren}$ [kWh_p] | $Q_{p,ren}$ [kWh_p] | $Q_{p,tot}$ [kWh_p] | EP_{nren} [kWh_p/m²] | EP_{ren} [kWh_p/m²] | EP_{tot} [kWh_p/m²] | $EP_{tot,limite}$ [kWh_p/m²] |
| Riscaldamento (H) | 66661 | 280 | 66941 | 153,09 | 0,64 | 153,74 | - |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | - |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | - |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | - |
| Illuminazione (L) | 0 | 7407 | 7407 | 0,00 | 17,01 | 17,01 | - |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | - |
| Globale | 66661 | 7687 | 74347 | 153,09 | 17,65 | 170,75 | 89,56 |

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



Nota: classe energetica indicativa, avente valenza di riferimento ed obiettivo, valutata, coerentemente con il calcolo di diagnosi, secondo la modalità di valutazione A3.

Quota rinnovabile

| Servizio | QR [%] | Valore minimo [%] | | |
|----------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| | | 1° fase (31.05.12 - 31.12.13) | 2° fase (01.01.14 - 31.12.16) | 3° fase (dal 01.01.17) |
| Riscaldamento (H) | 0,4 | - | - | - |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,0 | 50 | - | - |
| Raffrescamento (C) | 0,0 | - | - | - |
| Globale (H + W + C) | 0,4 | 20 | 35 | 50 |
| Ventilazione (V) | 0,0 | - | - | - |
| Illuminazione (L) | 100,0 | - | - | - |
| Trasporto (T) | 0,0 | - | - | - |
| Globale | 10,3 | - | - | - |

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

Emissioni

| Servizio | Emissioni di CO ₂ [kg] |
|---------------------------|-----------------------------------|
| Riscaldamento (H) | 13332,12 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 |
| Ventilazione (V) | 0,00 |
| Illuminazione (L) | 0,00 |
| Trasporto (T) | 0,00 |
| Globale (GI) | 13332,12 |

Legenda:

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

5 Confronto con i consumi reali

Come dato di consumo di convalida sono stati utilizzati i dati storici forniti dal committente.

Per questo edificio non sono stati forniti consumi storici di energia elettrica. Essendo però presente un impianto fotovoltaico di cui sono state fornite informazioni circa le quote di energia elettrica prodotta, immessa e prelevata, un parziale dato di consumo di energia elettrica totale è stato calcolato a partire dai dati disponibili.

Il confronto, effettuato su base annua ed attraverso la firma energetica, ha condotto al seguente esito.

5.1 1 - Scuola Primaria Fontana

5.1.1 2017/2018

5.1.1.1 Consumi annui

Gradi giorno

| | | | |
|------------------------|---------------------|------|-----|
| Gradi giorno calcolati | GG _{calc} | 2419 | °Cg |
| Gradi giorno reali | GG _{reali} | 2324 | °Cg |

Fattori di normalizzazione

| | | | |
|---------------|---------------------|-------|---|
| Riscaldamento | f _{H,norm} | 1,041 | - |
|---------------|---------------------|-------|---|

Consumi annui

| Riscaldamento | | | | | | |
|---------------|--------------------|---------|-----------------|----------------------|------------------------|-------|
| Contatore | Vettore energetico | Servizi | UM | Co _{H,calc} | Co _{H, reale} | Δ [%] |
| 1 | Metano | Hidr | Sm ³ | 6738 | 7332 | -8,1 |
| 2 | Energia elettrica | Hidr | kWh | 0 | 0 | 0,0 |

| Globale | | | | | | |
|-----------|--------------------|---------|-----------------|-----------------------|-------------------------|-------|
| Contatore | Vettore energetico | Servizi | UM | Co _{gl,calc} | Co _{gl, reale} | Δ [%] |
| 1 | Metano | Hidr | Sm ³ | 6738 | 7332 | -8,1 |
| 2 | Energia elettrica | Hidr | kWh | 0 | 0 | 0,0 |

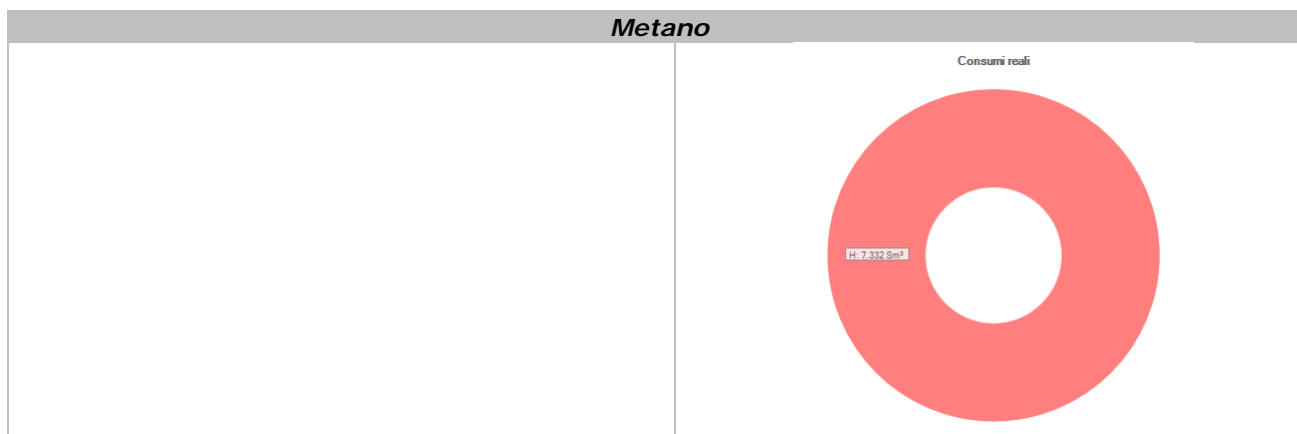
Legenda dei simboli:

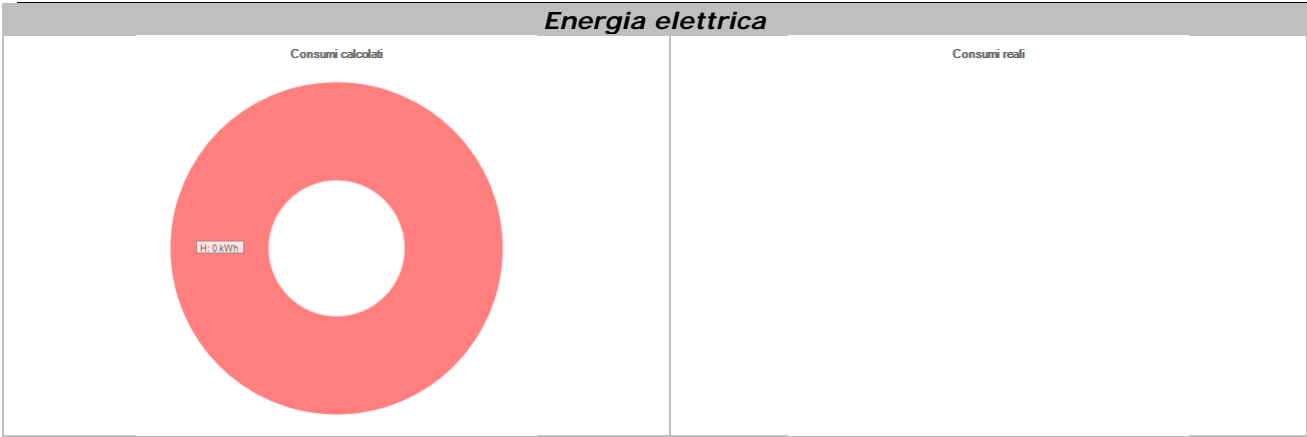
| | |
|---------------------|-------------------|
| Co _{calc} | Consumo calcolato |
| Co _{reale} | Consumo reale |
| Δ | Scostamento |

Legenda dei servizi:

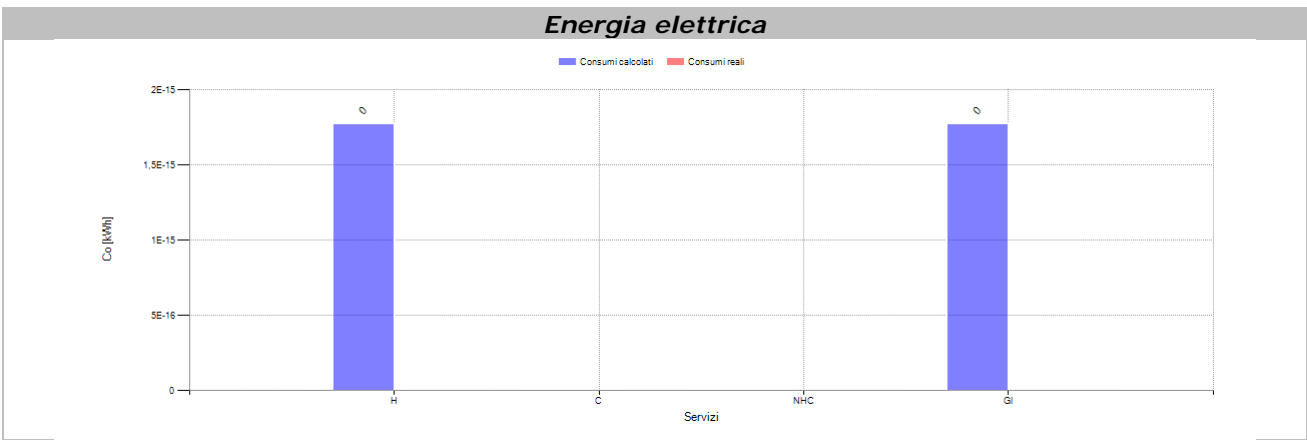
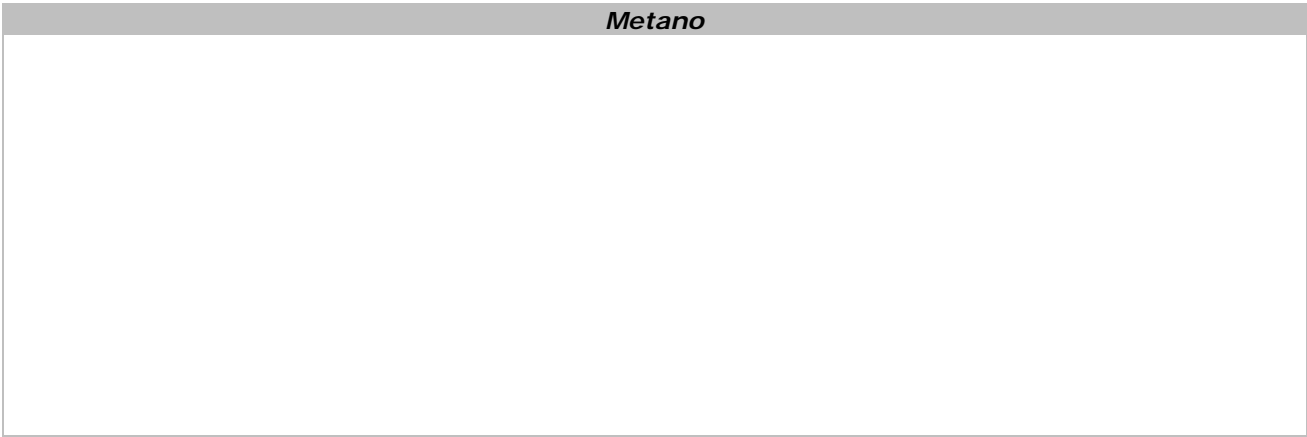
| | |
|------------------|---|
| H _{idr} | Riscaldamento idronico |
| H _{aer} | Riscaldamento aerulico (trattamenti aria) |
| W | Acqua calda sanitaria |
| C | Raffrescamento |
| V | Ventilazione |
| L | Illuminazione |
| T | Trasporto |
| NHC | Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento |

Suddivisione per servizio





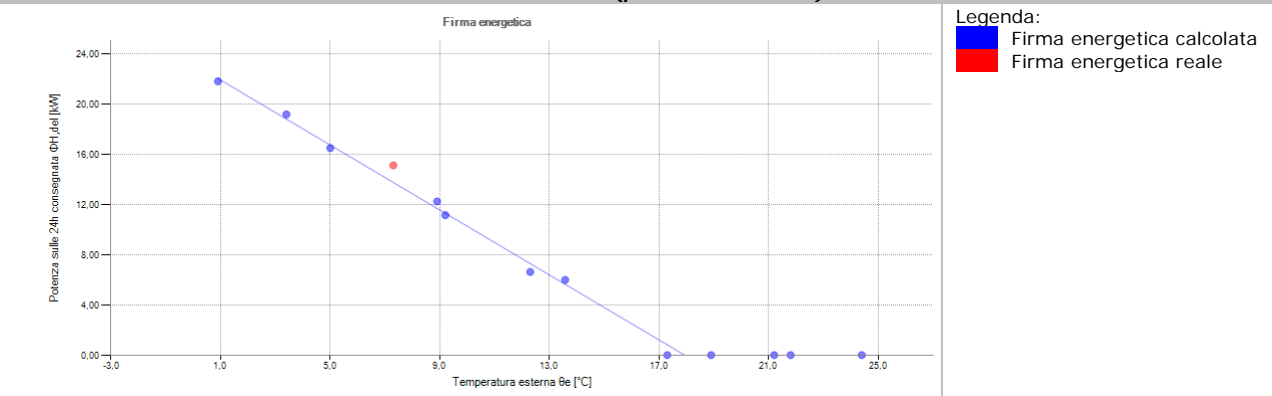
Confronto



5.1.1.2 Firme energetiche

| | | | |
|--------------------|--------|-----------------|-----------------|
| Contatore | 1 | Unità di misura | Sm ³ |
| Vettore energetico | Metano | Servizi | Hidr |

Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



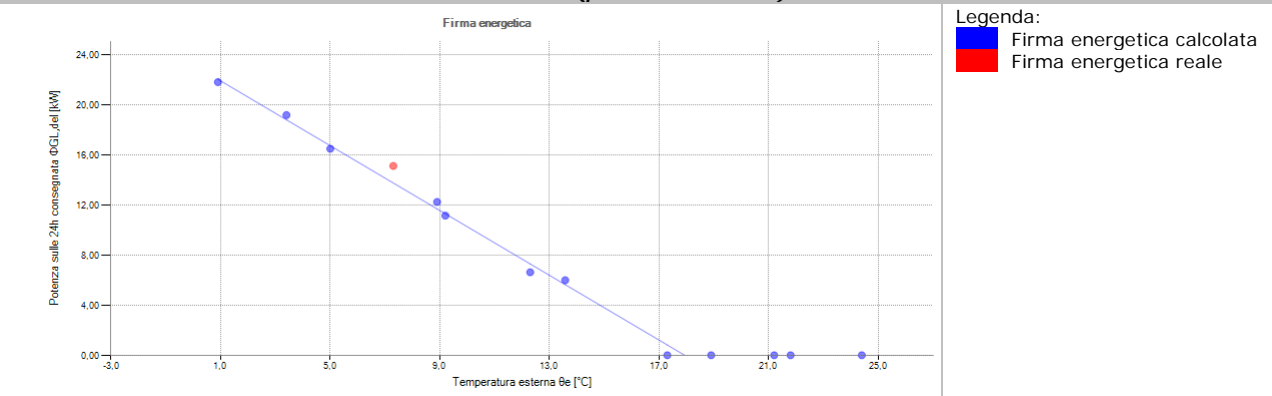
Firma energetica calcolata

| Mesi | Codice Mesi | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cg] | Co _H [Sm ³] | Q _{H,del} [kWh _{t/et}] | Φ _{H,del} [kW _{t/et}] |
|---------------------------|-------------|------------|-----------------------|------------------------|----------|-------------|------------------------------------|---|--|
| gennaio | H | 31 | 31 | - | 0,9 | 592 | 1722 | 16222 | 21,80 |
| febbraio | H | 28 | 28 | - | 5,0 | 420 | 1175 | 11074 | 16,48 |
| marzo | H | 31 | 31 | - | 9,2 | 335 | 880 | 8290 | 11,14 |
| aprile | H | 30 | 15 | - | 12,3 | 116 | 253 | 2383 | 6,62 |
| maggio | NH | 31 | 0 | - | 17,3 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| giugno | NH | 30 | 0 | - | 21,8 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| luglio | NH | 31 | 0 | - | 24,4 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| agosto | NH | 31 | 0 | - | 21,2 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| settembre | NH | 30 | 0 | - | 18,9 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| ottobre | H | 31 | 17 | - | 13,6 | 109 | 259 | 2442 | 5,99 |
| novembre | H | 30 | 30 | - | 8,9 | 333 | 935 | 8810 | 12,24 |
| dicembre | H | 31 | 31 | - | 3,4 | 515 | 1514 | 14264 | 19,17 |
| TOTALE | | 365 | 183 | - | - | 2419 | 6738 | 63486 | - |

Firma energetica reale

| Periodo | Codice Periodo | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cg] | Co _H [Sm ³] | Q _{H,del} [kWh _{t/et}] | Φ _{H,del} [kW _{t/et}] |
|-------------------------------|----------------|------------|-----------------------|------------------------|----------|-------------|------------------------------------|---|--|
| 1 - 2017/2018 | H | 183 | 183 | - | 7,3 | 2324 | 7043 | 66364 | 15,11 |
| TOTALE | | 183 | 183 | - | - | 2324 | 7043 | 66364 | - |

Globale (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata

| Mesi | Codice Mesi | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cg] | Co _{gl} [Sm ³] | Q _{gl,del} [kWh _{t/et}] | Φ _{gl,del} [kW _{t/et}] |
|---------------------------|-------------|------------|-----------------------|------------------------|----------|-------------|-------------------------------------|--|---|
| gennaio | H | 31 | 31 | 0 | 0,9 | 592 | 1722 | 16222 | 21,80 |
| febbraio | H | 28 | 28 | 0 | 5,0 | 420 | 1175 | 11074 | 16,48 |
| marzo | H | 31 | 31 | 0 | 9,2 | 335 | 880 | 8290 | 11,14 |
| aprile | H | 30 | 15 | 9 | 12,3 | 116 | 253 | 2383 | 6,62 |
| maggio | NH | 31 | 0 | 31 | 17,3 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| giugno | NH | 30 | 0 | 30 | 21,8 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| luglio | NH | 31 | 0 | 31 | 24,4 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| agosto | NH | 31 | 0 | 31 | 21,2 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| settembre | NH | 30 | 0 | 30 | 18,9 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| ottobre | H | 31 | 17 | 8 | 13,6 | 109 | 259 | 2442 | 5,99 |
| novembre | H | 30 | 30 | 0 | 8,9 | 333 | 935 | 8810 | 12,24 |
| dicembre | H | 31 | 31 | 0 | 3,4 | 515 | 1514 | 14264 | 19,17 |
| TOTALE | | 365 | 183 | 170 | - | 2419 | 6738 | 63486 | - |

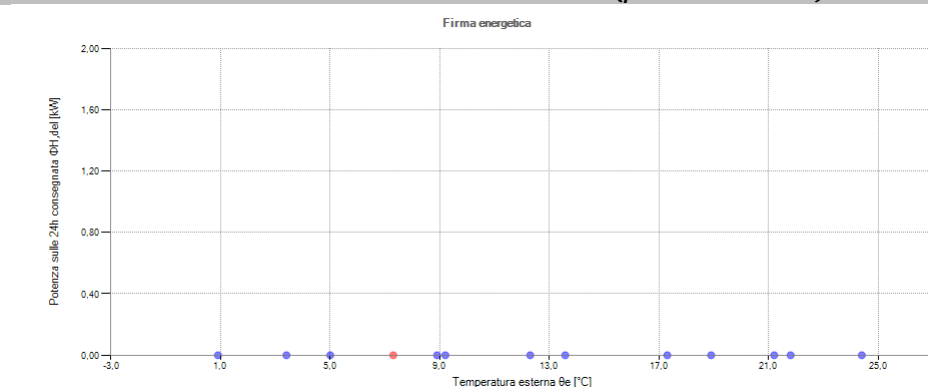
Firma energetica reale

| Periodo | Codice Periodo | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cg] | Co _{gl} [Sm ³] | Q _{gl,del} [kWh _{t/et}] | Φ _{gl,del} [kW _{t/et}] |
|-------------------------------|----------------|-------|-----------------------|------------------------|---------|----------|-------------------------------------|--|---|
| 1 - 2017/2018 | H | 183 | 183 | 0 | 7,3 | 2324 | 7043 | 66364 | 15,11 |

| | | | | | | | | |
|--------|-----|-----|---|---|------|------|-------|---|
| TOTALE | 183 | 183 | 0 | - | 2324 | 7043 | 66364 | - |
|--------|-----|-----|---|---|------|------|-------|---|

| | | | |
|--------------------|-------------------|-----------------|------|
| Contatore | 2 | Unità di misura | kWh |
| Vettore energetico | Energia elettrica | Servizi | Hidr |

Riscaldamento (potenza sulle 24 h)

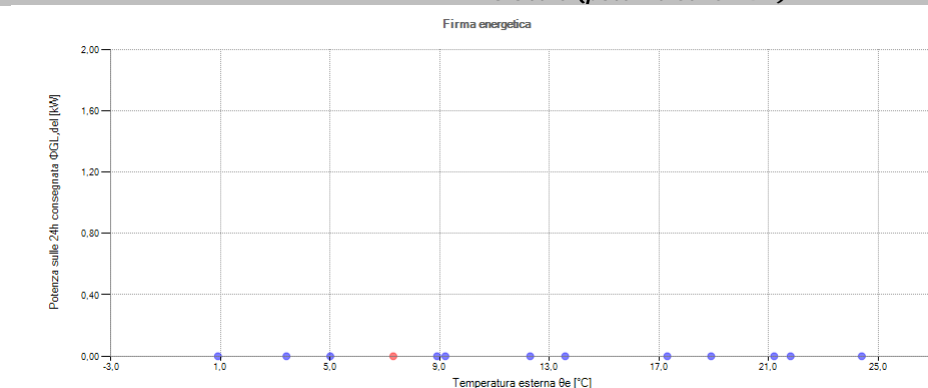


Legenda:
■ Firma energetica calcolata
■ Firma energetica reale

| Firma energetica calcolata | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------|-------|-----------------------|------------------------|---------|----------|-----------------------|---|--|
| Mesi | Codice Mesi | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cq] | Co _H [kWh] | Q _{H,del} [kWh _{t/el}] | Φ _{H,del} [kW _{t/el}] |
| <i>gennaio</i> | <i>H</i> | 31 | 31 | - | 0,9 | 592 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>febbraio</i> | <i>H</i> | 28 | 28 | - | 5,0 | 420 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>marzo</i> | <i>H</i> | 31 | 31 | - | 9,2 | 335 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>aprile</i> | <i>H</i> | 30 | 15 | - | 12,3 | 116 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>maggio</i> | <i>NH</i> | 31 | 0 | - | 17,3 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>giugno</i> | <i>NH</i> | 30 | 0 | - | 21,8 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>luglio</i> | <i>NH</i> | 31 | 0 | - | 24,4 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>agosto</i> | <i>NH</i> | 31 | 0 | - | 21,2 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>settembre</i> | <i>NH</i> | 30 | 0 | - | 18,9 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>ottobre</i> | <i>H</i> | 31 | 17 | - | 13,6 | 109 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>novembre</i> | <i>H</i> | 30 | 30 | - | 8,9 | 333 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>dicembre</i> | <i>H</i> | 31 | 31 | - | 3,4 | 515 | 0 | 0 | 0,00 |
| TOTALE | | 365 | 183 | - | - | 2419 | 0 | 0 | - |

| Firma energetica reale | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------|-------|-----------------------|------------------------|---------|----------|-----------------------|---|--|
| Periodo | Codice Periodo | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cq] | Co _H [kWh] | Q _{H,del} [kWh _{t/el}] | Φ _{H,del} [kW _{t/el}] |
| 1 - 2017/2018 | H | 183 | 183 | - | 7,3 | 2324 | 0 | 0 | 0,00 |
| TOTALE | | 183 | 183 | - | - | 2324 | 0 | 0 | - |

Globale (potenza sulle 24 h)



Legenda:
■ Firma energetica calcolata
■ Firma energetica reale

| Firma energetica calcolata | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------|-------|-----------------------|------------------------|---------|----------|------------------------|--|---|
| Mesi | Codice Mesi | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cq] | Co _{gl} [kWh] | Q _{gl,del} [kWh _{t/el}] | Φ _{gl,del} [kW _{t/el}] |
| <i>gennaio</i> | <i>H</i> | 31 | 31 | 0 | 0,9 | 592 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>febbraio</i> | <i>H</i> | 28 | 28 | 0 | 5,0 | 420 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>marzo</i> | <i>H</i> | 31 | 31 | 0 | 9,2 | 335 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>aprile</i> | <i>H</i> | 30 | 15 | 9 | 12,3 | 116 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>maggio</i> | <i>NH</i> | 31 | 0 | 31 | 17,3 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>giugno</i> | <i>NH</i> | 30 | 0 | 30 | 21,8 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>luglio</i> | <i>NH</i> | 31 | 0 | 31 | 24,4 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>agosto</i> | <i>NH</i> | 31 | 0 | 31 | 21,2 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>settembre</i> | <i>NH</i> | 30 | 0 | 30 | 18,9 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>ottobre</i> | <i>H</i> | 31 | 17 | 8 | 13,6 | 109 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>novembre</i> | <i>H</i> | 30 | 30 | 0 | 8,9 | 333 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>dicembre</i> | <i>H</i> | 31 | 31 | 0 | 3,4 | 515 | 0 | 0 | 0,00 |
| TOTALE | | 365 | 183 | 170 | - | 2419 | 0 | 0 | - |

| Firma energetica reale | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------|-------|-----------------------|------------------------|---------|----------|------------------------|--|---|
| Periodo | Codice Periodo | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cq] | Co _{gl} [kWh] | Q _{gl,del} [kWh _{t/el}] | Φ _{gl,del} [kW _{t/el}] |
| 1 - 2017/2018 | H | 183 | 183 | 0 | 7,3 | 2324 | 0 | 0 | 0,00 |
| TOTALE | | 183 | 183 | 0 | - | 2324 | 0 | 0 | - |

Legenda dei simboli:

| | |
|--------------------|--|
| g | Giorni (del mese o periodo) |
| g _{risc} | Giorni di riscaldamento (del mese o periodo) |
| g _{raffr} | Giorni di raffrescamento (del mese o periodo) |
| θ_e | Temperatura esterna media (del mese o periodo) |
| GG | Gradi giorno (del mese o periodo) |
| Co | Consumo (del mese o periodo) |
| Q _{del} | Energia consegnata (del mese o periodo) |
| Φ_{del} | Potenza consegnata (del mese o periodo) |

Legenda dei servizi:

| | |
|-----|---|
| H | Riscaldamento (idronico ed aeraulico) |
| C | Raffrescamento |
| NHC | Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento |
| gl | Globale |

Legenda dei codici:

| | |
|-----|--------------------------------------|
| H | Riscaldamento |
| C | Raffrescamento |
| HC | Sia riscaldamento che raffrescamento |
| NH | Non riscaldamento |
| NC | Non raffrescamento |
| NHC | Né riscaldamento né raffrescamento |

5.1.2 2018/2019

5.1.2.1 Consumi annui

Gradi giorno

| | | | |
|------------------------|---------------------|------|-----|
| Gradi giorno calcolati | GG _{calc} | 2419 | °Cg |
| Gradi giorno reali | GG _{reali} | 2050 | °Cg |

Fattori di normalizzazione

| | | | |
|---------------|---------------------|-------|---|
| Riscaldamento | f _{H,norm} | 1,180 | - |
|---------------|---------------------|-------|---|

Consumi annui

| Riscaldamento | | | | | | |
|---------------|--------------------|---------|-----------------|----------------------|------------------------|-------|
| Contatore | Vettore energetico | Servizi | UM | Co _{H,calc} | Co _{H, reale} | Δ [%] |
| 1 | Metano | Hidr | Sm ³ | 6738 | 5820 | 15,8 |
| 2 | Energia elettrica | Hidr | kWh | 0 | 0 | 0,0 |

| Globale | | | | | | |
|-----------|--------------------|---------|-----------------|-----------------------|-------------------------|-------|
| Contatore | Vettore energetico | Servizi | UM | Co _{gl,calc} | Co _{gl, reale} | Δ [%] |
| 1 | Metano | Hidr | Sm ³ | 6738 | 5820 | 15,8 |
| 2 | Energia elettrica | Hidr | kWh | 0 | 0 | 0,0 |

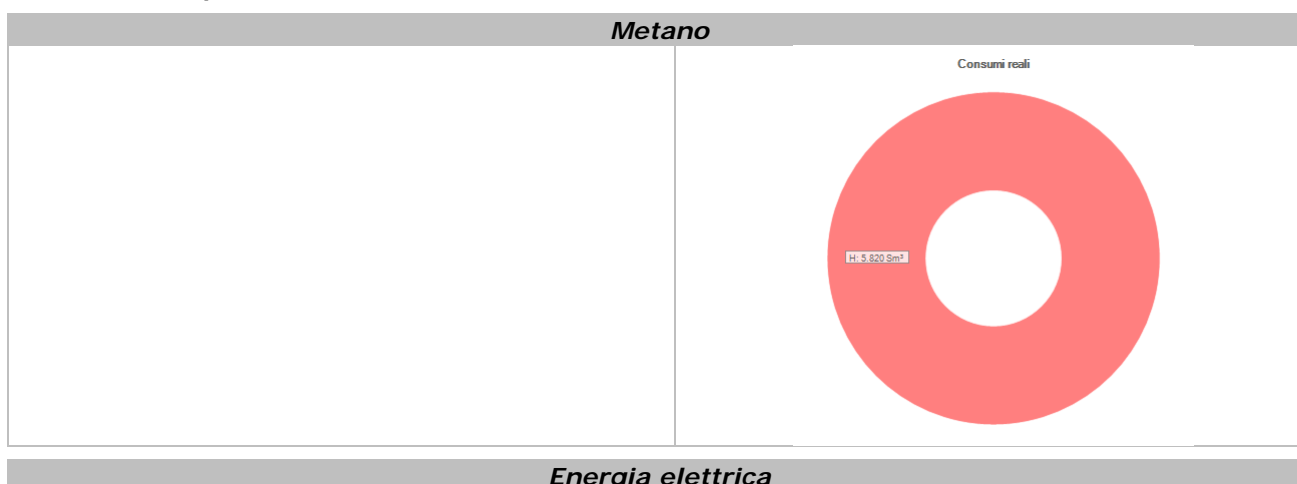
Legenda dei simboli:

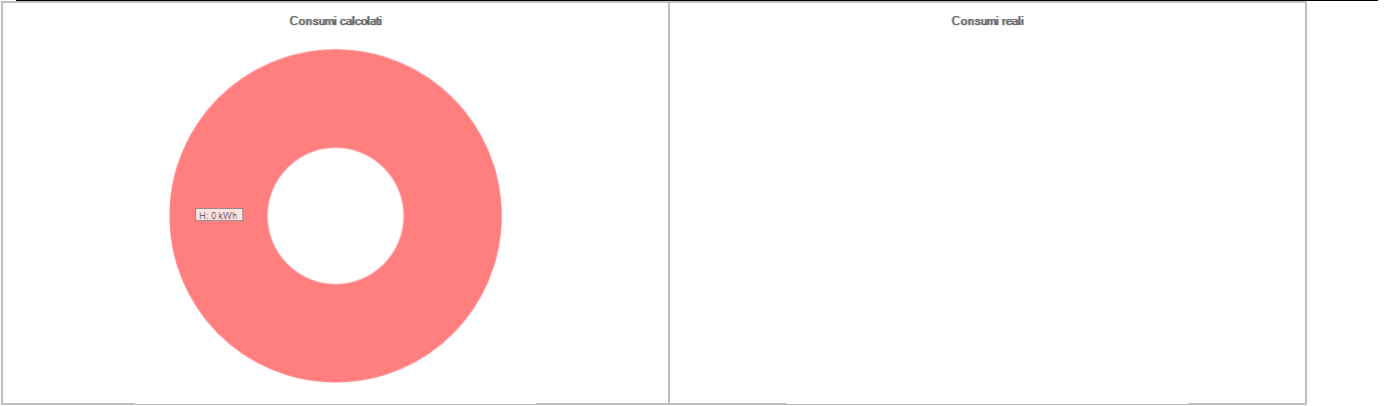
| | |
|---------------------|-------------------|
| Co _{calc} | Consumo calcolato |
| Co _{reale} | Consumo reale |
| Δ | Scostamento |

Legenda dei servizi:

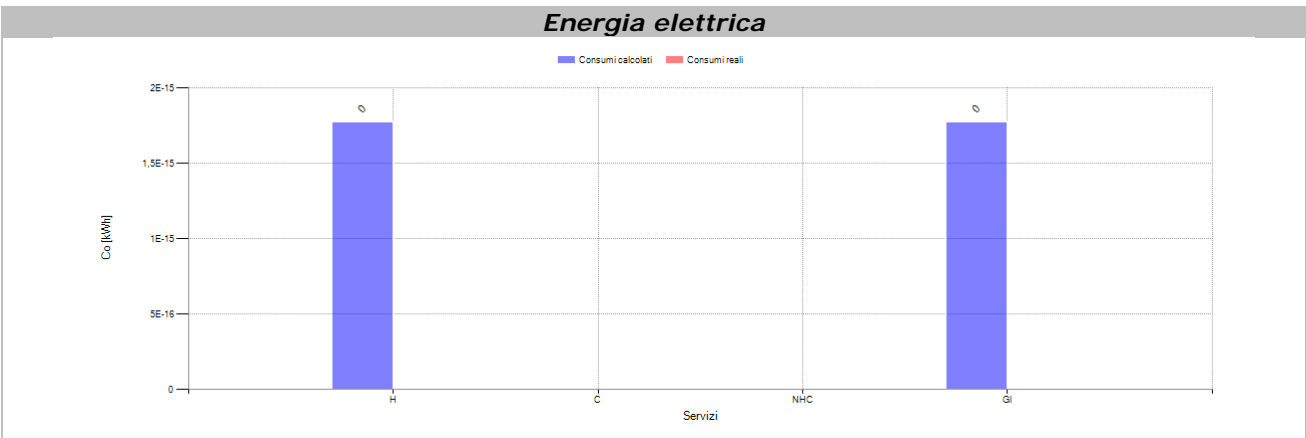
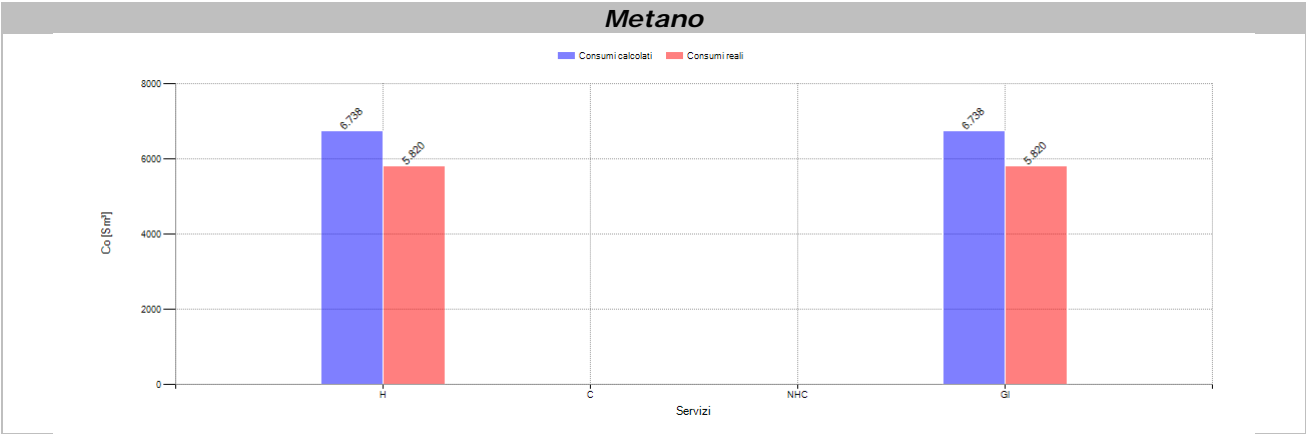
| | |
|------------------|---|
| H _{idr} | Riscaldamento idronico |
| H _{aer} | Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria) |
| W | Acqua calda sanitaria |
| C | Raffrescamento |
| V | Ventilazione |
| L | Illuminazione |
| T | Trasporto |
| NHC | Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento |

Suddivisione per servizio





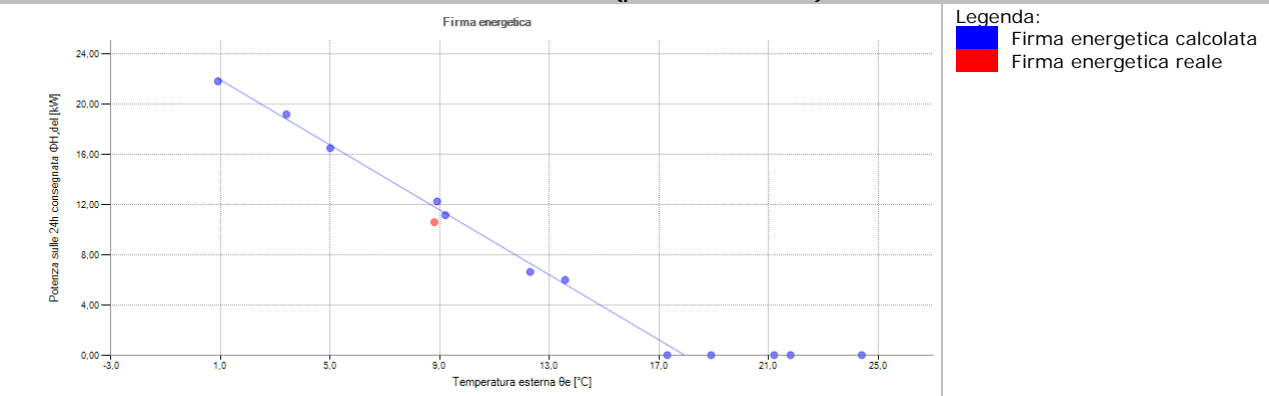
Confronto



5.1.2.2 Firme energetiche

| | | | |
|--------------------|--------|-----------------|-----------------|
| Contatore | 1 | Unità di misura | Sm ³ |
| Vettore energetico | Metano | Servizi | Hidr |

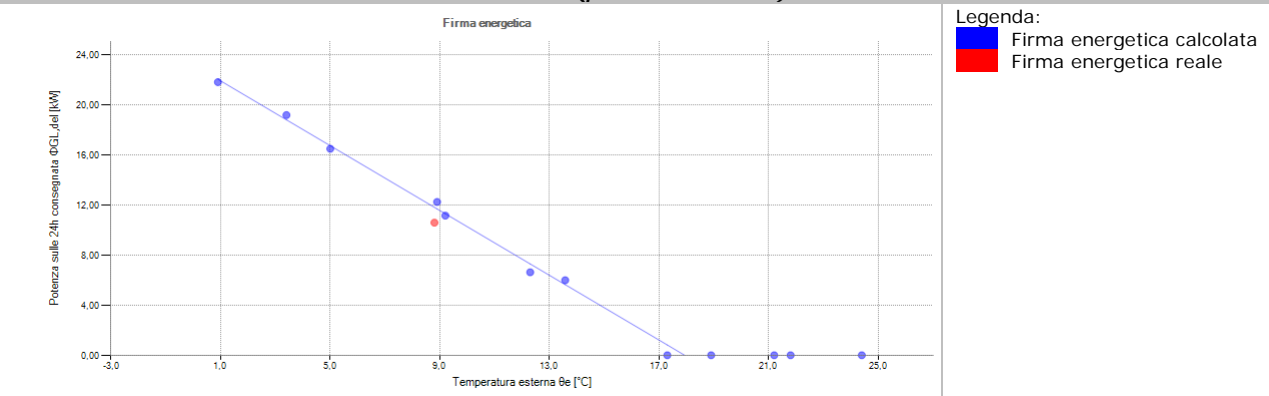
Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



| Firma energetica calcolata | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------|-------|-----------------------|------------------------|---------|----------|------------------------------------|---|--|
| Mesi | Codice Mesi | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cg] | Co _H [Sm ³] | Q _{H,del} [kWh _{t/et}] | Φ _{H,del} [kW _{t/et}] |
| gennaio | H | 31 | 31 | - | 0,9 | 592 | 1722 | 16222 | 21,80 |
| febbraio | H | 28 | 28 | - | 5,0 | 420 | 1175 | 11074 | 16,48 |
| marzo | H | 31 | 31 | - | 9,2 | 335 | 880 | 8290 | 11,14 |
| aprile | H | 30 | 15 | - | 12,3 | 116 | 253 | 2383 | 6,62 |
| maggio | NH | 31 | 0 | - | 17,3 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| giugno | NH | 30 | 0 | - | 21,8 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| luglio | NH | 31 | 0 | - | 24,4 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| agosto | NH | 31 | 0 | - | 21,2 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| settembre | NH | 30 | 0 | - | 18,9 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| ottobre | H | 31 | 17 | - | 13,6 | 109 | 259 | 2442 | 5,99 |
| novembre | H | 30 | 30 | - | 8,9 | 333 | 935 | 8810 | 12,24 |
| dicembre | H | 31 | 31 | - | 3,4 | 515 | 1514 | 14264 | 19,17 |
| TOTALE | | 365 | 183 | - | - | 2419 | 6738 | 63486 | - |

| Firma energetica reale | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------|-------|-----------------------|------------------------|---------|----------|------------------------------------|---|--|
| Periodo | Codice Periodo | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cg] | Co _H [Sm ³] | Q _{H,del} [kWh _{t/et}] | Φ _{H,del} [kW _{t/et}] |
| 1 - 2018/2019 | H | 183 | 183 | - | 8,8 | 2050 | 4932 | 46473 | 10,58 |
| TOTALE | | 183 | 183 | - | - | 2050 | 4932 | 46473 | - |

Globale (potenza sulle 24 h)



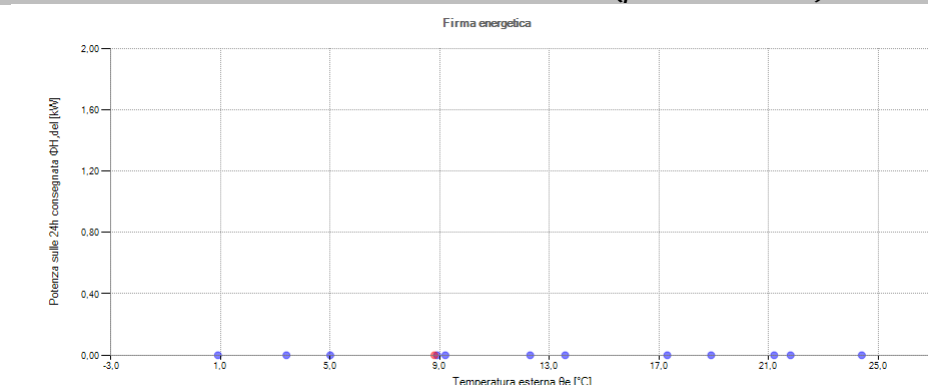
| Firma energetica calcolata | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------|-------|-----------------------|------------------------|---------|----------|-------------------------------------|--|---|
| Mesi | Codice Mesi | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cg] | Co _{gl} [Sm ³] | Q _{gl,del} [kWh _{t/et}] | Φ _{gl,del} [kW _{t/et}] |
| gennaio | H | 31 | 31 | 0 | 0,9 | 592 | 1722 | 16222 | 21,80 |
| febbraio | H | 28 | 28 | 0 | 5,0 | 420 | 1175 | 11074 | 16,48 |
| marzo | H | 31 | 31 | 0 | 9,2 | 335 | 880 | 8290 | 11,14 |
| aprile | H | 30 | 15 | 9 | 12,3 | 116 | 253 | 2383 | 6,62 |
| maggio | NH | 31 | 0 | 31 | 17,3 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| giugno | NH | 30 | 0 | 30 | 21,8 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| luglio | NH | 31 | 0 | 31 | 24,4 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| agosto | NH | 31 | 0 | 31 | 21,2 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| settembre | NH | 30 | 0 | 30 | 18,9 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| ottobre | H | 31 | 17 | 8 | 13,6 | 109 | 259 | 2442 | 5,99 |
| novembre | H | 30 | 30 | 0 | 8,9 | 333 | 935 | 8810 | 12,24 |
| dicembre | H | 31 | 31 | 0 | 3,4 | 515 | 1514 | 14264 | 19,17 |
| TOTALE | | 365 | 183 | 170 | - | 2419 | 6738 | 63486 | - |

| Firma energetica reale | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------|-------|-----------------------|------------------------|---------|----------|-------------------------------------|--|---|
| Periodo | Codice Periodo | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cg] | Co _{gl} [Sm ³] | Q _{gl,del} [kWh _{t/et}] | Φ _{gl,del} [kW _{t/et}] |
| 1 - 2018/2019 | H | 183 | 183 | 0 | 8,8 | 2050 | 4932 | 46473 | 10,58 |

| | | | | | | | | |
|--------|-----|-----|---|---|------|------|-------|---|
| TOTALE | 183 | 183 | 0 | - | 2050 | 4932 | 46473 | - |
|--------|-----|-----|---|---|------|------|-------|---|

| | | | |
|--------------------|-------------------|-----------------|------|
| Contatore | 2 | Unità di misura | kWh |
| Vettore energetico | Energia elettrica | Servizi | Hidr |

Riscaldamento (potenza sulle 24 h)

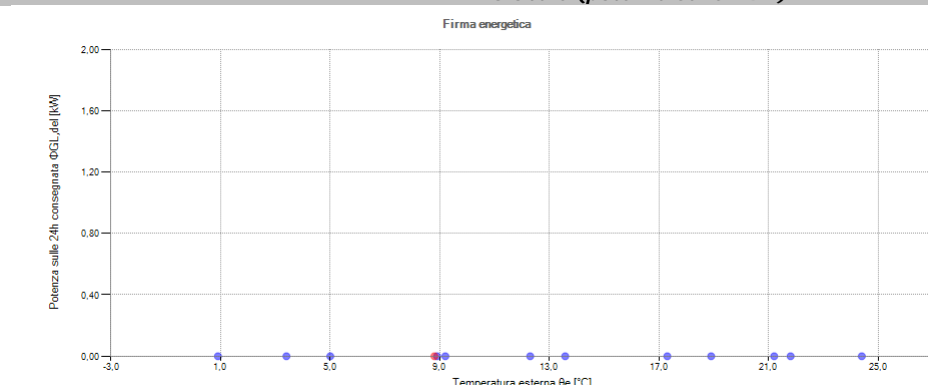


Legenda:
■ Firma energetica calcolata
■ Firma energetica reale

| Firma energetica calcolata | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------|-------|-----------------------|------------------------|---------|----------|-----------------------|---|--|
| Mesi | Codice Mesi | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cq] | Co _H [kWh] | Q _{H,del} [kWh _{t/el}] | Φ _{H,del} [kW _{t/el}] |
| <i>gennaio</i> | <i>H</i> | 31 | 31 | - | 0,9 | 592 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>febbraio</i> | <i>H</i> | 28 | 28 | - | 5,0 | 420 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>marzo</i> | <i>H</i> | 31 | 31 | - | 9,2 | 335 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>aprile</i> | <i>H</i> | 30 | 15 | - | 12,3 | 116 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>maggio</i> | <i>NH</i> | 31 | 0 | - | 17,3 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>giugno</i> | <i>NH</i> | 30 | 0 | - | 21,8 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>luglio</i> | <i>NH</i> | 31 | 0 | - | 24,4 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>agosto</i> | <i>NH</i> | 31 | 0 | - | 21,2 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>settembre</i> | <i>NH</i> | 30 | 0 | - | 18,9 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>ottobre</i> | <i>H</i> | 31 | 17 | - | 13,6 | 109 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>novembre</i> | <i>H</i> | 30 | 30 | - | 8,9 | 333 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>dicembre</i> | <i>H</i> | 31 | 31 | - | 3,4 | 515 | 0 | 0 | 0,00 |
| TOTALE | | 365 | 183 | - | - | 2419 | 0 | 0 | - |

| Firma energetica reale | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------|-------|-----------------------|------------------------|---------|----------|-----------------------|---|--|
| Periodo | Codice Periodo | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cq] | Co _H [kWh] | Q _{H,del} [kWh _{t/el}] | Φ _{H,del} [kW _{t/el}] |
| 1 - 2018/2019 | H | 183 | 183 | - | 8,8 | 2050 | 0 | 0 | 0,00 |
| TOTALE | | 183 | 183 | - | - | 2050 | 0 | 0 | - |

Globale (potenza sulle 24 h)



Legenda:
■ Firma energetica calcolata
■ Firma energetica reale

| Firma energetica calcolata | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------|-------|-----------------------|------------------------|---------|----------|------------------------|--|---|
| Mesi | Codice Mesi | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cq] | Co _{gl} [kWh] | Q _{gl,del} [kWh _{t/el}] | Φ _{gl,del} [kW _{t/el}] |
| <i>gennaio</i> | <i>H</i> | 31 | 31 | 0 | 0,9 | 592 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>febbraio</i> | <i>H</i> | 28 | 28 | 0 | 5,0 | 420 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>marzo</i> | <i>H</i> | 31 | 31 | 0 | 9,2 | 335 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>aprile</i> | <i>H</i> | 30 | 15 | 9 | 12,3 | 116 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>maggio</i> | <i>NH</i> | 31 | 0 | 31 | 17,3 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>giugno</i> | <i>NH</i> | 30 | 0 | 30 | 21,8 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>luglio</i> | <i>NH</i> | 31 | 0 | 31 | 24,4 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>agosto</i> | <i>NH</i> | 31 | 0 | 31 | 21,2 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>settembre</i> | <i>NH</i> | 30 | 0 | 30 | 18,9 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>ottobre</i> | <i>H</i> | 31 | 17 | 8 | 13,6 | 109 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>novembre</i> | <i>H</i> | 30 | 30 | 0 | 8,9 | 333 | 0 | 0 | 0,00 |
| <i>dicembre</i> | <i>H</i> | 31 | 31 | 0 | 3,4 | 515 | 0 | 0 | 0,00 |
| TOTALE | | 365 | 183 | 170 | - | 2419 | 0 | 0 | - |

| Firma energetica reale | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------|-------|-----------------------|------------------------|---------|----------|------------------------|--|---|
| Periodo | Codice Periodo | g [g] | g _{risc} [g] | g _{raffr} [g] | θe [°C] | GG [°Cq] | Co _{gl} [kWh] | Q _{gl,del} [kWh _{t/el}] | Φ _{gl,del} [kW _{t/el}] |
| 1 - 2018/2019 | H | 183 | 183 | 0 | 8,8 | 2050 | 0 | 0 | 0,00 |
| TOTALE | | 183 | 183 | 0 | - | 2050 | 0 | 0 | - |

Legenda dei simboli:

| | |
|--------------------|--|
| g | Giorni (del mese o periodo) |
| g _{risc} | Giorni di riscaldamento (del mese o periodo) |
| g _{raffr} | Giorni di raffrescamento (del mese o periodo) |
| θ_e | Temperatura esterna media (del mese o periodo) |
| GG | Gradi giorno (del mese o periodo) |
| Co | Consumo (del mese o periodo) |
| Q _{del} | Energia consegnata (del mese o periodo) |
| Φ_{del} | Potenza consegnata (del mese o periodo) |

Legenda dei servizi:

| | |
|-----|---|
| H | Riscaldamento (idronico ed aeraulico) |
| C | Raffrescamento |
| NHC | Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento |
| gl | Globale |

Legenda dei codici:

| | |
|-----|--------------------------------------|
| H | Riscaldamento |
| C | Raffrescamento |
| HC | Sia riscaldamento che raffrescamento |
| NH | Non riscaldamento |
| NC | Non raffrescamento |
| NHC | Né riscaldamento né raffrescamento |

5.1.3 Stagione media

5.1.3.1 Consumi annui

Gradi giorno

| | | | |
|------------------------|---------------------|------|-----|
| Gradi giorno calcolati | GG _{calc} | 2419 | °Cg |
| Gradi giorno reali | GG _{reali} | 2187 | °Cg |

Fattori di normalizzazione

| | | | |
|---------------|---------------------|-------|---|
| Riscaldamento | f _{H,norm} | 1,106 | - |
|---------------|---------------------|-------|---|

Consumi annui

| Riscaldamento | | | | | | |
|---------------|--------------------|---------|-----------------|----------------------|------------------------|-------|
| Contatore | Vettore energetico | Servizi | UM | Co _{H,calc} | Co _{H, reale} | Δ [%] |
| 1 | Metano | Hidr | Sm ³ | 6738 | 6623 | 1,7 |
| 2 | Energia elettrica | Hidr | kWh | 0 | 0 | 0,0 |

| Globale | | | | | | |
|-----------|--------------------|---------|-----------------|-----------------------|-------------------------|-------|
| Contatore | Vettore energetico | Servizi | UM | Co _{gl,calc} | Co _{gl, reale} | Δ [%] |
| 1 | Metano | Hidr | Sm ³ | 6738 | 6623 | 1,7 |
| 2 | Energia elettrica | Hidr | kWh | 0 | 0 | 0,0 |

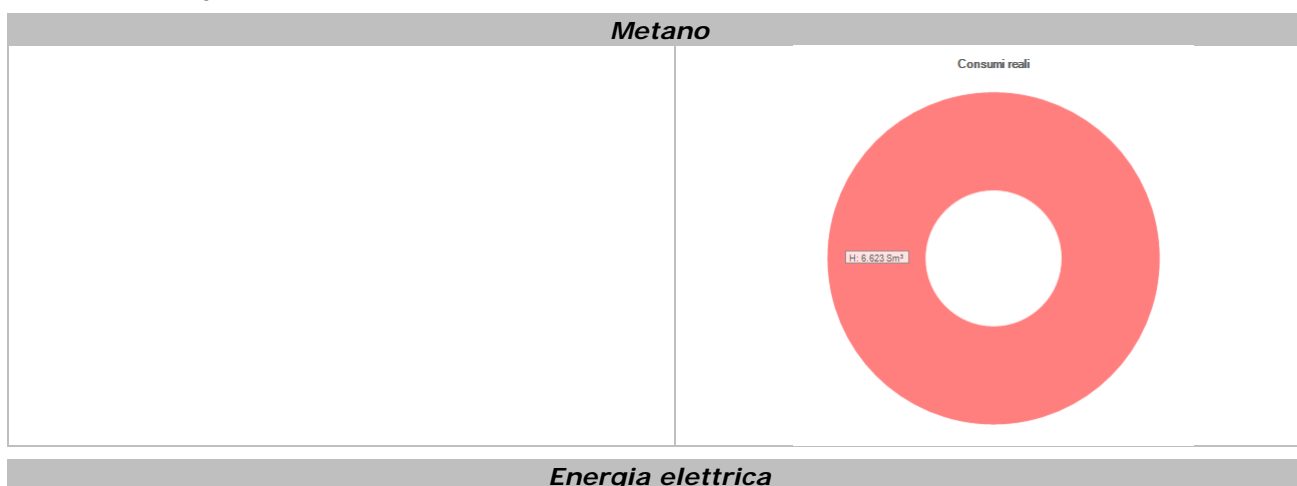
Legenda dei simboli:

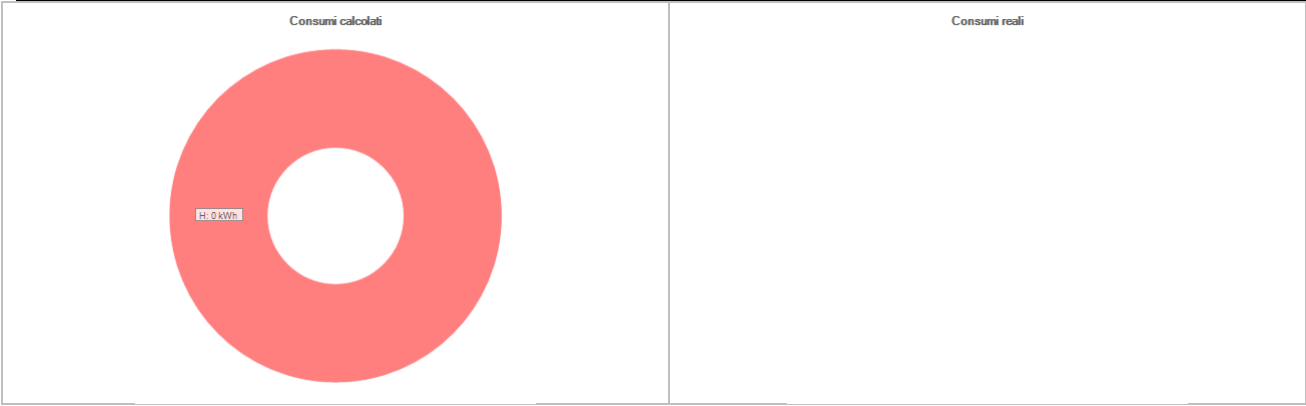
| | |
|---------------------|-------------------|
| Co _{calc} | Consumo calcolato |
| Co _{reale} | Consumo reale |
| Δ | Scostamento |

Legenda dei servizi:

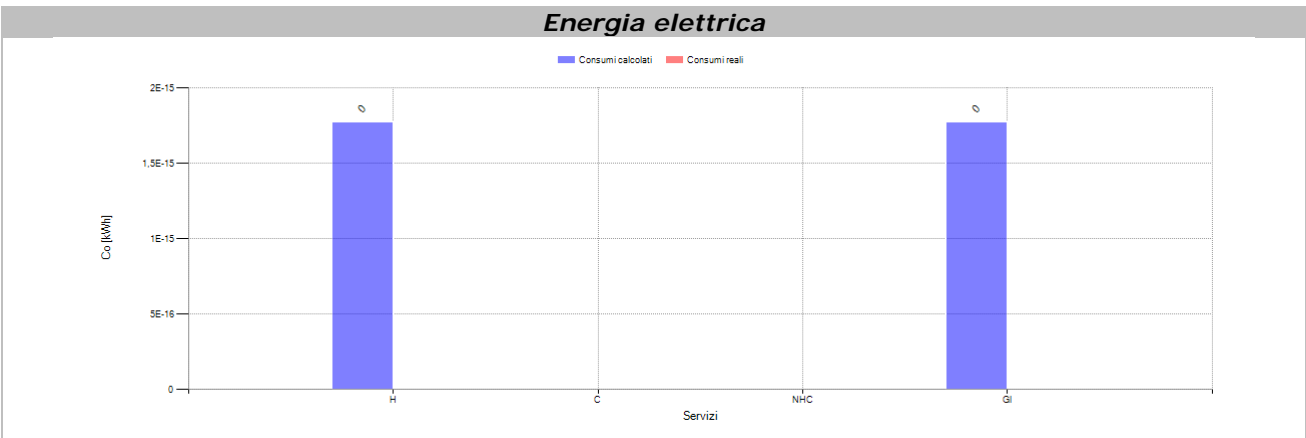
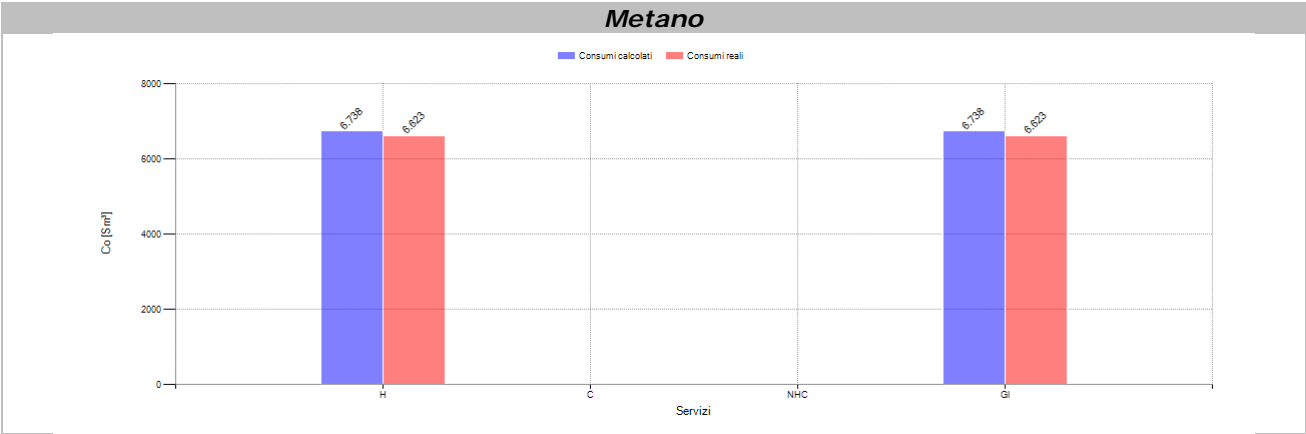
| | |
|------------------|---|
| H _{idr} | Riscaldamento idronico |
| H _{aer} | Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria) |
| W | Acqua calda sanitaria |
| C | Raffrescamento |
| V | Ventilazione |
| L | Illuminazione |
| T | Trasporto |
| NHC | Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento |

Suddivisione per servizio





Confronto



6 RACCOMANDAZIONI CIRCA I POSSIBILI INTERVENTI

Gli interventi di riqualificazione energetica possono essere, in generale, distinti in differenti categorie principali (prospetto 2) da considerarsi in ordine logico di priorità. In particolare, gli interventi relativi alla termoregolazione ed alla contabilizzazione dovrebbero essere anteposti a tutti gli altri in quanto tali da predisporre l'edificio ad accogliere le ulteriori opere.

Prospetto 2 Classificazione degli interventi di risparmio energetico

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

Nel caso considerato si sono simulati i seguenti scenari di risparmio energetico, ciascuno articolato in più interventi (i singoli scenari ed interventi sono descritti nel dettaglio nei capitoli successivi):

Riepilogo scenari

| N° | Descrizione | C [€] | ΔS_{gl} [€/anno] | t_r [anni] | $\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno] | Classe energetica |
|----|---|----------|-----------------------------|-----------------|--|----------------------|
| 1 | Isolamento a cappotto e coibentazione cassonetti | 32776,20 | 1597,52 | 20,5 | 44,27 | B |
| 2 | Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche | 12780,00 | 1482,99 | 8,6 | 41,09 | B |
| 3 | Scenario 1 + Scenario 2 | 45556,20 | 2718,23 | 16,8 | 75,32 | A2 |

Legenda:

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

6.1 Isolamento a cappotto e coibentazione cassonetti

Dati generali

| | | | |
|-----------------------------------|--|----------|---------------------------------------|
| Numero | 1 | | |
| Descrizione | Isolamento a cappotto e coibentazione cassonetti | | |
| Costo stimato | C | 32776,20 | € |
| Risparmio economico conseguibile | ΔS_{gl} | 1597,52 | €/anno |
| Tempo di ritorno semplice | t_r | 20,5 | anni |
| Risparmio energetico conseguibile | $\Delta EP_{gl,nren}$ | 44,27 | kWh _p /m ² anno |
| Classe energetica raggiungibile | B | | |

Descrizione sintetica scenario

Riepilogo interventi

| N° | Descrizione |
|----|--|
| 1 | Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana |
| 2 | Coibentazione cassonetti - Scuola Primaria Fontana |

6.1.1 Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana

Dati generali

| | |
|--------------------|--|
| Intervento | 1 |
| Tipologia | Realizzazione cappotto esterno |
| Descrizione | Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana |
| Zone di pertinenza | Edificio |

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

| | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|--------|----------------|
| Struttura esistente | | | |
| Codice | M1 | | |
| Descrizione | Parete esterna | | |
| Tipo | da locale climatizzato verso esterno | | |
| Esposizioni considerate | NE, SE, SO, NO | | |
| Superficie di calcolo | S _{calc} | 372,96 | m ² |

Risultati stato di fatto

| | | | |
|-----------------------------|-----------------|--------|----------------------------------|
| Spessore totale | S_{tot} | 280,00 | mm |
| Trasmittanza iniziale | U_{in} | 1,158 | W _t /m ² K |
| Trasmittanza iniziale media | $U_{in,media}$ | 1,268 | W _t /m ² K |
| Valore limite | $U_{media,lim}$ | 0,300 | W _t /m ² K |

Intervento

Isolante

| | | | |
|--------------|---------------------------------------|--------|-------|
| Tipologia | Pannello polistirene espanso 35 kg/m³ | | |
| Conduttività | λ | 0,028 | Wt/mK |
| Spessore | s | 140,00 | mm |

Risultati intervento

| | | | |
|-----------------------------------|-----------------|--------|----------------------------------|
| Spessore totale | S_{tot} | 430,00 | mm |
| Trasmittanza finale | U_{fin} | 0,170 | W _t /m ² K |
| Percentuale di superficie isolata | p_{is} | 100,0 | % |
| Trasmittanza finale effettiva | $U_{fin,eff}$ | 0,170 | W _t /m ² K |
| Trasmittanza finale media | $U_{fin,media}$ | 0,221 | W _t /m ² K |
| Valore limite | $U_{media,lim}$ | 0,300 | W _t /m ² K |

6.1.2 Coibentazione cassonetti - Scuola Primaria Fontana

Dati generali

| | |
|--------------------|--|
| Intervento | 2 |
| Tipologia | Coibentazione cassonetti |
| Descrizione | Coibentazione cassonetti - Scuola Primaria Fontana |
| Zone di pertinenza | Edificio |

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

| | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|-------|----|
| Codice | M2 | | |
| Descrizione | cassonetto legno | | |
| Tipo | da locale climatizzato verso esterno | | |
| Esposizioni considerate | NE, SE, SO, NO | | |
| Superficie di calcolo | S _{calc} | 21,49 | m² |

Risultati stato di fatto

| | | | |
|-----------------------------|------------------------|--------|----------------------------------|
| Spessore totale | S _{tot} | 475,00 | mm |
| Trasmittanza iniziale | U _{in} | 1,072 | W _t /m ² K |
| Trasmittanza iniziale media | U _{in,media} | 0,000 | W _t /m ² K |
| Valore limite | U _{media,lim} | 0,300 | W _t /m ² K |

Intervento

Isolante

| | | | |
|--------------|----------------------------------|--------|--------------------|
| Tipologia | Pannelli in poliuretano 40 kg/m³ | | |
| Conduttività | λ | 0,028 | W _t /mK |
| Spessore | s | 150,00 | mm |

Risultati intervento

| | | | |
|---------------------------|------------------------|--------|----------------------------------|
| Spessore totale | S _{tot} | 475,00 | mm |
| Trasmittanza finale | U _{fin} | 0,159 | W _t /m ² K |
| Trasmittanza finale media | U _{fin,media} | 0,000 | W _t /m ² K |
| Valore limite | U _{media,lim} | 0,300 | W _t /m ² K |

6.1.3 Prestazioni raggiungibili

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

6.1.3.1 Scuola Primaria Fontana

Consumi (Co)

| Servizio | Metano [Sm ³] | | Δ [%] |
|-------------------|----------------------------|-------------|--------------|
| | Stato di fatto | Scenario | |
| Riscaldamento (H) | 6738 | 4789 | -28,9 |
| Globale | 6738 | 4789 | -28,9 |

| Servizio | Energia elettrica [kWh] | | Δ [%] |
|---------------------------|--------------------------|----------|---------------|
| | Stato di fatto | Scenario | |
| Riscaldamento (H) | 0 | 0 | -100,0 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale | 0 | 0 | -100,0 |

Spesa (S) [€]

| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
|---------------------------|----------------|----------------|-------------|
| Riscaldamento (H) | 5524,83 | 3927,31 | 28,9 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Globale | 5524,83 | 3927,31 | 28,9 |

Valutazione economica preliminare

| | |
|---|----------|
| Costo stimato (C) [€] | 32776,20 |
| Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gl}) [€/anno] | 1597,52 |
| Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni] | 20,5 |

Rendimenti (η) [%]

| Riscaldamento idronico (H_{idr}) | | | |
|--|-----------------------|-----------------|--------------------------------|
| Sottosistema | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
| Emissione (η_{em}) | 91,0 | 91,0 | 0,0 |
| Regolazione (η_{reg}) | 89,7 | 86,1 | -4,0 |
| Distribuzione di utenza (η_{du}) | 96,4 | 96,4 | 0,0 |
| Accumulo (η_s) | 100,0 | 100,0 | 0,0 |
| Distribuzione primaria (η_{dp}) | 100,0 | 100,0 | 0,0 |
| Generazione ($\eta_{gen,ut}$) | 84,0 | 83,5 | -0,6 |
| Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$) | 79,3 | 78,8 | -0,6 |
| Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$) | 79,2 | 78,7 | -0,6 |
| Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$) | 108,5 | 103,6 | -4,6 |
| Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$) | 108,0 | 103,1 | -4,6 |
| Valore limite (η_{lim}) | 126,4 | - | - |

| Acqua calda sanitaria (W) | | | |
|--|-----------------------|-----------------|--------------------------------|
| Sottosistema | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
| Erogazione (η_{er}) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Distribuzione di utenza (η_{du}) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Accumulo (η_s) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Ricircolo (η_{ric}) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Distribuzione primaria (η_{dp}) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Generazione ($\eta_{gen,ut}$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Valore limite (η_{lim}) | 0,0 | - | - |

Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] | Valore limite |
|--------------------|----------------|----------|--------------|---------------|
| Riscaldamento (H) | 166,11 | 112,70 | -32,1 | 91,67 |
| Raffrescamento (C) | 8,46 | 9,23 | 9,1 | 8,41 |

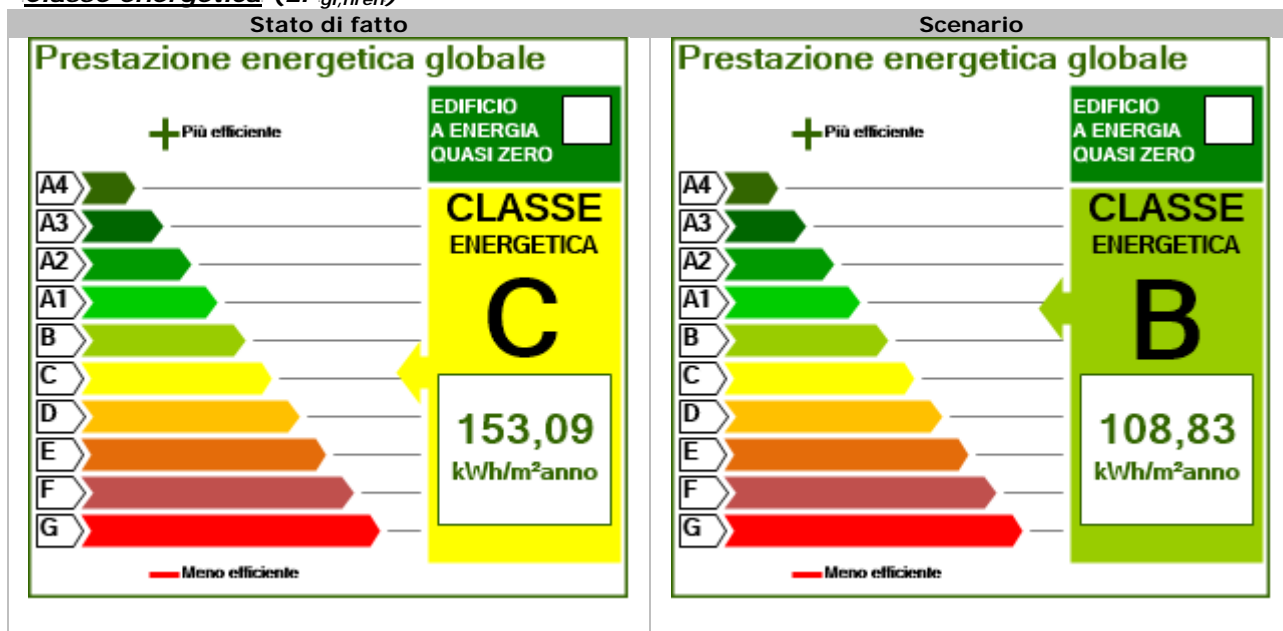
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

| Non rinnovabile (EP_{nren}) | | | |
|---------------------------------|----------------|---------------|--------------|
| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
| Riscaldamento (H) | 153,09 | 108,83 | -28,9 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Globale (GI) | 153,09 | 108,83 | -28,9 |

| Rinnovabile (EP_{ren}) | | | |
|----------------------------|----------------|--------------|--------------|
| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
| Riscaldamento (H) | 0,64 | 0,46 | -28,9 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 17,01 | 17,01 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Globale (GI) | 17,65 | 17,47 | -1,1 |

| Totale (EP_{tot}) | | | |
|---|----------------|---------------|--------------|
| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
| Riscaldamento (H) | 153,74 | 109,28 | -28,9 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 17,01 | 17,01 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Globale (GI) | 170,75 | 126,30 | -26,0 |
| Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$) | 89,56 | - | - |

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



Nota: classi energetiche indicative, aventi valenza di riferimento ed obiettivo, valutate, coerentemente con il calcolo di diagnosi, secondo la modalità di valutazione A3.

Quota rinnovabile (QR) [%]

| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] | Valore minimo |
|---------------------------|----------------|----------|--------------|---------------|
| Riscaldamento (H) | 0,4 | 0,4 | 0,0 | - |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 50 |
| Raffrescamento (C) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - |
| Globale (H + W + C) | 0,4 | 0,4 | 0,0 | 20 / 35 / 50 |
| Ventilazione (V) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - |
| Illuminazione (L) | 100,0 | 100,0 | 0,0 | - |
| Trasporto (T) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - |
| Globale (GI) | 10,3 | 13,8 | 33,9 | - |

Nota: il DLgs 28/11 (allegato 3, comma 1) prevede, per la verifica di copertura globale (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), tre differenti fasi di vigenza, corrispondenti a valori minimi via via più stringenti:
- 1° fase (31.05.12 - 31.12.13);
- 2° fase (01.01.14 - 31.12.16);
- 3° fase (dal 01.01.17).

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
|---------------------------|----------------|----------|--------------|
| Riscaldamento (H) | 13332,12 | 9477,10 | -28,9 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Globale (GI) | 13332,12 | 9477,10 | -28,9 |

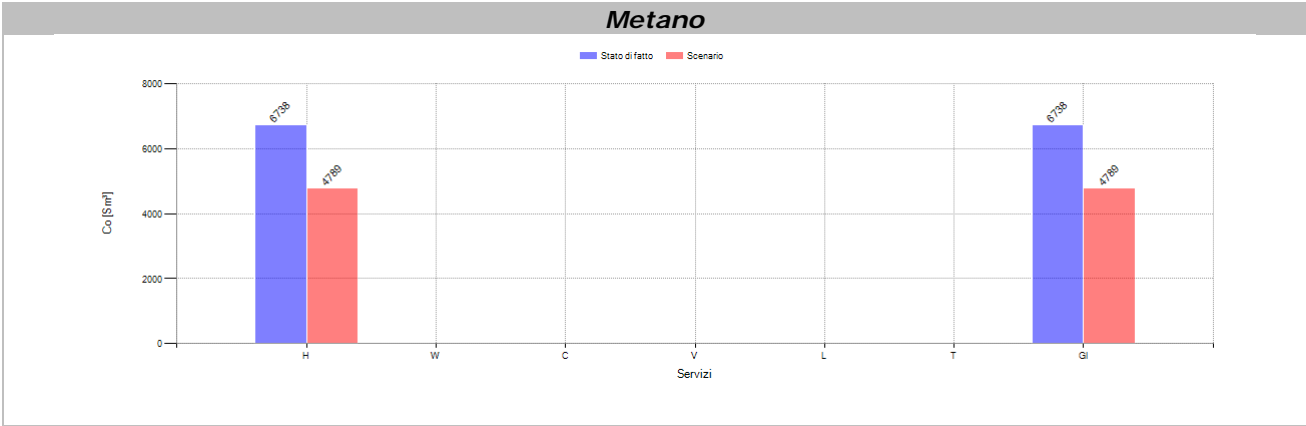
Legenda:

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

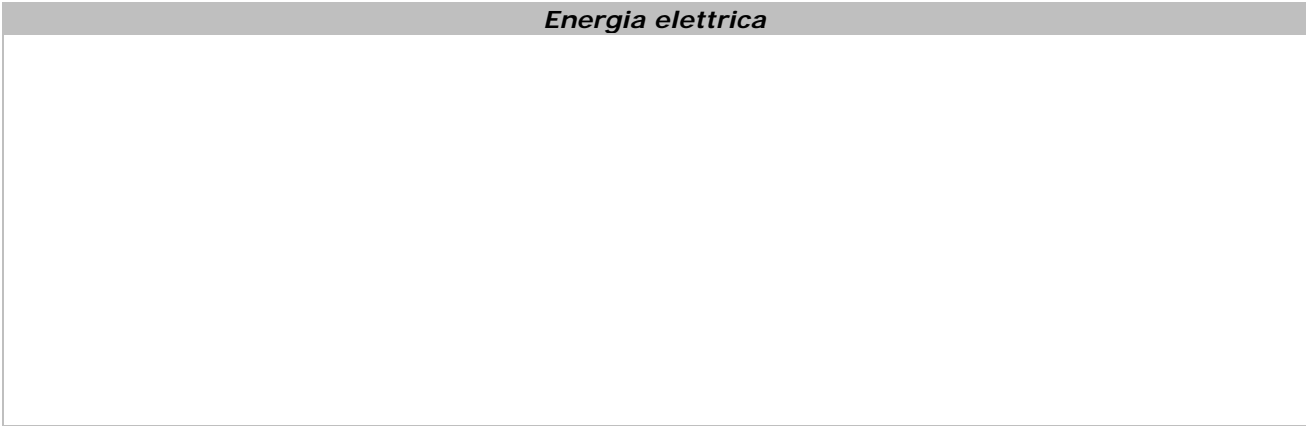
Grafici

Si descrivono di seguito, attraverso istogrammi, i consumi di combustibile, energia elettrica ed energia primaria a monte ed a valle degli interventi. Si evidenzia inoltre, attraverso diagrammi a torta, come si modifica la composizione dell'energia primaria (per servizio o per vettore energetico) a seguito dell'esecuzione degli interventi. Si rappresentano infine le firme energetiche invernali ed estive dell'edificio, riferite, rispettivamente, allo stato di fatto ed allo scenario. La firma energetica esprime la correlazione tra la temperatura esterna (θ_e), riportata sull'asse delle ascisse, ed il fabbisogno di potenza in ingresso alla generazione ($\Phi_{gen,in}$), riportato sull'asse delle ordinate. Tale correlazione, rappresentata attraverso una nuvola di punti ed una retta interpolante, costituisce un significativo strumento di visualizzazione ed interpretazione della prestazione energetica dell'edificio.

Consumi di combustibile ed energia elettrica

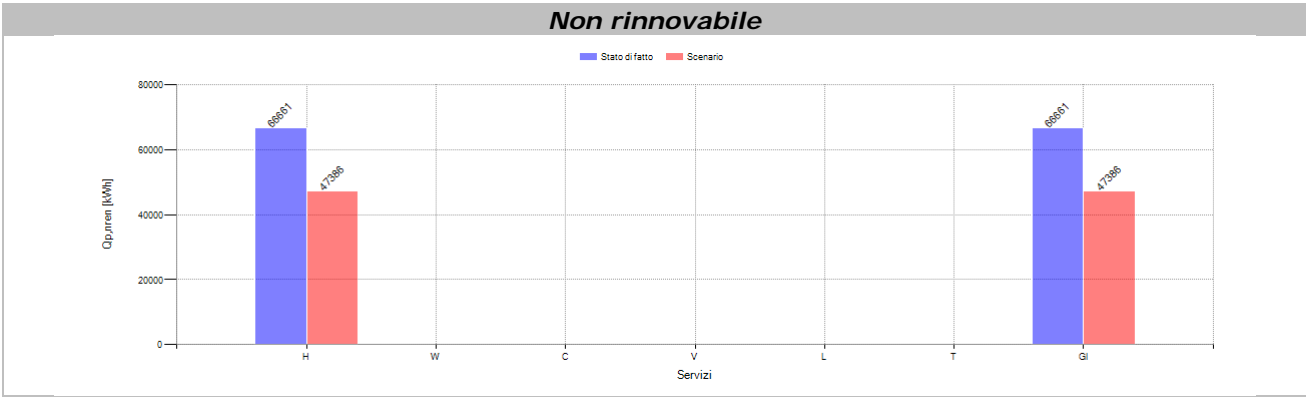


| Servizio | Co _{in} [Sm³] | Co _{fin} [Sm³] | Δ [%] |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------|
| Riscaldamento (H) | 6738 | 4789 | -28,9 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0 | 0 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 6738 | 4789 | -28,9 |

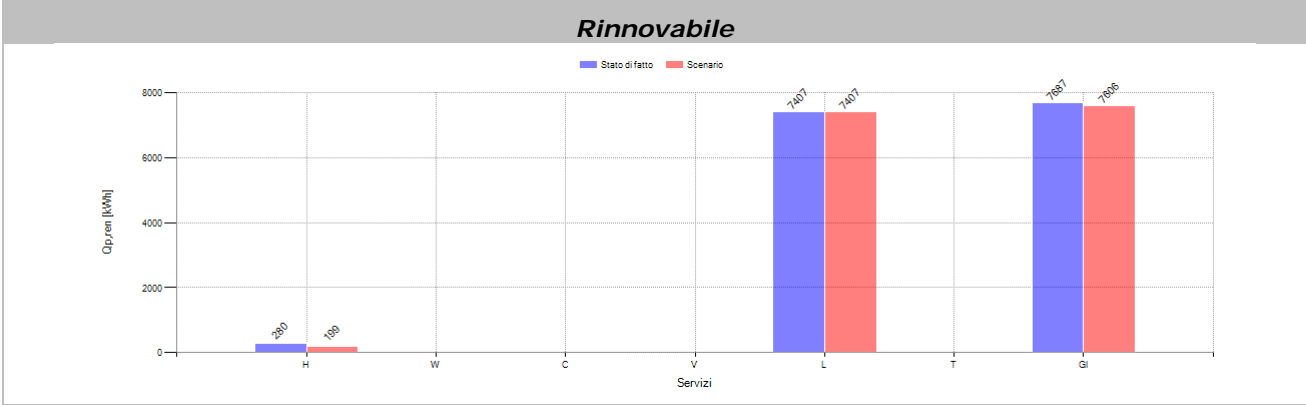


| Servizio | Co _{in} [kWh] | Co _{fin} [kWh] | Δ [%] |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------|
| Riscaldamento (H) | 0 | 0 | 0,0 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0 | 0 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 0 | 0 | 0,0 |

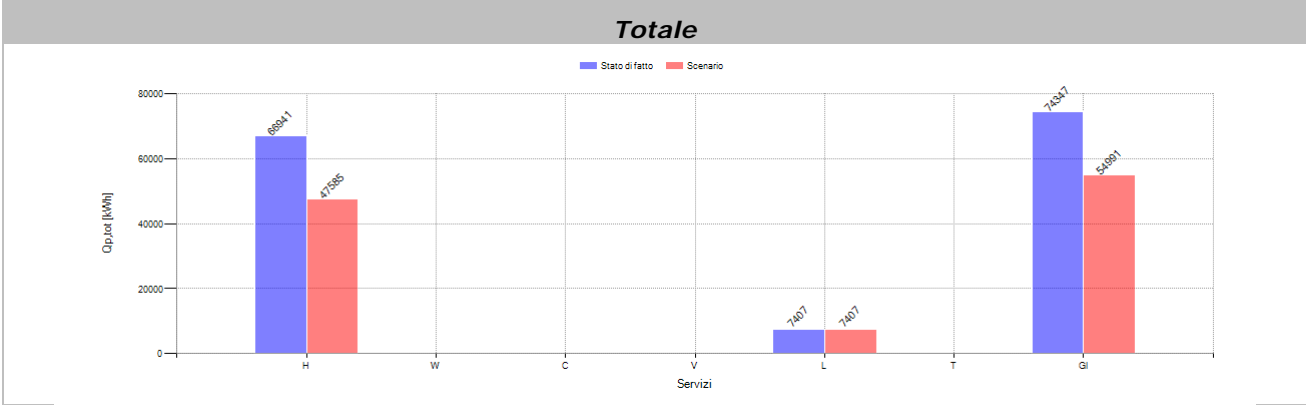
Consumi di energia primaria



| Servizio | Q _{p,nren,in} [kWh _p] | Q _{p,nren,fin} [kWh _p] | Δ [%] |
|---------------------------|--|---|-------|
| Riscaldamento (H) | 66661 | 47386 | -28,9 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0 | 0 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 66661 | 47386 | -28,9 |

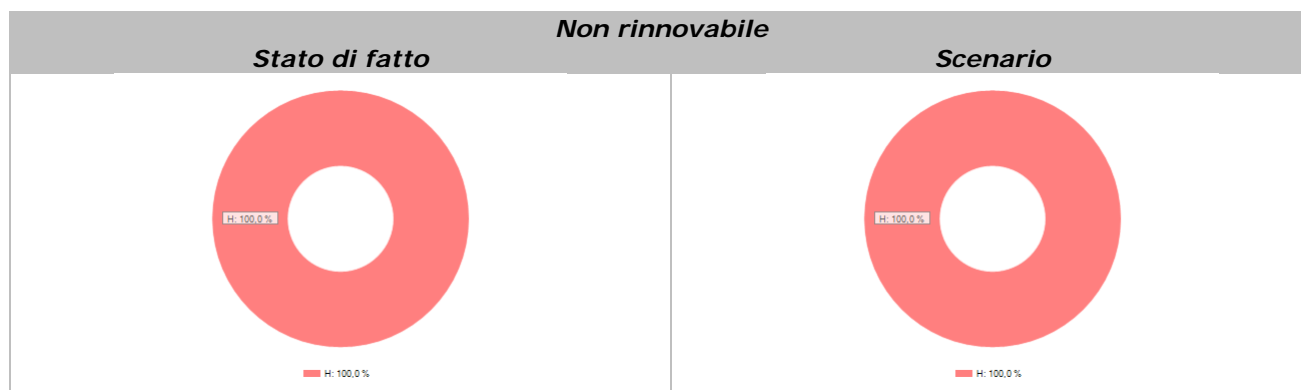


| Servizio | Q _{p,ren,in} [kWh _p] | Q _{p,ren,fin} [kWh _p] | Δ [%] |
|---------------------------|---|--|-------|
| Riscaldamento (H) | 280 | 199 | -28,9 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 7407 | 7407 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 7687 | 7606 | -1,1 |

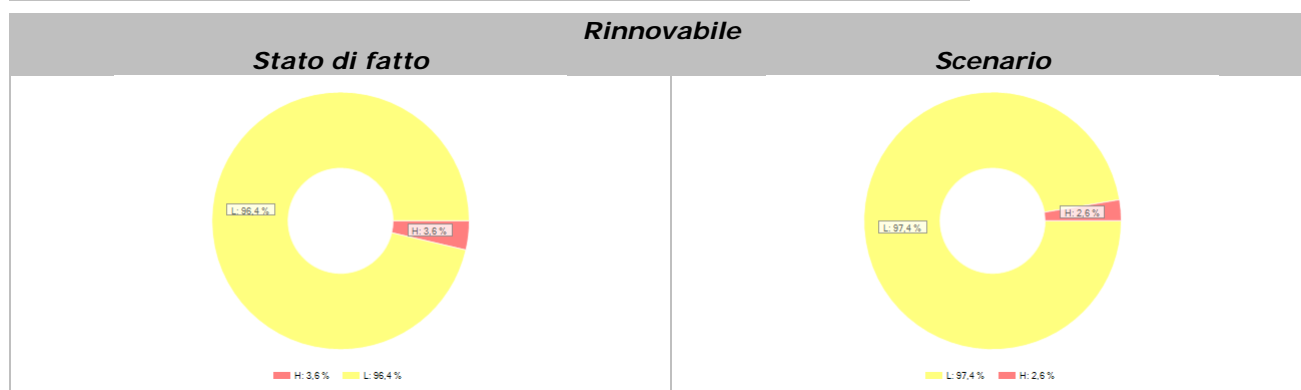


| Servizio | Q _{p,tot,in} [kWh _p] | Q _{p,tot,fin} [kWh _p] | Δ [%] |
|---------------------------|---|--|-------|
| Riscaldamento (H) | 66941 | 47585 | -28,9 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 7407 | 7407 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 74347 | 54991 | -26,0 |

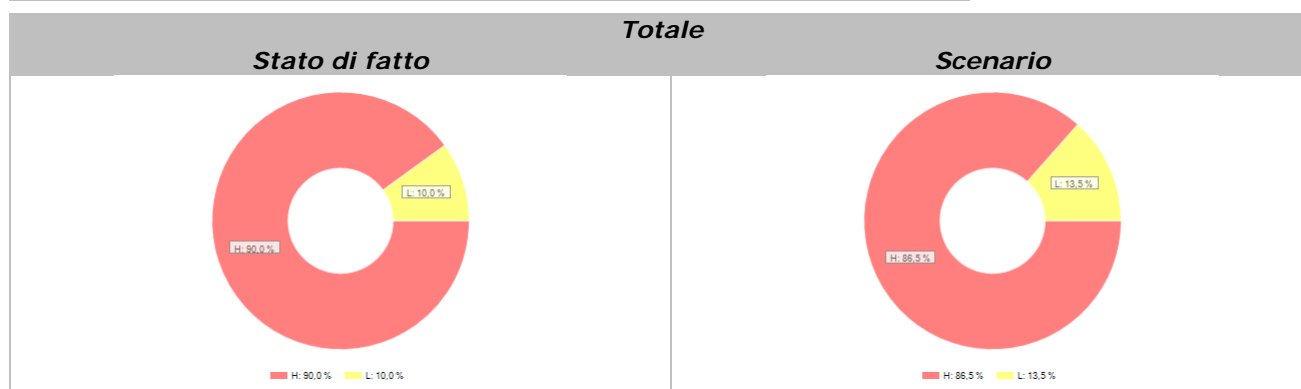
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



| Servizio | Stato di fatto | | Scenario | |
|---------------------------|--|--------------|--|--------------|
| | Q _{p,ren} [kWh _p] | % | Q _{p,ren} [kWh _p] | % |
| Riscaldamento (H) | 66661 | 100,0 | 47386 | 100,0 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 66661 | 100,0 | 47386 | 100,0 |

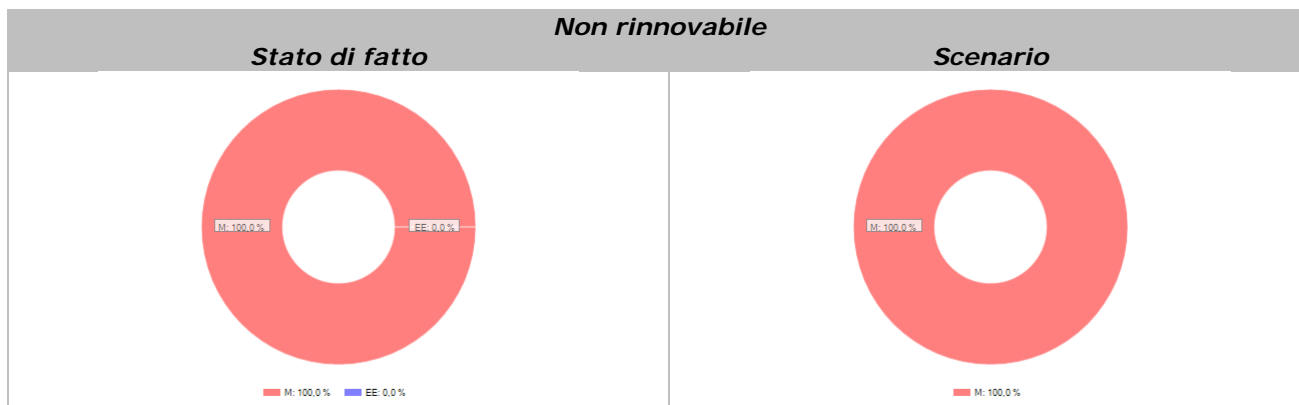


| Servizio | Stato di fatto | | Scenario | |
|---------------------------|--|--------------|--|--------------|
| | Q _{p,ren} [kWh _p] | % | Q _{p,ren} [kWh _p] | % |
| Riscaldamento (H) | 280 | 3,6 | 199 | 2,6 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 7407 | 96,4 | 7407 | 97,4 |
| Trasporto (T) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 7687 | 100,0 | 7606 | 100,0 |

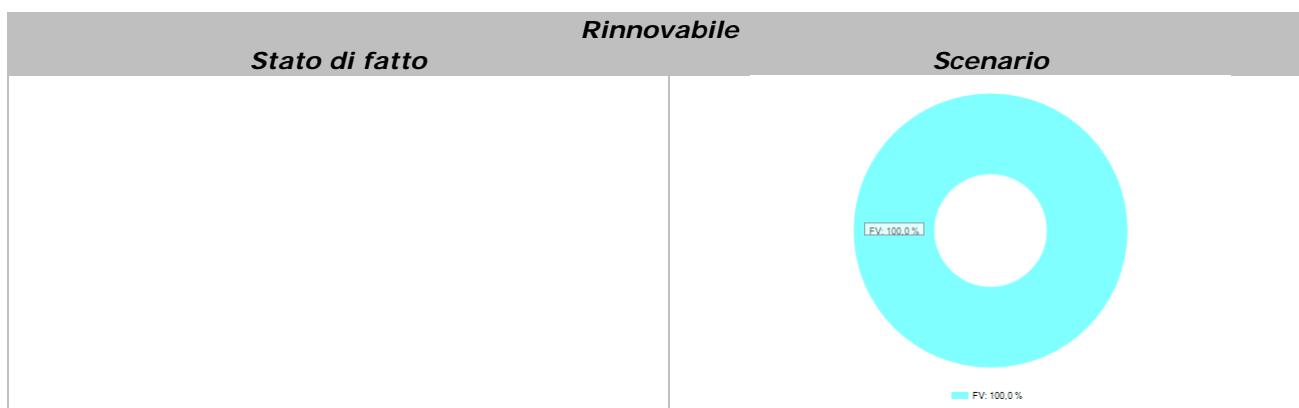


| Servizio | Stato di fatto | | Scenario | |
|---------------------------|--|--------------|--|--------------|
| | Q _{p,tot} [kWh _p] | % | Q _{p,tot} [kWh _p] | % |
| Riscaldamento (H) | 66941 | 90,0 | 47585 | 86,5 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 7407 | 10,0 | 7407 | 13,5 |
| Trasporto (T) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 74347 | 100,0 | 54991 | 100,0 |

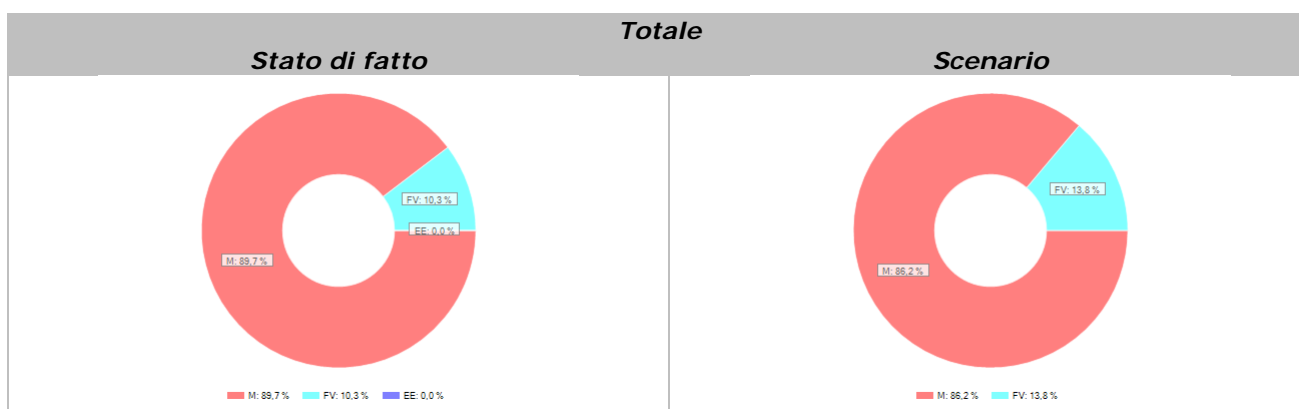
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



| Vettore energetico | Stato di fatto | | Scenario | |
|--|---|--------------|---|--------------|
| | Q _{p,nren} [kWh _p] | % | Q _{p,nren} [kWh _p] | % |
| Metano (M) | 66661 | 100,0 | 47386 | 100,0 |
| Energia elettrica (EE) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare termico (ST) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare fotovoltaico (FV) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Ambiente esterno (pompa di calore) (A) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Totale | 66661 | 100,0 | 47386 | 100,0 |



| Vettore energetico | Stato di fatto | | Scenario | |
|--|--|--------------|--|--------------|
| | Q _{p,ren} [kWh _p] | % | Q _{p,ren} [kWh _p] | % |
| Metano (M) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Energia elettrica (EE) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare termico (ST) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare fotovoltaico (FV) | 7687 | 100,0 | 7606 | 100,0 |
| Ambiente esterno (pompa di calore) (A) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Totale | 7687 | 100,0 | 7606 | 100,0 |



| Vettore energetico | Stato di fatto | | Scenario | |
|--|--|--------------|--|--------------|
| | Q _{p,tot} [kWh _p] | % | Q _{p,tot} [kWh _p] | % |
| Metano (M) | 66661 | 89,7 | 47386 | 86,2 |
| Energia elettrica (EE) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare termico (ST) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare fotovoltaico (FV) | 7687 | 10,3 | 7606 | 13,8 |
| Ambiente esterno (pompa di calore) (A) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Totale | 74347 | 100,0 | 54991 | 100,0 |

6.2 Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche

Dati generali

| | | | |
|-----------------------------------|---|----------|---------------------------------------|
| Numero | 2 | | |
| Descrizione | Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche | | |
| Costo stimato | C | 12780,00 | € |
| Risparmio economico conseguibile | ΔS_{ql} | 1482,99 | €/anno |
| Tempo di ritorno semplice | t_r | 8,6 | anni |
| Risparmio energetico conseguibile | $\Delta EP_{ql,nren}$ | 41,09 | kWh _p /m ² anno |
| Classe energetica raggiungibile | B | | |

Descrizione sintetica scenario

Riepilogo interventi

| N° | Descrizione |
|----|---|
| 1 | Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Scuola Primaria Fontana |
| 2 | Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola Primaria Fontana |

6.2.1 Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Scuola Primaria Fontana

Dati generali

| | |
|--------------------|---|
| Intervento | 1 |
| Tipologia | Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti |
| Descrizione | Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Scuola Primaria Fontana |
| Zona di pertinenza | Scuola Primaria Fontana |

Descrizione sintetica intervento

L'installazione di sistemi di termoregolazione comporta un duplice beneficio: da un lato, consente di migliorare il rendimento di regolazione, dall'altro, permettendo agli utenti di incidere liberamente sui propri consumi, è tale, se abbinato all'intervento di contabilizzazione, da generare comportamenti virtuosi, da cui si determina una riduzione del fabbisogno (della predetta riduzione si tiene conto attraverso l'intervento di contabilizzazione, di seguito descritto). Tale intervento consente inoltre di ridurre la temperatura media dell'impianto oltre che di migliorare, in caso di caldaia a condensazione, il rendimento di generazione, in virtù dei ritorni più freddi. L'intervento di termoregolazione, incidendo sulle portate dell'impianto, presuppone infine la sostituzione della precedente pompa di circolazione a giri fissi con una nuova pompa di circolazione a giri variabili, contraddistinta quindi da consumi elettrici inferiori.

Intervento

| Regolazione | | | |
|-----------------------------|------------------------------|------|---|
| Tipologia di regolazione | Solo per singolo ambiente | | |
| Caratteristiche regolazione | P banda proporzionale 0,5 °C | | |
| Rendimento di regolazione | $\eta_{H,idr,reg}$ | 99,0 | % |

6.2.2 Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola Primaria Fontana

Dati generali

| | |
|--------------------|---|
| Intervento | 2 |
| Tipologia | Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle |
| Descrizione | Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola Primaria Fontana |
| Zona di pertinenza | Scuola Primaria Fontana |

Descrizione sintetica intervento

Intervento

| | |
|---------------------------------|--------------------|
| Configurazione centrale termica | Generatore singolo |
|---------------------------------|--------------------|

Caratteristiche caldaia

| | | | |
|--|---|--------|-----------------|
| Tipologia | Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****) | | |
| Potenza utile nominale | Φ_n | 65,27 | kW _t |
| Salto termico fumi-acqua di ritorno | $\Delta\theta$ | < 12 | °C |
| Rendimento di generazione base | $\eta_{gen,base}$ | 104,00 | % |
| Generatore monostadio | No | | |
| Installazione all'esterno | No | | |
| Temperatura di ritorno nel mese più freddo | θ_r | 40 | °C |
| Rendimento di generazione | η_{gen} | 104,00 | % |

Vettore energetico

| | | | |
|---|------------------|--------|-----------------------------------|
| Tipologia | Metano | | |
| Potere calorifico inferiore | PCI | 9,940 | kWh _t /Nm ³ |
| Costo | c | 0,87 | €/ Nm ³ |
| Fattore di emissione di CO ₂ | f _{CO2} | 0,2100 | kg/kWh _{t/el} |

Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)

| | | | |
|-----------------|---------------------|-------|---|
| Non rinnovabile | f _{p,nren} | 1,050 | - |
| Rinnovabile | f _{p,ren} | 0,000 | - |
| Totale | f _{p,tot} | 1,050 | - |

Ausiliari

| | | | |
|-------------------|--------------|-----|-----------------|
| Potenza ausiliari | Φ_{aux} | 334 | W _{el} |
|-------------------|--------------|-----|-----------------|

6.2.3 Prestazioni raggiungibili

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

6.2.3.1 Scuola Primaria Fontana

Consumi (Co)

| Servizio | Metano [Sm ³] | | Δ [%] |
|-------------------|----------------------------|-------------|--------------|
| | Stato di fatto | Scenario | |
| Riscaldamento (H) | 6738 | 4929 | -26,8 |
| Globale | 6738 | 4929 | -26,8 |

| Servizio | Energia elettrica [kWh] | | Δ [%] |
|---------------------------|--------------------------|----------|---------------|
| | Stato di fatto | Scenario | |
| Riscaldamento (H) | 0 | 0 | -100,0 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale | 0 | 0 | -100,0 |

Spesa (S) [€]

| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
|---------------------------|----------------|----------------|-------------|
| Riscaldamento (H) | 5524,83 | 4041,84 | 26,8 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Globale | 5524,83 | 4041,84 | 26,8 |

Valutazione economica preliminare

| | |
|--|-----------------|
| Costo stimato (C) [€] | 12780,00 |
| Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno] | 1482,99 |
| Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni] | 8,6 |

Rendimenti (η) [%]

| Riscaldamento idronico (H_{idr}) | | | |
|--|-----------------------|-----------------|--------------------------------|
| Sottosistema | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
| Emissione (η_{em}) | 91,0 | 91,0 | 0,0 |
| Regolazione (η_{reg}) | 89,7 | 99,0 | 10,4 |
| Distribuzione di utenza (η_{du}) | 96,4 | 96,4 | 0,0 |
| Accumulo (η_s) | 100,0 | 100,0 | 0,0 |
| Distribuzione primaria (η_{dp}) | 100,0 | 100,0 | 0,0 |
| Generazione ($\eta_{gen,ut}$) | 84,0 | 104,0 | 23,8 |
| Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$) | 79,3 | 98,1 | 23,6 |
| Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$) | 79,2 | 97,8 | 23,6 |
| Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$) | 108,5 | 148,3 | 36,7 |
| Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$) | 108,0 | 147,6 | 36,6 |
| Valore limite (η_{lim}) | 126,4 | - | - |

| Acqua calda sanitaria (W) | | | |
|--|-----------------------|-----------------|--------------------------------|
| Sottosistema | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
| Erogazione (η_{er}) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Distribuzione di utenza (η_{du}) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Accumulo (η_s) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Ricircolo (η_{ric}) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Distribuzione primaria (η_{dp}) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Generazione ($\eta_{gen,ut}$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Valore limite (η_{lim}) | 0,0 | - | - |

Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] | Valore limite |
|--------------------|----------------|----------|--------------|---------------|
| Riscaldamento (H) | 166,11 | 166,11 | 0,0 | 91,67 |
| Raffrescamento (C) | 8,46 | 8,46 | 0,0 | 8,41 |

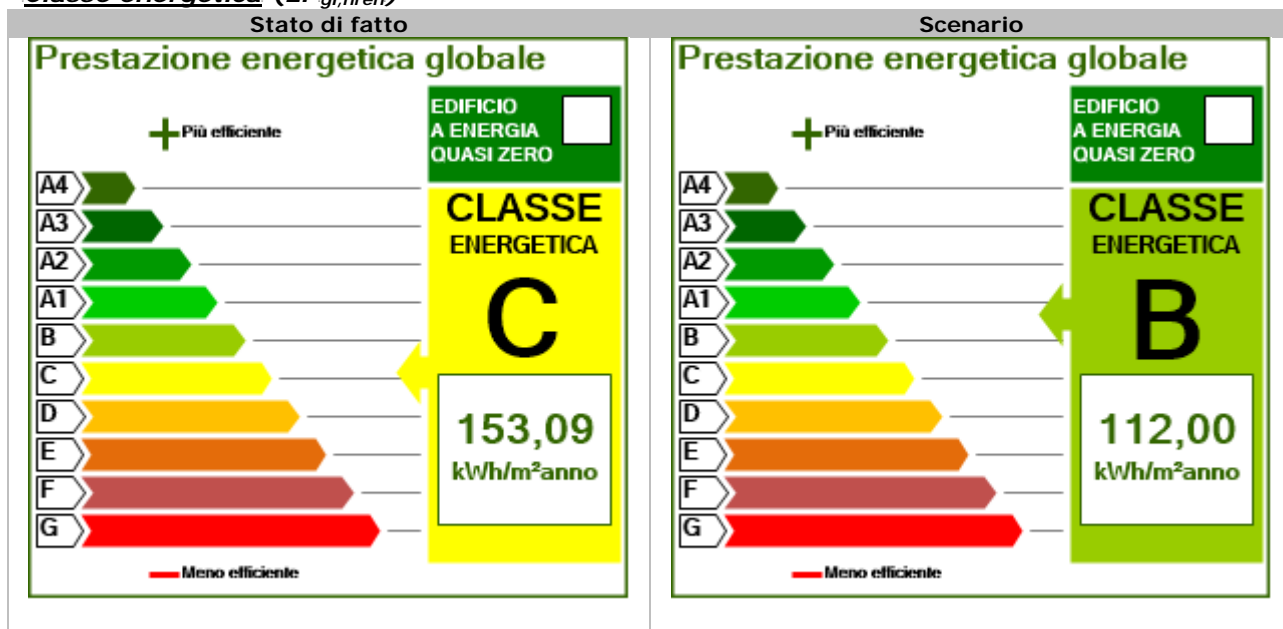
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

| Non rinnovabile (EP_{nren}) | | | |
|---------------------------------|----------------|---------------|--------------|
| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
| Riscaldamento (H) | 153,09 | 112,00 | -26,8 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Globale (GI) | 153,09 | 112,00 | -26,8 |

| Rinnovabile (EP_{ren}) | | | |
|----------------------------|----------------|--------------|--------------|
| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
| Riscaldamento (H) | 0,64 | 0,57 | -11,8 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 17,01 | 17,01 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Globale (GI) | 17,65 | 17,58 | -0,4 |

| Totale (EP_{tot}) | | | |
|---|----------------|---------------|--------------|
| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
| Riscaldamento (H) | 153,74 | 112,57 | -26,8 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 17,01 | 17,01 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Globale (GI) | 170,75 | 129,58 | -24,1 |
| Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$) | 89,56 | - | - |

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



Nota: classi energetiche indicative, aventi valenza di riferimento ed obiettivo, valutate, coerentemente con il calcolo di diagnosi, secondo la modalità di valutazione A3.

Quota rinnovabile (QR) [%]

| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] | Valore minimo |
|---------------------------|----------------|----------|--------------|---------------|
| Riscaldamento (H) | 0,4 | 0,5 | 23,9 | - |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 50 |
| Raffrescamento (C) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - |
| Globale (H + W + C) | 0,4 | 0,5 | 23,9 | 20 / 35 / 50 |
| Ventilazione (V) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - |
| Illuminazione (L) | 100,0 | 100,0 | 0,0 | - |
| Trasporto (T) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - |
| Globale (GI) | 10,3 | 13,6 | 31,0 | - |

Nota: il DLgs 28/11 (allegato 3, comma 1) prevede, per la verifica di copertura globale (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), tre differenti fasi di vigenza, corrispondenti a valori minimi via via più stringenti:
- 1° fase (31.05.12 - 31.12.13);
- 2° fase (01.01.14 - 31.12.16);
- 3° fase (dal 01.01.17).

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
|---------------------------|----------------|----------|--------------|
| Riscaldamento (H) | 13332,12 | 9753,47 | -26,8 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Globale (GI) | 13332,12 | 9753,47 | -26,8 |

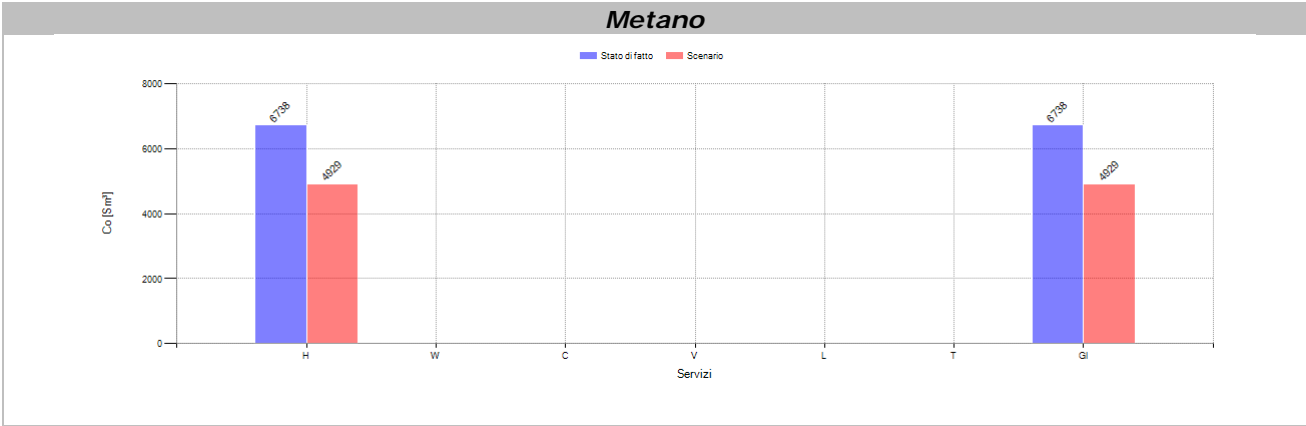
Legenda:

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

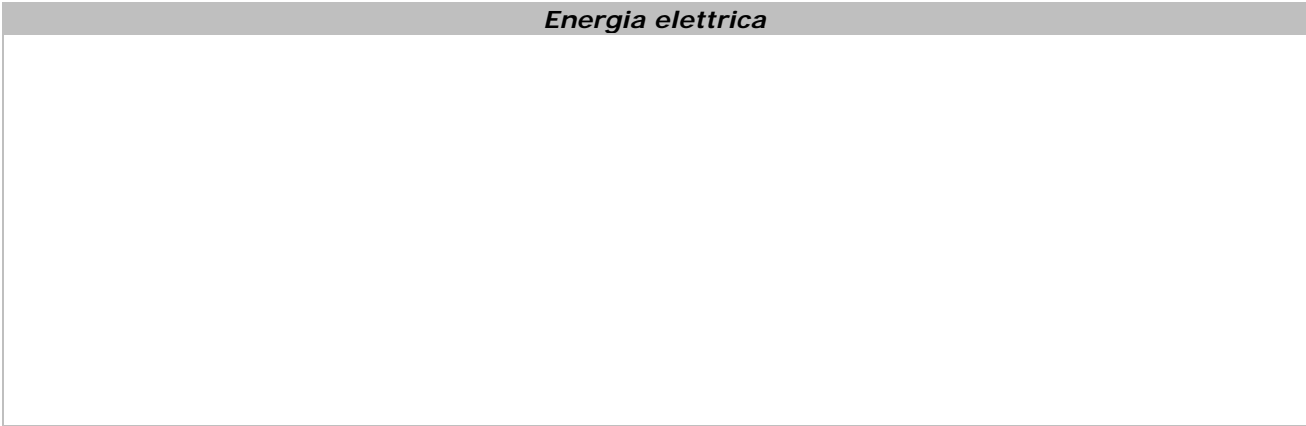
Grafici

Si descrivono di seguito, attraverso istogrammi, i consumi di combustibile, energia elettrica ed energia primaria a monte ed a valle degli interventi. Si evidenzia inoltre, attraverso diagrammi a torta, come si modifica la composizione dell'energia primaria (per servizio o per vettore energetico) a seguito dell'esecuzione degli interventi. Si rappresentano infine le firme energetiche invernali ed estive dell'edificio, riferite, rispettivamente, allo stato di fatto ed allo scenario. La firma energetica esprime la correlazione tra la temperatura esterna (θ_e), riportata sull'asse delle ascisse, ed il fabbisogno di potenza in ingresso alla generazione ($\Phi_{gen,in}$), riportato sull'asse delle ordinate. Tale correlazione, rappresentata attraverso una nuvola di punti ed una retta interpolante, costituisce un significativo strumento di visualizzazione ed interpretazione della prestazione energetica dell'edificio.

Consumi di combustibile ed energia elettrica

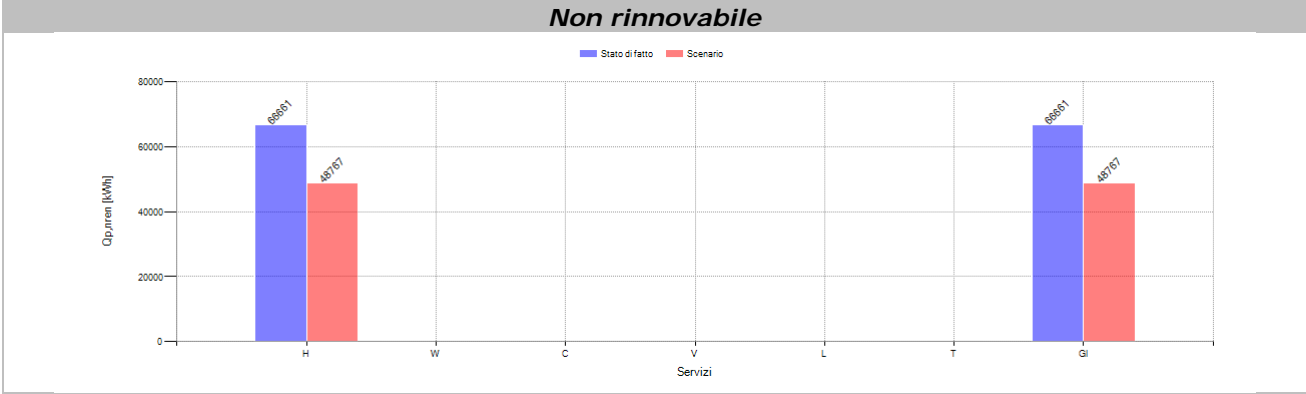


| Servizio | Co _{in} [Sm³] | Co _{fin} [Sm³] | Δ [%] |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------|
| Riscaldamento (H) | 6738 | 4929 | -26,8 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0 | 0 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 6738 | 4929 | -26,8 |

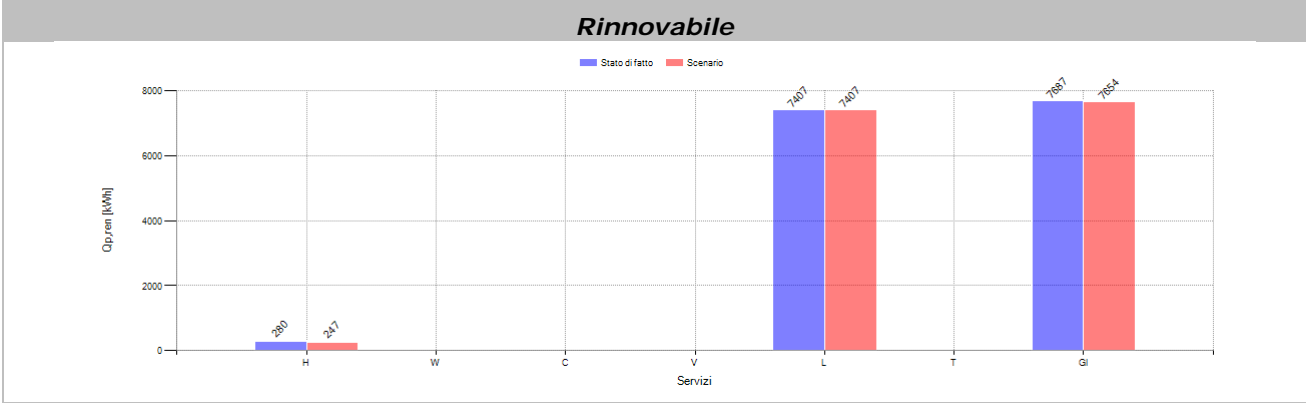


| Servizio | Co _{in} [kWh] | Co _{fin} [kWh] | Δ [%] |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------|
| Riscaldamento (H) | 0 | 0 | 0,0 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0 | 0 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 0 | 0 | 0,0 |

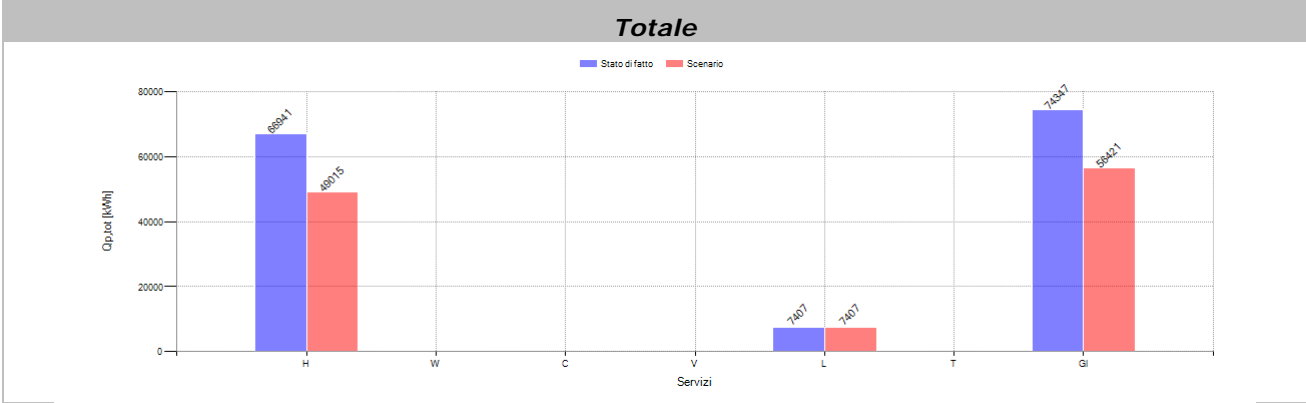
Consumi di energia primaria



| Servizio | Q _{p,nren,in} [kWh _p] | Q _{p,nren,fin} [kWh _p] | Δ [%] |
|---------------------------|--|---|-------|
| Riscaldamento (H) | 66661 | 48767 | -26,8 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0 | 0 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 66661 | 48767 | -26,8 |

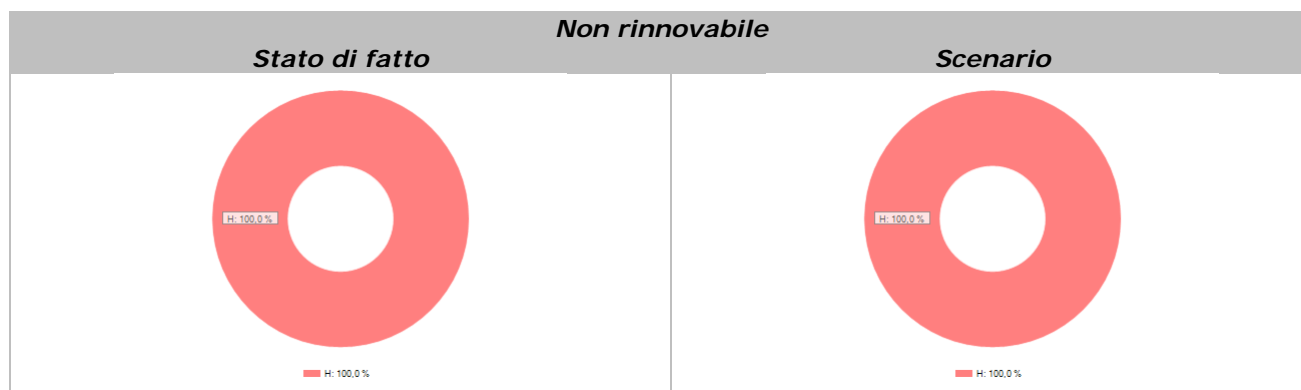


| Servizio | Q _{p,ren,in} [kWh _p] | Q _{p,ren,fin} [kWh _p] | Δ [%] |
|---------------------------|---|--|-------|
| Riscaldamento (H) | 280 | 247 | -11,8 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 7407 | 7407 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 7687 | 7654 | -0,4 |

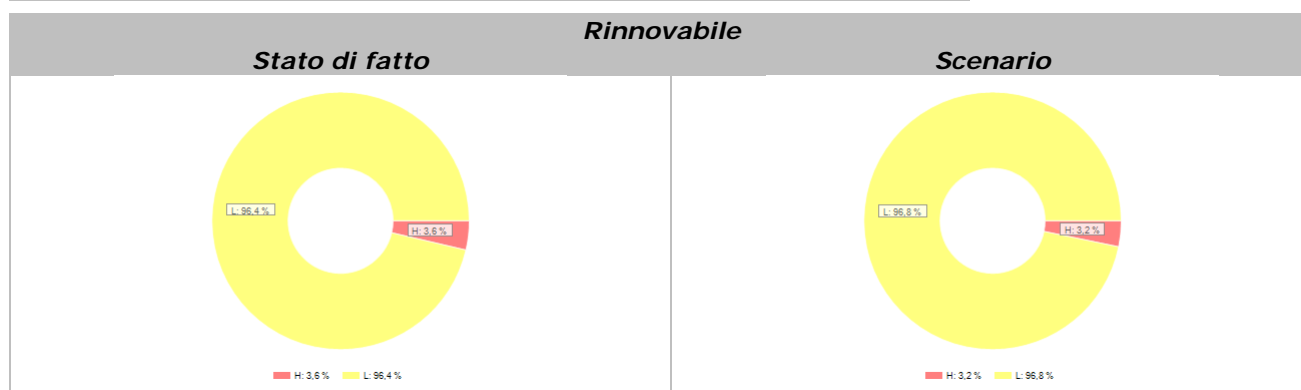


| Servizio | Q _{p,tot,in} [kWh _p] | Q _{p,tot,fin} [kWh _p] | Δ [%] |
|---------------------------|---|--|-------|
| Riscaldamento (H) | 66941 | 49015 | -26,8 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 7407 | 7407 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 74347 | 56421 | -24,1 |

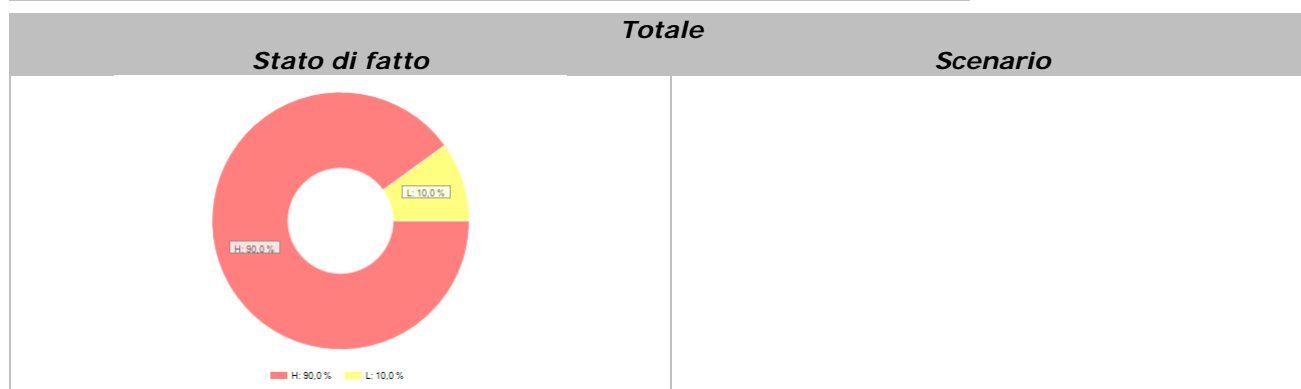
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



| Servizio | Stato di fatto | | Scenario | |
|---------------------------|--|--------------|--|--------------|
| | Q _{p,ren} [kWh _p] | % | Q _{p,ren} [kWh _p] | % |
| Riscaldamento (H) | 66661 | 100,0 | 48767 | 100,0 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 66661 | 100,0 | 48767 | 100,0 |

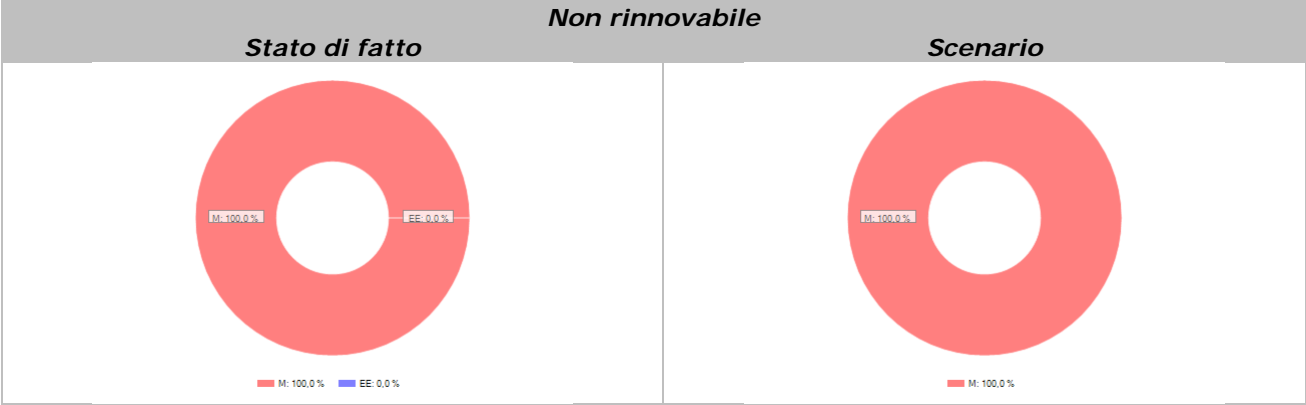


| Servizio | Stato di fatto | | Scenario | |
|---------------------------|--|--------------|--|--------------|
| | Q _{p,ren} [kWh _p] | % | Q _{p,ren} [kWh _p] | % |
| Riscaldamento (H) | 280 | 3,6 | 247 | 3,2 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 7407 | 96,4 | 7407 | 96,8 |
| Trasporto (T) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 7687 | 100,0 | 7654 | 100,0 |

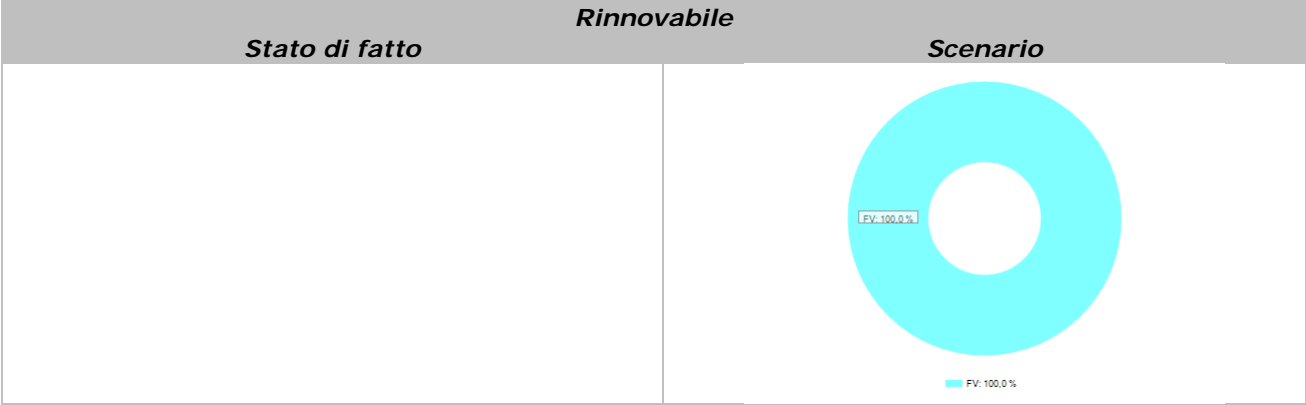


| Servizio | Stato di fatto | | Scenario | |
|---------------------------|--|--------------|--|--------------|
| | Q _{p,tot} [kWh _p] | % | Q _{p,tot} [kWh _p] | % |
| Riscaldamento (H) | 66941 | 90,0 | 49015 | 86,9 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 7407 | 10,0 | 7407 | 13,1 |
| Trasporto (T) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 74347 | 100,0 | 56421 | 100,0 |

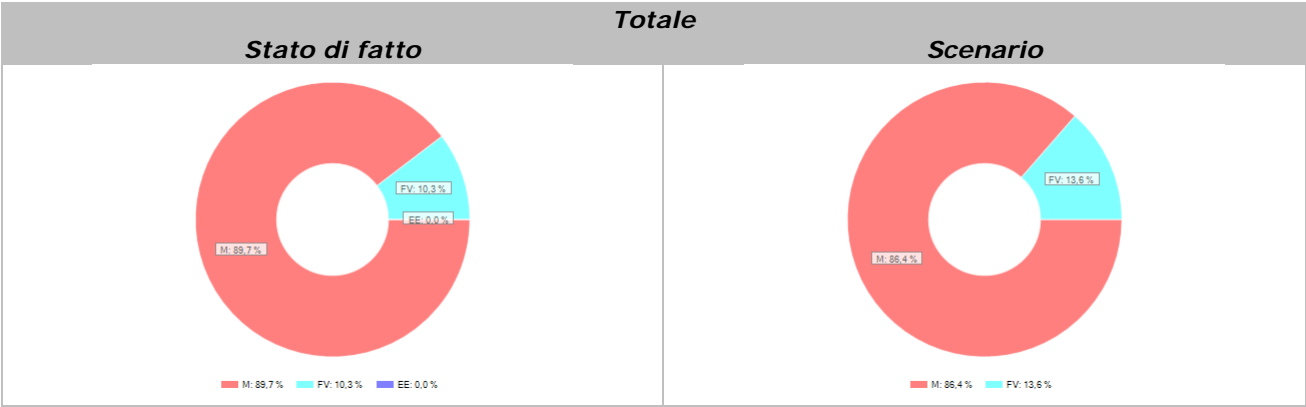
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



| Vettore energetico | Stato di fatto | | Scenario | |
|--|---|-------|---|-------|
| | Q _{p,nren} [kWh _p] | % | Q _{p,nren} [kWh _p] | % |
| Metano (M) | 66661 | 100,0 | 48767 | 100,0 |
| Energia elettrica (EE) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare termico (ST) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare fotovoltaico (FV) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Ambiente esterno (pompa di calore) (A) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Totale | 66661 | 100,0 | 48767 | 100,0 |



| Vettore energetico | Stato di fatto | | Scenario | |
|--|--|-------|--|-------|
| | Q _{p,ren} [kWh _p] | % | Q _{p,ren} [kWh _p] | % |
| Metano (M) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Energia elettrica (EE) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare termico (ST) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare fotovoltaico (FV) | 7687 | 100,0 | 7654 | 100,0 |
| Ambiente esterno (pompa di calore) (A) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Totale | 7687 | 100,0 | 7654 | 100,0 |



| Vettore energetico | Stato di fatto | | Scenario | |
|--|--|-------|--|-------|
| | Q _{p,tot} [kWh _p] | % | Q _{p,tot} [kWh _p] | % |
| Metano (M) | 66661 | 89,7 | 48767 | 86,4 |
| Energia elettrica (EE) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare termico (ST) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare fotovoltaico (FV) | 7687 | 10,3 | 7654 | 13,6 |
| Ambiente esterno (pompa di calore) (A) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Totale | 74347 | 100,0 | 56421 | 100,0 |

6.3 Scenario 1 + Scenario 2

Dati generali

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|----------|---------------------------------------|
| Numero | 3 | | |
| Descrizione | Scenario 1 + Scenario 2 | | |
| Costo stimato | C | 45556,20 | € |
| Risparmio economico conseguibile | ΔS_{ql} | 2718,23 | €/anno |
| Tempo di ritorno semplice | t_r | 16,8 | anni |
| Risparmio energetico conseguibile | $\Delta EP_{ql,nren}$ | 75,32 | kWh _p /m ² anno |
| Classe energetica raggiungibile | A2 | | |

Descrizione sintetica scenario

Riepilogo interventi

| N° | Descrizione |
|----|---|
| 1 | Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana |
| 2 | Coibentazione cassonetti - Scuola Primaria Fontana |
| 3 | Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Scuola Primaria Fontana |
| 4 | Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola Primaria Fontana |

6.3.1 Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana

Dati generali

| | |
|--------------------|--|
| Intervento | 1 |
| Tipologia | Realizzazione cappotto esterno |
| Descrizione | Realizzazione cappotto esterno - Scuola Primaria Fontana |
| Zone di pertinenza | Edificio |

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

| | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|--------|----------------|
| Struttura esistente | | | |
| Codice | M1 | | |
| Descrizione | Parete esterna | | |
| Tipo | da locale climatizzato verso esterno | | |
| Esposizioni considerate | NE, SE, SO, NO | | |
| Superficie di calcolo | S _{calc} | 372,96 | m ² |

Risultati stato di fatto

| | | | |
|-----------------------------|-----------------|--------|----------------------------------|
| Spessore totale | S_{tot} | 280,00 | mm |
| Trasmittanza iniziale | U_{in} | 1,158 | W _t /m ² K |
| Trasmittanza iniziale media | $U_{in,media}$ | 1,268 | W _t /m ² K |
| Valore limite | $U_{media,lim}$ | 0,300 | W _t /m ² K |

Intervento

Isolante

| | | | |
|--------------|---|--------|--------------------|
| Tipologia | Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ | | |
| Conduttività | λ | 0,028 | W _t /mK |
| Spessore | s | 100,00 | mm |

Risultati intervento

| | | | |
|-----------------------------------|-----------------|--------|----------------------------------|
| Spessore totale | S_{tot} | 390,00 | mm |
| Trasmittanza finale | U_{fin} | 0,225 | W _t /m ² K |
| Percentuale di superficie isolata | p_{is} | 100,0 | % |
| Trasmittanza finale effettiva | $U_{fin,eff}$ | 0,225 | W _t /m ² K |
| Trasmittanza finale media | $U_{fin,media}$ | 0,276 | W _t /m ² K |
| Valore limite | $U_{media,lim}$ | 0,300 | W _t /m ² K |

6.3.2 Coibentazione cassonetti - Scuola Primaria Fontana

Dati generali

| | |
|--------------------|--|
| Intervento | 2 |
| Tipologia | Coibentazione cassonetti |
| Descrizione | Coibentazione cassonetti - Scuola Primaria Fontana |
| Zone di pertinenza | Edificio |

Descrizione sintetica intervento

Stato di fatto

Struttura esistente

| | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|-------|----|
| Codice | M2 | | |
| Descrizione | cassonetto legno | | |
| Tipo | da locale climatizzato verso esterno | | |
| Esposizioni considerate | NE, SE, SO, NO | | |
| Superficie di calcolo | S _{calc} | 21,49 | m² |

Risultati stato di fatto

| | | | |
|-----------------------------|------------------------|--------|----------------------------------|
| Spessore totale | S _{tot} | 475,00 | mm |
| Trasmittanza iniziale | U _{in} | 1,072 | W _t /m ² K |
| Trasmittanza iniziale media | U _{in,media} | 0,000 | W _t /m ² K |
| Valore limite | U _{media,lim} | 0,300 | W _t /m ² K |

Intervento

Isolante

| | | | |
|--------------|----------------------------------|--------|--------------------|
| Tipologia | Pannelli in poliuretano 40 kg/m³ | | |
| Conduttività | λ | 0,028 | W _t /mK |
| Spessore | s | 150,00 | mm |

Risultati intervento

| | | | |
|---------------------------|------------------------|--------|----------------------------------|
| Spessore totale | S _{tot} | 475,00 | mm |
| Trasmittanza finale | U _{fin} | 0,159 | W _t /m ² K |
| Trasmittanza finale media | U _{fin,media} | 0,000 | W _t /m ² K |
| Valore limite | U _{media,lim} | 0,300 | W _t /m ² K |

6.3.3 Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Scuola Primaria Fontana

Dati generali

| | |
|--------------------|---|
| Intervento | 3 |
| Tipologia | Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti |
| Descrizione | Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti - Scuola Primaria Fontana |
| Zona di pertinenza | Scuola Primaria Fontana |

Descrizione sintetica intervento

L'installazione di sistemi di termoregolazione comporta un duplice beneficio: da un lato, consente di migliorare il rendimento di regolazione, dall'altro, permettendo agli utenti di incidere liberamente sui propri consumi, è tale, se abbinato all'intervento di contabilizzazione, da generare comportamenti virtuosi, da cui si determina una riduzione del fabbisogno (della predetta riduzione si tiene conto attraverso l'intervento di contabilizzazione, di seguito descritto). Tale intervento consente inoltre di ridurre la temperatura media dell'impianto oltre che di migliorare, in caso di caldaia a condensazione, il rendimento di generazione, in virtù dei ritorni più freddi. L'intervento di termoregolazione, incidendo sulle portate dell'impianto, presuppone infine la sostituzione della precedente pompa di circolazione a giri fissi con una nuova pompa di circolazione a giri variabili, contraddistinta quindi da consumi elettrici inferiori.

Intervento

Regolazione

| | | | |
|-----------------------------|------------------------------|------|---|
| Tipologia di regolazione | Solo per singolo ambiente | | |
| Caratteristiche regolazione | P banda proporzionale 0,5 °C | | |
| Rendimento di regolazione | $\eta_{H,idr,reg}$ | 99,0 | % |

6.3.4 Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola Primaria Fontana

Dati generali

| | |
|--------------------|---|
| Intervento | 4 |
| Tipologia | Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle |
| Descrizione | Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle - Scuola Primaria Fontana |
| Zona di pertinenza | Scuola Primaria Fontana |

Descrizione sintetica intervento

Intervento

| | |
|---------------------------------|--------------------|
| Configurazione centrale termica | Generatore singolo |
|---------------------------------|--------------------|

Caratteristiche caldaia

| | | | |
|--|---|--------|-----------------|
| Tipologia | Generatore a gas, a condensazione 4 stelle (****) | | |
| Potenza utile nominale | Φ_n | 64,10 | kW _t |
| Salto termico fumi-acqua di ritorno | $\Delta\theta$ | < 12 | °C |
| Rendimento di generazione base | $\eta_{gen,base}$ | 104,00 | % |
| Generatore monostadio | No | | |
| Installazione all'esterno | No | | |
| Temperatura di ritorno nel mese più freddo | θ_r | 40 | °C |
| Rendimento di generazione | η_{gen} | 104,00 | % |

Vettore energetico

| | | | |
|---|------------------|--------|-----------------------------------|
| Tipologia | Metano | | |
| Potere calorifico inferiore | PCI | 9,940 | kWh _t /Nm ³ |
| Costo | c | 0,87 | €/ Nm ³ |
| Fattore di emissione di CO ₂ | f _{CO2} | 0,2100 | kg/kWh _{t/el} |

Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)

| | | | |
|-----------------|---------------------|-------|---|
| Non rinnovabile | f _{p,nren} | 1,050 | - |
| Rinnovabile | f _{p,ren} | 0,000 | - |
| Totale | f _{p,tot} | 1,050 | - |

Ausiliari

| | | | |
|-------------------|--------------|-----|-----------------|
| Potenza ausiliari | Φ_{aux} | 332 | W _{el} |
|-------------------|--------------|-----|-----------------|

6.3.5 Prestazioni raggiungibili

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

6.3.5.1 Scuola Primaria Fontana

Consumi (Co)

| Servizio | Metano [Sm ³] | | Δ [%] |
|-------------------|----------------------------|-------------|--------------|
| | Stato di fatto | Scenario | |
| Riscaldamento (H) | 6738 | 3423 | -49,2 |
| Globale | 6738 | 3423 | -49,2 |

| Servizio | Energia elettrica [kWh] | | Δ [%] |
|---------------------------|--------------------------|----------|---------------|
| | Stato di fatto | Scenario | |
| Riscaldamento (H) | 0 | 0 | -100,0 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale | 0 | 0 | -100,0 |

Spesa (S) [€]

| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
|---------------------------|----------------|----------------|-------------|
| Riscaldamento (H) | 5524,83 | 2806,59 | 49,2 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Globale | 5524,83 | 2806,59 | 49,2 |

Valutazione economica preliminare

| | |
|---|----------|
| Costo stimato (C) [€] | 45556,20 |
| Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gl}) [€/anno] | 2718,23 |
| Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni] | 16,8 |

Rendimenti (η) [%]

| Riscaldamento idronico (H_{idr}) | | | |
|--|-----------------------|-----------------|--------------------------------|
| Sottosistema | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
| Emissione (η_{em}) | 91,0 | 91,0 | 0,0 |
| Regolazione (η_{reg}) | 89,7 | 99,0 | 10,4 |
| Distribuzione di utenza (η_{du}) | 96,4 | 96,4 | 0,0 |
| Accumulo (η_s) | 100,0 | 100,0 | 0,0 |
| Distribuzione primaria (η_{dp}) | 100,0 | 100,0 | 0,0 |
| Generazione ($\eta_{gen,ut}$) | 84,0 | 104,0 | 23,8 |
| Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$) | 79,3 | 98,1 | 23,6 |
| Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$) | 79,2 | 97,8 | 23,5 |
| Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$) | 108,5 | 148,3 | 36,7 |
| Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$) | 108,0 | 147,6 | 36,6 |
| Valore limite (η_{lim}) | 126,4 | - | - |

| Acqua calda sanitaria (W) | | | |
|--|-----------------------|-----------------|--------------------------------|
| Sottosistema | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
| Erogazione (η_{er}) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Distribuzione di utenza (η_{du}) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Accumulo (η_s) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Ricircolo (η_{ric}) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Distribuzione primaria (η_{dp}) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Generazione ($\eta_{gen,ut}$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Valore limite (η_{lim}) | 0,0 | - | - |

Indici di prestazione termica del fabbricato (EP_{nd}) [kWh_t/m^2]

| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] | Valore limite |
|--------------------|----------------|----------|--------------|---------------|
| Riscaldamento (H) | 166,11 | 115,34 | -30,6 | 91,67 |
| Raffrescamento (C) | 8,46 | 9,19 | 8,6 | 8,41 |

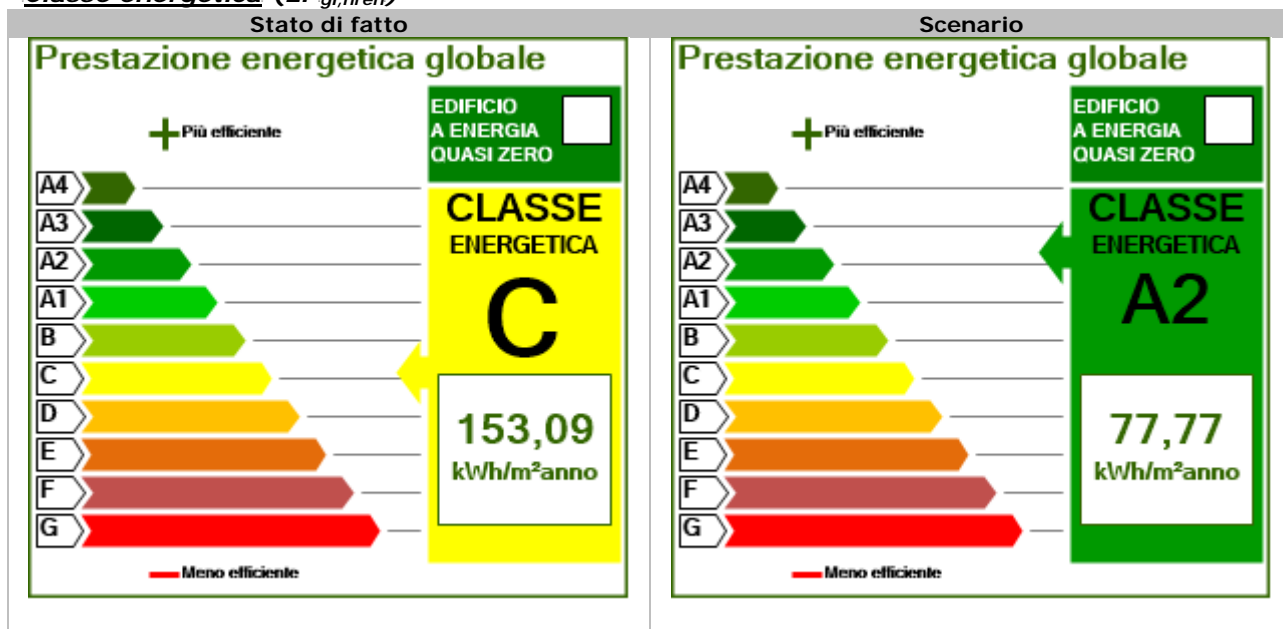
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

| Non rinnovabile (EP_{nren}) | | | |
|---------------------------------|----------------|--------------|--------------|
| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
| Riscaldamento (H) | 153,09 | 77,77 | -49,2 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Globale (GI) | 153,09 | 77,77 | -49,2 |

| Rinnovabile (EP_{ren}) | | | |
|----------------------------|----------------|--------------|--------------|
| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
| Riscaldamento (H) | 0,64 | 0,40 | -38,0 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 17,01 | 17,01 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Globale (GI) | 17,65 | 17,41 | -1,4 |

| Totale (EP_{tot}) | | | |
|---|----------------|--------------|--------------|
| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
| Riscaldamento (H) | 153,74 | 78,17 | -49,2 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 17,01 | 17,01 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Globale (GI) | 170,75 | 95,18 | -44,3 |
| Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$) | 89,56 | - | - |

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



Nota: classi energetiche indicative, aventi valenza di riferimento ed obiettivo, valutate, coerentemente con il calcolo di diagnosi, secondo la modalità di valutazione A3.

Quota rinnovabile (QR) [%]

| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] | Valore minimo |
|---------------------------|----------------|----------|--------------|---------------|
| Riscaldamento (H) | 0,4 | 0,5 | 23,9 | - |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 50 |
| Raffrescamento (C) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - |
| Globale (H + W + C) | 0,4 | 0,5 | 23,9 | 20 / 35 / 50 |
| Ventilazione (V) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - |
| Illuminazione (L) | 100,0 | 100,0 | 0,0 | - |
| Trasporto (T) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - |
| Globale (GI) | 10,3 | 18,3 | 77,4 | - |

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

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

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

| Servizio | Stato di fatto | Scenario | Δ [%] |
|---------------------------|----------------|----------|--------------|
| Riscaldamento (H) | 13332,12 | 6772,67 | -49,2 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Globale (GI) | 13332,12 | 6772,67 | -49,2 |

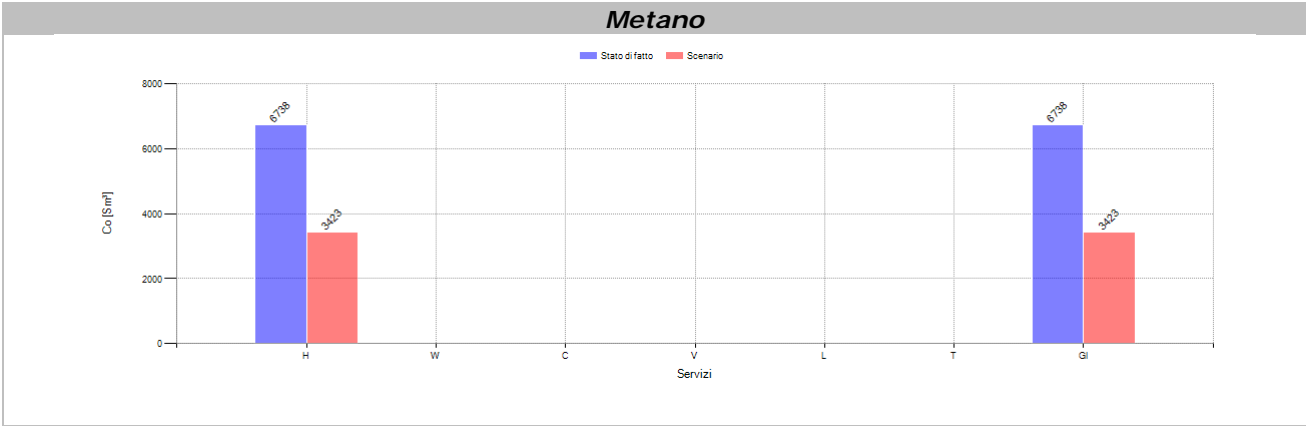
Legenda:

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

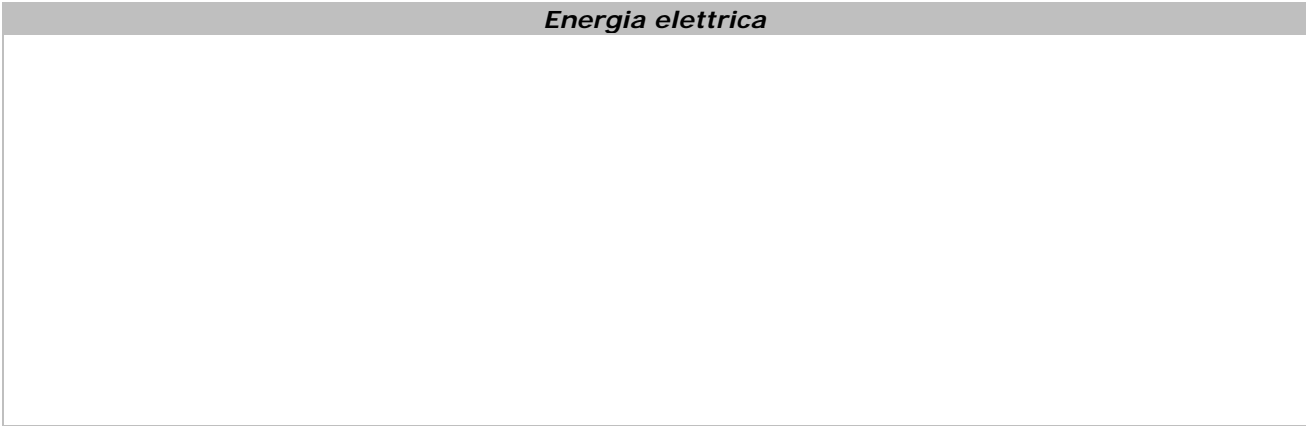
Grafici

Si descrivono di seguito, attraverso istogrammi, i consumi di combustibile, energia elettrica ed energia primaria a monte ed a valle degli interventi. Si evidenzia inoltre, attraverso diagrammi a torta, come si modifica la composizione dell'energia primaria (per servizio o per vettore energetico) a seguito dell'esecuzione degli interventi. Si rappresentano infine le firme energetiche invernali ed estive dell'edificio, riferite, rispettivamente, allo stato di fatto ed allo scenario. La firma energetica esprime la correlazione tra la temperatura esterna (θ_e), riportata sull'asse delle ascisse, ed il fabbisogno di potenza in ingresso alla generazione ($\Phi_{gen,in}$), riportato sull'asse delle ordinate. Tale correlazione, rappresentata attraverso una nuvola di punti ed una retta interpolante, costituisce un significativo strumento di visualizzazione ed interpretazione della prestazione energetica dell'edificio.

Consumi di combustibile ed energia elettrica

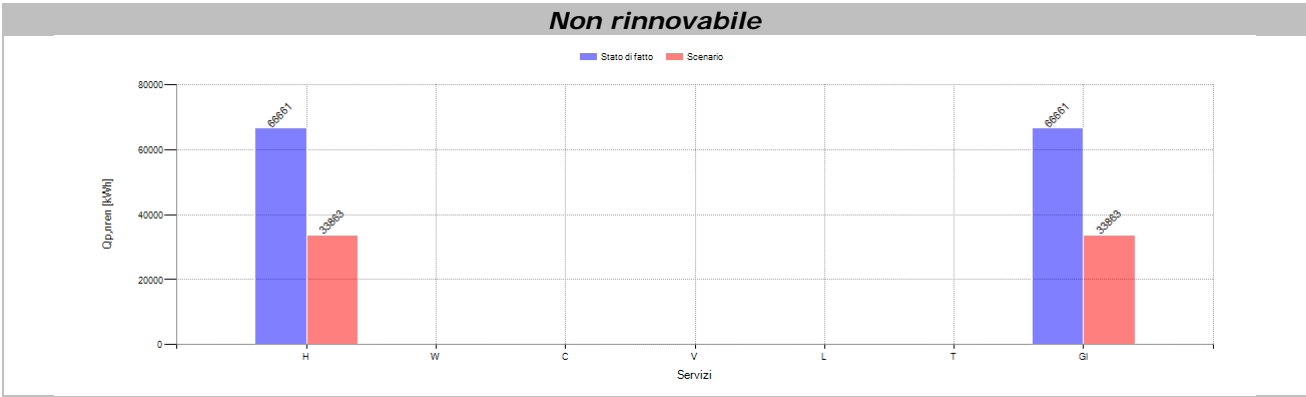


| Servizio | Co _{in} [Sm³] | Co _{fin} [Sm³] | Δ [%] |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------|
| Riscaldamento (H) | 6738 | 3423 | -49,2 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0 | 0 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 6738 | 3423 | -49,2 |

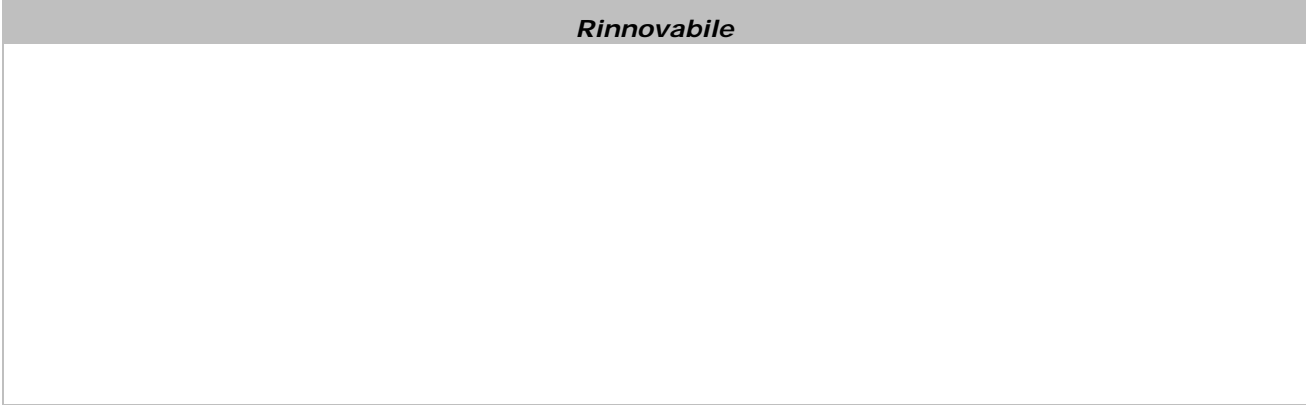


| Servizio | Co _{in} [kWh] | Co _{fin} [kWh] | Δ [%] |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------|
| Riscaldamento (H) | 0 | 0 | 0,0 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0 | 0 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 0 | 0 | 0,0 |

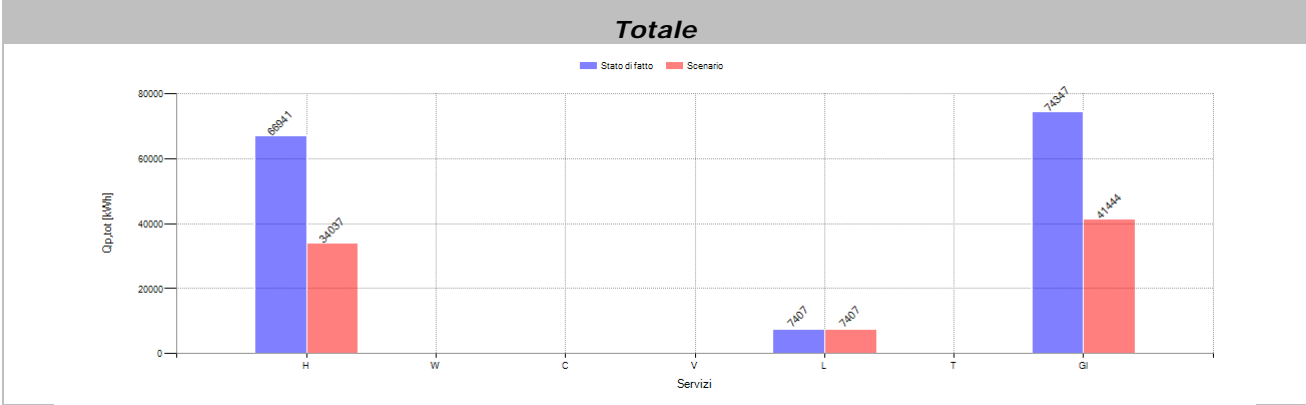
Consumi di energia primaria



| Servizio | Q _{p,nren,in} [kWh _p] | Q _{p,nren,fin} [kWh _p] | Δ [%] |
|---------------------------|--|---|-------|
| Riscaldamento (H) | 66661 | 33863 | -49,2 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0 | 0 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 66661 | 33863 | -49,2 |

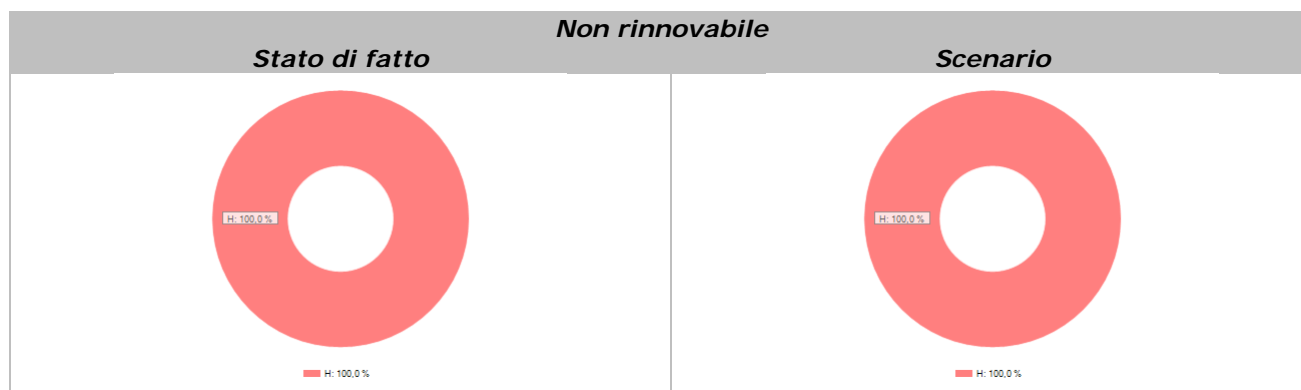


| Servizio | Q _{p,ren,in} [kWh _p] | Q _{p,ren,fin} [kWh _p] | Δ [%] |
|---------------------------|---|--|-------|
| Riscaldamento (H) | 280 | 174 | -38,0 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 7407 | 7407 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 7687 | 7580 | -1,4 |

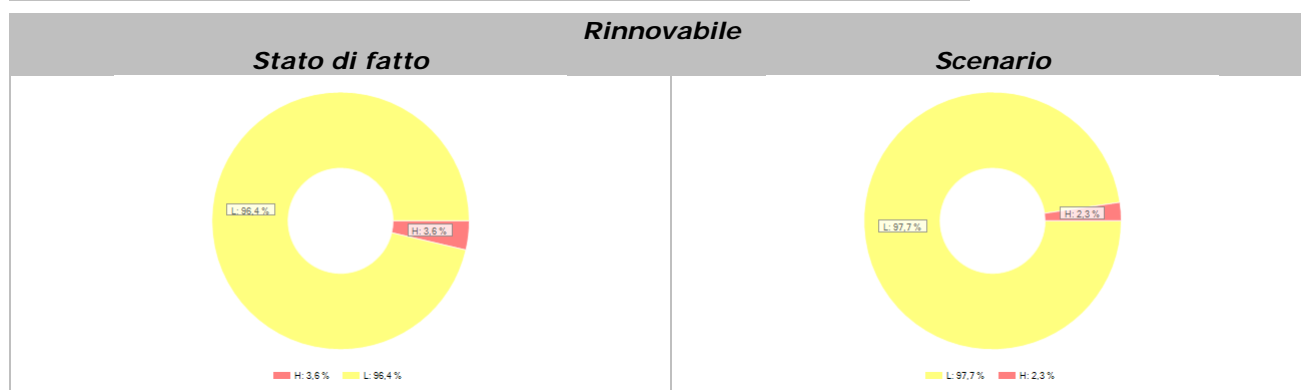


| Servizio | Q _{p,tot,in} [kWh _p] | Q _{p,tot,fin} [kWh _p] | Δ [%] |
|---------------------------|---|--|-------|
| Riscaldamento (H) | 66941 | 34037 | -49,2 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 7407 | 7407 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 74347 | 41444 | -44,3 |

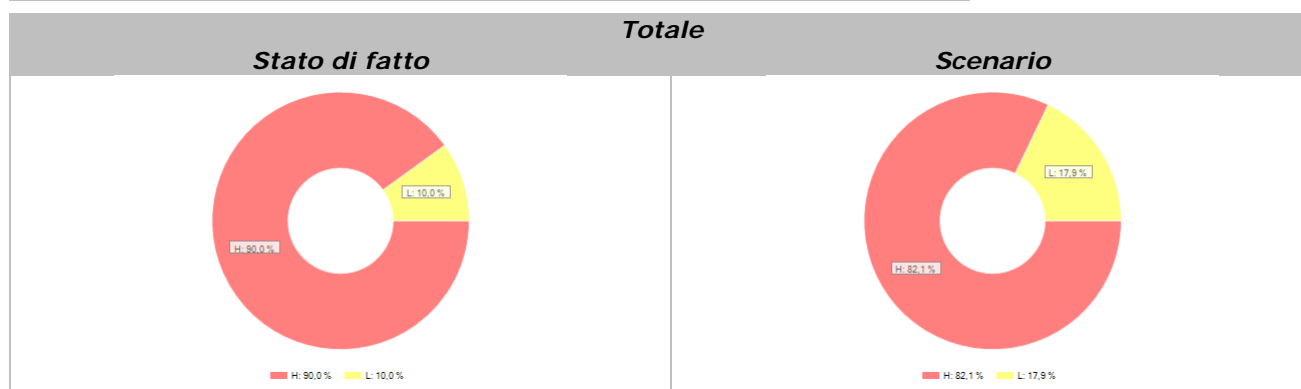
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



| Servizio | Stato di fatto | | Scenario | |
|---------------------------|--|--------------|--|--------------|
| | Q _{p,ren} [kWh _p] | % | Q _{p,ren} [kWh _p] | % |
| Riscaldamento (H) | 66661 | 100,0 | 33863 | 100,0 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Trasporto (T) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 66661 | 100,0 | 33863 | 100,0 |

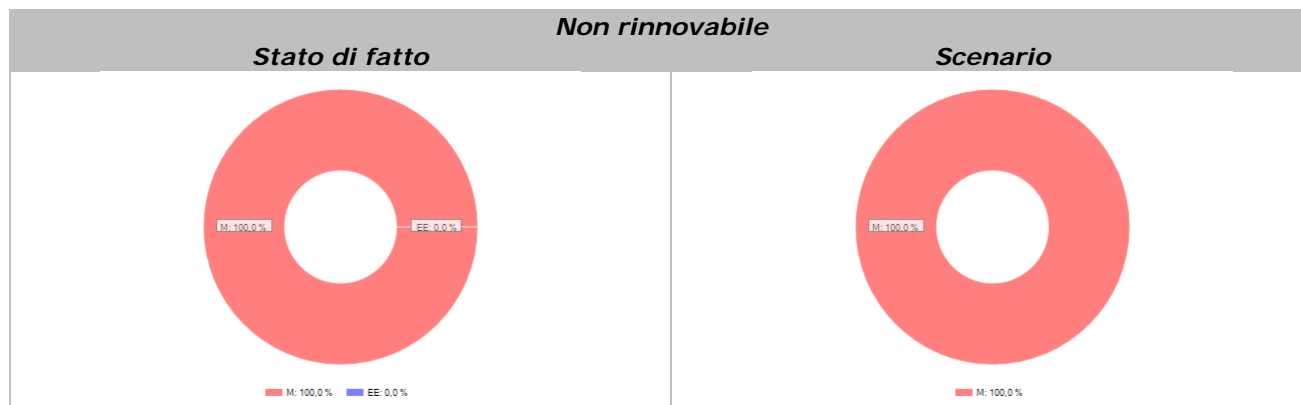


| Servizio | Stato di fatto | | Scenario | |
|---------------------------|--|--------------|--|--------------|
| | Q _{p,ren} [kWh _p] | % | Q _{p,ren} [kWh _p] | % |
| Riscaldamento (H) | 280 | 3,6 | 174 | 2,3 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 7407 | 96,4 | 7407 | 97,7 |
| Trasporto (T) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 7687 | 100,0 | 7580 | 100,0 |

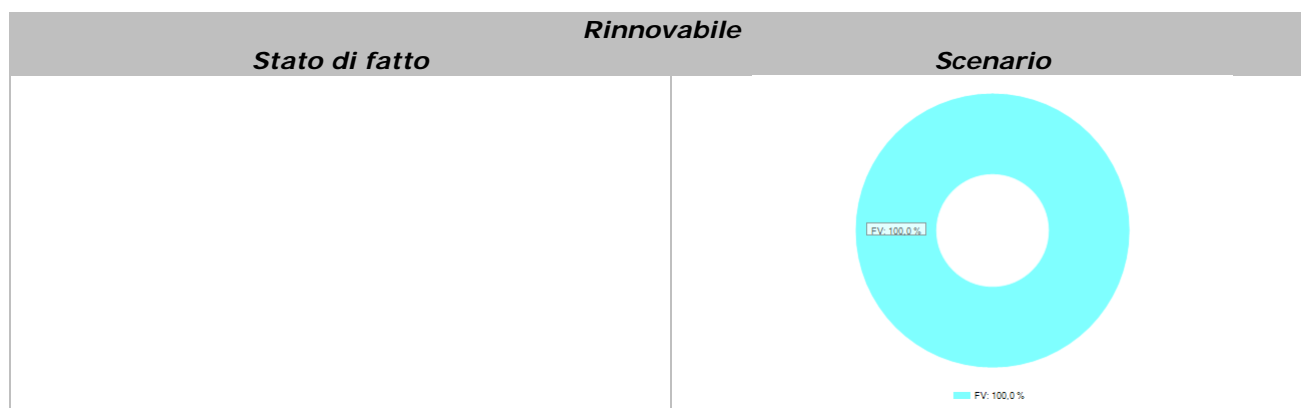


| Servizio | Stato di fatto | | Scenario | |
|---------------------------|--|--------------|--|--------------|
| | Q _{p,tot} [kWh _p] | % | Q _{p,tot} [kWh _p] | % |
| Riscaldamento (H) | 66941 | 90,0 | 34037 | 82,1 |
| Acqua calda sanitaria (W) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Raffrescamento (C) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Ventilazione (V) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Illuminazione (L) | 7407 | 10,0 | 7407 | 17,9 |
| Trasporto (T) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Globale (GI) | 74347 | 100,0 | 41444 | 100,0 |

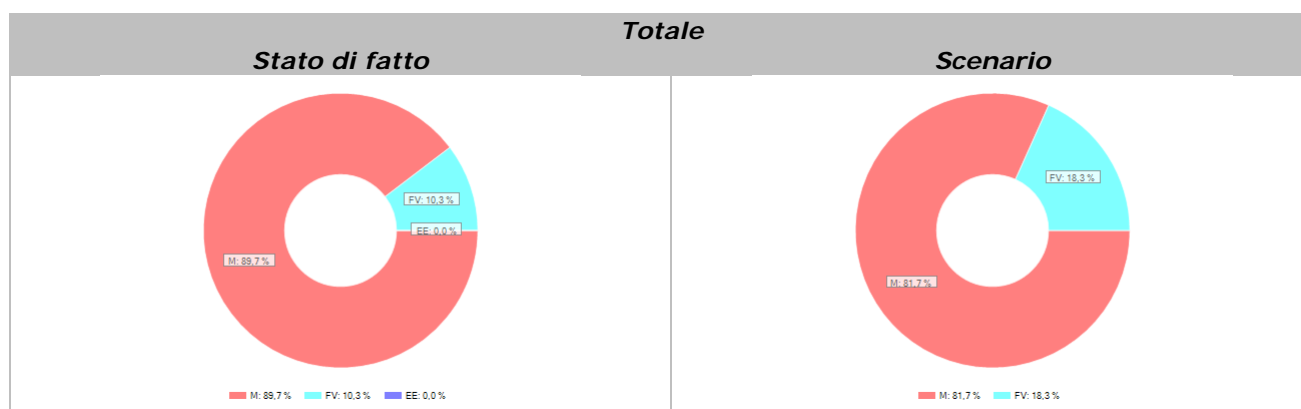
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



| Vettore energetico | Stato di fatto | | Scenario | |
|--|---|--------------|---|--------------|
| | Q _{p,nren} [kWh _p] | % | Q _{p,nren} [kWh _p] | % |
| Metano (M) | 66661 | 100,0 | 33863 | 100,0 |
| Energia elettrica (EE) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare termico (ST) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare fotovoltaico (FV) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Ambiente esterno (pompa di calore) (A) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Totale | 66661 | 100,0 | 33863 | 100,0 |



| Vettore energetico | Stato di fatto | | Scenario | |
|--|--|--------------|--|--------------|
| | Q _{p,ren} [kWh _p] | % | Q _{p,ren} [kWh _p] | % |
| Metano (M) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Energia elettrica (EE) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare termico (ST) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare fotovoltaico (FV) | 7687 | 100,0 | 7580 | 100,0 |
| Ambiente esterno (pompa di calore) (A) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Totale | 7687 | 100,0 | 7580 | 100,0 |



| Vettore energetico | Stato di fatto | | Scenario | |
|--|--|--------------|--|--------------|
| | Q _{p,tot} [kWh _p] | % | Q _{p,tot} [kWh _p] | % |
| Metano (M) | 66661 | 89,7 | 33863 | 81,7 |
| Energia elettrica (EE) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare termico (ST) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Solare fotovoltaico (FV) | 7687 | 10,3 | 7580 | 18,3 |
| Ambiente esterno (pompa di calore) (A) | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Totale | 74347 | 100,0 | 41444 | 100,0 |

7 ANALISI ECONOMICA DEGLI INTERVENTI

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

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

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

Riepilogo scenari

| N° | Scenario | C _{in,tot} [€] | t _{calc} [anni] | VAN _{op} [€] |
|----|--|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1 | <i>Isolamento a cappotto e coibentazione cassonetti</i> | 32776,20 | 20 | -4758,10 |
| 2 | <i>Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche</i> | 12780,00 | 20 | 7366,11 |
| 3 | <i>Scenario 1 + Scenario 2</i> | 45556,20 | 20 | -2796,51 |

Legenda:

| | |
|---------------------|--------------------------------------|
| C _{in,tot} | Costo totale iniziale |
| t _{calc} | Periodo di calcolo considerato |
| VAN _{op} | Valore attuale netto dell'operazione |

7.1 Isolamento a cappotto e coibentazione cassonetti

7.1.1 Dati generali

Dati generali

| | | | |
|-------------------------------|-------------------|------|------|
| Tasso di interesse di mercato | R | 4,00 | % |
| Tasso di inflazione | R _i | 1,00 | % |
| Tasso di interesse reale | R _r | 2,97 | % |
| Durata del calcolo | t _{calc} | 20 | Anni |

Detrazioni

| | | | |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|---|
| Percentuale di detrazione | p _{det} | Non valutata al momento | % |
| Numero di rate | n _{rate, det} | - | - |

7.1.2 Costi iniziali

Componenti

| Componente | t _{vita} [anni] | UM | C _{in} [€/UM] | Q _{ta} [UM] | C _{in} [€] | Detraibile |
|---|-----------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------|
| Poliuretano a spruzzo - spessore 12cm | 40 | Al m ² | 50,00 | 21,49 | 1074,60 | Si |
| Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 10cm | 40 | Al m ² | 85,00 | 372,96 | 31701,60 | Si |

Legenda:

| | |
|-------------------|--|
| t _{vita} | Durata di vita del singolo componente |
| C _{in} | Costo unitario iniziale del singolo componente |
| Q _{ta} | Quantità del singolo componente |
| C _{in} | Costo totale iniziale del singolo componente |

Valutazione economica preliminare

| | | | |
|---|----------------------------|----------|--------|
| Costo totale iniziale | C _{toti, in} | 32776,20 | € |
| Costo totale iniziale detraibile | C _{toti, in, det} | 32776,20 | € |
| Ricavo nominale annuo per risparmio energetico | R _{risp} | 1597,52 | €/anno |
| Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche | R _{det} | 0,00 | €/anno |
| Tempo di ritorno semplice (con detrazioni) | t _{r, det} | 21 | Anni |
| Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni) | t _r | 21 | anni |

7.1.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

| Componente | t _{vita} [anni] | C _{in} [€] | p _{man} [%] | C _{man} [€] | t _{man} [anni] | f _{p, man} [-] | C _{man, att} [€] |
|---|-----------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Poliuretano a spruzzo - spessore 12cm | 40 | 1074,60 | 1,0 | 10,75 | 20 | 14,92 | 160,31 |
| Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 10cm | 40 | 31701,60 | 1,0 | 317,02 | 20 | 14,92 | 4729,38 |

Legenda:

| | |
|-----------------------|---|
| t _{vita} | Durata di vita del singolo componente |
| C _{in} | Costo totale iniziale del singolo componente |
| p _{man} | Costo annuo di manutenzione del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale) |
| C _{man} | Costo annuo nominale di manutenzione del singolo componente |
| t _{man} | Annualità considerate per la manutenzione del singolo componente |
| f _{p, man} | Tasso di capitalizzazione della manutenzione del singolo componente |
| C _{man, att} | Costo totale di manutenzione attualizzato del singolo componente |

Costi di sostituzione

| Componente | t _{vita} [anni] | n _{sost} [-] | UM | C _{sost} [€/UM] | C _{sost} [€] | C _{sost, att} [€] |
|---|-----------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Poliuretano a spruzzo - spessore 12cm | 40 | 0 | Al m ² | 50,00 | 1074,60 | 0,00 |
| Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 10cm | 40 | 0 | Al m ² | 100,00 | 37296,00 | 0,00 |

Legenda:

| | |
|-------------------|--|
| t _{vita} | Durata di vita del singolo componente |
| n _{sost} | Numero di sostituzioni del singolo componente |
| C _{sost} | Costo unitario di sostituzione del singolo componente (comprensivo di smaltimento) |

| | |
|------------------|---|
| C_{sost} | Costo totale di sostituzione nominale del singolo componente |
| $t_{sost,k}$ | Anno della sostituzione k-esima del singolo componente |
| $R_{d,sost,k}$ | Tasso di attualizzazione della sostituzione k-esima del singolo componente |
| $C_{sost,att,k}$ | Costo totale attualizzato della sostituzione k-esima del singolo componente |
| $C_{sost,att}$ | Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente |

Costi finali di smaltimento

| Componente | t_{vita} [anni] | n_{sost} [-] | t_{smal} [anno] | C_{in} [€] | p_{smal} [%] | k_{smal} [%] | C_{smal} [€] | $R_{d,smal}$ [%] | $C_{smal,att}$ [€] |
|---|----------------------|-------------------|----------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|
| Poliuretano a spruzzo - spessore 12cm | 40 | 0 | 40 | 1074,60 | 1,0 | 50,0 | 5,37 | 31,0 | 1,67 |
| Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 10cm | 40 | 0 | 40 | 31701,60 | 1,0 | 50,0 | 158,51 | 31,0 | 49,16 |

Legenda:

| | |
|----------------|--|
| t_{vita} | Durata di vita del singolo componente |
| n_{sost} | Numero di sostituzioni del singolo componente |
| t_{smal} | Anno di smaltimento del singolo componente |
| C_{in} | Costo totale iniziale del singolo componente |
| p_{smal} | Costo di smaltimento del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale) |
| k_{smal} | Percentuale di utilizzo della vita del singolo componente |
| C_{smal} | Costo nominale di smaltimento del singolo componente |
| $R_{d,smal}$ | Tasso di attualizzazione dello smaltimento del singolo componente |
| $C_{smal,att}$ | Costo totale di smaltimento attualizzato del singolo componente |

7.1.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

| Servizio | R_{risp} [€] | t_{risp} [anni] | $f_{pv,risp}$ [-] | $R_{risp,att}$ [€] |
|-----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Riscaldamento | 1597,52 | 20 | 14,92 | 23832,42 |
| Acqua calda sanitaria | 0,00 | 20 | 14,92 | 0,00 |
| Raffrescamento | 0,00 | 20 | 14,92 | 0,00 |
| Ventilazione | 0,00 | 20 | 14,92 | 0,00 |
| Illuminazione | 0,00 | 20 | 14,92 | 0,00 |
| Trasporto | 0,00 | 20 | 14,92 | 0,00 |
| Globale | 1597,52 | 20 | 14,92 | 23832,42 |

Legenda:

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

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

| Componente | t_{vita} [anni] | n_{sost} [-] | C_{in} [€] | t_{uso} [anni] | R_{fin} [€] | t_{fin} [anno] | $R_{d,fin}$ [%] | $R_{fin,att}$ [€] |
|---|----------------------|-------------------|-----------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| Poliuretano a spruzzo - spessore 12cm | 40 | 0 | 1074,60 | 20 | 537,30 | 20 | 55,7 | 299,21 |
| Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 10cm | 40 | 0 | 31701,60 | 20 | 15850,80 | 20 | 55,7 | 8826,97 |

Legenda:

| | |
|--------------------|---|
| $t_{vita,comp}$ | Durata di vita del singolo componente |
| $n_{sost,comp}$ | Numero di sostituzioni del singolo componente |
| $C_{in,comp}$ | Costo totale iniziale del singolo componente |
| $t_{uso,comp}$ | Periodo d'uso del singolo componente ($\leq t_{vita,comp,i}$) |
| $R_{fin,comp}$ | Ricavi nominale per il valore residuo del singolo componente |
| $t_{fin,comp}$ | Anno di valutazione del valore finale singolo componente |
| $R_{d,fin,comp}$ | Tasso di attualizzazione del valore finale del singolo componente |
| $R_{fin,att,comp}$ | Ricavo totale attualizzato per il valore residuo del singolo componente |

Ricavi da detrazioni periodiche

| | | | |
|---|------------------|----------|------|
| Costo totale iniziale detraibile | $C_{in,tot,det}$ | 32776,20 | € |
| Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche | R_{det} | 0,00 | € |
| Annualità considerate per la detrazione | t_{det} | 0 | anni |
| Tasso di capitalizzazione della detrazione | $f_{pv,det}$ | 0,00 | - |
| Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche | $R_{det,att}$ | 0,00 | € |

7.1.5 Risultati

Costi in esercizio

| | | | |
|---|----------------|---------|---|
| Costi periodici di manutenzione totali attualizzati | $C_{man,att}$ | 4889,69 | € |
| Costi di sostituzione totali attualizzati | $C_{sost,att}$ | 0,00 | € |
| Costi finali di smaltimento totali attualizzati | $C_{smal,att}$ | 50,82 | € |
| Altri costi periodici totali attualizzati | $C_{per,att}$ | 0,00 | € |
| Altri costi una tantum totali attualizzati | $C_{ut,att}$ | 0,00 | € |

Ricavi in esercizio

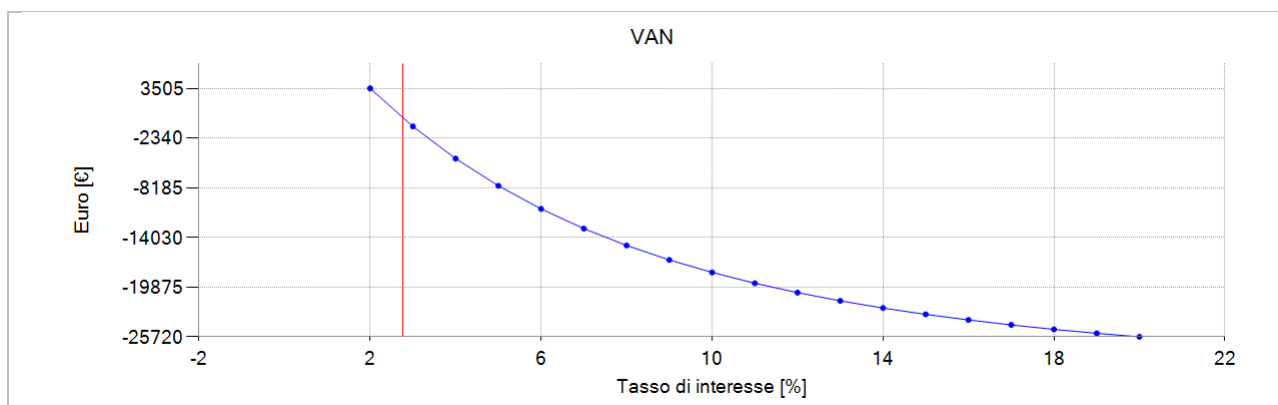
| | | | |
|---|----------------|----------|---|
| Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati | $R_{risp,att}$ | 23832,42 | € |
| Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati | $R_{fin,att}$ | 9126,18 | € |
| Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati | $R_{det,att}$ | 0,00 | € |
| Altri ricavi periodici totali attualizzati | $R_{per,att}$ | 0,00 | € |
| Altri ricavi una tantum totali attualizzati | $R_{ut,att}$ | 0,00 | € |

Risultati

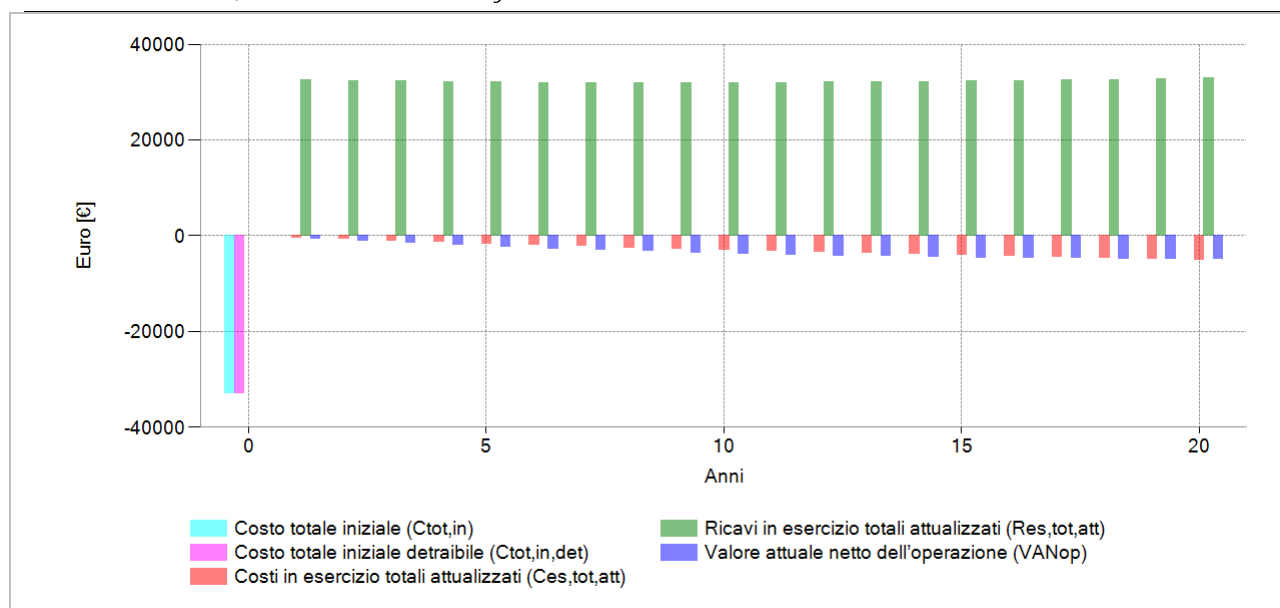
| | | | |
|---|------------------|----------|------|
| Costo totale iniziale | $C_{in,tot}$ | 32776,20 | € |
| Costo totale iniziale detraibile | $C_{in,tot,det}$ | 32776,20 | € |
| Costi in esercizio totali attualizzati | $C_{es,tot,att}$ | 4940,51 | € |
| Ricavi in esercizio totali attualizzati | $R_{es,tot,att}$ | 32958,60 | € |
| Valore attuale netto dell'operazione | VAN_{op} | -4758,10 | € |
| Annualità considerate nell'operazione | t_{op} | 20 | Anni |
| Tasso di capitalizzazione dell'operazione | $f_{pv,op}$ | 14,92 | - |
| Equivalente annuale dell'operazione | a_{op} | -318,94 | € |

Indicatori economici aggiuntivi

| | | | |
|--|-------------|--------|------|
| Tempo di ritorno effettivo dell'investimento | $t_{r,eff}$ | 0,00 | Anni |
| Tasso interno di rendimento | TIR | 2,7669 | % |
| Indice di profitto | IP | -0,15 | - |



7.1.6 Grafico dei flussi di cassa



7.2 Sostituzione generatore di calore e installazione valvole termostatiche

7.2.1 Dati generali

Dati generali

| | | | |
|-------------------------------|-------------------|------|------|
| Tasso di interesse di mercato | R | 4,00 | % |
| Tasso di inflazione | R _i | 1,00 | % |
| Tasso di interesse reale | R _r | 2,97 | % |
| Durata del calcolo | t _{calc} | 20 | Anni |

Detrazioni

| | | | |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|---|
| Percentuale di detrazione | p _{det} | Non valutata al momento | % |
| Numero di rate | n _{rate, det} | - | - |

7.2.2 Costi iniziali

Componenti

| Componente | t _{vita} [anni] | UM | C _{in} [€/UM] | Q _{ta} [UM] | C _{in} [€] | Detraibile |
|---------------------------|-----------------------------|----------|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------|
| Caldaia - a condensazione | 20 | Al pezzo | 12000,00 | 1,00 | 12000,00 | Si |
| Valvola - Termostatica | 20 | Al pezzo | 65,00 | 12,00 | 780,00 | Si |

Legenda:

| | |
|-------------------|--|
| t _{vita} | Durata di vita del singolo componente |
| C _{in} | Costo unitario iniziale del singolo componente |
| Q _{ta} | Quantità del singolo componente |
| C _{in} | Costo totale iniziale del singolo componente |

Valutazione economica preliminare

| | | | |
|---|----------------------------|----------|--------|
| Costo totale iniziale | C _{toti, in} | 12780,00 | € |
| Costo totale iniziale detraibile | C _{toti, in, det} | 12780,00 | € |
| Ricavo nominale annuo per risparmio energetico | R _{risp} | 1482,99 | €/anno |
| Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche | R _{det} | 0,00 | €/anno |
| Tempo di ritorno semplice (con detrazioni) | t _{r, det} | 9 | Anni |
| Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni) | t _r | 9 | anni |

7.2.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

| Componente | t _{vita} [anni] | C _{in} [€] | p _{man} [%] | C _{man} [€] | t _{man} [anni] | f _{pv, man} [-] | C _{man, att} [€] |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Caldaia - a condensazione | 20 | 12000,00 | 1,0 | 120,00 | 20 | 14,92 | 1790,21 |
| Valvola - Termostatica | 20 | 780,00 | 1,0 | 7,80 | 20 | 14,92 | 116,36 |

Legenda:

| | |
|-----------------------|---|
| t _{vita} | Durata di vita del singolo componente |
| C _{in} | Costo totale iniziale del singolo componente |
| p _{man} | Costo annuo di manutenzione del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale) |
| C _{man} | Costo annuo nominale di manutenzione del singolo componente |
| t _{man} | Annualità considerate per la manutenzione del singolo componente |
| f _{pv, man} | Tasso di capitalizzazione della manutenzione del singolo componente |
| C _{man, att} | Costo totale di manutenzione attualizzato del singolo componente |

Costi di sostituzione

| Componente | t _{vita} [anni] | n _{sost} [-] | UM | C _{sost} [€/UM] | C _{sost} [€] | C _{sost, att} [€] |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Caldaia - a condensazione | 20 | 0 | Al pezzo | 12000,00 | 12000,00 | 0,00 |
| Valvola - Termostatica | 20 | 0 | Al pezzo | 65,00 | 780,00 | 0,00 |

Legenda:

| | |
|----------------------|--|
| t _{vita} | Durata di vita del singolo componente |
| n _{sost} | Numero di sostituzioni del singolo componente |
| C _{sost} | Costo unitario di sostituzione del singolo componente (comprensivo di smaltimento) |
| C _{sost} | Costo totale di sostituzione nominale del singolo componente |
| t _{sost, k} | Anno della sostituzione k-esima del singolo componente |

| | |
|------------------|---|
| $R_{d,sost,k}$ | Tasso di attualizzazione della sostituzione k-esima del singolo componente |
| $C_{sost,att,k}$ | Costo totale attualizzato della sostituzione k-esima del singolo componente |
| $C_{sost,att}$ | Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente |

Costi finali di smaltimento

| Componente | t_{vita} [anni] | n_{sost} [-] | t_{smal} [anno] | C_{in} [€] | p_{smal} [%] | k_{smal} [%] | C_{smal} [€] | $R_{d,smal}$ [%] | $C_{smal,att}$ [€] |
|---------------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|
| Caldaia - a condensazione | 20 | 0 | 20 | 12000,00 | 1,0 | 100,0 | 120,00 | 55,7 | 66,83 |
| Valvola - Termostatica | 20 | 0 | 20 | 780,00 | 1,0 | 100,0 | 7,80 | 55,7 | 4,34 |

Legenda:

| | |
|----------------|--|
| t_{vita} | Durata di vita del singolo componente |
| n_{sost} | Numero di sostituzioni del singolo componente |
| t_{smal} | Anno di smaltimento del singolo componente |
| C_{in} | Costo totale iniziale del singolo componente |
| p_{smal} | Costo di smaltimento del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale) |
| k_{smal} | Percentuale di utilizzo della vita del singolo componente |
| C_{smal} | Costo nominale di smaltimento del singolo componente |
| $R_{d,smal}$ | Tasso di attualizzazione dello smaltimento del singolo componente |
| $C_{smal,att}$ | Costo totale di smaltimento attualizzato del singolo componente |

7.2.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

| Servizio | R_{risp} [€] | t_{risp} [anni] | $f_{pv,risp}$ [-] | $R_{risp,att}$ [€] |
|-----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Riscaldamento | 1482,99 | 20 | 14,92 | 22123,85 |
| Acqua calda sanitaria | 0,00 | 20 | 14,92 | 0,00 |
| Raffrescamento | 0,00 | 20 | 14,92 | 0,00 |
| Ventilazione | 0,00 | 20 | 14,92 | 0,00 |
| Illuminazione | 0,00 | 20 | 14,92 | 0,00 |
| Trasporto | 0,00 | 20 | 14,92 | 0,00 |
| Globale | 1482,99 | 20 | 14,92 | 22123,85 |

Legenda:

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

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

| Componente | t_{vita} [anni] | n_{sost} [-] | C_{in} [€] | t_{uso} [anni] | R_{fin} [€] | t_{fin} [anno] | $R_{d,fin}$ [%] | $R_{fin,att}$ [€] |
|---------------------------|----------------------|-------------------|-----------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| Caldaia - a condensazione | 20 | 0 | 12000,00 | 20 | 0,00 | 20 | 55,7 | 0,00 |
| Valvola - Termostatica | 20 | 0 | 780,00 | 20 | 0,00 | 20 | 55,7 | 0,00 |

Legenda:

| | |
|--------------------|---|
| $t_{vita,comp}$ | Durata di vita del singolo componente |
| $n_{sost,comp}$ | Numero di sostituzioni del singolo componente |
| $C_{in,comp}$ | Costo totale iniziale del singolo componente |
| $t_{uso,comp}$ | Periodo d'uso del singolo componente ($\leq t_{vita,comp,i}$) |
| $R_{fin,comp}$ | Ricavi nominale per il valore residuo del singolo componente |
| $t_{fin,comp}$ | Anno di valutazione del valore finale singolo componente |
| $R_{d,fin,comp}$ | Tasso di attualizzazione del valore finale del singolo componente |
| $R_{fin,att,comp}$ | Ricavo totale attualizzato per il valore residuo del singolo componente |

Ricavi da detrazioni periodiche

| | | | |
|---|------------------|----------|------|
| Costo totale iniziale detraibile | $C_{in,tot,det}$ | 12780,00 | € |
| Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche | R_{det} | 0,00 | € |
| Annualità considerate per la detrazione | t_{det} | 0 | anni |
| Tasso di capitalizzazione della detrazione | $f_{pv,det}$ | 0,00 | - |
| Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche | $R_{det,att}$ | 0,00 | € |

7.2.5 Risultati

Costi in esercizio

| | | | |
|---|----------------|---------|---|
| Costi periodici di manutenzione totali attualizzati | $C_{man,att}$ | 1906,57 | € |
| Costi di sostituzione totali attualizzati | $C_{sost,att}$ | 0,00 | € |
| Costi finali di smaltimento totali attualizzati | $C_{smal,att}$ | 71,17 | € |

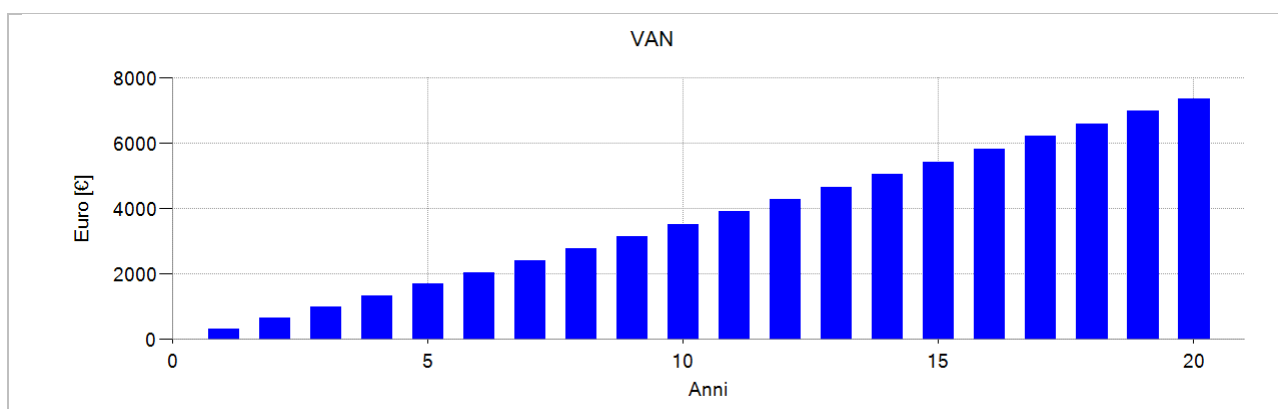
| | | | |
|--|---------------|------|---|
| Altri costi periodici totali attualizzati | $C_{per,att}$ | 0,00 | € |
| Altri costi una tantum totali attualizzati | $C_{ut,att}$ | 0,00 | € |

Ricavi in esercizio

| | | | |
|---|----------------|----------|---|
| Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati | $R_{risp,att}$ | 22123,85 | € |
| Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati | $R_{fin,att}$ | 0,00 | € |
| Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati | $R_{det,att}$ | 0,00 | € |
| Altri ricavi periodici totali attualizzati | $R_{per,att}$ | 0,00 | € |
| Altri ricavi una tantum totali attualizzati | $R_{ut,att}$ | 0,00 | € |

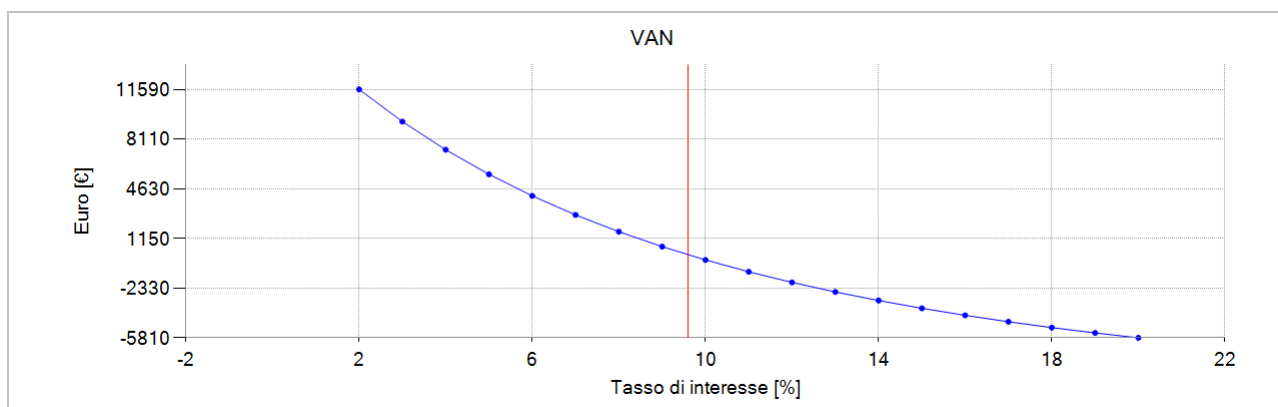
Risultati

| | | | |
|---|------------------|----------|------|
| Costo totale iniziale | $C_{in,tot}$ | 12780,00 | € |
| Costo totale iniziale detraibile | $C_{in,tot,det}$ | 12780,00 | € |
| Costi in esercizio totali attualizzati | $C_{es,tot,att}$ | 1977,74 | € |
| Ricavi in esercizio totali attualizzati | $R_{es,tot,att}$ | 22123,85 | € |
| Valore attuale netto dell'operazione | VAN_{op} | 7366,11 | € |
| Annualità considerate nell'operazione | t_{op} | 20 | Anni |
| Tasso di capitalizzazione dell'operazione | $f_{pv,op}$ | 14,92 | - |
| Equivalente annuale dell'operazione | a_{op} | 493,76 | € |

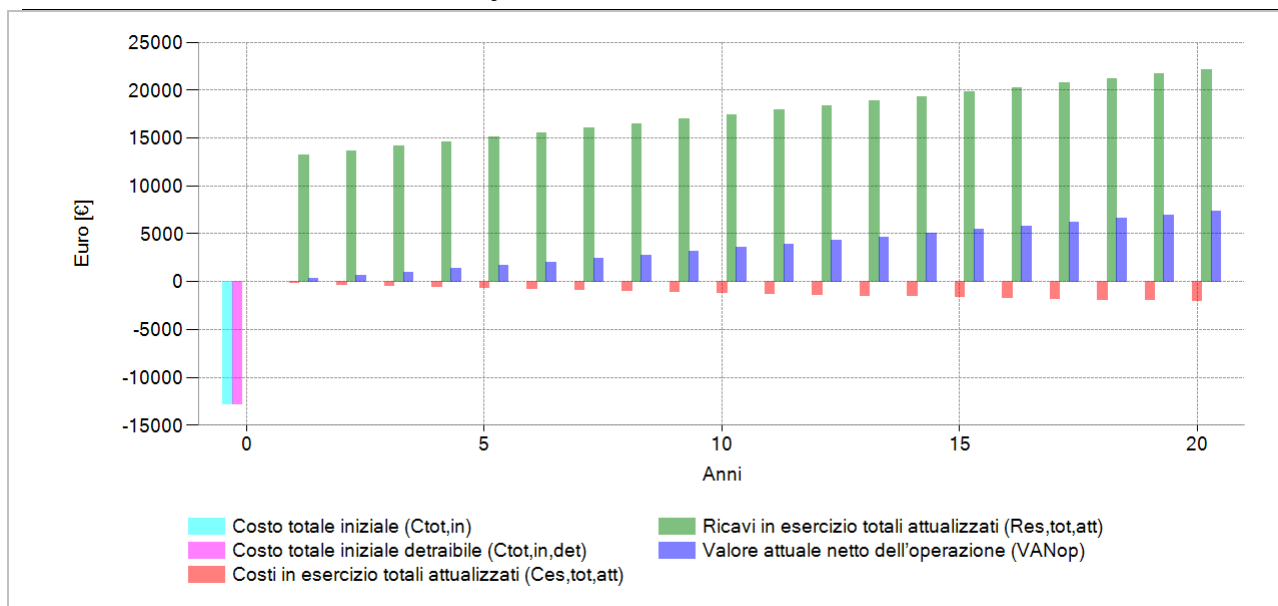


Indicatori economici aggiuntivi

| | | | |
|--|-------------|--------|------|
| Tempo di ritorno effettivo dell'investimento | $t_{r,eff}$ | 1,00 | Anni |
| Tasso interno di rendimento | TIR | 9,6063 | % |
| Indice di profitto | IP | 0,58 | - |



7.2.6 Grafico dei flussi di cassa



7.3 Scenario 1 + Scenario 2

7.3.1 Dati generali

Dati generali

| | | | |
|-------------------------------|-------------------|------|------|
| Tasso di interesse di mercato | R | 4,00 | % |
| Tasso di inflazione | R _i | 1,00 | % |
| Tasso di interesse reale | R _r | 2,97 | % |
| Durata del calcolo | t _{calc} | 20 | Anni |

Detrazioni

| | | | |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|---|
| Percentuale di detrazione | p _{det} | Non valutata al momento | % |
| Numero di rate | n _{rate, det} | - | - |

7.3.2 Costi iniziali

Componenti

| Componente | t _{vita} [anni] | UM | C _{in} [€/UM] | Q _{ta} [UM] | C _{in} [€] | Detraibile |
|---|-----------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------|
| Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm | 40 | Al m ² | 85,00 | 372,96 | 31701,60 | Si |
| Caldaia - a condensazione | 20 | Al pezzo | 12000,00 | 1,00 | 12000,00 | Si |
| Poliuretano a spruzzo - spessore 12cm | 40 | Al m ² | 50,00 | 21,49 | 1074,60 | Si |
| Valvola - Termostatica | 20 | Al pezzo | 65,00 | 12,00 | 780,00 | Si |

Legenda:

| | |
|-------------------|--|
| t _{vita} | Durata di vita del singolo componente |
| C _{in} | Costo unitario iniziale del singolo componente |
| Q _{ta} | Quantità del singolo componente |
| C _{in} | Costo totale iniziale del singolo componente |

Valutazione economica preliminare

| | | | |
|---|----------------------------|----------|--------|
| Costo totale iniziale | C _{toti, in} | 45556,20 | € |
| Costo totale iniziale detraibile | C _{toti, in, det} | 45556,20 | € |
| Ricavo nominale annuo per risparmio energetico | R _{risp} | 2718,24 | €/anno |
| Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche | R _{det} | 0,00 | €/anno |
| Tempo di ritorno semplice (con detrazioni) | t _{r, det} | 17 | Anni |
| Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni) | t _r | 17 | anni |

7.3.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

| Componente | t _{vita} [anni] | C _{in} [€] | p _{man} [%] | C _{man} [€] | t _{man} [anni] | f _{pv, man} [-] | C _{man, att} [€] |
|---|-----------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm | 40 | 31701,60 | 1,0 | 317,02 | 20 | 14,92 | 4729,38 |
| Caldaia - a condensazione | 20 | 12000,00 | 1,0 | 120,00 | 20 | 14,92 | 1790,21 |
| Poliuretano a spruzzo - spessore 12cm | 40 | 1074,60 | 1,0 | 10,75 | 20 | 14,92 | 160,31 |
| Valvola - Termostatica | 20 | 780,00 | 1,0 | 7,80 | 20 | 14,92 | 116,36 |

Legenda:

| | |
|-----------------------|---|
| t _{vita} | Durata di vita del singolo componente |
| C _{in} | Costo totale iniziale del singolo componente |
| p _{man} | Costo annuo di manutenzione del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale) |
| C _{man} | Costo annuo nominale di manutenzione del singolo componente |
| t _{man} | Annualità considerate per la manutenzione del singolo componente |
| f _{pv, man} | Tasso di capitalizzazione della manutenzione del singolo componente |
| C _{man, att} | Costo totale di manutenzione attualizzato del singolo componente |

Costi di sostituzione

| Componente | t _{vita} [anni] | n _{sost} [-] | UM | C _{sost} [€/UM] | C _{sost} [€] | C _{sost, att} [€] |
|---|-----------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Pannello polistirene espanso 35 kg/m ³ - spessore 12cm | 40 | 0 | Al m ² | 100,00 | 37296,00 | 0,00 |
| Caldaia - a condensazione | 20 | 0 | Al pezzo | 12000,00 | 12000,00 | 0,00 |

| | | | | | | |
|--|----|---|-----------------|-------|---------|------|
| <i>Poliuretano a spruzzo - spessore 12cm</i> | 40 | 0 | <i>Al m²</i> | 50,00 | 1074,60 | 0,00 |
| <i>Valvola - Termostatica</i> | 20 | 0 | <i>Al pezzo</i> | 65,00 | 780,00 | 0,00 |

Legenda:

| | |
|------------------|--|
| t_{vita} | Durata di vita del singolo componente |
| n_{sost} | Numero di sostituzioni del singolo componente |
| C_{sost} | Costo unitario di sostituzione del singolo componente (comprensivo di smaltimento) |
| C_{sost} | Costo totale di sostituzione nominale del singolo componente |
| $t_{sost,k}$ | Anno della sostituzione k-esima del singolo componente |
| $R_{d,sost,k}$ | Tasso di attualizzazione della sostituzione k-esima del singolo componente |
| $C_{sost,att,k}$ | Costo totale attualizzato della sostituzione k-esima del singolo componente |
| $C_{sost,att}$ | Costo totale di sostituzione attualizzato del singolo componente |

Costi finali di smaltimento

| Componente | t_{vita} [anni] | n_{sost} [-] | t_{smal} [anno] | C_{in} [€] | p_{smal} [%] | k_{smal} [%] | C_{smal} [€] | $R_{d,smal}$ [%] | $C_{smal,att}$ [€] |
|--|----------------------|-------------------|----------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|
| <i>Pannello polistirene espanso 35 kg/m³ - spessore 12cm</i> | 40 | 0 | 40 | 31701,60 | 1,0 | 50,0 | 158,51 | 31,0 | 49,16 |
| <i>Caldaia - a condensazione</i> | 20 | 0 | 20 | 12000,00 | 1,0 | 100,0 | 120,00 | 55,7 | 66,83 |
| <i>Poliuretano a spruzzo - spessore 12cm</i> | 40 | 0 | 40 | 1074,60 | 1,0 | 50,0 | 5,37 | 31,0 | 1,67 |
| <i>Valvola - Termostatica</i> | 20 | 0 | 20 | 780,00 | 1,0 | 100,0 | 7,80 | 55,7 | 4,34 |

Legenda:

| | |
|----------------|--|
| t_{vita} | Durata di vita del singolo componente |
| n_{sost} | Numero di sostituzioni del singolo componente |
| t_{smal} | Anno di smaltimento del singolo componente |
| C_{in} | Costo totale iniziale del singolo componente |
| p_{smal} | Costo di smaltimento del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale) |
| k_{smal} | Percentuale di utilizzo della vita del singolo componente |
| C_{smal} | Costo nominale di smaltimento del singolo componente |
| $R_{d,smal}$ | Tasso di attualizzazione dello smaltimento del singolo componente |
| $C_{smal,att}$ | Costo totale di smaltimento attualizzato del singolo componente |

7.3.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

| Servizio | R_{risp} [€] | t_{risp} [anni] | $f_{pv,risp}$ [-] | $R_{risp,att}$ [€] |
|------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>Riscaldamento</i> | 2718,24 | 20 | 14,92 | 40551,75 |
| <i>Acqua calda sanitaria</i> | 0,00 | 20 | 14,92 | 0,00 |
| <i>Raffrescamento</i> | 0,00 | 20 | 14,92 | 0,00 |
| <i>Ventilazione</i> | 0,00 | 20 | 14,92 | 0,00 |
| <i>Illuminazione</i> | 0,00 | 20 | 14,92 | 0,00 |
| <i>Trasporto</i> | 0,00 | 20 | 14,92 | 0,00 |
| <i>Globale</i> | 2718,24 | 20 | 14,92 | 40551,75 |

Legenda:

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

Ricavi finali per valore residuo dei componenti

| Componente | t_{vita} [anni] | n_{sost} [-] | C_{in} [€] | t_{uso} [anni] | R_{fin} [€] | t_{fin} [anno] | $R_{d,fin}$ [%] | $R_{fin,att}$ [€] |
|--|----------------------|-------------------|-----------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| <i>Pannello polistirene espanso 35 kg/m³ - spessore 12cm</i> | 40 | 0 | 31701,60 | 20 | 15850,80 | 20 | 55,7 | 8826,97 |
| <i>Caldaia - a condensazione</i> | 20 | 0 | 12000,00 | 20 | 0,00 | 20 | 55,7 | 0,00 |
| <i>Poliuretano a spruzzo - spessore 12cm</i> | 40 | 0 | 1074,60 | 20 | 537,30 | 20 | 55,7 | 299,21 |
| <i>Valvola - Termostatica</i> | 20 | 0 | 780,00 | 20 | 0,00 | 20 | 55,7 | 0,00 |

Legenda:

| | |
|--------------------|---|
| $t_{vita,comp}$ | Durata di vita del singolo componente |
| $n_{sost,comp}$ | Numero di sostituzioni del singolo componente |
| $C_{in,comp}$ | Costo totale iniziale del singolo componente |
| $t_{uso,comp}$ | Periodo d'uso del singolo componente ($\leq t_{vita,comp,i}$) |
| $R_{fin,comp}$ | Ricavi nominale per il valore residuo del singolo componente |
| $t_{fin,comp}$ | Anno di valutazione del valore finale singolo componente |
| $R_{d,fin,comp}$ | Tasso di attualizzazione del valore finale del singolo componente |
| $R_{fin,att,comp}$ | Ricavo totale attualizzato per il valore residuo del singolo componente |

Ricavi da detrazioni periodiche

| | | | |
|---|------------------|----------|------|
| Costo totale iniziale detraibile | $C_{in,tot,det}$ | 45556,20 | € |
| Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche | R_{det} | 0,00 | € |
| Annualità considerate per la detrazione | t_{det} | 0 | anni |
| Tasso di capitalizzazione della detrazione | $f_{pv,det}$ | 0,00 | - |
| Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche | $R_{det,att}$ | 0,00 | € |

7.3.5 Risultati

Costi in esercizio

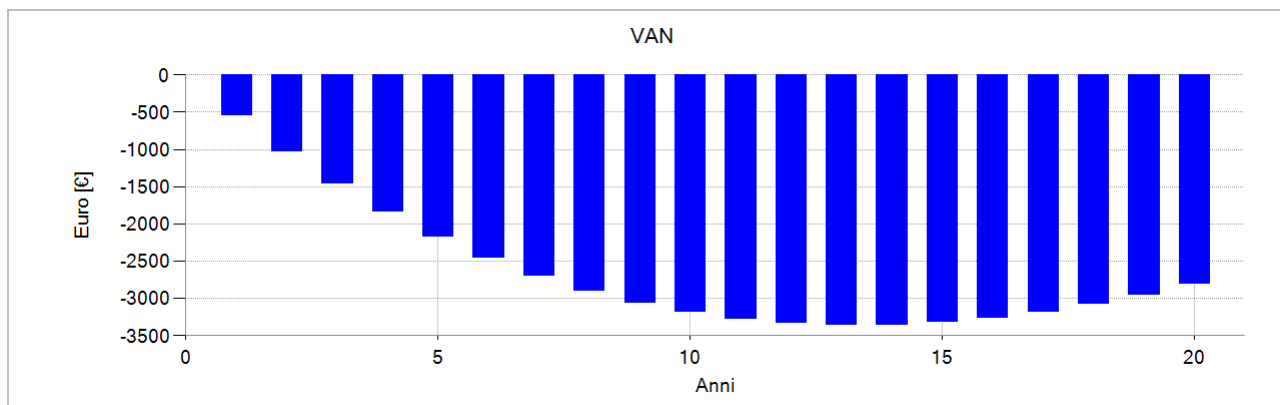
| | | | |
|---|----------------|---------|---|
| Costi periodici di manutenzione totali attualizzati | $C_{man,att}$ | 6796,26 | € |
| Costi di sostituzione totali attualizzati | $C_{sost,att}$ | 0,00 | € |
| Costi finali di smaltimento totali attualizzati | $C_{smal,att}$ | 121,99 | € |
| Altri costi periodici totali attualizzati | $C_{per,att}$ | 0,00 | € |
| Altri costi una tantum totali attualizzati | $C_{ut,att}$ | 0,00 | € |

Ricavi in esercizio

| | | | |
|---|----------------|----------|---|
| Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati | $R_{risp,att}$ | 40551,75 | € |
| Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati | $R_{fin,att}$ | 9126,18 | € |
| Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati | $R_{det,att}$ | 0,00 | € |
| Altri ricavi periodici totali attualizzati | $R_{per,att}$ | 0,00 | € |
| Altri ricavi una tantum totali attualizzati | $R_{ut,att}$ | 0,00 | € |

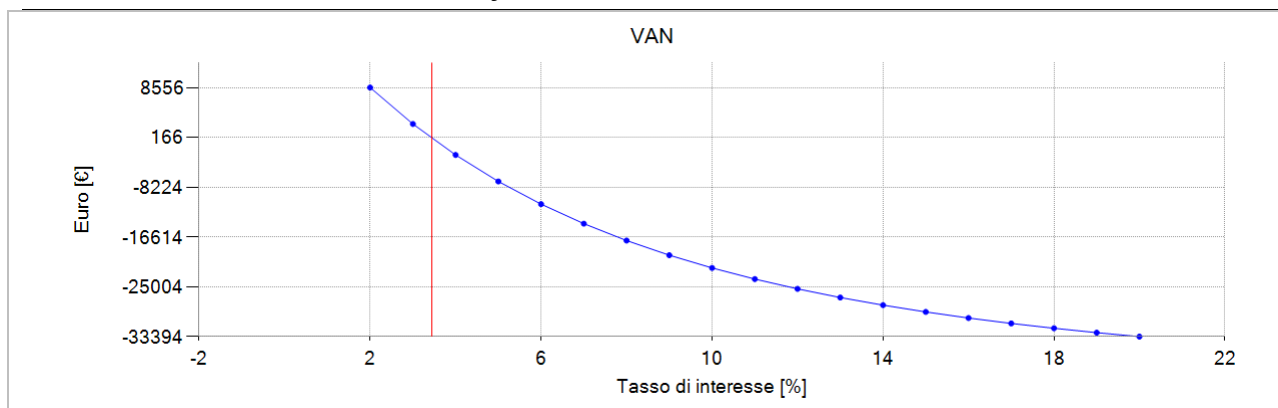
Risultati

| | | | |
|---|------------------|----------|------|
| Costo totale iniziale | $C_{in,tot}$ | 45556,20 | € |
| Costo totale iniziale detraibile | $C_{in,tot,det}$ | 45556,20 | € |
| Costi in esercizio totali attualizzati | $C_{es,tot,att}$ | 6918,25 | € |
| Ricavi in esercizio totali attualizzati | $R_{es,tot,att}$ | 49677,94 | € |
| Valore attuale netto dell'operazione | VAN_{op} | -2796,51 | € |
| Annualità considerate nell'operazione | t_{op} | 20 | Anni |
| Tasso di capitalizzazione dell'operazione | $f_{pv,op}$ | 14,92 | - |
| Equivalentente annuale dell'operazione | a_{op} | -187,45 | € |



Indicatori economici aggiuntivi

| | | | |
|--|-------------|--------|------|
| Tempo di ritorno effettivo dell'investimento | $t_{r,eff}$ | 0,00 | Anni |
| Tasso interno di rendimento | TIR | 3,4445 | % |
| Indice di profitto | IP | -0,06 | - |



7.3.6 Grafico dei flussi di cassa

