

PROGETTO DI SOSTITUZIONE INFISSI CORPO EST

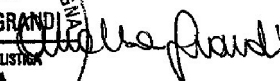
A014 - Liceo Scientifico "E. Fermi"

Via Mazzini 172/2 - Bologna

PROPRIETA': Città metropolitana di Bologna

Il Responsabile del Procedimento: Arch. Michele D'Oria

Il Progettista generale: Ing. Anna Lisa Grandi



Oggetto:

DIAGNOSI ENERGETICA EDIFICIO

DIAGNOSI
ENERGETICA

File:

Data: Aprile 2020

Revisione: 01

Scala elaborato 1:200

Indice

<u>INTRODUZIONE ALLA DIAGNOSI ENERGETICA: BASI E FINALITÀ</u>	<u>3</u>
<u>1. CONTESTO E OGGETTO DELLA DIAGNOSI</u>	<u>5</u>
1.1. Panorama Normativo e Legislativo di riferimento	5
1.2. Modalità di Svolgimento	8
1.2.1. Attività Svolta	9
1.2.2. Individuazione dello schema a blocchi energetico	9
1.2.3. Unità di Misura	10
<u>2. TIPOLOGIA EDIFICIO</u>	<u>11</u>
2.1. Informazioni generali	11
2.2. Classificazione “impresa”	11
2.3. Periodo di riferimento	11
<u>3. ACQUISIZIONE DEI DATI GENERALI</u>	<u>12</u>
3.1. Contesto climatico di riferimento	12
3.1.1. Contesto geografico, climatico e urbano	12
3.1.2. Andamento delle Temperature	12
<u>4. RILIEVO DEI DATI PER LA DETERMINAZIONE DELLA SITUAZIONE ATTUALE</u>	<u>14</u>
4.1. Acquisizione ed analisi dei dati storici	14
4.1.1. Gas Metano	14
4.1.2. Energia Elettrica	14
4.1.3. Gas Naturale	15
<u>5. EDIFICIO</u>	<u>15</u>
5.1. Descrizione dell'edificio	15
5.2. Dati base di calcolo	16
5.3. Dati base di calcolo	19
5.4. Strutture disperdenti e calcoli	19
5.5. Principali risultati dei calcoli	24
5.6. Descrizione impianti riscaldamento e produzione ACS	26
5.7. Modellazione edificio/impianto	38
<u>6. MODELLI ENERGETICI</u>	<u>59</u>
6.1. Modello termico	59

<u>7. PROPOSTE D'INTERVENTO</u>	<u>60</u>
<u>8. DIAGNOSI ENERGETICA ED ANALISI ECONOMICHE</u>	<u>60</u>
<u>9.1 INTERVENTI PER RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA</u>	<u>71</u>
<u>9.1.2 COSTI INIZIALI</u>	<u>71</u>
<u>9.1.3 COSTI IN ESERCIZIO</u>	<u>71</u>
<u>9.1.4 RICAVI IN ESERCIZIO</u>	<u>73</u>
<u>9.1.5 RISULTATI</u>	<u>73</u>
<u>9.1.5 GRAFICO DEI FLUSSI DI CASSA</u>	<u>75</u>

Di seguito si riporta la diagnosi energetica aggiornata a seguito della richiesta di integrazioni pervenuta. Si precisa che rispetto a quanto consegnato a gennaio 2020, per un refuso sono stati aggiornati alcuni parametri di calcolo che hanno portato a nuovi valori di indici di prestazione energetica e fabbisogno energetico. La diagnosi energetica è stata redatta versione standardizzata anziché in valutazione A3 (come per la precedente versione) in modo da avere un'uniformità di risultati tra la presente relazione e la diagnosi energetica.

Introduzione alla diagnosi energetica: basi e finalità

Per Diagnosi Energetica s'intende una procedura sistematica che ha l'obiettivo di fornire una panoramica dei consumi dello stabilimento e, contestualmente, verificare la presenza e la fattibilità tecnico-economica d'interventi che riducano i consumi energetici derivanti da inefficienze e criticità energetiche dell'edificio considerato.

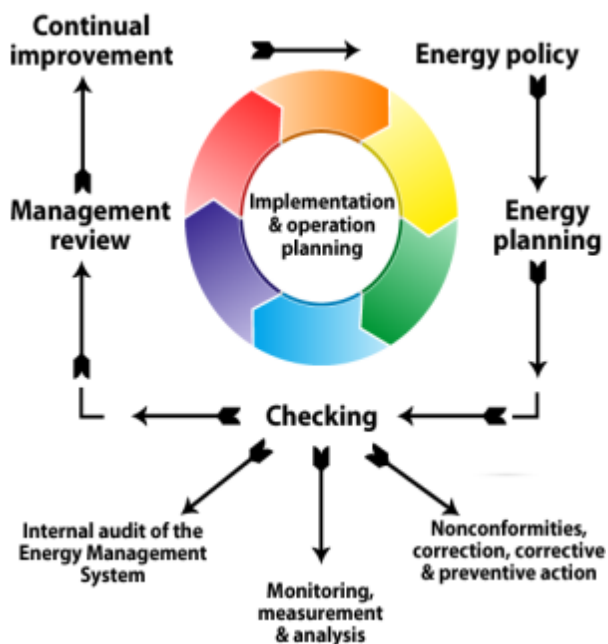
La Diagnosi Energetica, come da UNI CEI EN 16247:2012, prevede una serie di operazioni che consistono nel rilievo ed analisi di dati relativi al "sistema fabbricato" con le modalità descritte in dettaglio nel Capitolo 4.3 e, nell'analisi e valutazione economica dei consumi energetici dell'edificio in condizioni reali di esercizio (sistema energetico, dati geometrico-dimensionali, termo-fisici dei componenti dell'involucro edilizio, prestazionali del sistema impiantistico, ecc.).

La Diagnosi Energetica, obbligatoria per i soggetti coinvolti, risulta essere uno strumento molto utile in quanto fornisce le informazioni necessarie al fine di valutare ed identificare eventuali inefficienze e sprechi energetici, consentendo lo studio di possibili interventi di risparmio energetico, e/o di produzione di energia da fonti rinnovabili valutandone costi e benefici.

Gli elementi qualificanti e le finalità principali della Diagnosi Energetica possono essere riassunte in:

- Valutazione della performance energetica del sistema edificio-impianto;
- Definizione di una baseline rispetto alla quale valutare il progressivo miglioramento dell'efficienza energetica;
- Analisi dello "stato di fatto" (as is), individuazione delle principali aree di inefficienza mediante valutazioni tecnico-prestazionali dell'assetto impiantistico e/o strutturale esistente e modalità di gestione e manutenzione delle stesse;
- Proposta di un set integrato di interventi atti a migliorare la performance energetica del sistema edificio-impianto-attività;
- Quantificazione dei potenziali risparmi perseguibili sotto il profilo energetico ed economico;
- Definizione, mediante un'analisi costi-benefici e in relazione alle esigenze della Committenza, delle priorità di intervento e della pianificazione dell'implementazione delle soluzioni di razionalizzazione proposte.

L'Energy Audit rappresenta dunque il primo e fondamentale passo verso la "gestione dell'energia" all'interno di una Energy Policy complessiva che, come illustrato (secondo le raccomandazioni dei Sistemi di Gestione Energia ISO 50001), libera progressivamente le risorse da reinvestire in un processo di Continual Improvement.



“L'Unione si trova di fronte a sfide senza precedenti determinate da una maggiore dipendenza dalle importazioni di energia, dalla scarsità di risorse energetiche, nonché dalla necessità di limitare i cambiamenti climatici e di superare la crisi economica. L'efficienza energetica costituisce un valido strumento per affrontare tali sfide. Essa migliora la sicurezza di approvvigionamento dell'Unione, riducendo il consumo di energia primaria e diminuendo le importazioni di energia. Essa contribuisce a ridurre le emissioni di gas serra in modo efficiente in termini di costi e quindi a ridurre i cambiamenti climatici. Il passaggio a un'economia più efficiente sotto il profilo energetico dovrebbe inoltre accelerare la diffusione di soluzioni tecnologiche

innovative e migliorare la competitività dell'industria dell'Unione, rilanciando la crescita economica e la creazione di posti di lavoro di qualità elevata in diversi settori connessi con l'efficienza energetica”.

(Estratto della Direttiva Europea 2012/27/Ue)

1. Contesto e Oggetto della diagnosi

Nella prima parte del seguente elaborato è illustrato il panorama normativo e legislativo cui l'intera diagnosi energetica fa riferimento esplicitando nel dettaglio le linee guida nazionali e internazionali seguite per la stesura dell'intero audit. Si procede con le informazioni generali del Fabbricato adibito ad uso scolastico.

Infine sono descritte le modalità attraverso cui sono stati acquisiti i dati energetici e le unità di misura relative all'intera diagnosi. Si riportano inoltre i dati climatici e strutturali delle sedi oggetto della diagnosi energetica.

1.1. Panorama Normativo e Legislativo di riferimento

Si descrivono brevemente le Direttive Europee, le Leggi Nazionali e le Norme Tecniche di riferimento per la stesura dell'intero audit le quali rappresentano delle linee guida di valutazione degli aspetti energetici con particolare interesse alle aziende del settore terziario.

Direttive Europee

1. Dir.UE.2003/87/CE

“Disciplina per lo scambio di quote di emissione dei gas a effetto serra ”

L'Unione europea (UE) istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra al fine di ridurre in modo economicamente efficiente tali emissioni. Questo sistema ha lo scopo di aiutare l'UE e gli Stati membri a rispettare gli impegni di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra assunti nell'ambito del protocollo di Kyoto. Gli impianti che esercitano attività nei settori dell'energia, della produzione e della trasformazione dei metalli ferrosi, dell'industria minerale e della fabbricazione della carta e del cartone sono obbligatoriamente soggetti al sistema di scambio di quote.

2. Dir.UE.2012/27/UE

“ Direttiva Europea sull'efficienza energetica ”

Tale direttiva modifica le precedenti 2009/125/CE e 2010/30/UE, mentre abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE. Stabilisce un quadro di misure per la promozione e il miglioramento dell'efficienza energetica che concorrono al conseguimento dell'obiettivo nazionale di risparmio energetico. Questo piano prevede la riduzione, entro l'anno 2020, di 20 milioni di Tep dei consumi di energia primaria (pari a 15,5 m.ni di Tep di energia finale) conteggiati a partire dal 2010 in coerenza con la “Strategia Energetica Nazionale”. La Direttiva inoltre fornisce delle disposizioni inerenti a: programmi per rendere più efficiente il patrimonio edilizio pubblico; obblighi di diagnosi energetica per grandi aziende ed aziende energivore; fondi per l'efficienza energetica e mandati di intervento su bollette e mercato elettrico da parte dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG).

Leggi Nazionali

1. Decreto Legislativo 4 Aprile 2006, n°216

“Disposizioni per il recepimento nell'ordinamento nazionale della direttiva 2003/87/CEE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 13 ottobre 2003”

Tale legge istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas ad effetto serra nella Comunità. Inoltre, modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio e la direttiva 2004/101/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 ottobre 2004. Quest'ultima, a sua volta, modificava la direttiva 2003/87/CE che istituiva il sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità secondo criteri di progetto concordati nel Protocollo di Kyoto, già ratificato con legge 1° giugno 2002, n. 120.

2. Decreto Legislativo 115/08

“ Attuazione della direttiva 2006/32/CE “

Rappresenta l'attuazione della direttiva 2006/32/CE relativamente all'efficienza degli usi finali dell'energia e dei servizi energetici. In particolare, stabilisce un quadro di misure volte al miglioramento dell'efficienza degli usi finali dell'energia sotto il profilo costi e benefici al fine di contribuire sia al miglioramento della sicurezza dell'approvvigionamento energetico sia alla tutela dell'ambiente attraverso la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra. A tale scopo, il presente decreto definisce: gli obiettivi indicativi; i meccanismi; gli incentivi; il quadro istituzionale, finanziario e giuridico necessario ad eliminare le barriere e le imperfezioni esistenti sul mercato che ostacolano un efficiente uso finale dell'energia. Esso crea inoltre le condizioni per lo sviluppo/promozione di un mercato dei servizi energetici e la fornitura di altre misure di miglioramento dell'efficienza energetica per gli utenti finali. E' inoltre definita e introdotta la Diagnosi Energetica.

3. Decreto Legislativo 102/14 aggiornato con il Decreto Legislativo 141/16

“ Attuazione della direttiva 2012/27/UE “

Il presente decreto, in attuazione della direttiva 2012/27/UE e nel rispetto dei criteri fissati dalla legge 6 agosto 2013/n. 96, stabilisce un quadro di misure per la promozione e il miglioramento dell'efficienza energetica che concorrono al conseguimento dell'obiettivo nazionale di risparmio energetico indicato nell'Articolo 3. Esso regola inoltre la rimozione degli ostacoli nel mercato dell'energia e il superamento delle carenze nel mercato che frenano l'efficienza nella fornitura e negli usi finali dell'energia.

Norme Tecniche

1. UNI CEI EN ISO 50001:2011

“ Sistemi di gestione dell'energia - Requisiti e linee guida per l'uso ”

E' la versione ufficiale italiana della norma internazionale ISO 50001 (edizione ottobre 2011). La norma specifica i requisiti per creare, avviare, mantenere e migliorare un sistema di gestione dell'energia. L'obiettivo di tale sistema è di consentire che un'organizzazione persegua, con un approccio sistematico, il miglioramento continuo della propria prestazione energetica comprendendo, in un'ottica di “efficienza energetica” anche il consumo e l'uso dell'energia. La norma ha sostituito la precedente di derivazione europea (UNI CEI EN 16001) che, a partire dal 2009, aveva dettato i requisiti per la certificazione dei Sistemi di gestione dell'energia.

2. UNI EN ISO 14001:2004

“ Sistemi di gestione ambientale – Requisiti e linee guida per l'uso “

La norma internazionale ISO 14001 è di carattere volontario, applicabile a tutte le tipologie di imprese e definisce le modalità di sviluppo di un efficace Sistema di Gestione Ambientale. La Certificazione ISO 14001

dimostra l'impegno concreto nel minimizzare l'impatto ambientale dei processi, prodotti/servizi e attesta l'affidabilità del Sistema di Gestione Ambientale applicato. La norma richiede all'Azienda di definire i propri obiettivi/target ambientali e di implementare un Sistema di Gestione Ambientale che permetta di raggiungerli. I requisiti previsti nella norma sono del tutto generali, applicabili a qualsiasi tipo di organizzazione e schematizzabili secondo il modello del miglioramento continuo definito dal Ciclo di Deming "Plan-Do-Check-Act," (Pianificare-Attuare-Verificare-Agire).

3. UNI CEI 11339

" Gestione dell'energia; esperti in gestione dell'energia; requisiti generali per la qualificazione "

Questa norma stabilisce i requisiti necessari che un individuo deve soddisfare affinché possa ricoprire il ruolo di Esperto in Gestione dell'Energia (EGE): ne delinea i compiti, le competenze e le modalità di valutazione delle competenze. In particolare la norma:

- fornisce le linee guida sui principi delle attività di gestione razionale ed efficiente dell'energia in termini di conoscenze e competenze degli "esperti in gestione dell'energia";
- consente agli aspiranti "esperti in gestione dell'energia" di comprovare e mettere in evidenza il proprio livello di competenza ed esperienza attraverso un processo di qualificazione chiaramente definito;
- definisce le modalità per il riconoscimento-mantenimento di tale livello di qualificazione.

4. UNI CEI / TR 11428:2011

" Gestione dell'energia; diagnosi energetiche; requisiti generali del servizio di diagnosi energetica "

E' la norma che regola i requisiti, la metodologia comune per le diagnosi energetiche e la documentazione da produrre. Si applica a tutti i sistemi energetici, a tutti i vettori di energia e a tutti gli usi dell'energia. Non definisce requisiti specifici per le diagnosi energetiche relative ad edifici, processi produttivi, trasporti. In Italia, le Energy Service Company certificate secondo UNI CEI 11352 sono obbligate a seguire i dettami della UNI 11428.

5. UNI CEI EN 16247:2012

"Norma europea che specifica i criteri relativi alle Diagnosi Energetiche: requisiti generali, metodologia comune e documentazione da produrre"

La norma si applica a tutte le forme di aziende ed organizzazioni, a tutte le forme di energia e di utilizzo della stessa, con l'esclusione delle singole unità immobiliari residenziali. Definisce i requisiti generali comuni a tutte le diagnosi energetiche, in particolare, i requisiti per specifiche diagnosi energetiche relative a edifici, processi industriali e trasporti. La norma è composta da cinque parti che approfondiscono gli aspetti principali di una diagnosi energetica:

- Parte 1 – Requisiti generali;
- Parte 2 – Edifici;
- Parte 3 – Auditor energetici.

6. UNI CEI EN 16212:2012

“Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down e bottom-up “

La norma ha lo scopo di fornire un approccio generale per i calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica utilizzando metodologie standard. L'impostazione della norma permette l'applicazione ai risparmi energetici negli edifici, nelle automobili, nei processi industriali, ecc. Il suo campo di applicazione è il consumo energetico in tutti gli usi finali mentre, non indaga sulla fornitura di energia. Per quanto riguarda invece le forme di energia rinnovabile “a valle del contatore”, ad esempio l'energia termica proveniente dai pannelli solari, poiché riducono l'energia in ingresso al sistema, non possono essere prese in considerazione nel calcolo dei risparmi energetici. La norma possiede infine un duplice aspetto che è relativo al suo utilizzo sia per valutazioni “ex-post” di risparmi già realizzati sia per valutazioni “ex-ante” di risparmi attesi.

7. UNI CEI EN 16231:2012

“Metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica”

La norma definisce i requisiti e fornisce raccomandazioni sulla metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica. Lo scopo del benchmarking è l'individuazione di dati chiave e indicatori di consumo energetici. Gli indicatori possono essere tecnici, comportamentali, qualitativi, quantitativi e devono mirare alla comparazione delle prestazioni. Il benchmarking può essere sia interno (relativo ad una determinata organizzazione) o esterno (tra organizzazioni). La norma si pone l'obiettivo di dare criteri chiari per definire i confini dell'oggetto che si sta analizzando con riferimento, ad esempio, a strutture, attività, processi, prodotti, servizi e organizzazioni. Inoltre fornisce indicazioni sui criteri da utilizzare per scegliere gli appropriati livelli di dettaglio per la raccolta delle informazioni, per la loro elaborazione e revisione in accordo con gli obiettivi dell'analisi stessa.

1.2. Modalità di Svolgimento

Per una corretta Diagnosi Energetica, i consumi dei singoli vettori energetici acquistati (energia elettrica, gas, acqua, gasolio, etc.) sono stati ripartiti sulle superfici di pertinenza dell'edificio sottoposto ad uso scolastico sottinteso alla centrale termica che lo stesso serve, questo per individuare i consumi di calcolo e riferirli a quelli degli ultimi tre anni (2017-2018-2019) secondo le bollette ricevute.

Poiché la diagnosi avrà come output un calcolo di risparmio potenziale, sarà importante costruire correttamente il contesto di riferimento e la baseline dei consumi rispetto alla quale verranno calcolati i risparmi in futuro.

I consumi sono causati da molteplici fattori, quali condizioni meteo, produzione, presenze etc. Questi fattori dovranno essere correttamente individuati e correlati alle variazioni di consumo. Perciò, questi ultimi diventeranno gli indicatori di riferimento e saranno identificati in accordo con l'azienda.

Saranno considerate tutte le utenze gas metano per produzione calore ai fini riscaldamento ambiente e produzione acqua calda sanitaria.

I dati di consumo dell'impiantistica termica saranno calcolati in relazione alla tipologia dell'edificio ed ai suoi impianti installati.

1.2.1. Attività Svolta

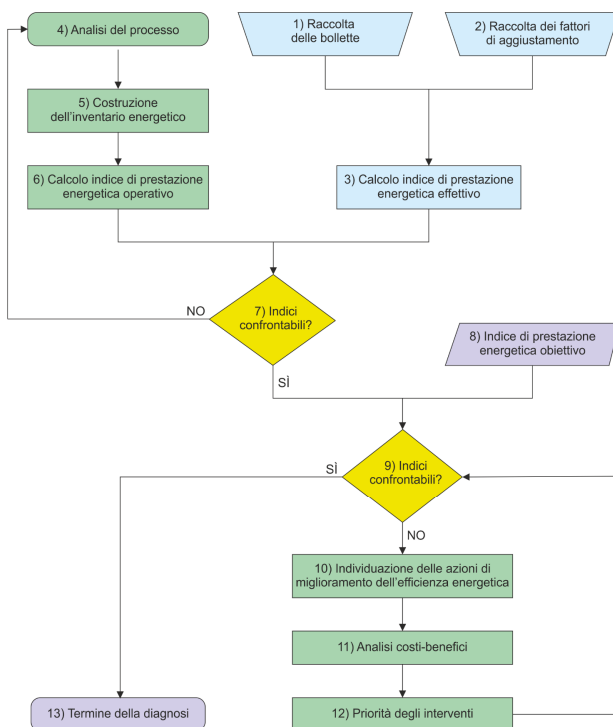
Di seguito si riporta l'elenco delle attività svolte al fine di descrivere lo stato energetico attuale e di individuare soluzioni di efficientamento energetico.

1. Incontro preliminare con l'Amministrazione Pubblica;
2. Sopralluogo presso l'immobile per rilevare le principali componentistiche impiantistiche e startigrafiche
3. Ricevimento di file con consumi stagionali
4. Sintesi ed analisi dei dati rilevati ed esame dei dati monitorati;
5. Sviluppo del bilancio energetico;
6. Individuazione degli indici di prestazione energetici;
7. Individuazione delle azioni di miglioramento dell'efficienza energetica;
8. Elaborazione finale della Diagnosi Energetica;

1.2.2. Individuazione dello schema a blocchi energetico

Prima di ogni valutazione, è necessario identificare una schematizzazione della struttura energetica aziendale che possa descrivere gli utilizzi di ciascun vettore energetico nell'ambito di specifici confini. Come sopra evidenziato, i dettagli di tale descrizione dipendono fortemente dalla disponibilità di misure dirette e dalla rilevanza dell'ambito di interesse.

In generale, lo schema energetico di Figura 1.2 sarà costruito relativamente ad ogni vettore energetico (elettrico, termico, vapore, acqua surriscaldata, ecc) acquistato e utilizzato nel sito in esame ed avrà lo scopo di suddividere i consumi annui del vettore specifico tra le diverse utenze, raccolte in funzione del centro di consumo, presenti nel sito stesso.



1.2.3. Unità di Misura

Tutti i vettori energetici considerati saranno riportati seguendo le unità di misura della Tabella 3 sottostante. Inoltre, per la conversione in TEP saranno utilizzati, ove presenti, i fattori di conversione desunti dalla circolare Mise del 18 dicembre 2014 (sempre riportati in Tabella 3).

Denominazione	Unità di Misura	Fattore Conversione TEP
Energia Elettrica	[kWh _e]	$0,187 \cdot 10^{-3}$
Gas Naturale	[Smc]	PCI [kcal/kJ] $\cdot 10^{-7}$
Calore	[kWh _t]	$[860/0,9] \cdot 10^{-7}$
Freddo	[kWh _f]	$(1/EER) \cdot 10^{-3} \cdot 0,187$
Biomassa	[t]	PCI [kcal/kg] $\cdot 10^{-4}$
Olio Combustibile	[kg]	PCI [kcal/kg] $\cdot 10^{-4}$
GPL	[kg]	PCI [kcal/kg] $\cdot 10^{-4}$
Gasolio	[kg]	PCI [kcal/kg] $\cdot 10^{-4}$
Coke di Petrolio	[kg]	PCI [kcal/kg] $\cdot 10^{-4}$
Altro	“”	Da specificare

Per la conversione dell'energia elettrica in TEP si fa riferimento alle delibere dell'Aeegsi ed in particolare alla Delibera EEN 3/08.

Come fattore di emissione per l'energia elettrica da rete elettrica si fa riferimento al documento di ISPRA intitolato “Fattori di emissione atmosferica di CO₂ e sviluppo delle fonti rinnovabili nel settore elettrico” Rapporti 212/2015.

2. Tipologia edificio

2.1. Informazioni generali

Oggetto dell'intervento è un fabbricato composto da 2 corpi collegati, adibito ad attività scolastica (liceo) con servizi quali uffici, laboratori, palestre etc.; il fabbricato è posto in Bologna in Via Mazzini 172/2.

2.2. Classificazione “impresa”

Azienda	Città Metropolitana di Bologna Servizio Edilizia Scolastica, Istituzionale, Prevenzione e Protezione
c.f/p.iva	03428581205
Sede	Via San Felice n. 25, 40122 Bologna
Ubicazione attività	Via Mazzini 172/2, Bologna
Classificazione ai sensi DPR 412/93	E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
Classificazione ATECO	Codice 85.31.20 Istruzione secondaria di secondo grado di formazione generale: licei

2.3. Periodo di riferimento

L'analisi è stata condotta a gennaio 2020. Il periodo di riferimento della diagnosi energetica per i consumi di energia elettrica è il 2017-2018-2019 e per il gas 2017-2018-2019 (compresi). Gli stessi sono stati raffrontati ed utilizzati per affinare il modello di calcolo.

Verranno esaminati i consumi di gas metano.

3. Acquisizione dei dati generali

Per una corretta diagnosi energetica, oltre a considerare i dati riguardanti i reali consumi energetici della struttura oggetto dello studio, si considerano dei dati esterni alla stessa ma che possono comunque influenzarne i consumi.

3.1. Contesto climatico di riferimento

3.1.1. Contesto geografico, climatico e urbano

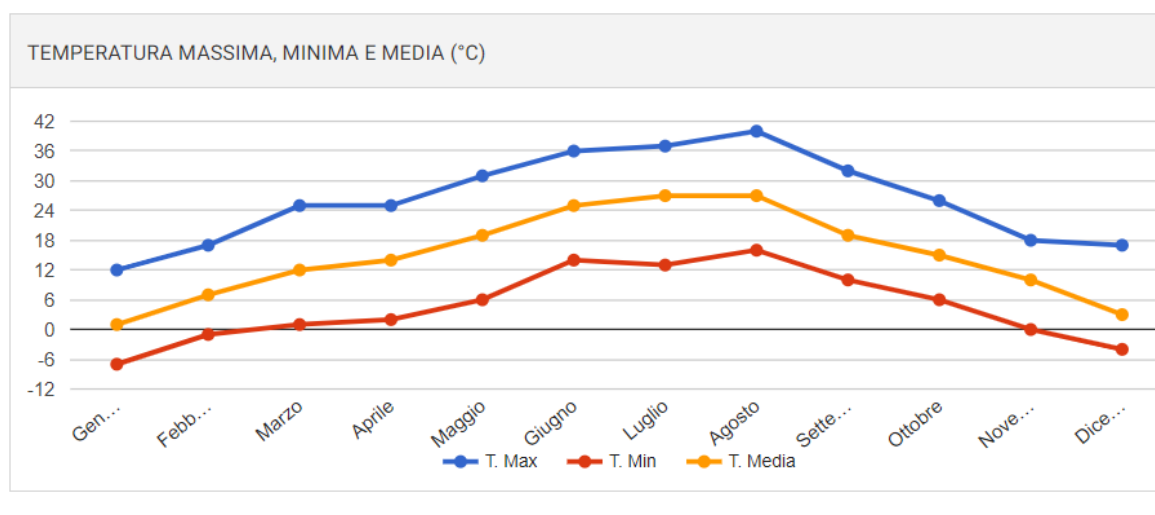
Il fabbricato si trova in Bologna nella cerchia semi-periferica.

Caratteristiche urbane e geografiche	U.M.	DATI
Costruzione Immobile	[-]	1970
Destinazione d'uso	[-]	Scolastica
Indirizzo	[-]	Via Mazzini 172/2
Latitudine	[°]	44°48'47.14
Longitudine	[°]	11°37'28.34
Altezza del sito	[m.s.l.m.]	61
Fascia Climatica	[-]	E
Gradi giorno (comunali)	[-]	2259

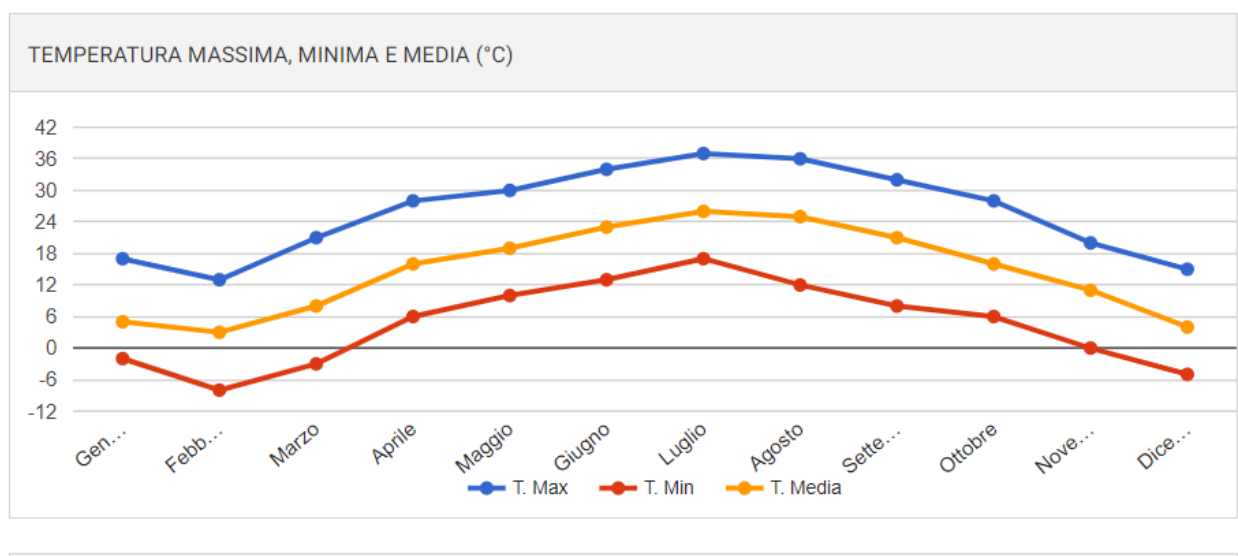
3.1.2. Andamento delle Temperature

Nel grafico seguente è riportato l'andamento delle temperature medie mensili registrate presso la stazione meteorologica di Bologna (Aeroporto BOLOGNA (LIPE))

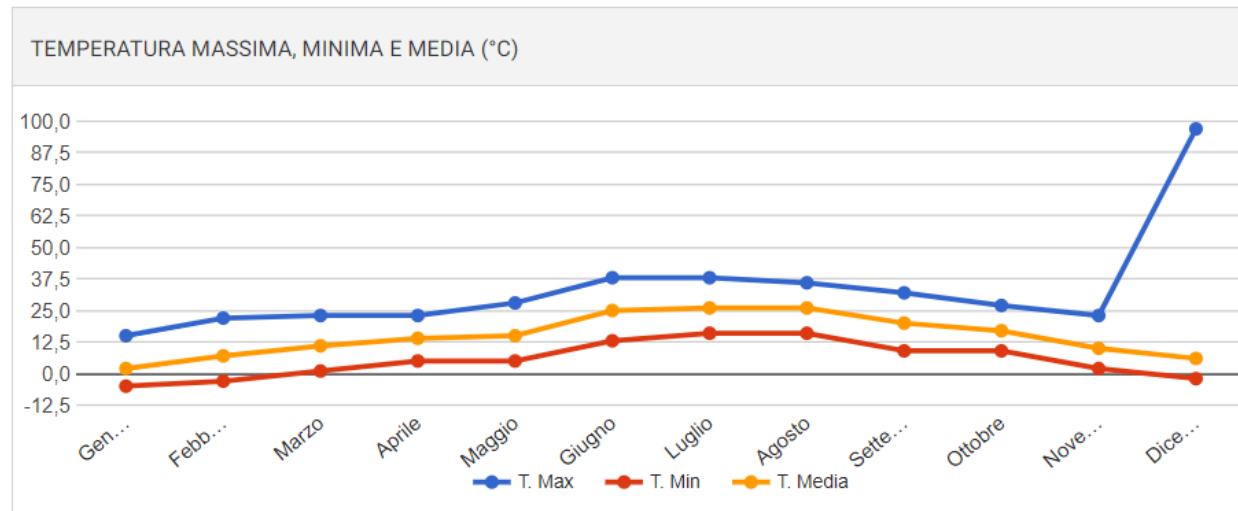
temperature medie mensili 2017



temperature medie mensili 2018



temperature medie mensili 2019



4. Rilievo dei dati per la determinazione della situazione attuale

I dati riguardanti i consumi generali sono in parte misurati tramite contatori e in parte ricavati dalle fatture dei documenti di acquisto.

In questa prima fase le valutazioni sui consumi dei vari consumi aziendali, ove non disponibili le misure dirette, come si vedrà nel proseguo, sono stimate sulla base dell'inventario energetico delle utenze di stabilimento.

4.1. Acquisizione ed analisi dei dati storici

Per effettuare una corretta diagnosi energetica è di fondamentale importanza definire il bilancio energetico della sede oggetto di studio; in questo paragrafo viene dunque presentata la raccolta dei dati per l'individuazione degli ingressi energetici degli stabilimenti e quindi dei profili caratteristici di assorbimento energetico.

Tali consumi energetici sono dedotti dalle fatturazioni sui pagamenti riguardanti le forniture di combustibile ed elettriche e sono confrontate, in seguito, con i dati rilevati sul campo. Una volta determinati i consumi energetici reali è possibile utilizzarli per effettuare un tuning dei profili di utilizzo degli impianti termico ed elettrico e dell'edificio in generale da parte dell'utenza.

I dati storici sui consumi energetici elettrici che sono presentati e analizzati più avanti nell'elaborato, sono stati recuperati dalle fatture dei fornitori di energia (elettrica e gas) e trasferiti su un foglio elettronico per le relative fatturazioni.

4.1.1. Gas Metano

L'approvvigionamento del gas metano avviene da fornitore di energia ed è presente un contatore a servizio della centrale termica per la produzione del calore e dell'acqua calda per usi igienico-sanitari, la potenza delle caldaie attuali è di 1493,6 Kw.

Sono stati utilizzati ai fini del calcolo i consumi registrati, desunti dai consumi dichiarati dalla Città Metropolitana per gli anni 2017-2018-2019.

Per quanto riguarda l'energia elettrica la stessa è presente in bolletta come consumo totale del plesso scolastico sempre per gli anni 2017-2018-2019.

4.1.2. Energia Elettrica

L'approvvigionamento dell'energia elettrica (EE) avviene tramite una fornitura in bassa tensione, a servizio del plesso scolastico è presente un unico contatore

POD	IT001E48941466
Liceo	Via Mazzini 172/2

4.1.3. Gas Naturale

I dati di consumo di gas naturale (GN) sono stati reperiti attraverso le fatture di emesse dall'attuale fornitore. Normalmente il periodo di riferimento della diagnosi energetica per i consumi di gas è costituita dal triennio 2017÷2019;.

5. Edificio

5.1. Descrizione dell'edificio

Il complesso di Via Mazzini 172/2 è suddiviso in 2 corpi di fabbrica composti da:

- corpo est: 6 piani fuori terra, dal piano seminterrato al piano quarto
- corpo ovest: porzione con 5 piani fuori terra e porzione con solo 3 piani fuori terra

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S_{utile}	7686,73	m^2
Superficie lorda	S_{lorda}	8487,17	m^2
Volume netto	V_{netto}	27459,87	m^3
Volume lordo	V_{lordo}	33793,76	m^3
Fattore di forma	S/V	0,37	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})	Centralizzato	-
Acqua calda sanitaria (W)	Centralizzato	Separato
Climatizzazione estiva (C)	Autonomo	-
Ventilazione (V)	Assente	-
Riscaldamento aeraulico (H_{aer})	Assente	-
Illuminazione (L)	Considerato	-
Trasporto (T)	Presente	-
Solare termico (ST)	Assente	-
Solare fotovoltaico (SF)	Assente	-

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

Prestazioni energetiche stato di fatto

Indice di prestazione energetica globale non innovabile	$EP_{\text{gl, nren}}$	289,66	$\text{kWh}_0/\text{m}^2\text{anno}$
Classe energetica		F	
Spesa globale annua	S_{gl}	188473,77	€/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

<u>Raccomandazioni</u>					
Scenario	1	Descrizione scenario	sostituzione infissi		
Intervento	Descrizione intervento				
1	Sostituzione serramenti				
2	Sostituzione serramenti				
3	Sostituzione serramenti				
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			320190,00		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		188473.77	178914.58	9559.19	5.10

Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	33,5			
$EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]	289,66	274,91	14,74	5,10
Classe energetica	F	F		

Le opere di risparmio energetico verranno descritte, nel dettaglio, al capitolo "Interventi per la riqualificazione energetica".

5.2. Dati base di calcolo

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

edificio sito in Bologna :
temperatura interna + 20°C
temperatura esterna - 5°C
impianto termico e produzione acqua calda sanitaria centralizzato
dati di input riferiti alle statigrafie esistenti con murature in mattoni pieni bolognesi e calcestruzzo, solai in laterizio e cappa collaborante, infissi con vetro semplice (tranne quelli sostituiti nel corso degli anni) , temperatura interna +20°C e temperatura esterna -5°C, impianto di riscaldamento centralizzato e produzione acqua calda sanitaria prodotta centralizzata autonoma

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	16 marzo	Al	30 ottobre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})	229		

Fattori di conversione in energia primaria

Vettore energetico	$f_{D,nren}$ [kWh _p /kWh _{t/el}]	$f_{D,ren}$ [kWh _p /kWh _{t/el}]	$f_{D,tot}$ [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 aeraulico)
H _{aer}	Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria)	W	Acqua calda sanitaria
H	Riscaldamento (idronico ed aeraulico)	V	Ventilazione
C _{idr}	Raffrescamento idronico	L	Illuminazione
C _{aer}	Raffrescamento aeraulico (trattamenti aria)	T	Trasporto di persone o cose

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 aeraulico)
H _{aer}	Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria)	W	Acqua calda sanitaria
H	Riscaldamento (idronico ed aeraulico)	V	Ventilazione
C _{idr}	Raffrescamento idronico	L	Illuminazione
C _{aer}	Raffrescamento aeraulico (trattamenti aria)	T	Trasporto di persone o cose

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 definizioni 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	Bologna
Provincia	Bologna

Altitudine s.l.m.		54	m
Latitudine nord		44°29'	
Longitudine est		11°20'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2259	°Cg
Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2346	°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}	-5,0	°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]	1,3	5,4	9,6	13,6	17,7	22,2	24,8	21,6	19,3	15,6	9,3	3,8
n _{risc} [g]	31	28	31	15	0	0	0	0	0	17	30	31
GG _{calc} [°Cg]	580	409	322	110	0	0	0	0	0	102	321	502
p [Pa]	537,8	521,9	689,6	975,1	1150,8	1412,4	1414,5	1448,3	1505,2	1340,4	904,2	645,6

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	9,7	6,8	3,5	2,1	1,4
E	3,6	6,1	7,9	10,7	13,1	13,1	15,3	12,3	9,7	5,4	3,6	2,3
SE	6,0	9,0	9,6	11,3	12,3	11,6	13,6	12,1	11,0	7,0	5,4	3,6
S	7,6	10,8	10,1	10,2	10,2	9,5	10,9	10,5	10,7	7,8	6,6	4,5
SO	6,0	9,0	9,6	11,3	12,3	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	15,3	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	9,7	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

5.3. Dati base di calcolo

Il calcolo del fabbisogno di energia termica utile del fabbricato (inteso come solo involucro edilizio, senza considerare gli impianti) si fonda su un bilancio termico tra dispersioni ed apporti. Tale calcolo deve essere condotto, su base mensile, 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].

5.4. Strutture disperdenti e calcoli

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

parete esterna in mattoni pieni bolognesi, in calcestruzzo, solaio in latero cemento

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

infissi con telaio legno e vetro semplice da 2-3 mm., infissi in alluminio senza taglio termico vetro semplice, ed infissi in metallo con taglio termico e vetro camera basso emissivo

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 estena	1,670	1825,87	171660,9	12,8	23835,9	18,3	14666,0	4,3
M2	U	Parete su scale 30	1,390	43,37	1764,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
M3	T	Parete estena CLS	2,319	3527,79	460625,1	34,3	63959,9	49,2	39377,3	11,6
Totale				5397,03	634050,9	47,2	87795,8	67,5	54043,4	15,9

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]	%
P3	G	Pavimento su terreno	0,557	3155,10	98921,6	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				3155,10	98921,6	7,4	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]	%
S2	T	Solaio terrazzo	2,065	2355,97	273873,8	20,4	0,0	0,0	32185,2	9,5
Totale				2355,97	273873,8	20,4	0,0	0,0	32185,2	9,5

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	335*60	3,690	94,47	19630,5	1,5	2725,8	2,1	13581,3	4,0
W2	T	100*80	3,690	22,40	4654,6	0,3	646,3	0,5	5159,8	1,5
W3	T	140*170	3,690	66,64	13847,6	1,0	1922,8	1,5	10890,6	3,2
W5	T	230*60	3,690	8,28	1720,6	0,1	238,9	0,2	607,3	0,2
W6	T	230*170	3,690	62,56	12999,7	1,0	1805,1	1,4	11114,8	3,3
W7	T	760*60	3,690	13,68	2842,7	0,2	394,7	0,3	1034,3	0,3
W8	T	150*60	3,690	9,00	1870,2	0,1	259,7	0,2	1537,0	0,5
W9	T	70*295	3,690	16,56	3441,1	0,3	477,8	0,4	2796,3	0,8
W10	T	620*80	3,690	9,92	2061,3	0,2	286,2	0,2	794,3	0,2
W11	T	320*80	3,690	28,16	5851,5	0,4	812,5	0,6	3645,7	1,1
W13	T	140*180	3,690	100,80	20945,9	1,6	2908,4	2,2	17100,6	5,0
W14	T	70*284	3,690	31,84	6616,2	0,5	918,7	0,7	5372,0	1,6
W15	T	320*170	3,690	228,48	47477,3	3,5	6592,4	5,1	34164,6	10,1
W16	T	290*170	3,690	211,99	44050,8	3,3	6116,6	4,7	35388,9	10,4
W17	T	290*170 cert 4	1,155	39,44	2565,9	0,2	356,3	0,3	6939,4	2,0
W18	T	300*170	3,690	49,30	10244,4	0,8	1422,5	1,1	8791,4	2,6
W20	T	320*170 cert 7	1,545	32,64	2838,9	0,2	394,2	0,3	5113,2	1,5
W21	T	270*60	3,690	3,24	673,3	0,1	93,5	0,1	455,9	0,1
W22	T	300*170 cert 7	1,545	30,60	2661,5	0,2	369,6	0,3	5466,9	1,6
W23	T	100*270	3,690	13,50	2805,3	0,2	389,5	0,3	2282,7	0,7
W24	T	200*240	3,690	48,00	9974,2	0,7	1385,0	1,1	12688,3	3,7
W25	T	385*85	3,690	3,27	679,5	0,1	94,4	0,1	261,4	0,1
W26	T	295*85	3,690	2,51	521,6	0,0	72,4	0,1	199,0	0,1
W27	T	75*240	3,690	5,40	1122,1	0,1	155,8	0,1	417,2	0,1
W28	T	685*85	3,690	17,46	3628,1	0,3	503,8	0,4	1412,1	0,4
W29	T	70*306	3,690	8,56	1778,7	0,1	247,0	0,2	1448,1	0,4
W31	T	75*210	3,690	1,58	328,3	0,0	45,6	0,0	121,3	0,0
W32	T	570*75	3,690	4,28	889,4	0,1	123,5	0,1	338,9	0,1
W34	T	370*170	3,690	37,74	7842,2	0,6	1088,9	0,8	5711,1	1,7
W35	T	270*170	3,690	4,59	953,8	0,1	132,4	0,1	385,7	0,1
W36	T	300*200	3,690	54,00	11221,0	0,8	1558,1	1,2	8539,3	2,5
W37	T	290*80	3,690	18,56	3856,7	0,3	535,5	0,4	2959,1	0,9
W38	T	370*70	3,690	12,95	2691,0	0,2	373,7	0,3	2178,8	0,6
W39	T	290*70	3,690	2,03	421,8	0,0	58,6	0,0	338,9	0,1
W40	T	370*100	3,690	40,70	8457,3	0,6	1174,3	0,9	6631,7	2,0
W41	T	1310*300	3,690	78,60	16332,8	1,2	2267,9	1,7	14479,7	4,3
W42	T	620*80	3,690	4,96	1030,7	0,1	143,1	0,1	397,2	0,1
W43	T	450*250	3,690	90,00	18701,7	1,4	2596,8	2,0	16226,5	4,8
W44	T	140*240	3,690	13,44	2792,8	0,2	387,8	0,3	2313,6	0,7
W45	T	140*180 cert 5	1,075	20,16	1219,9	0,1	169,4	0,1	3420,1	1,0
Totale				1542,29	304242,9	22,6	42245,5	32,5	252705,0	74,6

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	Ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,025	3451,94	4851,6	0,4
Z2	-	W - Parete - Telaio	0,090	3450,00	17483,0	1,3
Z3	-	GF - Parete - Solaio rialzato	0,158	959,18	8485,8	0,6
Z4	-	R - Parete - Copertura	0,120	266,63	1801,5	0,1
Totale				8127,75	32622,0	2,4

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 estena	1,670	1825,87	122763,0	12,8	36724,8	18,3	35731,5	4,1
M2	U	Parete su scale 30	1,390	43,37	1262,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
M3	T	Parete estena CLS	2,319	3527,79	329415,2	34,3	98545,3	49,2	97213,2	11,3
Totale				5397,03	453440,4	47,2	135270,2	67,5	132944,6	15,4

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]	%
P3	G	Pavimento su terreno	0,557	3155,10	70743,6	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				3155,10	70743,6	7,4	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]	%
S2	T	Solaio terrazzo	2,065	2355,97	195860,4	20,4	0,0	0,0	94282,4	10,9
Totale				2355,97	195860,4	20,4	0,0	0,0	94282,4	10,9

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	335*60	3,690	94,47	14038,7	1,5	4199,7	2,1	37589,5	4,4
W2	T	100*80	3,690	22,40	3328,8	0,3	995,8	0,5	7406,8	0,9
W3	T	140*170	3,690	66,64	9903,1	1,0	2962,5	1,5	28597,5	3,3
W5	T	230*60	3,690	8,28	1230,5	0,1	368,1	0,2	1880,8	0,2
W6	T	230*170	3,690	62,56	9296,7	1,0	2781,1	1,4	26926,7	3,1
W7	T	760*60	3,690	13,68	2032,9	0,2	608,2	0,3	3200,1	0,4
W8	T	150*60	3,690	9,00	1337,4	0,1	400,1	0,2	3340,7	0,4
W9	T	70*295	3,690	16,56	2460,9	0,3	736,2	0,4	7010,1	0,8
W10	T	620*80	3,690	9,92	1474,2	0,2	441,0	0,2	2488,8	0,3
W11	T	320*80	3,690	28,16	4184,7	0,4	1251,9	0,6	10087,9	1,2
W13	T	140*180	3,690	100,80	14979,4	1,6	4481,1	2,2	44722,2	5,2
W14	T	70*284	3,690	31,84	4731,6	0,5	1415,5	0,7	13461,0	1,6
W15	T	320*170	3,690	228,48	33953,3	3,5	10157,2	5,1	99864,9	11,6
W16	T	290*170	3,690	211,99	31502,8	3,3	9424,1	4,7	95972,5	11,1
W17	T	290*170 cert 4	1,155	39,44	1835,0	0,2	548,9	0,3	18135,6	2,1
W18	T	300*170	3,690	49,30	7326,2	0,8	2191,7	1,1	22737,9	2,6
W20	T	320*170 cert 7	1,545	32,64	2030,2	0,2	607,3	0,3	14523,4	1,7
W21	T	270*60	3,690	3,24	481,5	0,1	144,0	0,1	1278,0	0,1
W22	T	300*170 cert 7	1,545	30,60	1903,3	0,2	569,4	0,3	14132,1	1,6
W23	T	100*270	3,690	13,50	2006,2	0,2	600,2	0,3	5930,7	0,7
W24	T	200*240	3,690	48,00	7133,1	0,7	2133,9	1,1	18513,1	2,1
W25	T	385*85	3,690	3,27	485,9	0,1	145,4	0,1	819,2	0,1
W26	T	295*85	3,690	2,51	373,0	0,0	111,6	0,1	623,7	0,1
W27	T	75*240	3,690	5,40	802,5	0,1	240,1	0,1	1307,3	0,2
W28	T	685*85	3,690	17,46	2594,6	0,3	776,2	0,4	4424,9	0,5
W29	T	70*306	3,690	8,56	1272,1	0,1	380,5	0,2	3628,5	0,4
W31	T	75*210	3,690	1,58	234,8	0,0	70,2	0,0	380,0	0,0
W32	T	570*75	3,690	4,28	636,0	0,1	190,3	0,1	1061,8	0,1
W34	T	370*170	3,690	37,74	5608,4	0,6	1677,8	0,8	16616,2	1,9
W35	T	270*170	3,690	4,59	682,1	0,1	204,1	0,1	1204,7	0,1
W36	T	300*200	3,690	54,00	8024,7	0,8	2400,6	1,2	24220,8	2,8
W37	T	290*80	3,690	18,56	2758,1	0,3	825,1	0,4	7874,4	0,9
W38	T	370*70	3,690	12,95	1924,4	0,2	575,7	0,3	5511,1	0,6
W39	T	290*70	3,690	2,03	301,7	0,0	90,2	0,0	857,3	0,1

W40	T	370*100	3,690	40,70	6048,2	0,6	1809,3	0,9	17650,3	2,0
W41	T	1310*300	3,690	78,60	11680,4	1,2	3494,2	1,7	26556,3	3,1
W42	T	620*80	3,690	4,96	737,1	0,1	220,5	0,1	1244,5	0,1
W43	T	450*250	3,690	90,00	13374,5	1,4	4001,0	2,0	29753,2	3,4
W44	T	140*240	3,690	13,44	1997,3	0,2	597,5	0,3	6050,6	0,7
W45	T	140*180 cert 5	1,075	20,16	872,4	0,1	261,0	0,1	8944,4	1,0
Totale				1542,29	217578,8	22,6	65089,2	32,5	636529,6	73,7

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	Ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,025	3451,94	3469,6	0,4
Z2	-	W - Parete - Telaio	0,090	3450,00	12503,0	1,3
Z3	-	GF - Parete - Solaio rialzato	0,158	959,18	6068,6	0,6
Z4	-	R - Parete - Copertura	0,120	266,63	1288,4	0,1
Totale				8127,75	23329,6	2,4

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 estena	1,670	1,746	0,300	0,280
M2	U	Parete su scale 30	1,390	1,437	0,577	0,538
M3	T	Parete estena CLS	2,319	2,413	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	N	Solaio interpiano	1,372	1,378	0,800	0,800
P3	G	Pavimento su terreno	0,557	0,581	0,310	0,290

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	N	Solaio interpiano	1,699	1,710	0,800	0,800
S2	T	Solaio terrazzo	2,065	2,078	0,260	0,240

Componenti finestrati						
Cod.	Tipo	Descrizione	U _w [W _t /m ² K]	U _{w,limite} [W _t /m ² K]		U _a [W _t /m ² K]
				2015	2021	
W1	T	335*60	3,690	1,900	1,400	0,000
W2	T	100*80	3,690	1,900	1,400	0,000
W3	T	140*170	3,690	1,900	1,400	0,000
W5	T	230*60	3,690	1,900	1,400	0,000
W6	T	230*170	3,690	1,900	1,400	0,000
W7	T	760*60	3,690	1,900	1,400	0,000
W8	T	150*60	3,690	1,900	1,400	0,000
W9	T	70*295	3,690	1,900	1,400	0,000
W10	T	620*80	3,690	1,900	1,400	0,000
W11	T	320*80	3,690	1,900	1,400	0,000
W13	T	140*180	3,690	1,900	1,400	0,000
W14	T	70*284	3,690	1,900	1,400	0,000
W15	T	320*170	3,690	1,900	1,400	0,000
W16	T	290*170	3,690	1,900	1,400	0,000
W17	T	290*170 cert 4	1,155	1,900	1,400	0,000
W18	T	300*170	3,690	1,900	1,400	0,000
W20	T	320*170 cert 7	1,545	1,900	1,400	0,000
W21	T	270*60	3,690	1,900	1,400	0,000
W22	T	300*170 cert 7	1,545	1,900	1,400	0,000
W23	T	100*270	3,690	1,900	1,400	0,000
W24	T	200*240	3,690	1,900	1,400	0,000
W25	T	385*85	3,690	1,900	1,400	0,000
W26	T	295*85	3,690	1,900	1,400	0,000
W27	T	75*240	3,690	1,900	1,400	0,000
W28	T	685*85	3,690	1,900	1,400	0,000
W29	T	70*306	3,690	1,900	1,400	0,000
W31	T	75*210	3,690	1,900	1,400	0,000
W32	T	570*75	3,690	1,900	1,400	0,000
W34	T	370*170	3,690	1,900	1,400	0,000
W35	T	270*170	3,690	1,900	1,400	0,000
W36	T	300*200	3,690	1,900	1,400	0,000

W37	T	290*80	3,690	1,900	1,400	0,000
W38	T	370*70	3,690	1,900	1,400	0,000
W39	T	290*70	3,690	1,900	1,400	0,000
W40	T	370*100	3,690	1,900	1,400	0,000
W41	T	1310*300	3,690	1,900	1,400	0,000
W42	T	620*80	3,690	1,900	1,400	0,000
W43	T	450*250	3,690	1,900	1,400	0,000
W44	T	140*240	3,690	1,900	1,400	0,000
W45	T	140*180 cert 5	1,075	1,900	1,400	0,000

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,op}	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

5.5. Principali risultati dei calcoli

Si riportano di seguito i risultati complessivi del calcolo, riguardanti l'intero edificio.

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	1496295	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	1496295	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	333	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	1495962	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	1495962	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	1495962	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	1495962	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	184894	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	1680856	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,ra,ls,nrh}$	219918	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,ra,in}$	1900774	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	19200	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	1919974	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	1919974	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	$Q_{H,s,in,eff}$	1919974	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	1919974	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,aen,out}$	1919974	kWh _t
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{H,aen,circ,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{H,aen,circ,in}$	1919974	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,aen,ls,nrh}$	115652	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,aen,in,t}$	2035626	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{H,aen,in,RES}$	0	kWh _t
Fabbisogni elettrici			
Fabbisogno elettrico ausiliari emissione	$Q_{H,em,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione di utenza	$Q_{H,du,aux}$	3149	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	$Q_{H,aen,aux}$	7137	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,aen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	10286	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{H,PV,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{H,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{H,PV,out,net}$	0	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)	$Q_{H,el,eff}$	10286	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	2157465	kWh_p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	4834	kWh_p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	2162299	kWh_p

Riepilogo rendimenti

Impianto idronico			
Emissione	$\eta_{H, idr,em}$	89,0	%
Regolazione	$\eta_{H, idr,reg}$	88,4	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H, idr,du}$	99,0	%
Accumulo	$\eta_{H, idr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H, idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H, idr,aen,ut}$	94,3	%

Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H, idr, gen, p, nren}$	89,2	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H, idr, gen, p, tot}$	89,1	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H, a, p, nren}$	69,4	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H, a, p, tot}$	69,2	%
Valore limite	$\eta_{H, a, lim}$	73,3	%

Risultati energia invernale

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{H, tr}$	1257483	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H, r}$	130041	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H, ve}$	487989	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H, sol, op}$	86229	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H, sol, w}$	252705	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H, int}$	135040	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H, aqg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H, nd}$	1496295	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H, nd}$	194,66	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H, nd, lim}$	60,01	kWh _t /m ²

Risultati energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C, tr}$	733726	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C, r}$	200359	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C, ve}$	348985	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C, sol, op}$	227227	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C, sol, w}$	636530	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C, int}$	168985	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C, aqg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C, nd}$	178890	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C, nd}$	23,27	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C, lim}$	25,67	kWh _t /m ²

5.6. Descrizione impianti riscaldamento e produzione ACS

La scuola è attualmente servita da impianto con caldaie in cascata funzionanti a gas metano e per la produzione di acqua calda sanitaria da accumulo autonomo a fuoco diretto

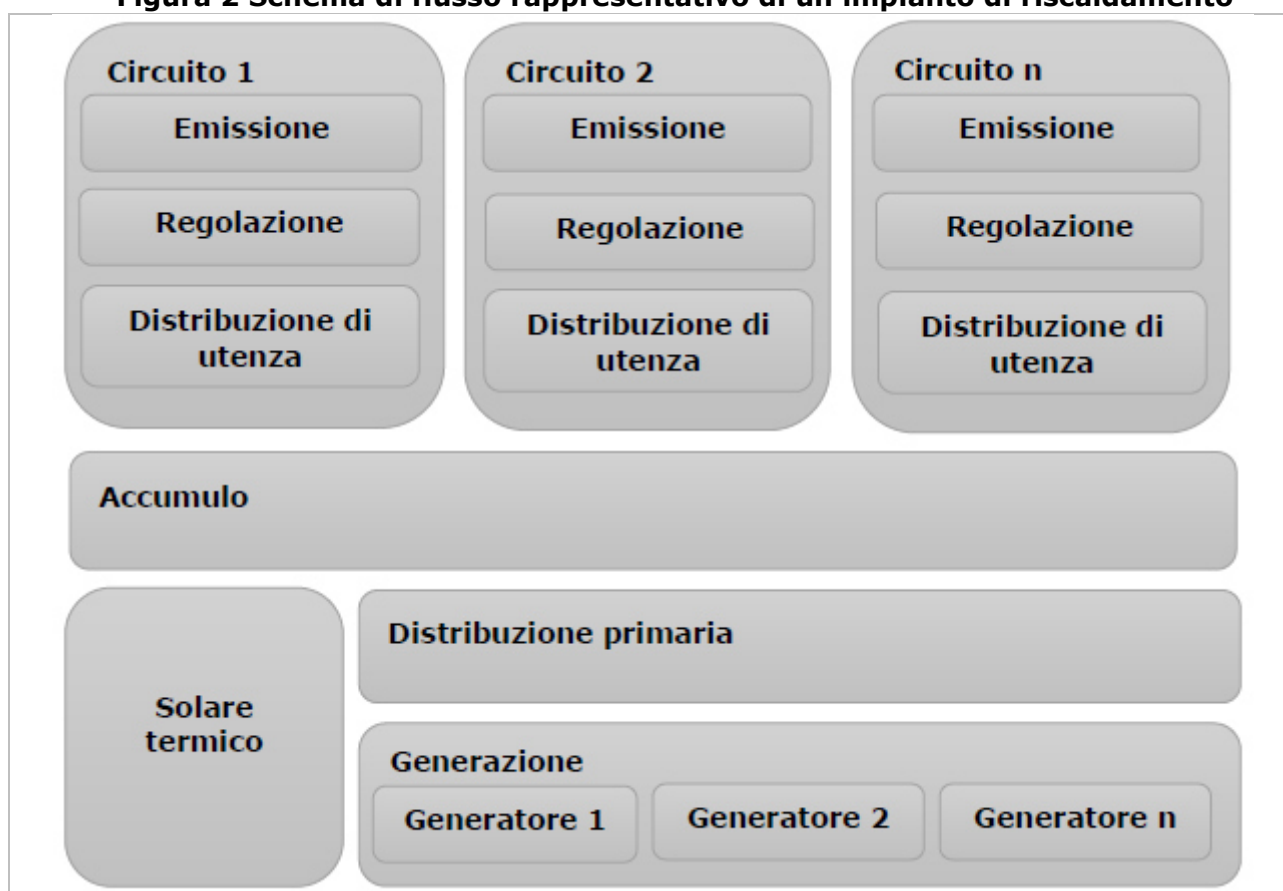


I corpi scaldanti sono rappresentati da RADIATORI IN GHISA



L'impianto di riscaldamento idronico si articola in più sottosistemi impiantistici, come evidenziato nello schema di flusso 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.

Figura 2 Schema di flusso rappresentativo di un impianto di riscaldamento



Si riporta di seguito una descrizione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre, nel caso di impianto centralizzato, 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

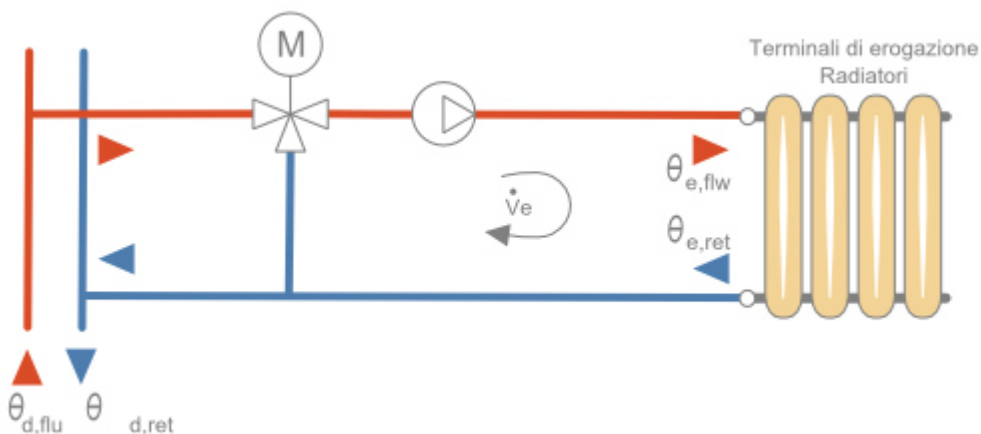
IMPIANTO CENTRALIZZATO CON CALDAIA A GAS METANO, SISTEMA DI ESPANSIONE CHIUSO, RADIATORI IN GHISA A COLONNE,

Dati generali

Tipologia di impianto	Monocircuito
Fluido termovettore	Acqua

Circuito Riscaldamento

Regime di funzionamento		Continuo	
Emissione			
Tipologia	Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)		
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$	89,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$	0,0	kWh _{el}
Regolazione			
Tipologia	Solo climatica (compensazione con sonda esterna)		
Caratteristiche	-		
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$	88,4	%
Distribuzione			
Metodo di calcolo	Semplificato		
Tipologia di impianto	Autonomo, edificio condominiale		
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$	99,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$	3148,8	kWh _{el}
Temperatura media			
Tipologia di circuito	A portata costante		



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,ldr,em,avg}$) [°C]	39,1	35,3	31,0	26,7	-	-	-	-	-	26,7	32,1	37,3
Distribuzione ($\theta_{H,ldr,du,avg}$) [°C]	41,6	37,8	33,5	29,2	-	-	-	-	-	29,2	34,6	39,8

Generazione

Configurazione centrale termica	Generatori multipli
Modalità di funzionamento	Contemporaneo
Con priorità	Si

Generatore 1 - Caldaia tradizionale

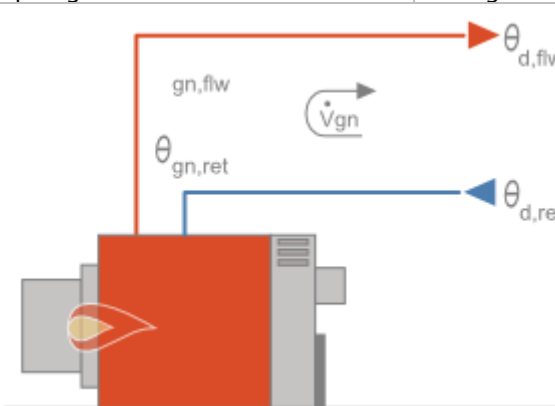
Dati generali

Numero	1
Tipologia	Caldaia tradizionale
Metodo di calcolo	Analitico
Marca / serie / modello	RIELLO/RIELLO 3500 SAT - 3600 BTS/630 BTS
Potenza utile nominale	Φ_n 810,00 kW _t

Immagine



Rendimenti termici			
Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,qen,ut}$	94,3	%
Ausiliari			
Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,qen,aux}$	7137,3	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 ($\theta_{H,idr,qen,avg}$) [°C]	41,6	37,8	33,5	29,2	-	-	-	-	-	29,2	34,6	39,8

Generatore 2 - Caldaia tradizionale

Dati generali

Numero	2		
Tipologia	Caldaia tradizionale		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca / serie / modello	RIELLO/RIELLO 3500 SAT - 3600 BTS/630 BTS		
Potenza utile nominale	Φ_n	810,00	kW _t

Immagine



Rendimenti termici

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

Ausiliari

Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr.gen.aux}$	0,0	kWh _{el}
------------------------	---------------------	-----	-------------------

Vettore energetico

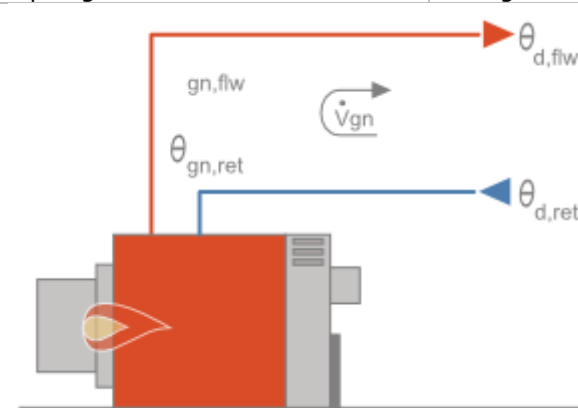
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh/Nm ³
Costo	c	0,87	€/ Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,210	kg/kWh _p

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]	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici

Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	1496295	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	1496295	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	333	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	1495962	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	1495962	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	1495962	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	1495962	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	184894	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	1680856	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rq,ls,nrh}$	219918	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rq,in}$	1900774	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	19200	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	1919974	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	1919974	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	$Q_{H,s,in,eff}$	1919974	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	1919974	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,aen,out}$	1919974	kWh _t
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{H,aen,circ,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{H,aen,circ,in}$	1919974	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,aen,ls,nrh}$	115652	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,aen,in,t}$	2035626	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{H,aen,in,RES}$	0	kWh _t

Fabbisogni elettrici

Fabbisogno elettrico ausiliari emissione	$Q_{H,em,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione di utenza	$Q_{H,du,aux}$	3149	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	$Q_{H,aen,aux}$	7137	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,aen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	10286	kWh _{el}
Energia prodotta dal fotovoltaico	$Q_{H,PV,out}$	0	kWh _{el}
Eccedenza del fotovoltaico	$Q_{H,PV,surplus}$	0	kWh _{el}
Contributo netto del fotovoltaico	$Q_{H,PV,out,net}$	0	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)	$Q_{H,el,eff}$	10286	kWh _{el}

Energia primaria

Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	2157465	kWh_p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	4834	kWh_p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	2162299	kWh_p

Riepilogo rendimenti

Impianto idronico

Emissione	$\eta_{H, idr,em}$	89,0	%
Regolazione	$\eta_{H, idr,reg}$	88,4	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H, idr,du}$	99,0	%
Accumulo	$\eta_{H, idr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H, idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H, idr,aen,ut}$	94,3	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H, idr,aen,p,nren}$	89,2	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H, idr,aen,p,tot}$	89,1	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,q,p,nren}$	69,4	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,q,p,tot}$	69,2	%
Valore limite	$\eta_{H,q,lim}$	73,3	%

Figura 3 Schema di flusso rappresentativo di un impianto di ACS



Si riporta di seguito una descrizione sintetica dell'impianto. Si forniscono inoltre, in caso di impianto centralizzato, 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

Impianto di produzione acqua calda sanitaria centralizzata con boiler ad accumulo a gas metano

Erogazione, distribuzione di utenza ed accumuli autonomi

Fabbisogno ideale	$Q_{W,nd}$	134	kWh _t
Rendimento di erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Rendimento di distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%

Accumulo centralizzato

Ambiente	Centrale termica												
Dispersione	k_{boll}									2,82		W_t/K	
Rendimento	$\eta_{W,s}$									12,41		%	
Temperatura media accumulo	$\theta_{W,s,avq}$									60,00		°C	
Temperatura media ambiente		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$\theta_{W,s,a}$ [°C]		6,3	10,4	14,6	18,6	22,7	27,2	29,8	26,6	24,3	20,6	14,3	8,8

Ricircolo

Metodo di calcolo	Analitico		
Rendimento	$\eta_{W,ric}$	100,00	%
Ausiliari	$Q_{W,ric,aux}$	109,50	kWh _{el}
Temperatura media	$\theta_{W,ric,avq}$	48,00	°C

Distribuzione primaria

Metodo di calcolo	Analitico		
Rendimento	$\eta_{W,dp}$	100,00	%
Ausiliari	$Q_{W,dp,aux}$	1,12	kWh _{el}
Temperatura media	$\theta_{W,dp,avq}$	70,00	°C

Generazione

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

Generatore 1 - Caldaia tradizionale

Dati generali

Numero	1		
Tipologia	Caldaia tradizionale		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca / serie / modello	THERMITAL BFD 60		
Potenza utile nominale	Φ_n	32,90	kW _t
Modalità di funzionamento ACS	Continuata		

Immagine



Prestazioni			
Rendimento termico	$\eta_{W,gen,ut}$	57,1	%
Ausiliari	$Q_{W,gen,aux}$	25,2	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 _{d,nren}	1,050	-
Rinnovabile	f _{d,ren}	0,000	-
Totale	f _{d,tot}	1,050	-
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	$Q_{W,sys,out}$	134	kWh _t
Fabbisogno corretto per recupero reflui docce	$Q_{W,sys,out,rec}$	134	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{W,sys,out,cont}$	134	kWh _t
Perdite di erogazione non recuperate	$Q_{W,er,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'erogazione	$Q_{W,er,in}$	134	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{W,du,ls,nrh}$	11	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{W,du,in}$	145	kWh _t
Perdite di ricircolo non recuperate	$Q_{W,ric,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso al ricircolo	$Q_{W,ric,in}$	145	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	1021	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in}$	1166	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	$Q_{W,s,in,eff}$	1166	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{W,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{W,dp,in}$	1166	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{W,gen,out}$	1166	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	$Q_{W,gen,circ,in}$	1166	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,ls,nrh}$	875	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{W,gen,in,t}$	2041	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	$Q_{W,ric,aux}$	110	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari solare termico	$Q_{W,sol,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria	$Q_{W,dp,aux}$	1	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari generazione	$Q_{W,gen,aux}$	25	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{W,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{W,el}$	136	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)	$Q_{W,el,eff}$	136	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{W,p,nren}$	2408	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{W,p,ren}$	64	kWh _p
Totale	$Q_{W,p,tot}$	2471	kWh _p

Riepilogo rendimenti

Erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%
Accumulo	$\eta_{W,s}$	12,4	%
Tubazione di ricircolo	$\eta_{W,ric}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{W,dp}$	100,0	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{W,gen,ut}$	57,1	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{W,gen,nren}$	53,2	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{W,gen,tot}$	52,9	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn)	$\eta_{W,q,p,nren}$	5,6	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale)	$\eta_{W,q,p,tot}$	5,4	%
Valore limite	$\eta_{W,q,p,tot,lim}$	56,7	%

Altri impianti presenti

Impianto di raffrescamento

Descrizione sintetica impianto di raffrescamento

Presente in alcuni locali con impianti a gas refrigeranti autonomi

Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

con lampade fluorescenti ed alcune a led

Impianto di trasporto

Descrizione sintetica impianto di trasporto

ascensori

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.

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)	216034	Sm ³	2035626	0	2137407	0	2137407	177148,18	427481
Acqua calda sanitaria (W)	217	Sm ³	2041	0	2143	0	2143	177,58	429
Globale (GI)	216251	Sm³	2037666	0	2139549	0	2139549	177325,76	427910

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)	10286	kWh	10286	-	20058	4834	24892	2571,50	4732
Acqua calda sanitaria (W)	136	kWh	136	-	265	64	329	33,97	62
Raffrescamento (C)	7163	kWh	7163	-	13967	3367	17334	1790,70	3295
Illuminazione (L)	22203	kWh	22203	-	43296	10435	53731	5550,74	10213
Trasporto (T)	4804	kWh	4804	-	9369	2258	11627	1201,10	2210
Globale (GI)	44592	kWh	44592	-	86954	20958	107913	11148,01	20512

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	179719,68
Acqua calda sanitaria (W)	211,55
Raffrescamento (C)	1790,70
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	5550,74
Trasporto (T)	1201,10
Globale (GI)	188473,77

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H_{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η_{em})	89,0
Regolazione (η_{reg})	88,4
Distribuzione di utenza (η_{du})	99,0
Accumulo (η_s)	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	94,3
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,2
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,1
Globale medio stagionale ($\eta_{q,p,nren}$)	69,4
Globale medio stagionale ($\eta_{q,p,tot}$)	69,2
Valore limite (η_{lim})	73,3

Acqua calda sanitaria (W)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Erogazione (η_{er})	100,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6
Accumulo (η_s)	12,4
Ricircolo (η_{ric})	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	57,1
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	53,2
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	52,9
Globale medio stagionale ($\eta_{q,p,nren}$)	5,6
Globale medio stagionale ($\eta_{q,p,tot}$)	5,4
Valore limite (η_{lim})	56,7

Raffrescamento (C)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η_{em})	97,0
Regolazione (η_{reg})	84,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	100,0
Accumulo (η_s)	100,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	280,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	90,8
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	73,1
Globale medio stagionale ($\eta_{q,p,nren}$)	1280,8
Globale medio stagionale ($\eta_{q,p,tot}$)	1032,0
Valore limite (η_{lim})	0,0

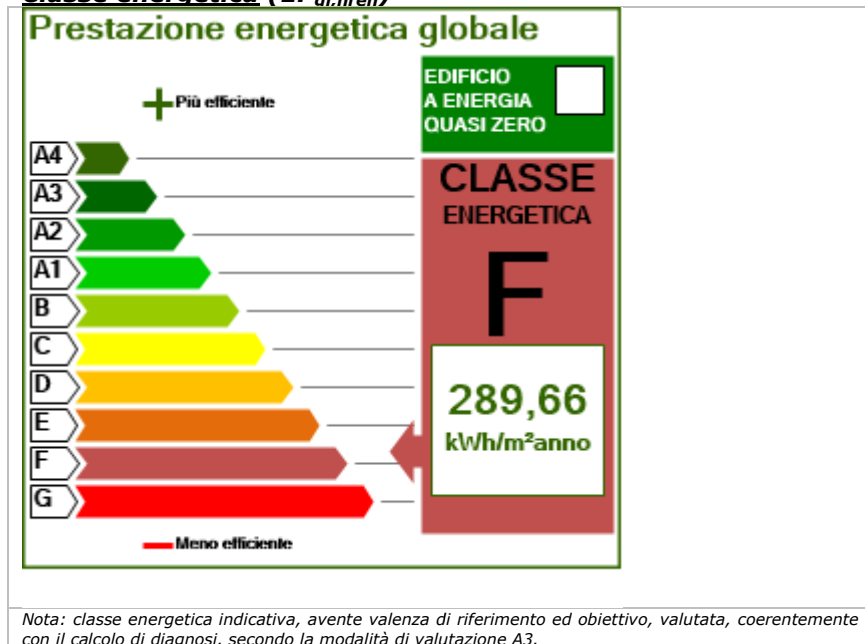
Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q _{nd} [kWh _t]	EP _{nd} [kWh _t /m ²]	EP _{nd,limite} [kWh _t /m ²]
Riscaldamento (H)	1496295	194,66	60,01
Raffrescamento (C)	178890	23,27	25,67

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	Q _{o,nren} [kWh _p]	Q _{o,ren} [kWh _p]	Q _{o,tot} [kWh _p]	EP _{nren} [kWh _p /m ²]	EP _{ren} [kWh _p /m ²]	EP _{tot} [kWh _p /m ²]	EP _{tot,limite} [kWh _p /m ²]
Riscaldamento (H)	2157465	4834	2162299	280,67	0,63	281,30	-
Acqua calda sanitaria (W)	2408	64	2471	0,31	0,01	0,32	-
Raffrescamento (C)	13967	3367	17334	1,82	0,44	2,26	-
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Illuminazione (L)	43296	10435	53731	5,63	1,36	6,99	-
Trasporto (T)	9369	2258	11627	1,22	0,29	1,51	-
Globale	2226504	20958	2247462	289,66	2,73	292,38	91,94

Classe energetica (EP_{al,nren})



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)	0,2	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	2,6	50	-	-
Raffrescamento (C)	19,4	-	-	-
Globale (H + W + C)	0,4	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-	-	-
Illuminazione (L)	19,4	-	-	-
Trasporto (T)	19,4	-	-	-
Globale	0,9	-	-	-

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 limiti via via più stringenti.

Emissioni

Servizio	Emissioni di CO ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	432212,93
Acqua calda sanitaria (W)	491,03
Raffrescamento (C)	3294,88
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	10213,36
Trasporto (T)	2210,03
Globale (GI)	448422,23

Legenda:

- Co Consumo
- Em_{CO2} Emissioni di CO₂
- 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
η _{p, nren}	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
η _{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

5.7. Modellazione edificio/impianto

I consumi derivanti dal riscaldamento di un edificio sono la conseguenza di tre fattori:

- **L'involucro:** l'insieme delle due componenti opache e trasparenti che delimitano il volume riscaldato e raffrescato.
- **Gli impianti:** il sistema di generazione, distribuzione, emissione del vettore energetico (caldo/freddo) che viene utilizzato
- **La conduzione/l'utenza:** il modo in cui gli impianti vengono gestiti ed utilizzati.

Per poter valutare la combinazione dei questi fattori si è utilizzato il software di calcolo EDILCLIMA EC 700 , validato dal CTI con certificazione numero n. 79 (01/07/2016).

Tale strumento di calcolo consente di modificare i profili di utilizzo (ore e periodo di accensione) in base alle rilevazioni e alle considerazioni degli auditor, lo scopo è quello di riportare i consumi stimati dal programma di calcolo con i consumi derivanti dalle bollette del vettore energetico utilizzato nel sistema di generazione, in questo caso gas metano

Il programma produce un indice chiamato Fattore di conformità calcolato come:

$$F = \frac{\text{Consumi Reali}}{\text{Consumi calcolati}}$$

Lo scopo delle elaborazioni è portare questo indice tanto più possibile vicino all'unità. Come accennato nel paragrafo precedente è possibile intervenire variando gli input di gestione degli impianti rispetto agli standard normativi.

All'interno del programma sono stati caricati i consumi imputabili al riscaldamento secondo le elaborazioni svolte in questa diagnosi.

Le immagini a seguire riportano la verifica del consumo globale di calcolo con quello reale dedotto dalle bollette che per validare il modello di calcolo deve rientrare nel ± 5%. Utilizzando il fattore di riparametrizzazione denominato destagionalizzazione che varia a seconda della stagione considerata

Consumi storici

Edificio

Stagioni

1 - anno 2017

2 - anno 2018

3 - anno 2019

Confronto

Interventi Migliorativi

Scenari

1 - sostituzione infissi

Risultati

Analisi economica

Scenari

1 - sostituzione infissi

Risultati

Rapporto finale

anno 2017

stagione media

Consumi annui

Fime energetiche

Gradi giorno

Calcolati

GGcalc

2346

°Cg

Reali

GGreali

6265

°Cg

Fattori di normalizzazione

Riscaldamento

fH,nom

4,400

Ventilazione

fV,nom

1,000

Raffrescamento

fC,nom

1,000

Trasporto

fT,nom

0,100

Acqua calda sanitaria

fW,nom

4,100

Illuminazione

fL,nom

0,130

Grafici

N°	Vettore energetico	Servizi	UM	Riscaldamento			Servizi differenti			Globale		
				CoH,calc	CoH,reale	Δ [%]	CoNHC,calc	CoNHC,reale	Δ [%]	CoGL,calc	CoGL,reale	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm³	216034	223630	-3,4	217	209	3,8	216251	223839	-3,4
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	10286	308677	-96,7	27143	26762	1,4	37429	335439	-88,8

Verifica sul consumo globale di gas metano ed energia elettrica anno 2017

</

Verifica sul consumo globale di gas metano ed energia elettrica anno 2018

Dati generali

Consumi storici

Edificio

Stagioni

1 - anno 2017

2 - anno 2018

3 - anno 2019

Confronto

Interventi Migliorativi

Scenari

1 - sostituzione infissi

Risultati

Analisi economica

Scenari

1 - sostituzione infissi

Risultati

Rapporto finale

Stagione di calcolo

anno 2019

stagione media

Consumi annui

Fime energetiche

Gradi giorno

Calcolati

GGcalc

2346

°Cg

Reali

GGreali

6265

°Cg

Fattori di normalizzazione

Riscaldamento

fH,nom

4,000

Ventilazione

fV,nom

1,000

Raffrescamento

fC,nom

1,000

Trasporto

fT,nom

0,100

Acqua calda sanitaria

fW,nom

4,000

Illuminazione

fL,nom

0,150

Grafici

N°	Vettore energetico	Servizi	UM	Riscaldamento			Servizi differenti			Globale		
				CoH,calc	CoH,reale	Δ [%]	CoNHC,calc	CoNHC,reale	Δ [%]	CoGL,calc	CoGL,reale	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm³	216034	225678	-4.3	217	226	-4.0	216251	225904	-4.3
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	10286	264722	-96.1	27143	28016	-3.1	37429	292738	-87.2

Verifica sul consumo globale di gas metano ed energia elettrica anno 2019

Come dato di consumo di convalida sono stati utilizzati i dati storici forniti dal committente. Il confronto, effettuato, su base annua ed attraverso la firma energetica, ha condotto, in merito agli impianti centralizzati, al seguente esito.

RISCALDAMENTO, ACQUA CALDA SANITARIA, ENERGIA ELETTRICA

ANNO 2017

Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2346 °Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	6265 °Cg

Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	$f_{H,norm}$	4,400	-
Acqua calda sanitaria	$f_{W,norm}$	4,100	-
Trasporto	$f_{T,norm}$	0,100	-
Illuminazione	$f_{L,norm}$	0,130	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	$Co_{H,calc}$	$Co_{H,reale}$	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm^3	216034	223630	-3,4
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	10286	308677	-96,7

Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	$Co_{NHC,calc}$	$Co_{NHC,reale}$	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm^3	217	209	3,8
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	27143	26762	1,4

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	$Co_{gl,calc}$	$Co_{gl,reale}$	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm^3	216251	223839	-3,4
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	37429	335439	-88,8

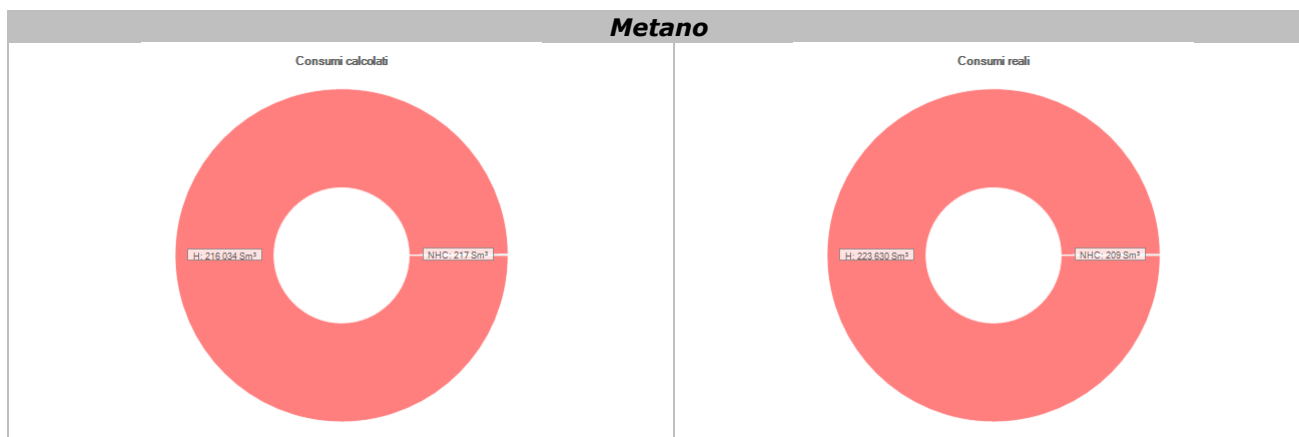
Legenda dei simboli:

Co_{calc} Consumo calcolato
 Co_{reale} Consumo reale
 Δ Scostamento

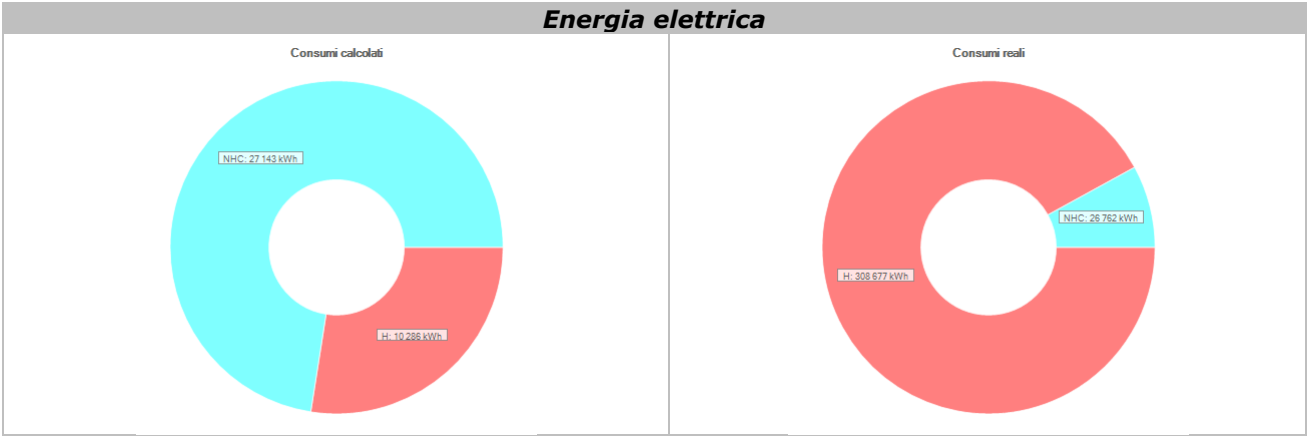
Legenda dei servizi:

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

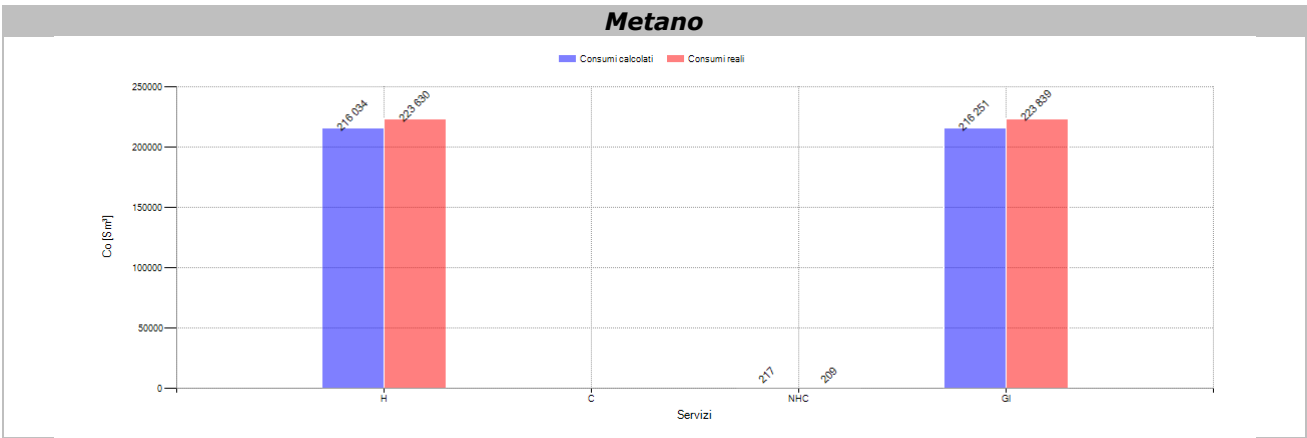


Energia elettrica

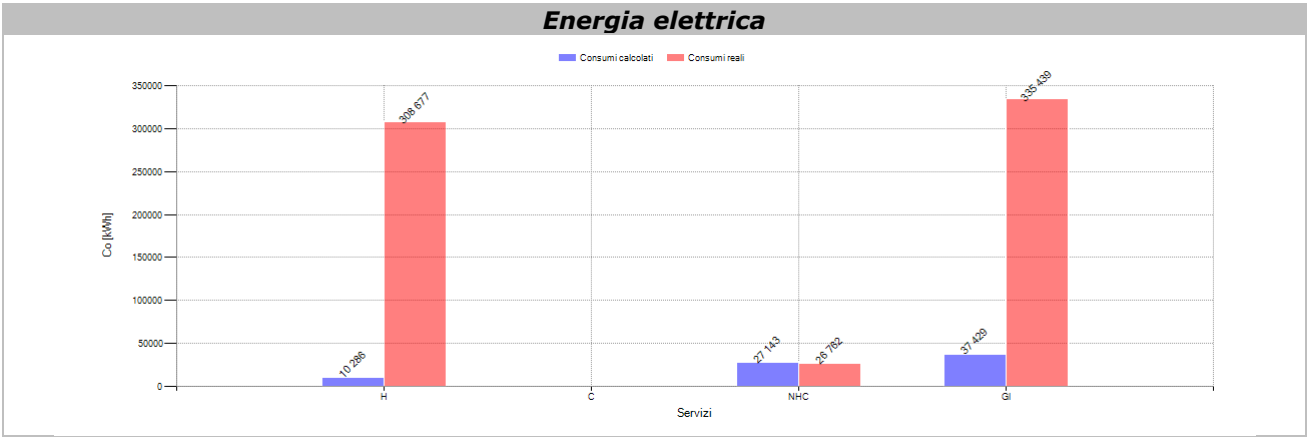


Confronto

Metano

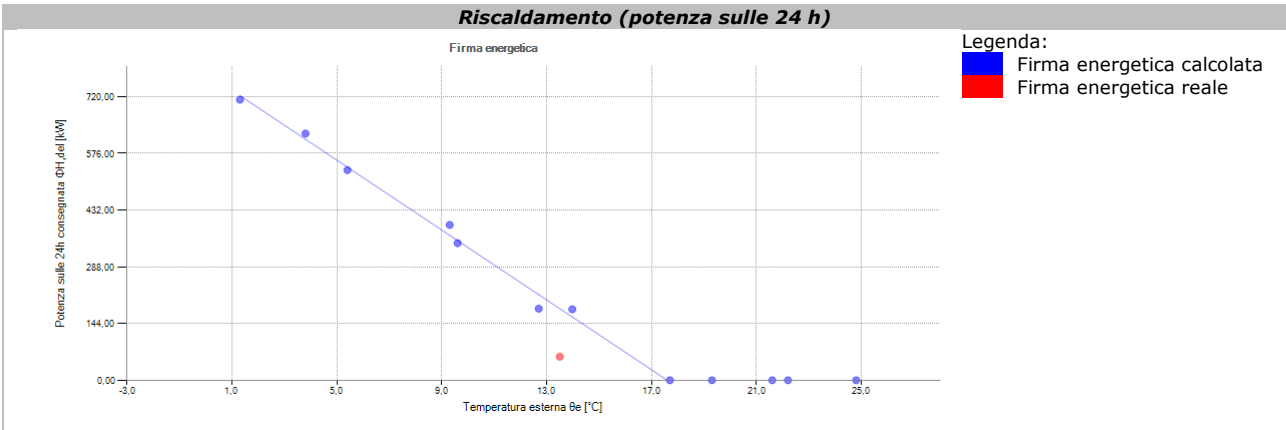


Energia elettrica



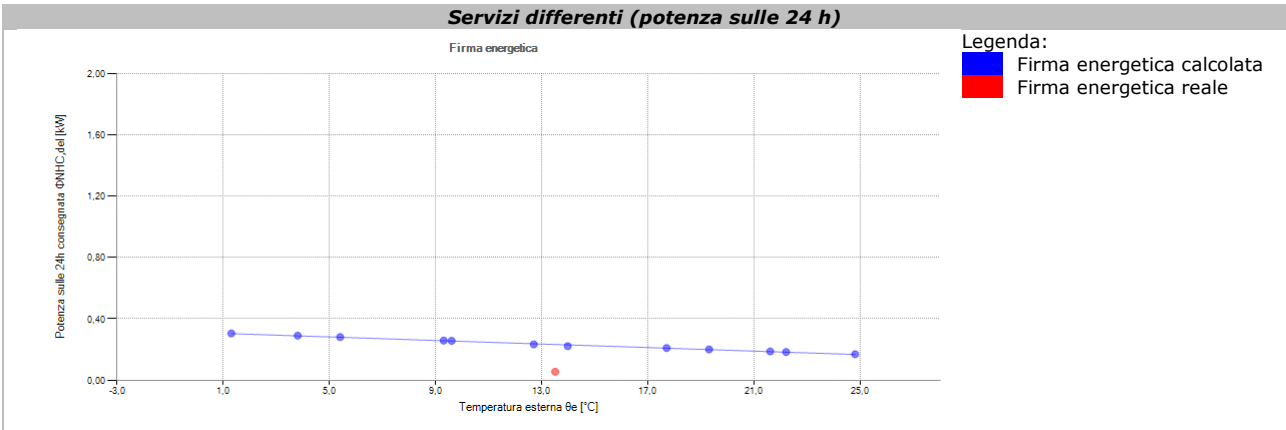
Firme energetiche

Contatore	1	Unità di misura	Sm ³
Vettore energetico	Metano	Servizi	Hidr, W



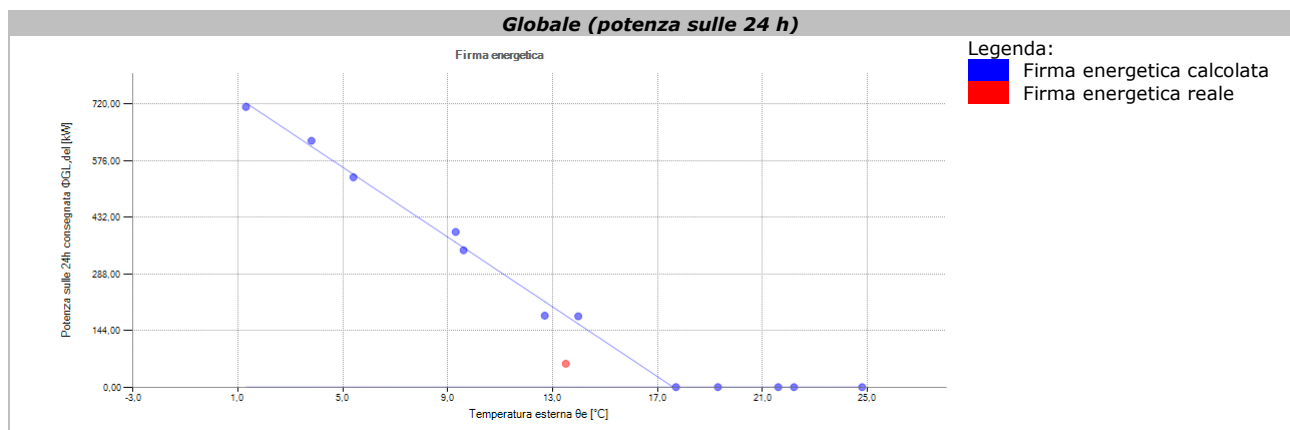
Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	-	1,3	580	56227	529810	712,11
febbraio	H	28	28	-	5,4	409	38041	358445	533,40
marzo	H	31	31	-	9,6	322	27462	258767	347,81
aprile	H	30	15	-	12,7	110	6941	65400	181,67
maggio	NH	31	0	-	17,7	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	22,2	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,8	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,6	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	19,3	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	14,0	102	7794	73445	180,01
novembre	H	30	30	-	9,3	321	30129	283901	394,31
dicembre	H	31	31	-	3,8	502	49440	465858	626,15
TOTALE		365	183	-	-	2346	216034	2035626	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2017	H	365	335	-	13,5	6265	50825	478909	59,57
TOTALE		365	335	-	-	6265	50825	478909	-



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [Sm ³]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	-	-	1,3	-	24	227	0,31
febbraio	H	28	-	-	5,4	-	20	189	0,28
marzo	H	31	-	-	9,6	-	20	191	0,26
aprile	H	30	-	-	12,7	-	18	168	0,23
maggio	NH	31	-	-	17,7	-	17	156	0,21
giugno	NH	30	-	-	22,2	-	14	133	0,18
luglio	NH	31	-	-	24,8	-	13	126	0,17
agosto	NH	31	-	-	21,6	-	15	140	0,19
settembre	NH	30	-	-	19,3	-	15	144	0,20
ottobre	H	31	-	-	14,0	-	18	165	0,22
novembre	H	30	-	-	9,3	-	20	186	0,26
dicembre	H	31	-	-	3,8	-	23	216	0,29
TOTALE		365	-	-	-	-	217	2041	-

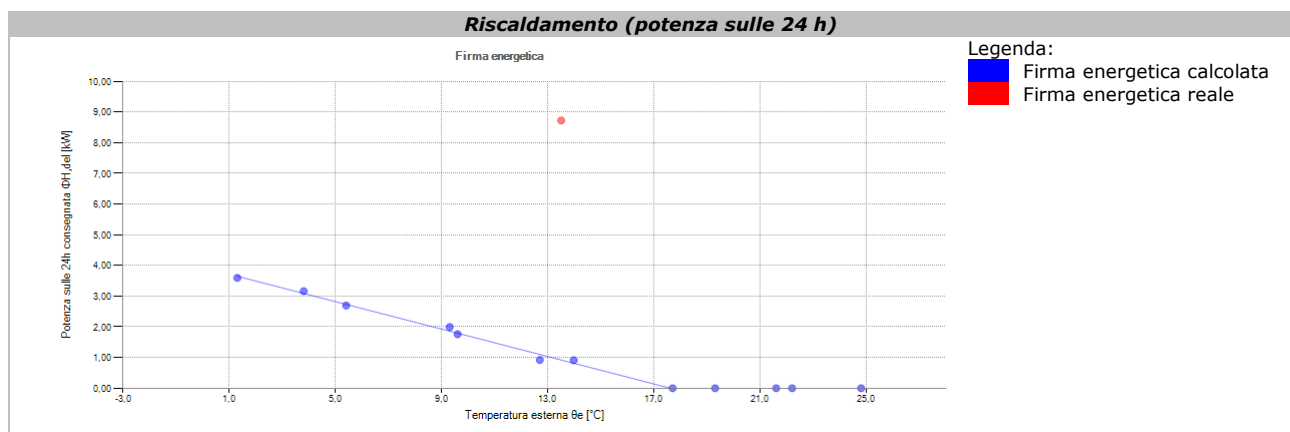
Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [Sm³]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2017	H	365	-	-	13,5	-	51	480	0,05
TOTALE		365	-	-	-	-	51	480	-



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	0	1,3	580	56251	530037	712,42
febbraio	H	28	28	0	5,4	409	38061	358634	533,68
marzo	H	31	31	16	9,6	322	27482	258958	348,06
aprile	H	30	15	30	12,7	110	6959	65568	181,90
maggio	NH	31	0	31	17,7	0	17	156	0,21
giugno	NH	30	0	30	22,2	0	14	133	0,18
luglio	NH	31	0	31	24,8	0	13	126	0,17
agosto	NH	31	0	31	21,6	0	15	140	0,19
settembre	NH	30	0	30	19,3	0	15	144	0,20
ottobre	H	31	17	30	14,0	102	7812	73610	180,23
novembre	H	30	30	0	9,3	321	30149	284087	394,56
dicembre	H	31	31	0	3,8	502	49463	466074	626,44
TOTALE		365	183	229	-	2346	216251	2037666	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2017	H	365	335	229	13,5	6265	50876	479389	59,62
TOTALE		365	335	229	-	6265	50876	479389	-

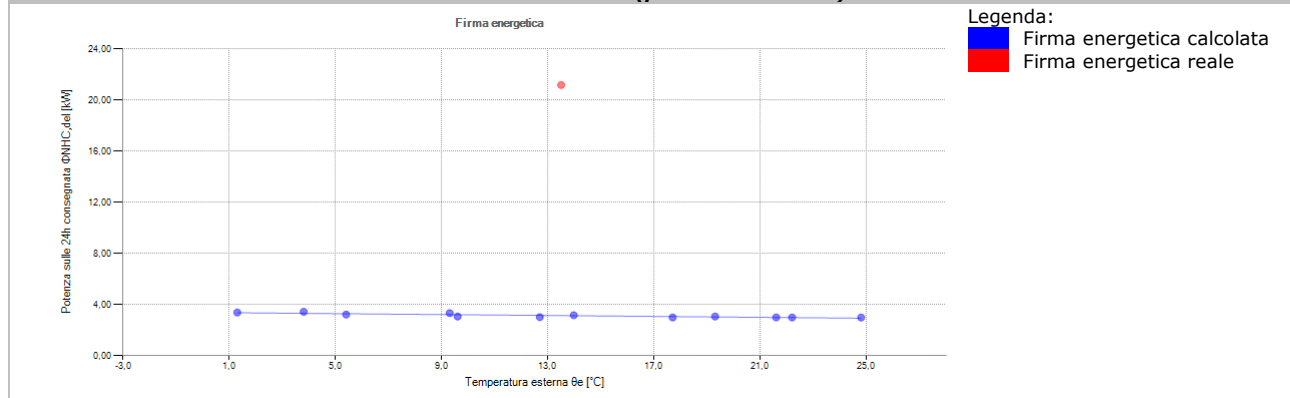
Contatore	2	Unità di misura	kWh
Vettore energetico	Energia elettrica	Servizi	Hidr, W, L, T



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	-	1,3	580	2675	2675	3,60
febbraio	H	28	28	-	5,4	409	1811	1811	2,70
marzo	H	31	31	-	9,6	322	1309	1309	1,76
aprile	H	30	15	-	12,7	110	331	331	0,92
maggio	NH	31	0	-	17,7	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	22,2	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,8	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,6	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	19,3	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	14,0	102	372	372	0,91
novembre	H	30	30	-	9,3	321	1435	1435	1,99
dicembre	H	31	31	-	3,8	502	2353	2353	3,16
TOTALE		365	183	-	-	2346	10286	10286	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2017	H	365	335	-	13,5	6265	70154	70154	8,73
TOTALE		365	335	-	-	6265	70154	70154	-

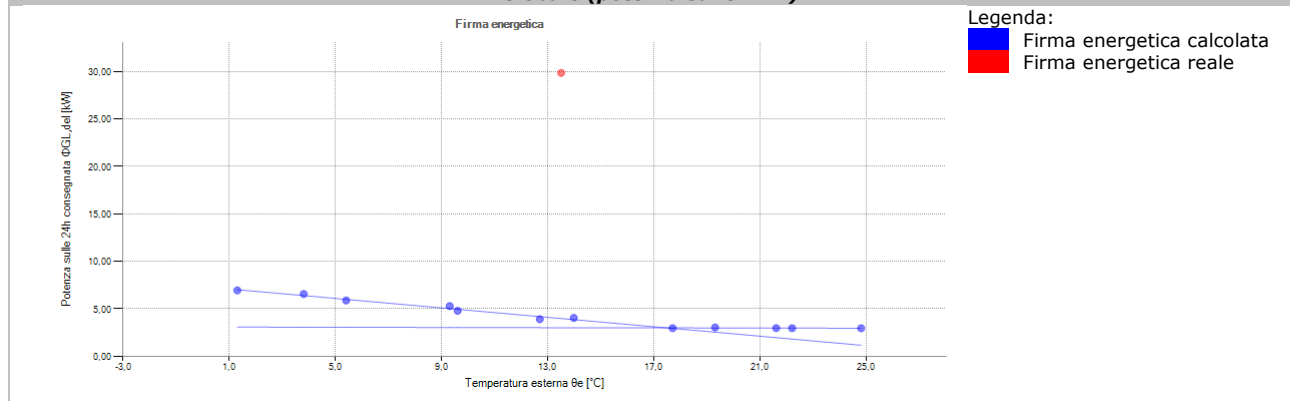
Servizi differenti (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	-	-	1,3	-	2486	2486	3,34
febbraio	H	28	-	-	5,4	-	2135	2135	3,18
marzo	H	31	-	-	9,6	-	2253	2253	3,03
aprile	H	30	-	-	12,7	-	2146	2146	2,98
maggio	NH	31	-	-	17,7	-	2198	2198	2,95
giugno	NH	30	-	-	22,2	-	2127	2127	2,95
luglio	NH	31	-	-	24,8	-	2195	2195	2,95
agosto	NH	31	-	-	21,6	-	2202	2202	2,96
settembre	NH	30	-	-	19,3	-	2180	2180	3,03
ottobre	H	31	-	-	14,0	-	2327	2327	3,13
novembre	H	30	-	-	9,3	-	2372	2372	3,29
dicembre	H	31	-	-	3,8	-	2524	2524	3,39
TOTALE		365	-	-	-	-	27143	27143	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2017	H	365	-	-	13,5	-	185125	185125	21,13
TOTALE		365	-	-	-	-	185125	185125	-

Globale (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [kWh]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	0	1,3	580	5161	5161	6,94
febbraio	H	28	28	0	5,4	409	3946	3946	5,87
marzo	H	31	31	16	9,6	322	3562	3562	4,79
aprile	H	30	15	30	12,7	110	2477	2477	3,90
maggio	NH	31	0	31	17,7	0	2198	2198	2,95
giugno	NH	30	0	30	22,2	0	2127	2127	2,95
luglio	NH	31	0	31	24,8	0	2195	2195	2,95
agosto	NH	31	0	31	21,6	0	2202	2202	2,96
settembre	NH	30	0	30	19,3	0	2180	2180	3,03
ottobre	H	31	17	30	14,0	102	2699	2699	4,04
novembre	H	30	30	0	9,3	321	3807	3807	5,29
dicembre	H	31	31	0	3,8	502	4877	4877	6,56
TOTALE		365	183	229	-	2346	37429	37429	-

Periodo	Codice Periodo	Firma energetica reale							
		g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _q [kWh]	Q _{q,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{q,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2017	H	365	335	229	13,5	6265	255279	255279	29,86
TOTALE		365	335	229	-	6265	255279	255279	-

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

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

RISCALDAMENTO, ACQUA CALDA SANITARIA, ENERGIA ELETTRICA

ANNO 2018

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2346	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	6265	°Cg

Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f _{H,norm}	3,800	-
Acqua calda sanitaria	f _{W,norm}	3,800	-
Trasporto	f _{T,norm}	0,100	-
Illuminazione	f _{L,norm}	0,120	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{H,calc}	Co _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	216034	222730	-3,0
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	10286	277259	-96,3

Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{NHC,calc}	Co _{NHC,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	217	223	-2,7
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	27143	25970	4,5

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{ql,calc}	Co _{ql,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	216251	222954	-3,0
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	37429	303229	-87,7

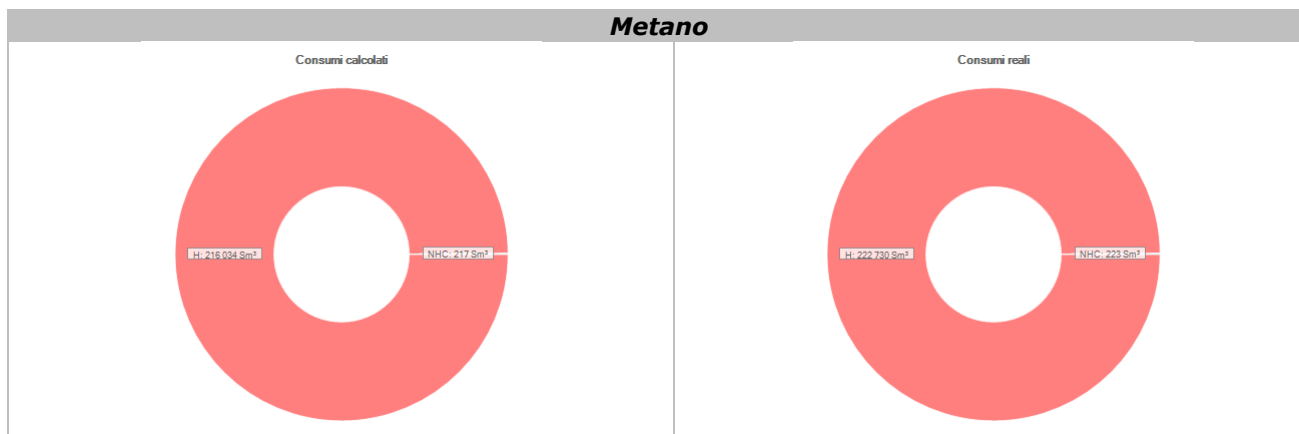
Legenda dei simboli:

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

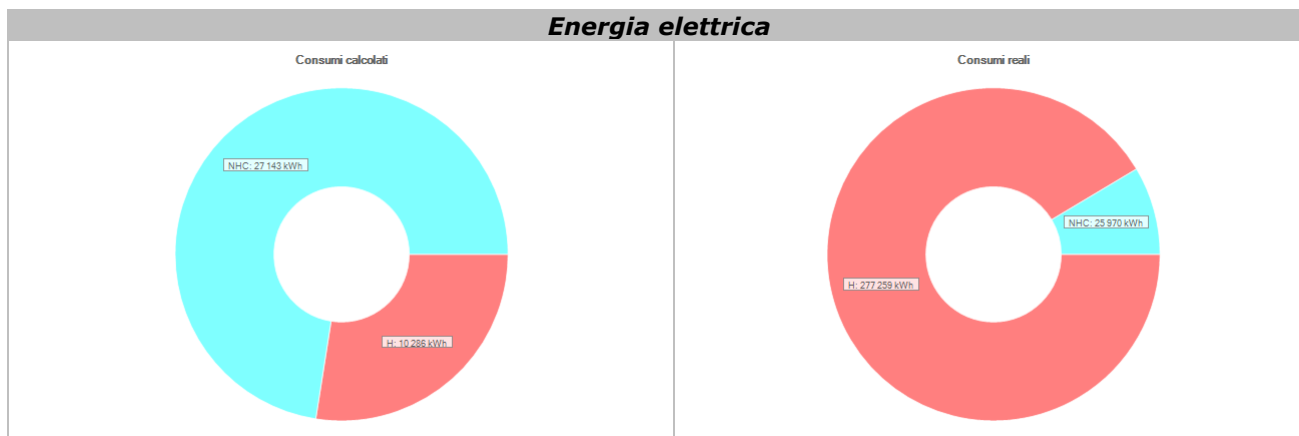
Legenda dei servizi:

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

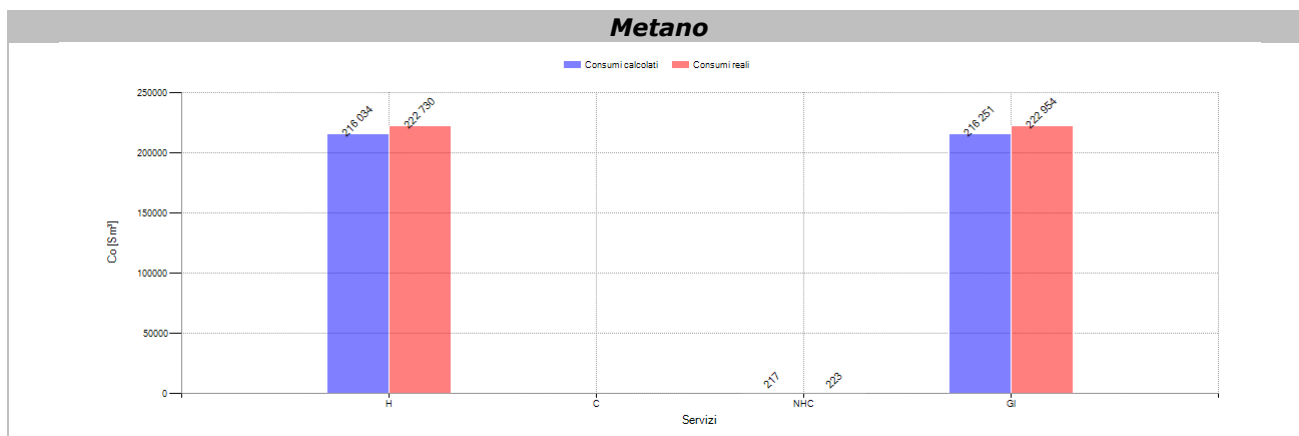


Energia elettrica

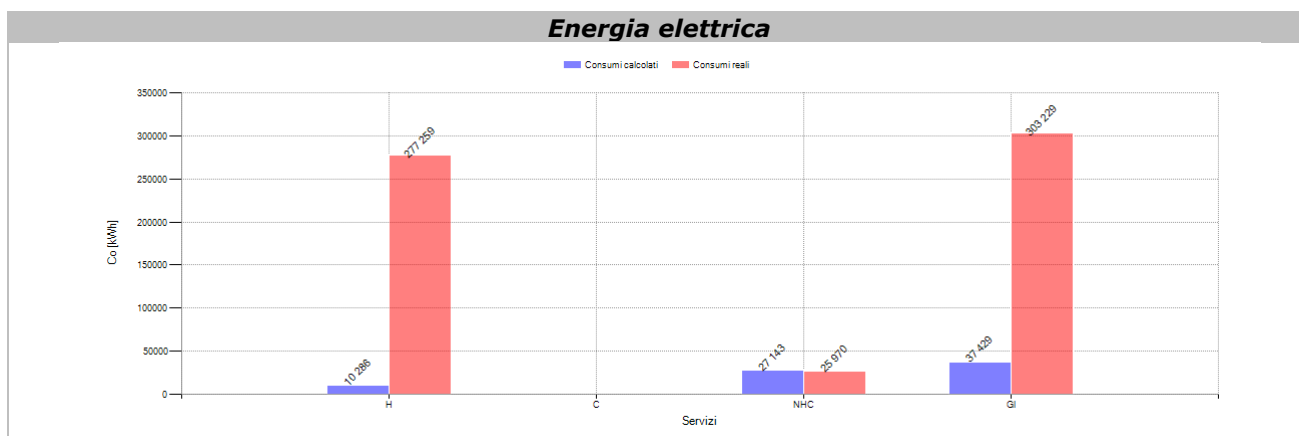


Confronto

Metano



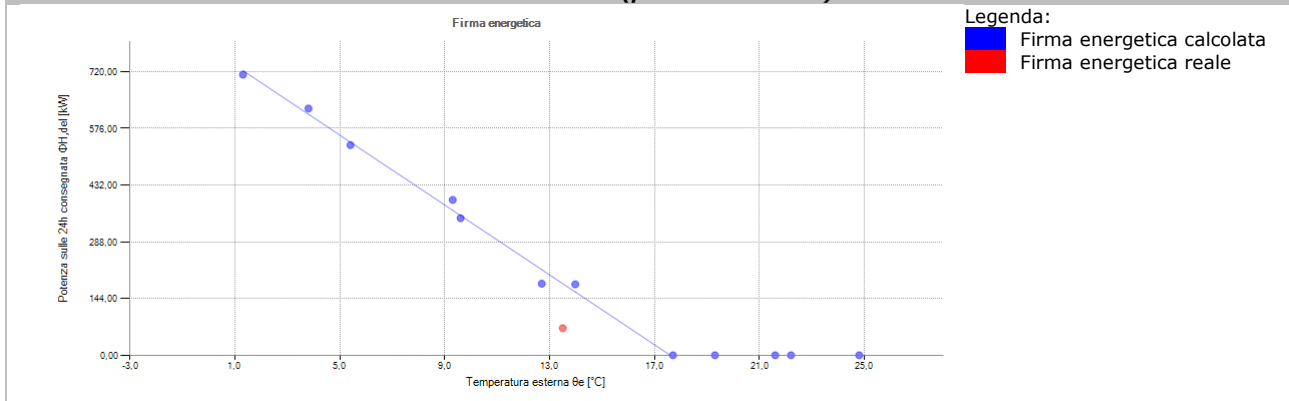
Energia elettrica



Firme energetiche

Contatore	1	Unità di misura	Sm ³
Vettore energetico	Metano	Servizi	Hidr, W

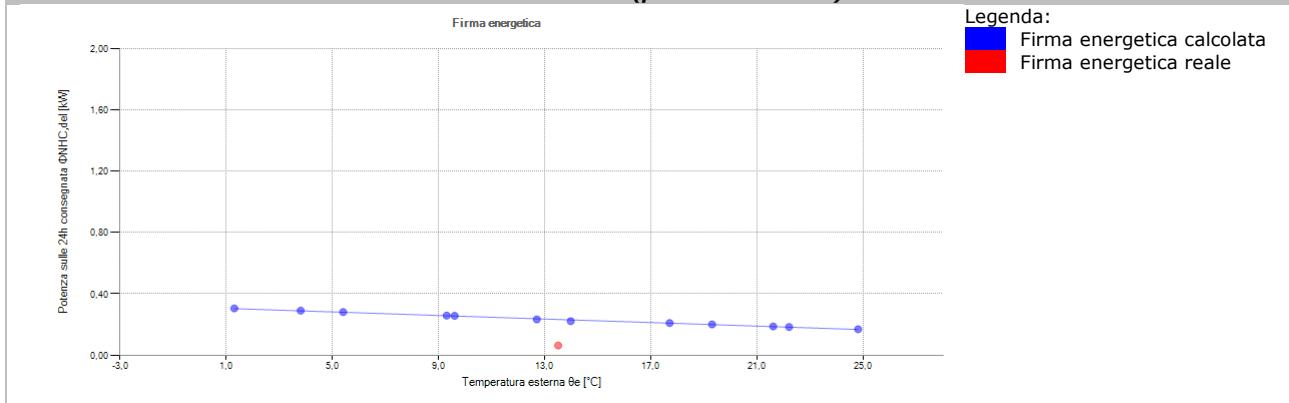
Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



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/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	-	1,3	580	56227	529810	712,11
febbraio	H	28	28	-	5,4	409	38041	358445	533,40
marzo	H	31	31	-	9,6	322	27462	258767	347,81
aprile	H	30	15	-	12,7	110	6941	65400	181,67
maggio	NH	31	0	-	17,7	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	22,2	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,8	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,6	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	19,3	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	14,0	102	7794	73445	180,01
novembre	H	30	30	-	9,3	321	30129	283901	394,31
dicembre	H	31	31	-	3,8	502	49440	465858	626,15
TOTALE		365	183	-	-	2346	216034	2035626	-

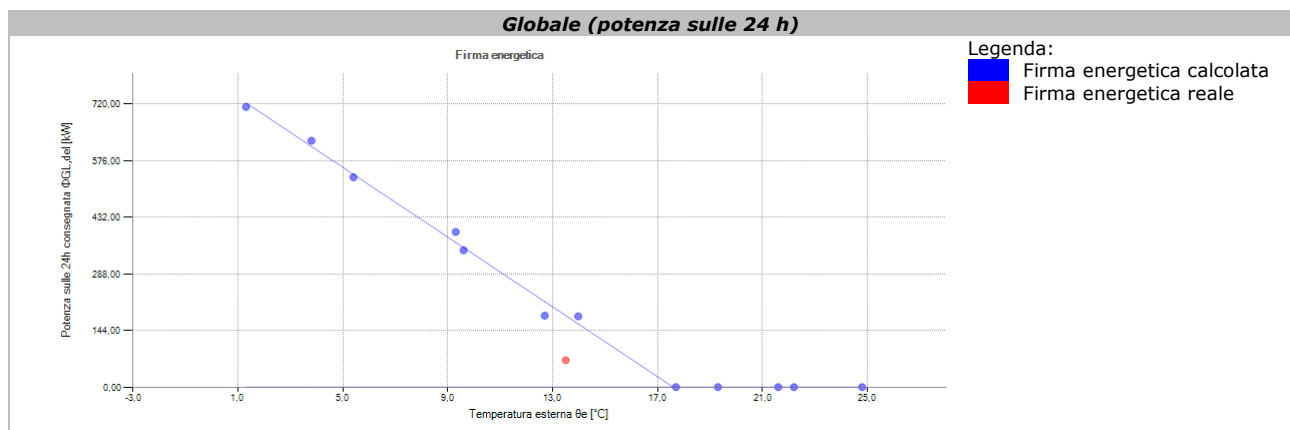
Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2018	H	365	335	-	13,5	6265	58613	552295	68,69
TOTALE		365	335	-	-	6265	58613	552295	-

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [Sm ³]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	-	-	1,3	-	24	227	0,31
febbraio	H	28	-	-	5,4	-	20	189	0,28
marzo	H	31	-	-	9,6	-	20	191	0,26
aprile	H	30	-	-	12,7	-	18	168	0,23
maggio	NH	31	-	-	17,7	-	17	156	0,21
giugno	NH	30	-	-	22,2	-	14	133	0,18
luglio	NH	31	-	-	24,8	-	13	126	0,17
agosto	NH	31	-	-	21,6	-	15	140	0,19
settembre	NH	30	-	-	19,3	-	15	144	0,20
ottobre	H	31	-	-	14,0	-	18	165	0,22
novembre	H	30	-	-	9,3	-	20	186	0,26
dicembre	H	31	-	-	3,8	-	23	216	0,29
TOTALE		365	-	-	-	-	217	2041	-

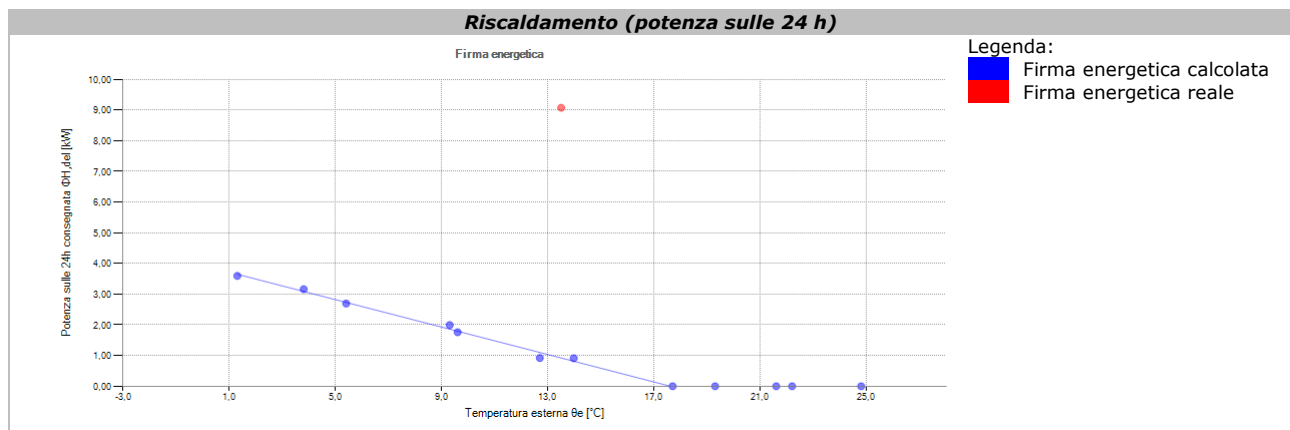
Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [Sm ³]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2018	H	365	-	-	13,5	-	59	554	0,06
TOTALE		365	-	-	-	-	59	554	-



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	0	1,3	580	56251	530037	712,42
febbraio	H	28	28	0	5,4	409	38061	358634	533,68
marzo	H	31	31	16	9,6	322	27482	258958	348,06
aprile	H	30	15	30	12,7	110	6959	65568	181,90
maggio	NH	31	0	31	17,7	0	17	156	0,21
giugno	NH	30	0	30	22,2	0	14	133	0,18
luglio	NH	31	0	31	24,8	0	13	126	0,17
agosto	NH	31	0	31	21,6	0	15	140	0,19
settembre	NH	30	0	30	19,3	0	15	144	0,20
ottobre	H	31	17	30	14,0	102	7812	73610	180,23
novembre	H	30	30	0	9,3	321	30149	284087	394,56
dicembre	H	31	31	0	3,8	502	49463	466074	626,44
TOTALE		365	183	229	-	2346	216251	2037666	-

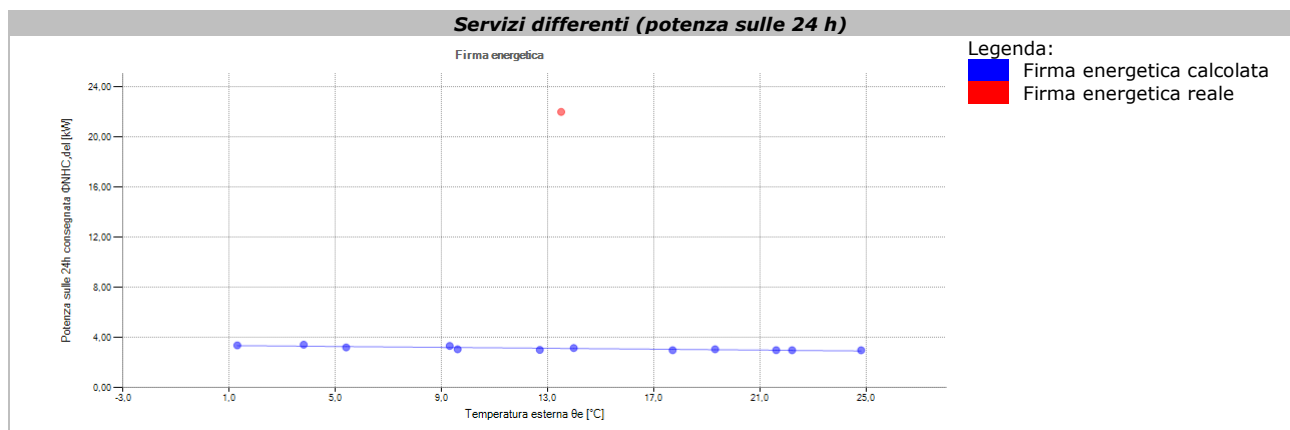
Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{gl} [Sm ³]	Q _{gl,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{gl,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2018	H	365	335	229	13,5	6265	58672	552848	68,76
TOTALE		365	335	229	-	6265	58672	552848	-

Contatore	2	Unità di misura	kWh
Vettore energetico	Energia elettrica	Servizi	Hidr, W, L, T



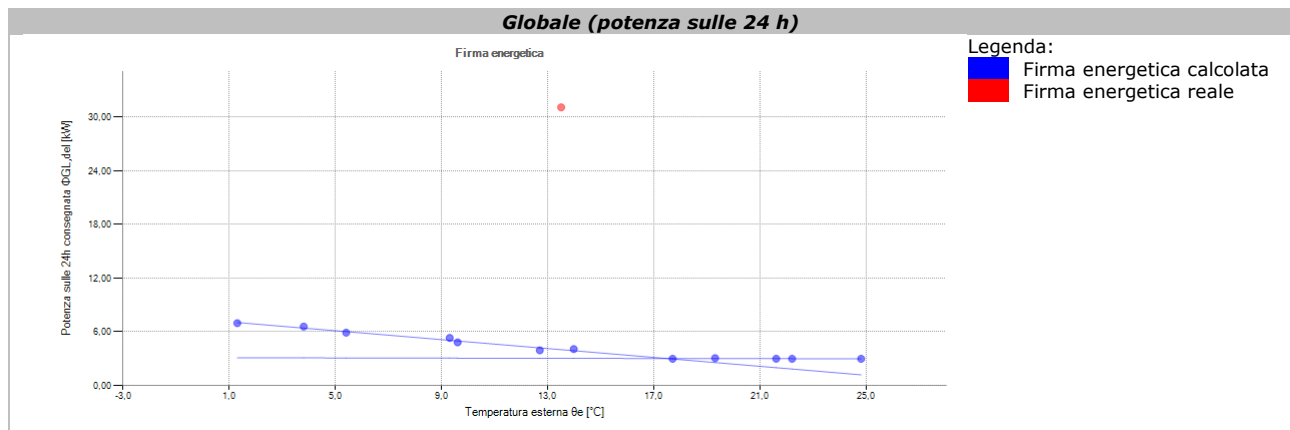
Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	-	1,3	580	2675	2675	3,60
febbraio	H	28	28	-	5,4	409	1811	1811	2,70
marzo	H	31	31	-	9,6	322	1309	1309	1,76
aprile	H	30	15	-	12,7	110	331	331	0,92
maggio	NH	31	0	-	17,7	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	22,2	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,8	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,6	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	19,3	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	14,0	102	372	372	0,91
novembre	H	30	30	-	9,3	321	1435	1435	1,99
dicembre	H	31	31	-	3,8	502	2353	2353	3,16
TOTALE		365	183	-	-	2346	10286	10286	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2018	H	365	335	-	13,5	6265	72963	72963	9,07
TOTALE		365	335	-	-	6265	72963	72963	-



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	-	-	1,3	-	2486	2486	3,34
febbraio	H	28	-	-	5,4	-	2135	2135	3,18
marzo	H	31	-	-	9,6	-	2253	2253	3,03
aprile	H	30	-	-	12,7	-	2146	2146	2,98
maggio	NH	31	-	-	17,7	-	2198	2198	2,95
giugno	NH	30	-	-	22,2	-	2127	2127	2,95
luglio	NH	31	-	-	24,8	-	2195	2195	2,95
agosto	NH	31	-	-	21,6	-	2202	2202	2,96
settembre	NH	30	-	-	19,3	-	2180	2180	3,03
ottobre	H	31	-	-	14,0	-	2327	2327	3,13
novembre	H	30	-	-	9,3	-	2372	2372	3,29
dicembre	H	31	-	-	3,8	-	2524	2524	3,39
TOTALE		365	-	-	-	-	27143	27143	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2018	H	365	-	-	13,5	-	192538	192538	21,98
TOTALE		365	-	-	-	-	192538	192538	-



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{ql} [kWh]	Q _{ql,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{ql,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	0	1,3	580	5161	5161	6,94
febbraio	H	28	28	0	5,4	409	3946	3946	5,87
marzo	H	31	31	16	9,6	322	3562	3562	4,79
aprile	H	30	15	30	12,7	110	2477	2477	3,90
maggio	NH	31	0	31	17,7	0	2198	2198	2,95
giugno	NH	30	0	30	22,2	0	2127	2127	2,95
luglio	NH	31	0	31	24,8	0	2195	2195	2,95
agosto	NH	31	0	31	21,6	0	2202	2202	2,96
settembre	NH	30	0	30	19,3	0	2180	2180	3,03
ottobre	H	31	17	30	14,0	102	2699	2699	4,04
novembre	H	30	30	0	9,3	321	3807	3807	5,29
dicembre	H	31	31	0	3,8	502	4877	4877	6,56
TOTALE		365	183	229	-	2346	37429	37429	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{ql} [kWh]	Q _{ql,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{ql,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2018	H	365	335	229	13,5	6265	265501	265501	31,05

TOTALE	365	335	229	-	6265	265501	265501	-
--------	-----	-----	-----	---	------	--------	--------	---

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

RISCALDAMENTO, ACQUA CALDA SANITARIA, ENERGIA ELETTRICA

ANNO 2019

Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2346	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	6265	°Cg

Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f _{H,norm}	4,000	-
Acqua calda sanitaria	f _{W,norm}	4,000	-
Trasporto	f _{T,norm}	0,100	-
Illuminazione	f _{L,norm}	0,150	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{H,calc}	Co _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	216034	225678	-4,3
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	10286	264722	-96,1

Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{NHC,calc}	Co _{NHC,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	217	226	-4,0
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	27143	28016	-3,1

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{gl,calc}	Co _{gl,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	216251	225904	-4,3
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	37429	292738	-87,2

Legenda dei simboli:

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

Legenda dei servizi:

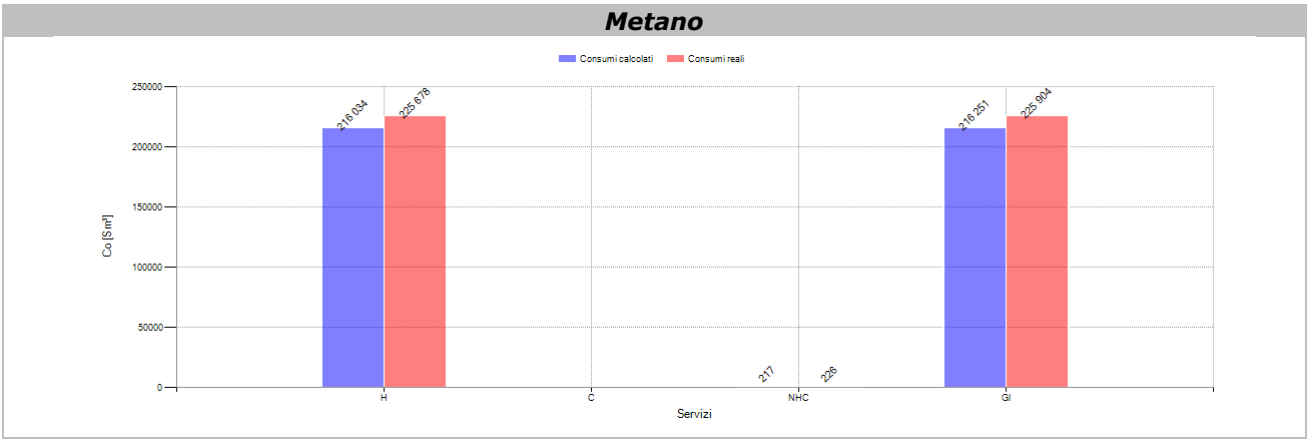
H _{idr}	Riscaldamento idronico
H _{aer}	Riscaldamento aeraulico (trattamenti aria)
W	Acqua calda sanitaria
C	Raffrescamento

- V Ventilazione
- L Illuminazione
- T Trasporto
- NHC Servizi differenti dal riscaldamento o raffrescamento

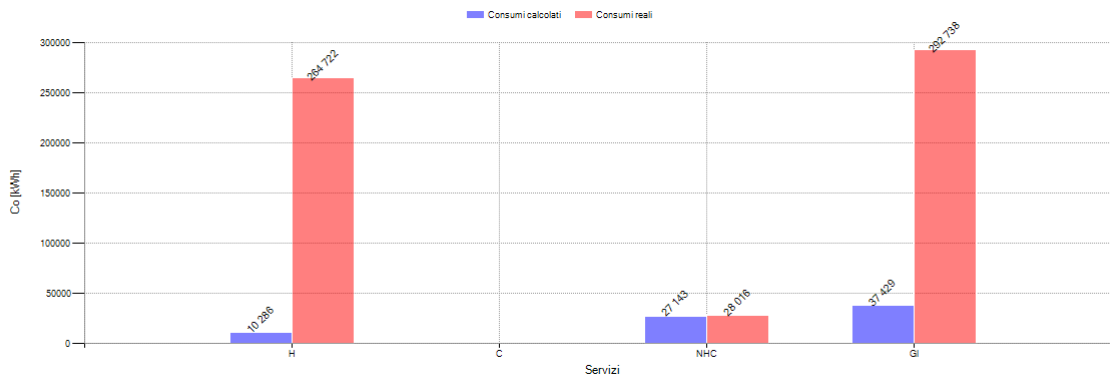
Suddivisione per servizio



Confronto



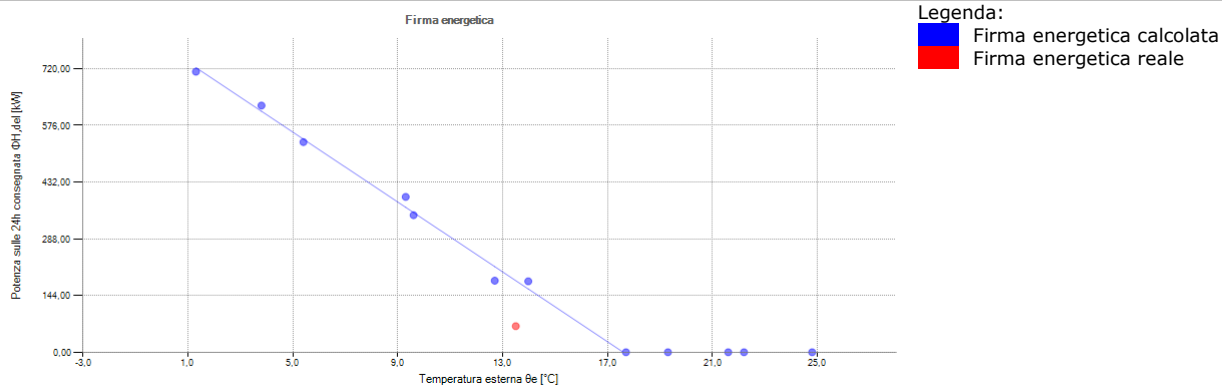
Energia elettrica



Firme energetiche

Contatore	1	Unità di misura	Sm ³
Vettore energetico	Metano	Servizi	Hidr, W

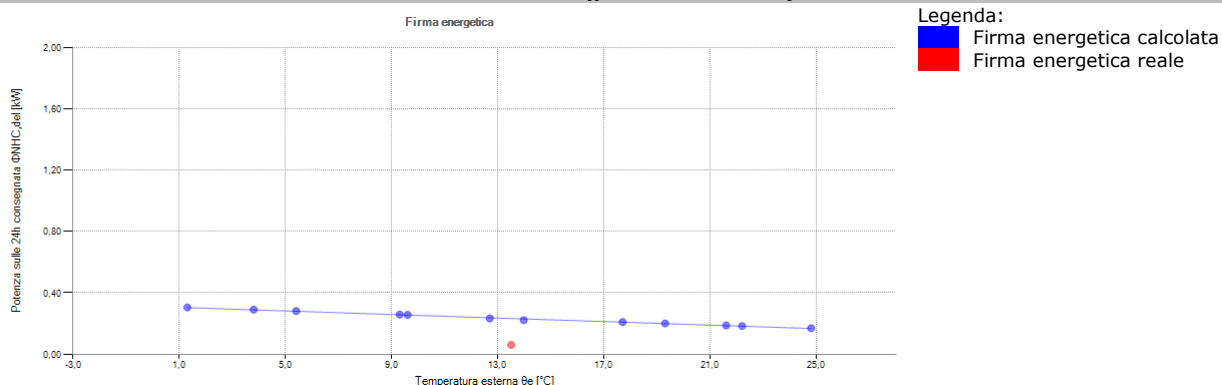
Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



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/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	-	1,3	580	56227	529810	712,11
febbraio	H	28	28	-	5,4	409	38041	358445	533,40
marzo	H	31	31	-	9,6	322	27462	258767	347,81
aprile	H	30	15	-	12,7	110	6941	65400	181,67
maggio	NH	31	0	-	17,7	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	22,2	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,8	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,6	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	19,3	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	14,0	102	7794	73445	180,01
novembre	H	30	30	-	9,3	321	30129	283901	394,31
dicembre	H	31	31	-	3,8	502	49440	465858	626,15
TOTALE		365	183	-	-	2346	216034	2035626	-

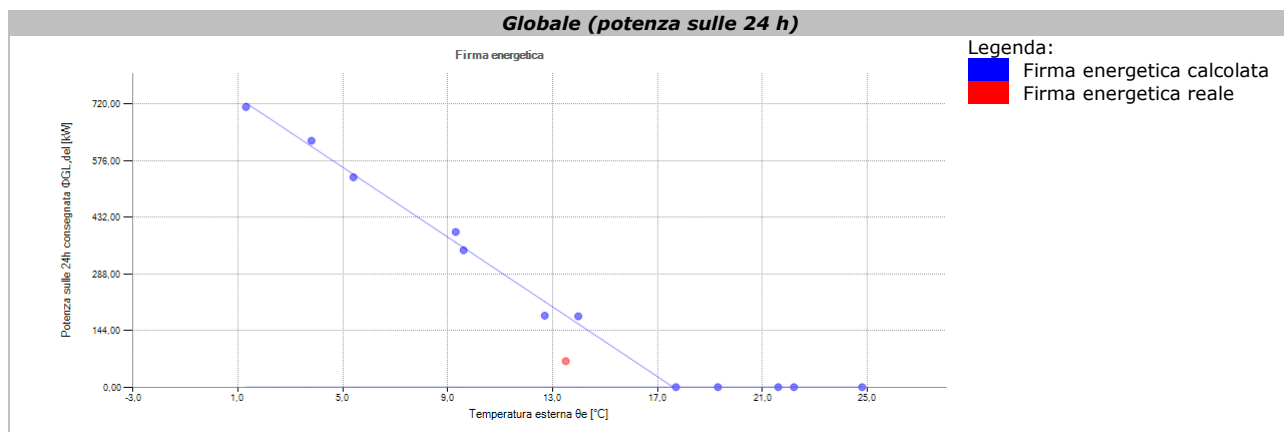
Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θe [°C]	GG [°Cg]	Co _H [Sm ³]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2019	H	365	335	-	13,5	6265	56419	531623	66,12
TOTALE		365	335	-	-	6265	56419	531623	-

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata										
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [Sm ³]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]	
gennaio	H	31	-	-	1,3	-	24	227	0,31	
febbraio	H	28	-	-	5,4	-	20	189	0,28	
marzo	H	31	-	-	9,6	-	20	191	0,26	
aprile	H	30	-	-	12,7	-	18	168	0,23	
maggio	NH	31	-	-	17,7	-	17	156	0,21	
giugno	NH	30	-	-	22,2	-	14	133	0,18	
luglio	NH	31	-	-	24,8	-	13	126	0,17	
agosto	NH	31	-	-	21,6	-	15	140	0,19	
settembre	NH	30	-	-	19,3	-	15	144	0,20	
ottobre	H	31	-	-	14,0	-	18	165	0,22	
novembre	H	30	-	-	9,3	-	20	186	0,26	
dicembre	H	31	-	-	3,8	-	23	216	0,29	
TOTALE		365	-	-	-	-	217	2041	-	

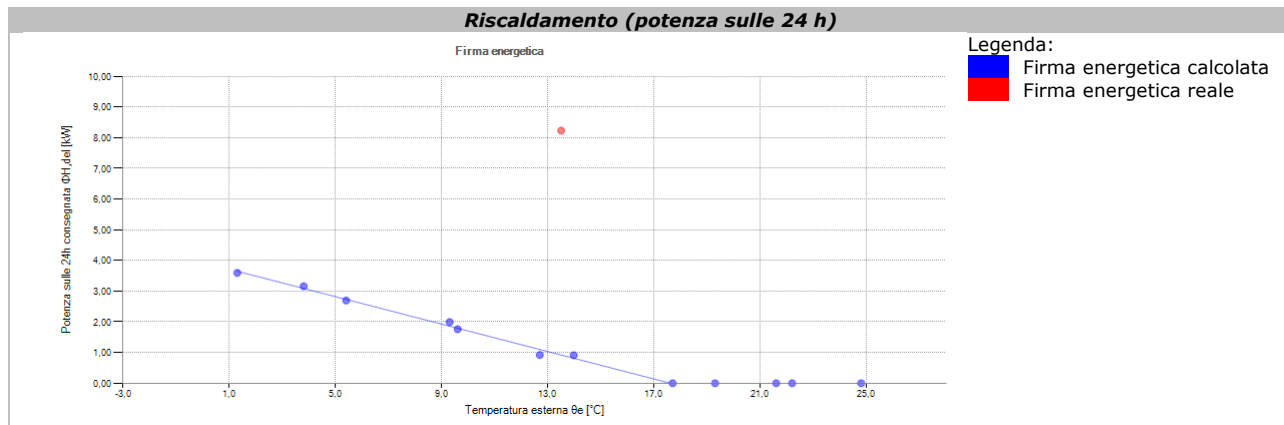
Firma energetica reale										
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [Sm ³]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]	
1 - anno 2019	H	365	-	-	13,5	-	57	533	0,06	
TOTALE		365	-	-	-	-	57	533	-	



Firma energetica calcolata										
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{el} [Sm ³]	Q _{al,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{al,del} [kW _{t/el}]	
gennaio	H	31	31	0	1,3	580	56251	530037	712,42	
febbraio	H	28	28	0	5,4	409	38061	358634	533,68	
marzo	H	31	31	16	9,6	322	27482	258958	348,06	
aprile	H	30	15	30	12,7	110	6959	65568	181,90	
maggio	NH	31	0	31	17,7	0	17	156	0,21	
giugno	NH	30	0	30	22,2	0	14	133	0,18	
luglio	NH	31	0	31	24,8	0	13	126	0,17	
agosto	NH	31	0	31	21,6	0	15	140	0,19	
settembre	NH	30	0	30	19,3	0	15	144	0,20	
ottobre	H	31	17	30	14,0	102	7812	73610	180,23	
novembre	H	30	30	0	9,3	321	30149	284087	394,56	
dicembre	H	31	31	0	3,8	502	49463	466074	626,44	
TOTALE		365	183	229	-	2346	216251	2037666	-	

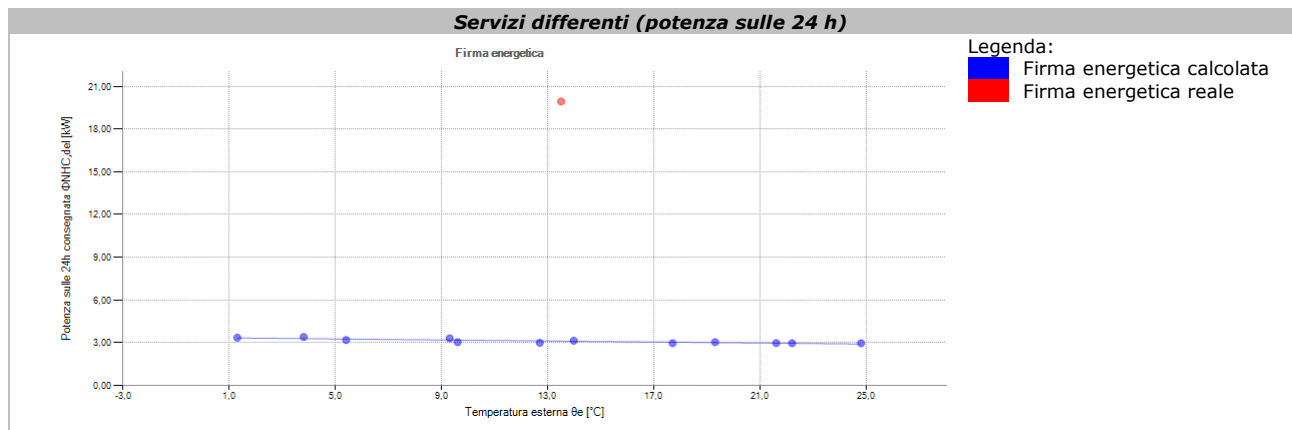
Firma energetica reale										
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{el} [Sm ³]	Q _{al,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{al,del} [kW _{t/el}]	
1 - anno 2019	H	365	335	229	13,5	6265	56476	532156	66,18	
TOTALE		365	335	229	-	6265	56476	532156	-	

Contatore	2	Unità di misura	kWh
Vettore energetico	Energia elettrica	Servizi	Hidr, W, L, T



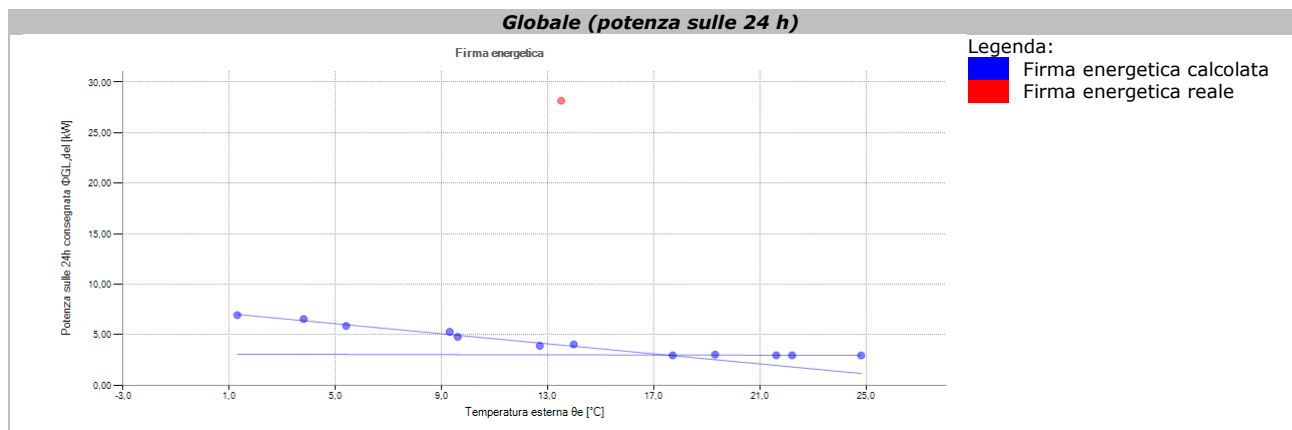
Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	-	1,3	580	2675	2675	3,60
febbraio	H	28	28	-	5,4	409	1811	1811	2,70
marzo	H	31	31	-	9,6	322	1309	1309	1,76
aprile	H	30	15	-	12,7	110	331	331	0,92
maggio	NH	31	0	-	17,7	0	0	0	0,00
giugno	NH	30	0	-	22,2	0	0	0	0,00
luglio	NH	31	0	-	24,8	0	0	0	0,00
agosto	NH	31	0	-	21,6	0	0	0	0,00
settembre	NH	30	0	-	19,3	0	0	0	0,00
ottobre	H	31	17	-	14,0	102	372	372	0,91
novembre	H	30	30	-	9,3	321	1435	1435	1,99
dicembre	H	31	31	-	3,8	502	2353	2353	3,16
TOTALE		365	183	-	-	2346	10286	10286	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _H [kWh]	Q _{H,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{H,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2019	H	365	335	-	13,5	6265	66181	66181	8,23
TOTALE		365	335	-	-	6265	66181	66181	-



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	-	-	1,3	-	2486	2486	3,34
febbraio	H	28	-	-	5,4	-	2135	2135	3,18
marzo	H	31	-	-	9,6	-	2253	2253	3,03
aprile	H	30	-	-	12,7	-	2146	2146	2,98
maggio	NH	31	-	-	17,7	-	2198	2198	2,95
giugno	NH	30	-	-	22,2	-	2127	2127	2,95
luglio	NH	31	-	-	24,8	-	2195	2195	2,95
agosto	NH	31	-	-	21,6	-	2202	2202	2,96
settembre	NH	30	-	-	19,3	-	2180	2180	3,03
ottobre	H	31	-	-	14,0	-	2327	2327	3,13
novembre	H	30	-	-	9,3	-	2372	2372	3,29
dicembre	H	31	-	-	3,8	-	2524	2524	3,39
TOTALE		365	-	-	-	-	27143	27143	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{NHC} [kWh]	Q _{NHC,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{NHC,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2019	H	365	-	-	13,5	-	174640	174640	19,94
TOTALE		365	-	-	-	-	174640	174640	-



Firma energetica calcolata									
Mesi	Codice Mesi	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{ql} [kWh]	Q _{ql,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{ql,del} [kW _{t/el}]
gennaio	H	31	31	0	1,3	580	5161	5161	6,94
febbraio	H	28	28	0	5,4	409	3946	3946	5,87
marzo	H	31	31	16	9,6	322	3562	3562	4,79
aprile	H	30	15	30	12,7	110	2477	2477	3,90
maggio	NH	31	0	31	17,7	0	2198	2198	2,95
giugno	NH	30	0	30	22,2	0	2127	2127	2,95
luglio	NH	31	0	31	24,8	0	2195	2195	2,95
agosto	NH	31	0	31	21,6	0	2202	2202	2,96
settembre	NH	30	0	30	19,3	0	2180	2180	3,03
ottobre	H	31	17	30	14,0	102	2699	2699	4,04
novembre	H	30	30	0	9,3	321	3807	3807	5,29
dicembre	H	31	31	0	3,8	502	4877	4877	6,56
TOTALE		365	183	229	-	2346	37429	37429	-

Firma energetica reale									
Periodo	Codice Periodo	g [g]	g _{risc} [g]	g _{raffr} [g]	θ _e [°C]	GG [°Cg]	Co _{ql} [kWh]	Q _{ql,del} [kWh _{t/el}]	Φ _{ql,del} [kW _{t/el}]
1 - anno 2019	H	365	335	229	13,5	6265	240821	240821	28,17
TOTALE		365	335	229	-	6265	240821	240821	-

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

Stagione media

Consumi annui

Gradi giorno

Gradi giorno calcolati	GG _{calc}	2346	°Cg
Gradi giorno reali	GG _{reali}	6265	°Cg

Fattori di normalizzazione

Riscaldamento	f _{H,norm}	0,374	-
Acqua calda sanitaria	f _{W,norm}	3,967	-
Trasporto	f _{T,norm}	0,100	-
Illuminazione	f _{L,norm}	0,133	-

Consumi annui

Riscaldamento						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{H,calc}	Co _{H,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	216034	20703	943,5
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	10286	26126	-60,6

Servizi differenti						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{NHC,calc}	Co _{NHC,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	217	220	-1,4
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	27143	26993	0,6

Globale						
Contatore	Vettore energetico	Servizi	UM	Co _{ql,calc}	Co _{ql,reale}	Δ [%]
1	Metano	Hidr, W	Sm ³	216251	20923	933,6
2	Energia elettrica	Hidr, W, L, T	kWh	37429	53119	-29,5

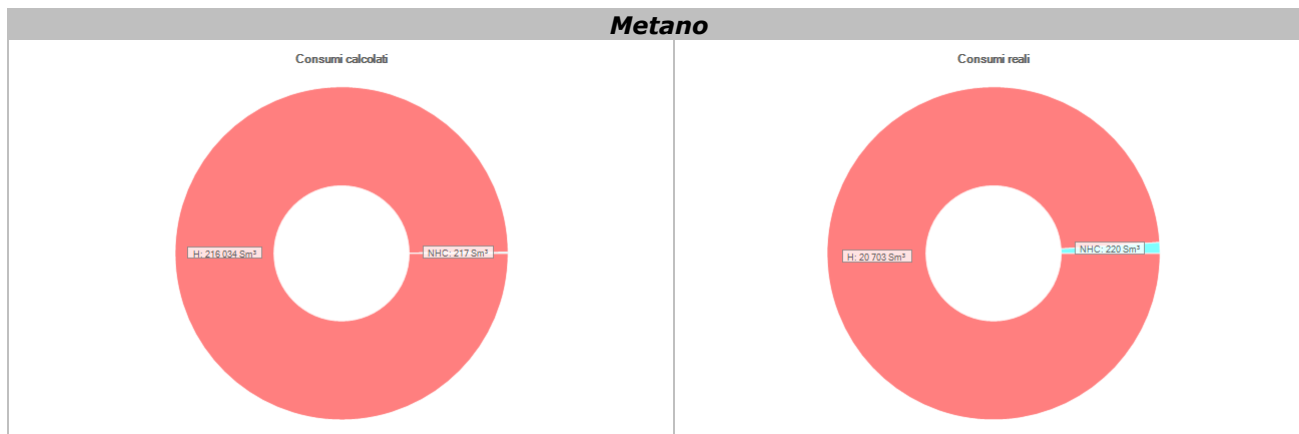
Legenda dei simboli:

Co_{calc} Consumo calcolato
Co_{reale} Consumo reale
Δ Scostamento

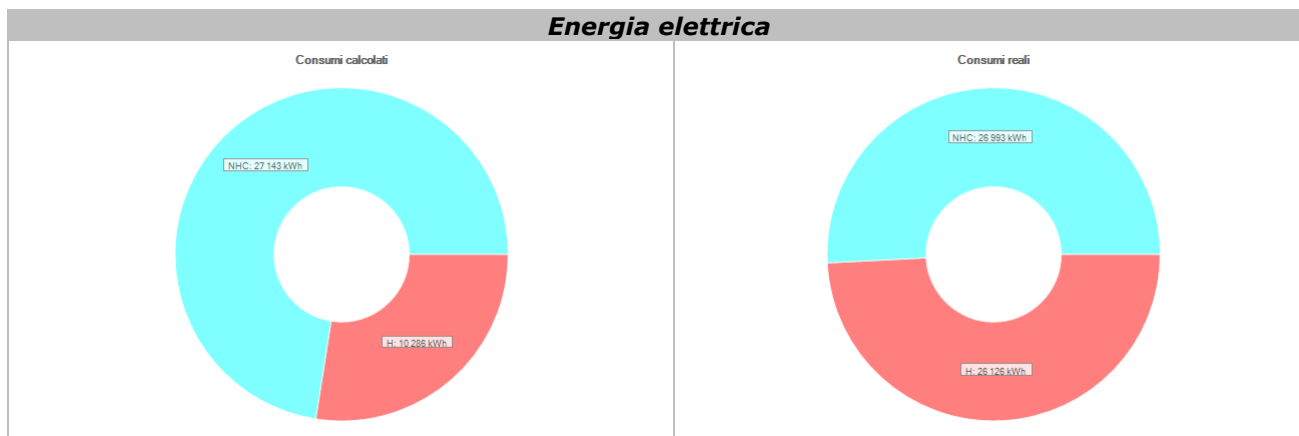
Legenda dei servizi:

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

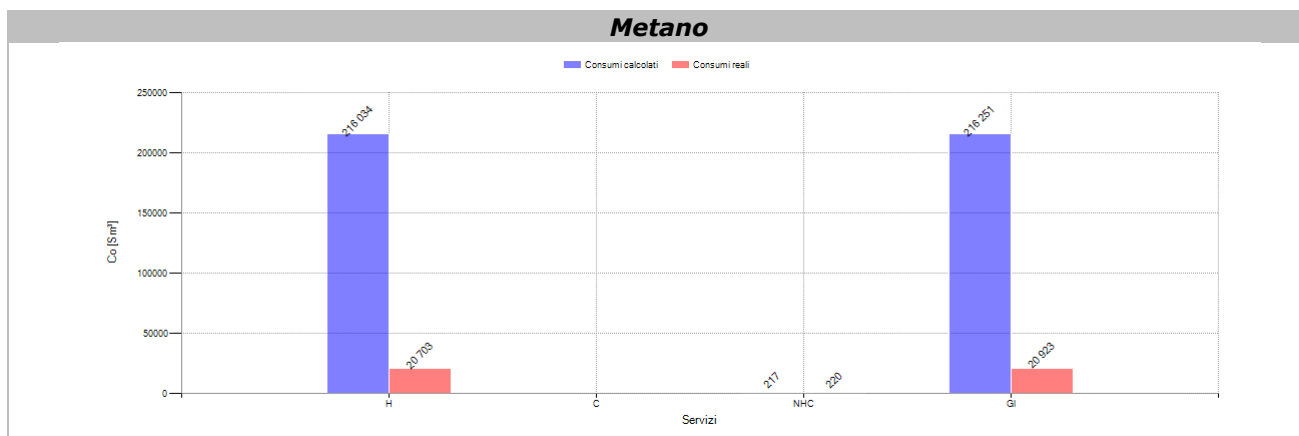


Energia elettrica

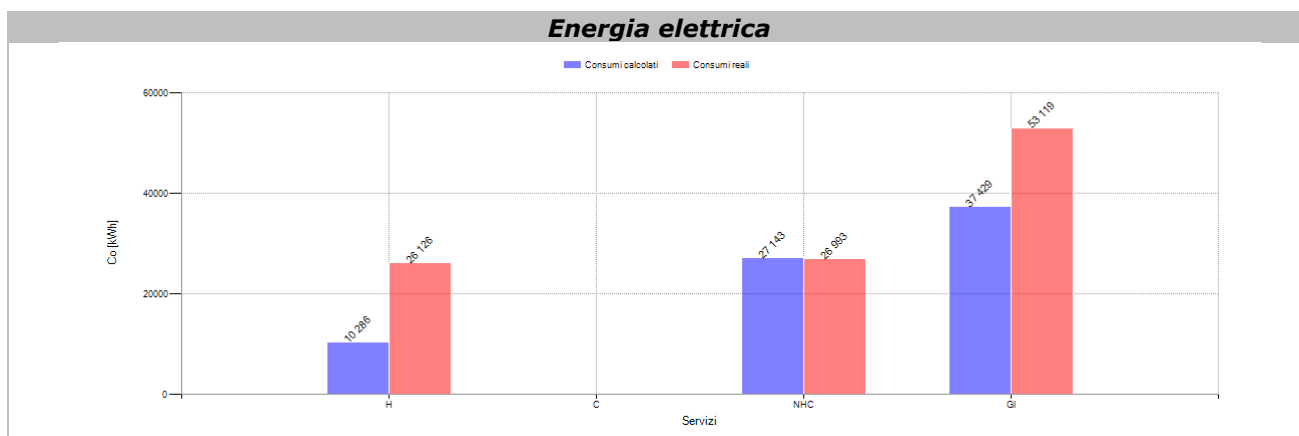


Confronto

Metano



Energia elettrica



6. Modelli Energetici

Il modello energetico dell'edificio è stato costituito sulla base delle evidenze riscontrate durante i rilievi effettuati nella sede oggetto di studio, si è tenuto inoltre conto delle raccomandazioni pubblicate da ENEA sulla creazione dello schema energetico.

Secondo quanto suggerito da ENEA le attività nel loro complesso sono state suddivise nel modo seguente:

a) servizi generali (c.d. "utilities"). In tale descrizione vanno inserite tutte le attività che sono connesse al sistema edificio/impianto i cui fabbisogni però sono ad essi strettamente correlati. In questo contesto fanno parte il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria.

6.1. Modello termico

Il modello termico è basato sul consumo dedotto dalle bollette non avendo attualmente un sistema di contabilizzazione pertanto non risulta possibile misurare in maniera puntuale la quota parte di calore destinata ad ogni servizio (riscaldamento e ACS); è stata perciò considerata la media del consumo di gas nel periodo estivo dell'anno 2017 e 2019 e basato sugli elementi di calcolo a livello impianto e stratigrafico.

7. Proposte d'intervento

In questa fase della diagnosi si valuteranno gli interventi per migliorare le prestazioni energetiche del condominio.

In particolare si presenteranno le varie possibilità d'intervento focalizzando l'attenzione sui risparmi energetici derivanti da ogni singola proposta e sul ritorno economico dell'investimento proposto.

Si ritiene opportuno presentare le seguenti proposte d'intervento:

1. Ridurre le dispersioni di calore dell'involucro (sostituzione infissi)

8. Diagnosi Energetica ed analisi economiche

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°	Descrizione	C [€]	ΔS_{gl} [€/anno]	t_r [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]	Classe energetica
1	sostituzione infissi	320190,00	9559,19	33,5	14,74	F

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)

Dati generali

Esempio generale			
Numero	1		
Descrizione	sostituzione infissi		
Costo stimato	C	320190,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	9559,19	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	33,5	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	14,74	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	F		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Sostituzione serramenti
2	Sostituzione serramenti
3	Sostituzione serramenti

8.1.1 Prestazioni raggiungibili

Si riportano di seguito le prestazioni raggiungibili, a seguito delle opere di risparmio energetico, per 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.

8.1.2 Edificio

Dati generali

Intervento	1
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti
Zone di pertinenza	Edificio

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice	W16		
Descrizione	290*170		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	E, O		
Superficie di calcolo	S _{calc}	211,99	m ²
Risultati stato di fatto			
Trasmittanza iniziale vetro	U _{g,in}	1,500	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	5,000	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,400	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento			
Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 aria		
k telaio		1,600	W _t /m²K
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	Alluminio taglio termico - 75mm		
Risultati intervento			
Trasmittanza finale vetro	U _{a,fin}	1,000	W _t /m²K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	1,055	W _t /m²K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,400	W _t /m²K

Intervento	2
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti
Zone di pertinenza	Edificio

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice	W13		
Descrizione	140*180		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	O		
Superficie di calcolo	S _{calc}	100,80	m ²
Risultati stato di fatto			
Trasmittanza iniziale vetro	U _{g,in}	1,500	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	5,000	W _t /m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	1,400	W _t /m ² K

Intervento

Dati intervento			
Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 aria		
k telaio		1,600	W _t /m ² K

Tipologia di serramento (vetro + telaio)	Alluminio taglio termico - 75mm
--	---------------------------------

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	$U_{a,fin}$	1,000	W_t/m^2K
Trasmittanza finale serramento	$U_{w,fin}$	1,074	W_t/m^2K
Valore limite trasmittanza serramento	$U_{w,limite}$	1,400	W_t/m^2K

Dati generali

Intervento	3
Tipologia	Sostituzione serramenti
Descrizione	Sostituzione serramenti
Zone di pertinenza	Edificio

Stato di fatto

Struttura esistente

Struttura esistente			
Codice	W3		
Descrizione	140*170		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N, O		
Superficie di calcolo	S _{calc}	66,64	m ²

Risultati stato di fatto

Trasmittanza iniziale vetro	$U_{a,in}$	1,500	W_t/m^2K
Trasmittanza iniziale serramento	$U_{w,in}$	5,000	W_t/m^2K
Valore limite trasmittanza serramento	$U_{w,limite}$	1,400	W_t/m^2K

Intervento

Dati intervento

Tipologia di vetro	Triplo vetro 4+12+4+12+4 aria		
k telaio	1,600	Wt/m²K	
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	Alluminio taglio termico - 75mm		

Risultati intervento

Trasmittanza finale vetro	$U_{a,fin}$	1,000	W_t/m^2K
Trasmittanza finale serramento	$U_{w,fin}$	1,076	W_t/m^2K
Valore limite trasmittanza serramento	$U_{w,limite}$	1,400	W_t/m^2K

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm^3]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	216034	204957	-5,1
Acqua calda sanitaria (W)	217	217	0,0
Globale	216251	205173	-5,1

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	10286	9760	-5,1
Acqua calda sanitaria (W)	136	136	0,0
Raffrescamento (C)	7163	5786	-19,2
Illuminazione (L)	22203	22203	0,0
Trasporto (T)	4804	4804	0,0
Globale	44592	42689	-4,3

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	179719,68	170504,57	5,1
Acqua calda sanitaria (W)	211,55	211,55	0,0
Raffrescamento (C)	1790,70	1446,62	19,2
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	5550,74	5550,74	0,0
Trasporto (T)	1201,10	1201,10	0,0
Globale	188473,77	178914,58	5,1

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	320190,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{ql}) [€/anno]	9559,19
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	33,5

Rendimenti (η) [%]

Riscaldamento idronico (H_{idr})			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	89,0	91,0	2,2
Regolazione (η_{reg})	88,4	88,7	0,3
Distribuzione di utenza (η_{du})	99,0	99,0	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	94,3	94,3	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	89,2	89,3	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	89,1	89,1	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	69,4	71,2	2,6
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	69,2	71,0	2,6
Valore limite (η_{lim})	73,3	-	-

Acqua calda sanitaria (W)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Erogazione (η_{er})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	92,6	92,6	0,0
Accumulo (η_s)	12,4	12,4	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	57,1	57,1	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	53,2	53,2	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	52,9	52,9	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	5,6	5,6	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	5,4	5,4	0,0
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

Raffrescamento (C)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	97,0	97,0	0,0
Regolazione (η_{reg})	84,0	84,0	0,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	100,0	100,0	0,0
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	280,0	280,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	90,8	78,2	-13,8
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	73,1	63,0	-13,8
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	1280,8	1426,3	11,4
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	1032,0	1149,3	11,4
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)	194,66	189,47	-2,7	60,01
Raffrescamento (C)	23,27	20,94	-10,0	25,67

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

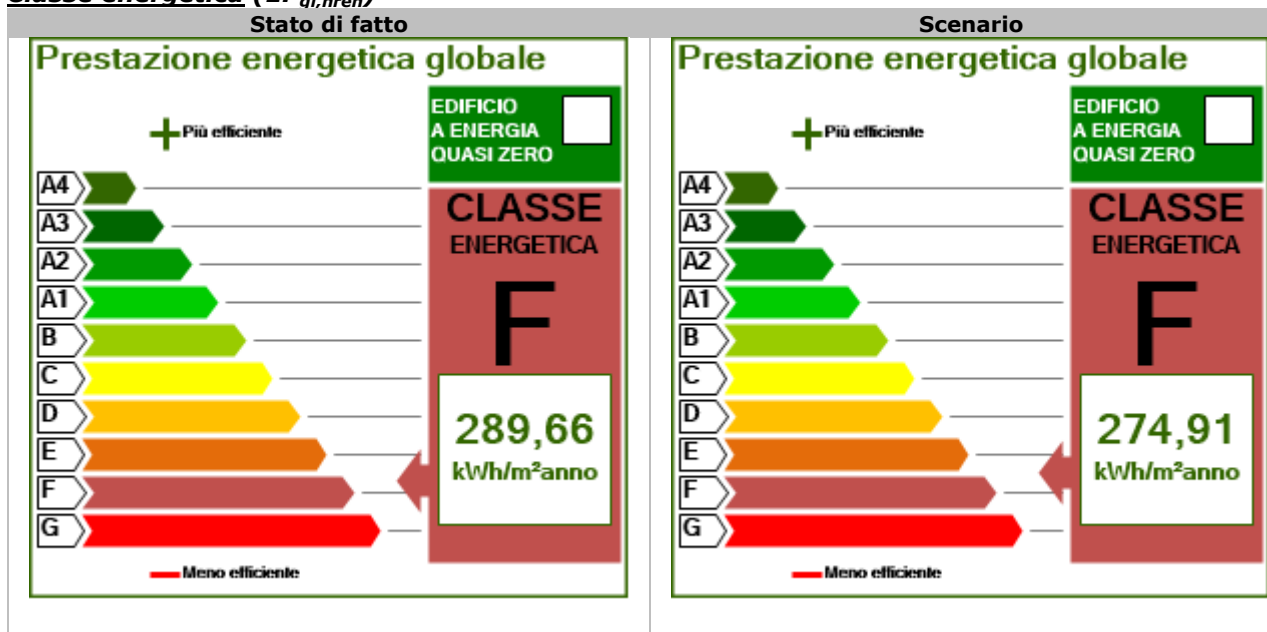
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	280,67	266,28	-5,1
Acqua calda sanitaria (W)	0,31	0,31	0,0
Raffrescamento (C)	1,82	1,47	-19,2
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	5,63	5,63	0,0
Trasporto (T)	1,22	1,22	0,0
Globale (GI)	289,66	274,91	-5,1

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,63	0,60	-5,1
Acqua calda sanitaria (W)	0,01	0,01	0,0
Raffrescamento (C)	0,44	0,35	-19,2
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	1,36	1,36	0,0
Trasporto (T)	0,29	0,29	0,0
Globale (GI)	2,73	2,61	-4,3

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	281,30	266,88	-5,1
Acqua calda sanitaria (W)	0,32	0,32	0,0
Raffrescamento (C)	2,26	1,82	-19,2
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	6,99	6,99	0,0
Trasporto (T)	1,51	1,51	0,0
Globale (GI)	292,38	277,52	-5,1
Valore limite ($EP_{ql,tot,lim}$)	91,94	-	-

Globale	4653	0	-100,0
----------------	-------------	----------	---------------

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,2	0,2	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	2,6	2,6	0,0	50
Raffrescamento (C)	19,4	19,4	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)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	19,4	19,4	0,0	-
Globale (GI)	0,9	0,9	0,0	-

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)	432212,93	410051,11	-5,1
Acqua calda sanitaria (W)	491,03	491,03	0,0
Raffrescamento (C)	3294,88	2661,78	-19,2
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	10213,36	10213,36	0,0
Trasporto (T)	2210,03	2210,03	0,0
Globale (GI)	448422,23	425627,31	-5,1

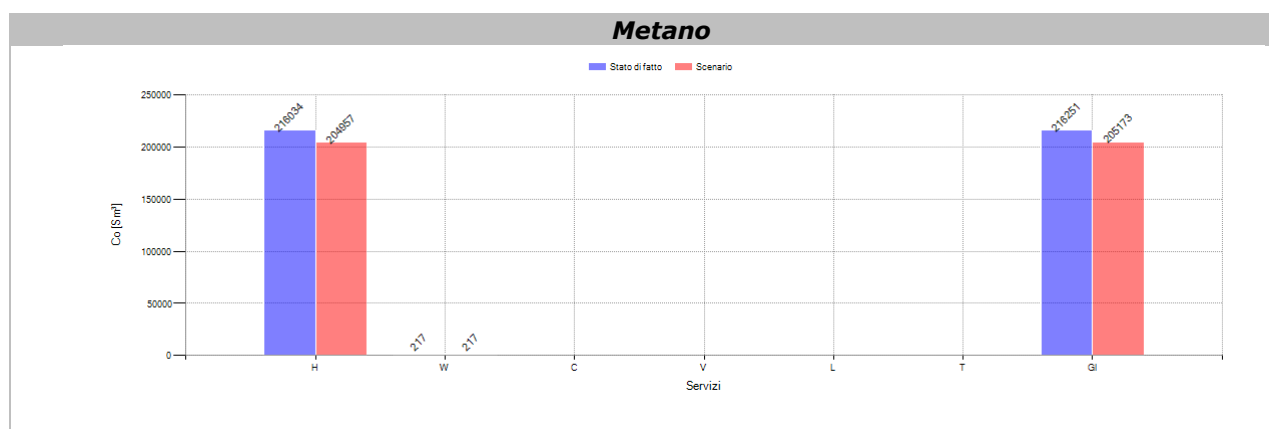
Legenda:

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
η _{p,nren}	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
η _{p,tot}	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

Grafici

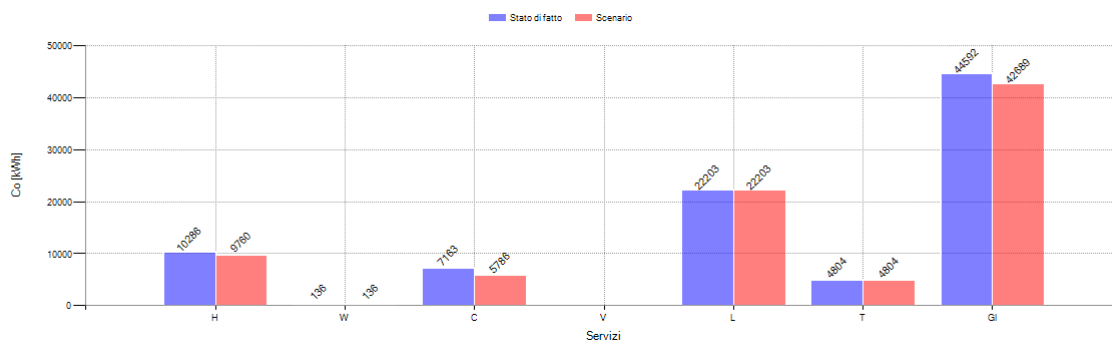
Si descrivono di seguito, attraverso istogrammi, i consumi di combustibile, energia elettrica ed energia primaria a monte ed a valle degli interventi. Si evidenzia inoltre, attraverso diagrammi a torta, come si modifica la composizione dell'energia primaria (per servizio o per vettore energetico) a seguito 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)	216034	204957	-5,1
Acqua calda sanitaria (W)	217	217	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)	216251	205173	-5,1

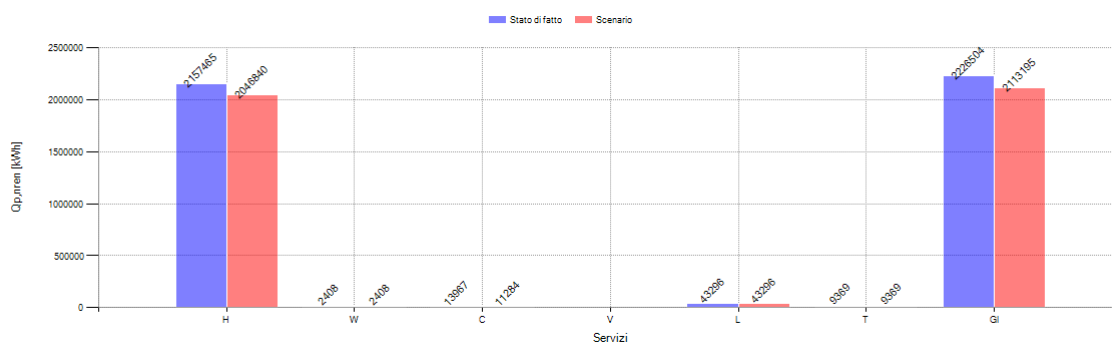
Energia elettrica



Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	10286	9760	-5,1
Acqua calda sanitaria (W)	136	136	0,0
Raffrescamento (C)	7163	5786	-19,2
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	22203	22203	0,0
Trasporto (T)	4804	4804	0,0
Globale (GI)	44592	42689	-4,3

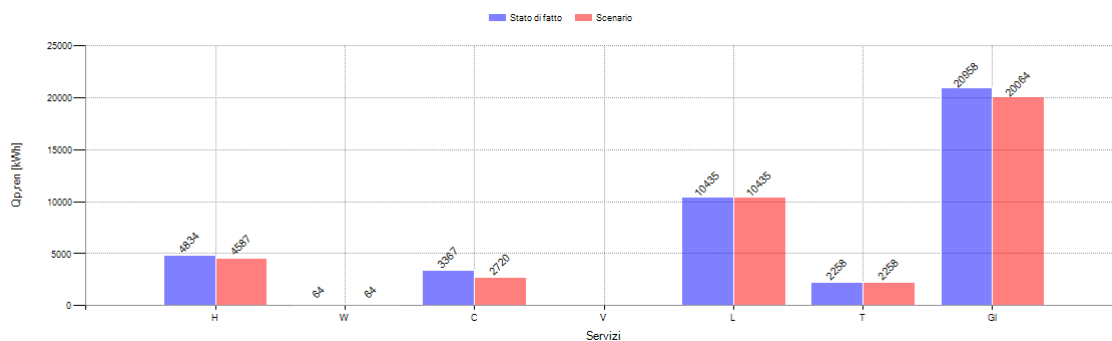
Consumi di energia primaria

Non rinnovabile



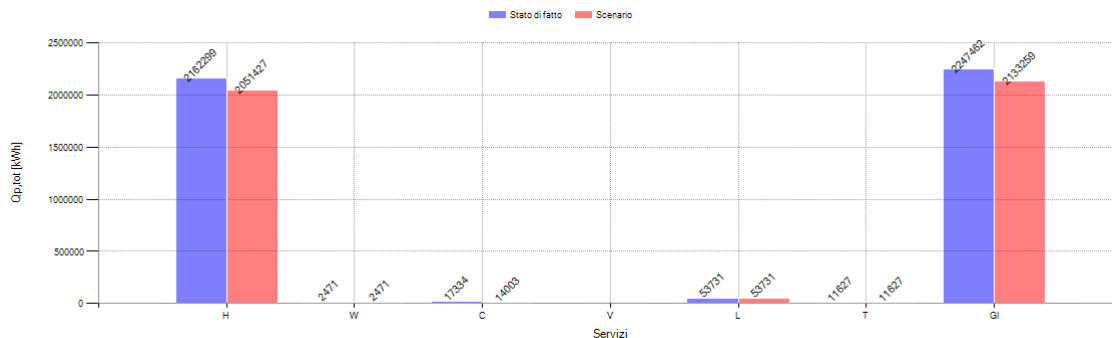
Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	2157465	2046840	-5,1
Acqua calda sanitaria (W)	2408	2408	0,0
Raffrescamento (C)	13967	11284	-19,2
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	43296	43296	0,0
Trasporto (T)	9369	9369	0,0
Globale (GI)	2226504	2113195	-5,1

Rinnovabile



Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	4834	4587	-5,1
Acqua calda sanitaria (W)	64	64	0,0
Raffrescamento (C)	3367	2720	-19,2
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	10435	10435	0,0
Trasporto (T)	2258	2258	0,0
Globale (GI)	20958	20064	-4,3

Totale



Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	2162299	2051427	-5,1
Acqua calda sanitaria (W)	2471	2471	0,0
Raffrescamento (C)	17334	14003	-19,2
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	53731	53731	0,0
Trasporto (T)	11627	11627	0,0
Globale (GI)	2247462	2133259	-5,1

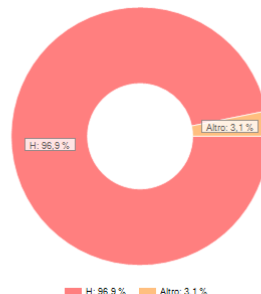
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio

Non rinnovabile

Stato di fatto



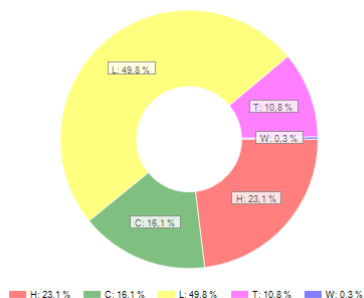
Scenario



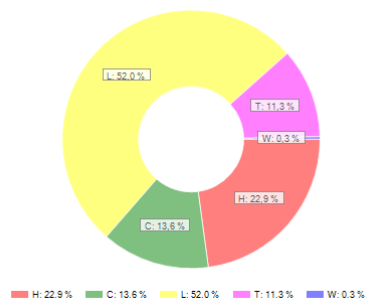
Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	2157465	96,9	2046840	96,9
Acqua calda sanitaria (W)	2408	0,1	2408	0,1
Raffrescamento (C)	13967	0,6	11284	0,5
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	43296	1,9	43296	2,0
Trasporto (T)	9369	0,4	9369	0,4
Globale (GI)	2226504	100,0	2113195	100,0

Rinnovabile

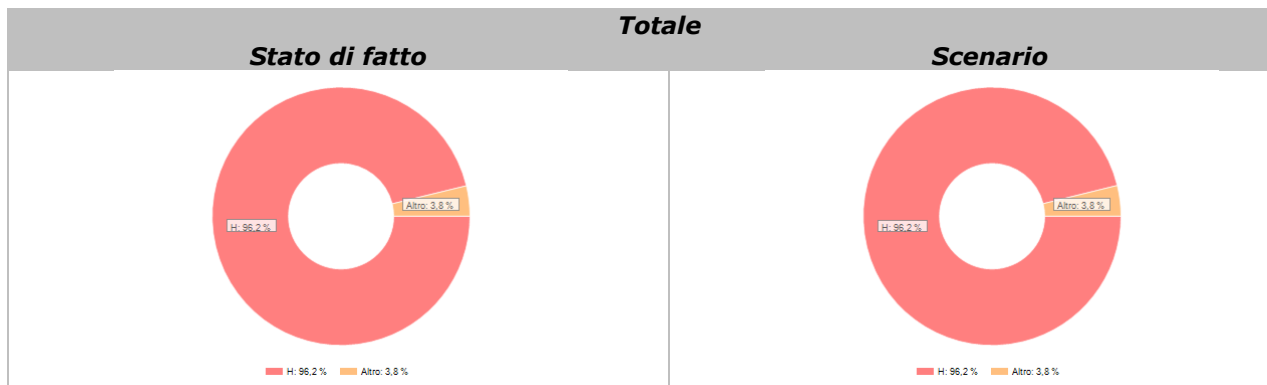
Stato di fatto



Scenario

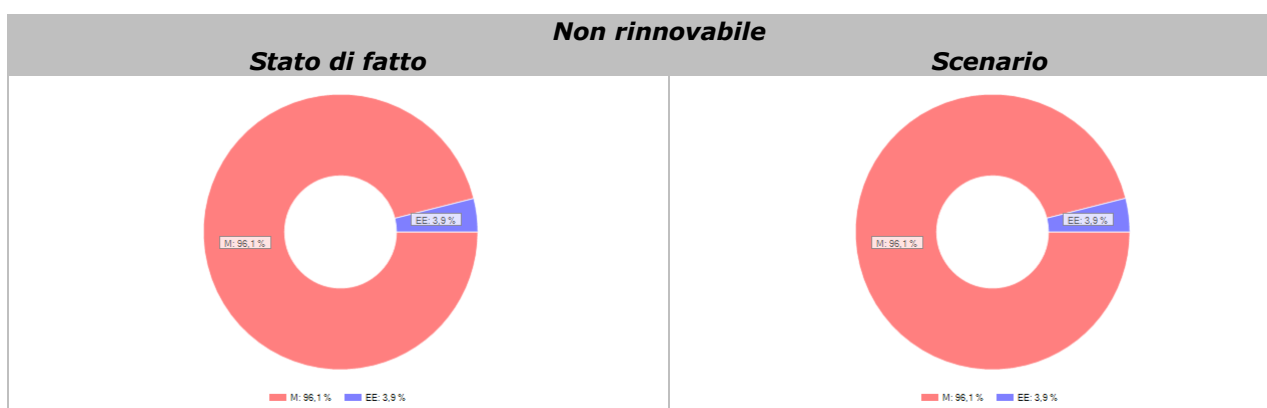


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	4834	23,1	4587	22,9
Acqua calda sanitaria (W)	64	0,3	64	0,3
Raffrescamento (C)	3367	16,1	2720	13,6
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	10435	49,8	10435	52,0
Trasporto (T)	2258	10,8	2258	11,3
Globale (GI)	20958	100,0	20064	100,0

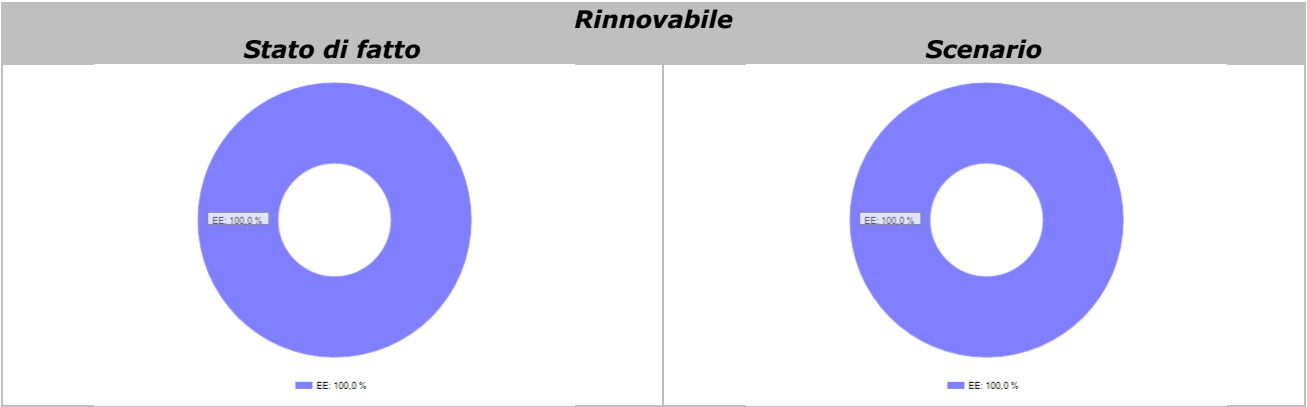


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	2162299	96,2	2051427	96,2
Acqua calda sanitaria (W)	2471	0,1	2471	0,1
Raffrescamento (C)	17334	0,8	14003	0,7
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	53731	2,4	53731	2,5
Trasporto (T)	11627	0,5	11627	0,5
Globale (GI)	2247462	100,0	2133259	100,0

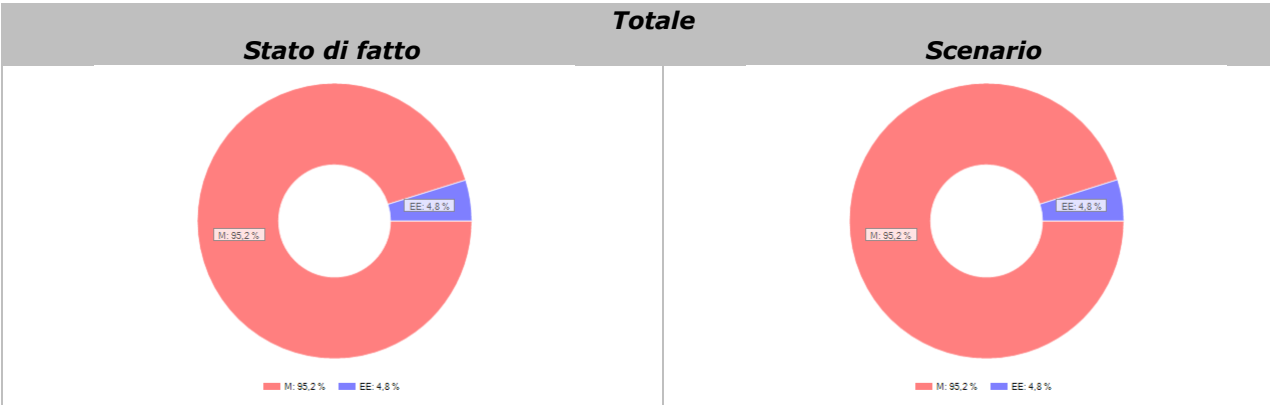
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	2139549	96,1	2029951	96,1
Energia elettrica (EE)	86954	3,9	83244	3,9
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	2226504	100,0	2113195	100,0

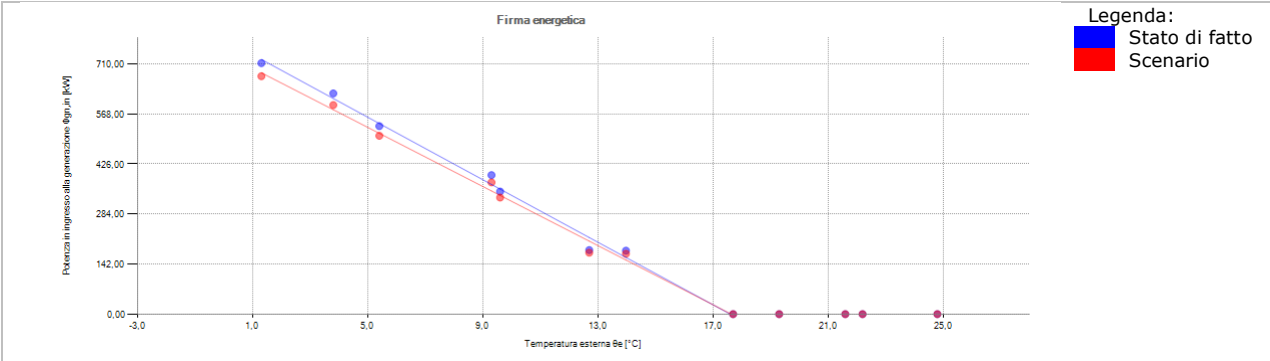


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	20958	100,0	20064	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	20958	100,0	20064	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	2139549	95,2	2029951	95,2
Energia elettrica (EE)	107913	4,8	103308	4,8
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	2247462	100,0	2133259	100,0

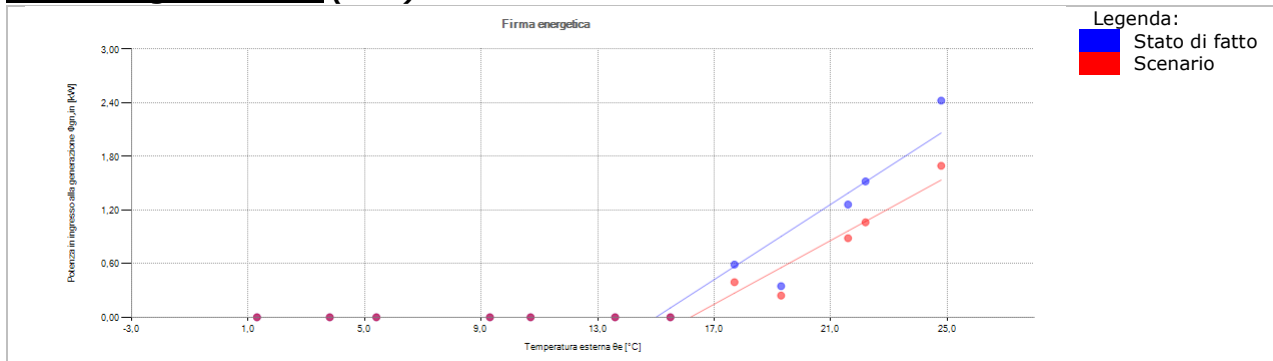
Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g _{risc} [g]	Q _{H,gen,in} [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]	g _{risc} [g]	Q _{H,gen,in} [kWh _{t/el}]	$\Phi_{H,gen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	1,3	31	529810	712,11	31	502216	675,02
febbraio	5,4	28	358445	533,40	28	340040	506,01
marzo	9,6	31	258767	347,81	31	246026	330,68
aprile	12,7	15	65400	181,67	15	62753	174,31
maggio	17,7	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	22,2	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	24,8	0	0	0,00	0	0	0,00

agosto	21,6	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	19,3	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	14,0	17	73445	180,01	17	69856	171,22
novembre	9,3	30	283901	394,31	30	269026	373,65
dicembre	3,8	31	465858	626,15	31	441330	593,19
TOTALE		183	2035626	-	183	1931246	-

Firma energetica estiva (24 h)



Mese	θ_e [°C]	Stato di fatto			Scenario		
		g_{raffr} [g]	$Q_{C,qen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,qen,in}$ [kW _{t/el}]	g_{raffr} [g]	$Q_{C,qen,in}$ [kWh _{t/el}]	$\Phi_{C,qen,in}$ [kW _{t/el}]
gennaio	1,3	0	0	0,00	0	0	0,00
febbraio	5,4	0	0	0,00	0	0	0,00
marzo	10,7	16	0	0,00	15	0	0,00
aprile	13,6	30	0	0,00	30	0	0,00
maggio	17,7	31	439	0,59	31	292	0,39
giugno	22,2	30	1095	1,52	30	765	1,06
luglio	24,8	31	1804	2,43	31	1261	1,70
agosto	21,6	31	939	1,26	31	658	0,88
settembre	19,3	30	251	0,35	30	175	0,24
ottobre	15,5	30	0	0,00	15	0	0,00
novembre	9,3	0	0	0,00	0	0	0,00
dicembre	3,8	0	0	0,00	0	0	0,00
TOTALE		229	4528	-	213	3151	-

Legenda:

θ_e Temperatura esterna media
g Giorni
 $Q_{gen,in}$ Fabbisogno in ingresso alla generazione
 $\Phi_{gen,in}$ Potenza in ingresso alla generazione

9 ANALISI ECONOMICA DEGLI INTERVENTI

L'analisi economica degli interventi, effettuata in conformità alla norma UNI EN 15459, prevede 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 smaltimento, altri costi periodici, altri costi una tantum);
- ricavi in esercizio (ricavi periodici da risparmio energetico, ricavi finali da valore residuo di 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). Scop 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	sostituzione infissi	320189,98	2	22927,14

Legenda:

$C_{in,tot}$ Costo totale iniziale
 t_{calc} Periodo di calcolo considerato

9.1 INTERVENTI PER RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

9.1.1 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}	2	Anni

Detrazioni

Percentuale di detrazione	p _{det}	30,0	%
Numero di rate	n _{rate,det}	2	-

9.1.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
Serramento in alluminio taglio termico - 75mm	35	Al m ²	865,24	324,10	280424,29	Si
Smantellamento infissi	0	Al m ²	22,90	324,10	7421,89	Si
Smontaggio avvolgibili	0	Al m ²	26,18	153,08	4007,63	Si
Rimozione tende	0	Al m ²	62,36	24,00	1496,64	Si
Rimozione cassonetti	0	Al pezzo	26,18	68,00	1780,24	Si
trasposrto a discarica	0	Al m ³	27,86	70,11	1953,26	Si
Rimozione e installazione controsoffitto	0	Al pezzo	2044,08	1,00	2044,08	Si
Elettrificazioni etc	0	Al pezzo	21061,95	1,00	21061,95	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}	320189,98	€
Costo totale iniziale detraibile	C _{toti,in,det}	320189,98	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R _{risp}	9559,19	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R _{det}	48028,50	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	t _{r,det}	23	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t _r	33	anni

9.1.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{dv,man} [-]	C _{man,att} [€]
Serramento in alluminio taglio termico - 75mm	35	280424,29	2,0	5608,49	2	1,91	10736,29
Smantellamento infissi	0	7421,89	0,0	0,00	0	0,00	0,00
Smontaggio avvolgibili	0	4007,63	0,0	0,00	0	0,00	0,00
Rimozione tende	0	1496,64	0,0	0,00	0	0,00	0,00

Rimozione cassonetti	0	1780,24	0,0	0,00	0	0,00	0,00
trasporto a discarica	0	1953,26	0,0	0,00	0	0,00	0,00
Rimozione e installazione controsoffitto	0	2044,08	0,0	0,00	0	0,00	0,00
Elettrificazioni etc	0	21061,95	0,0	0,00	0	0,00	0,00

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} [€]	$C_{sost,att}$ [€]
Serramento in alluminio taglio termico - 75mm	35	0	Al m ²	25,00	8102,50	0,00
Smantellamento infissi	0	0	Al m ²	0,00	0,00	0,00
Smontaggio avvolgibili	0	0	Al m ²	0,00	0,00	0,00
Rimozione tende	0	0	Al m ²	0,00	0,00	0,00
Rimozione cassonetti	0	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
trasporto a discarica	0	0	Al m ³	0,00	0,00	0,00
Rimozione e installazione controsoffitto	0	0	Al pezzo	0,00	0,00	0,00
Elettrificazioni etc	0	0	Al pezzo	0,00	0,00	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} [€]	$R_{d,smal}$ [%]	$C_{smal,att}$ [€]
Serramento in alluminio taglio termico - 75mm	35	0	35	280424,29	100,0	5,7	16024,24	35,9	5752,5
Smantellamento infissi	0	0	0	7421,89	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
Smontaggio avvolgibili	0	0	0	4007,63	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
Rimozione tende	0	0	0	1496,64	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
Rimozione cassonetti	0	0	0	1780,24	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
trasporto a discarica	0	0	0	1953,26	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
Rimozione e installazione controsoffitto	0	0	0	2044,08	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
Elettrificazioni etc	0	0	0	21061,95	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0

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

9.1.4 Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico

Servizio	R _{risp} [€]	t _{risp} [anni]	f _{pv,risp} [-]	R _{risp,att} [€]
Riscaldamento	9215,11	2	1,91	17640,43
Acqua calda sanitaria	0,00	2	1,91	0,00
Raffrescamento	344,08	2	1,91	658,67
Ventilazione	0,00	2	1,91	0,00
Illuminazione	0,00	2	1,91	0,00
Trasporto	0,00	2	1,91	0,00
Globale	9559,19	2	1,91	18299,09

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} [€]
Serramento in alluminio taglio termico - 75mm	35	0	280424,29	2	264400,04	2	94,3	249366,20
Smantellamento infissi	0	0	7421,89	0	0,00	2	94,3	0,00
Smontaggio avvolgibili	0	0	4007,63	0	0,00	2	94,3	0,00
Rimozione tende	0	0	1496,64	0	0,00	2	94,3	0,00
Rimozione cassonetti	0	0	1780,24	0	0,00	2	94,3	0,00
trasporto a discarica	0	0	1953,26	0	0,00	2	94,3	0,00
Rimozione e installazione controsoffitto	0	0	2044,08	0	0,00	2	94,3	0,00
Elettrificazioni etc	0	0	21061,95	0	0,00	2	94,3	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}	320189,98	€
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	R _{det}	48028,50	€
Annualità considerate per la detrazione	t _{det}	2	anni
Tasso di capitalizzazione della detrazione	f _{pv,det}	1,91	-
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	R _{det,att}	91940,65	€

9.1.5 Risultati

Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	C _{man,att}	10736,29	€
Costi di sostituzione totali attualizzati	C _{sost,att}	0,00	€
Costi finali di smaltimento totali attualizzati	C _{smal,att}	5752,53	€
Altri costi periodici totali attualizzati	C _{per,att}	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	C _{ut,att}	0,00	€

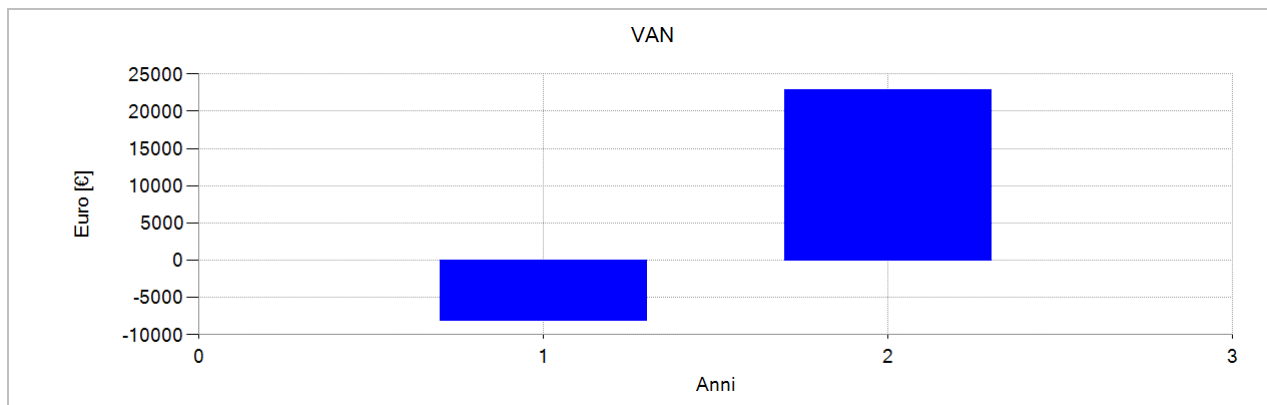
Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	R _{risp,att}	18299,09	€
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	R _{fin,att}	249366,20	€
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	R _{det,att}	91940,65	€

Altri ricavi periodici totali attualizzati	$R_{per,att}$	0,00	€
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	$R_{ut,att}$	0,00	€

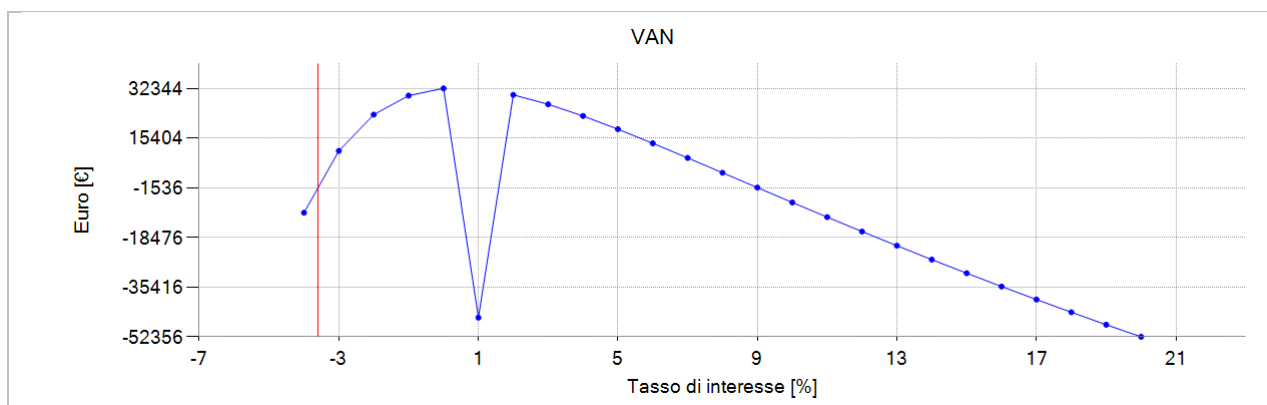
Risultati

Costo totale iniziale	$C_{in,tot}$	320189,98	€
Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	320189,98	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	16488,82	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	359605,94	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	22927,14	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	2	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	1,91	-
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	11976,82	€



Indicatori economici aggiuntivi

Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	2,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	-3,5842	%
Indice di profitto	IP	0,07	-



9.1.5 Grafico dei flussi di cassa

