

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA (rapporto finale)

secondo Allegato 2 del DLgs 102/2014,
UNI CEI EN 16247-1-2, UNI CEI/TR 11428
ed il progetto di linee guida CTI
per le diagnosi energetiche degli edifici

Committente

Nome *Comune di Pontevico*
Indirizzo *Piazza Comune 5 Pontevico (Bs)*

Edificio / condominio

Descrizione *Scuola elementare*
Indirizzo *Via Cicognini 14 Pontevico (BS)*

Studio tecnico

Nome *FACCHINETTI PER. IND. GUIDO Studio Tecnico*
Indirizzo *VIA XX SETTEMBRE 27 - 25016 GHEDI (BS)*

N° EGE (Esperto in gestione dell'energia): *16-03662*


p.i. GUIDO FACCHINETTI
Ghedi (Bs) - Tel. 030 9031374
C. F.: FCC GDU 58C09 D999Y
P. IVA 02879500177
Collegio Periti Industriali Brescia n. 301
Codice elenco M.I. BS301 P61
Albo Certificatori Energetici n. 8741

Software di calcolo *Edilclima EC700 versione 11.22.22 ed EC720 versione 6.22.19*
Data di redazione del documento *28/11/2022*

SOMMARIO

1	Premessa
2	Sintesi della diagnosi energetica
3	Generalità ed impostazioni di calcolo
4	Analisi energetica dell'edificio
4.1	Dati climatici (calcolo mensile)
4.2	Caratteristiche del fabbricato (calcolo mensile)
4.2.1	<i>Strutture disperdenti</i>
4.2.2	<i>Principali risultati dei calcoli</i>
4.3	Caratteristiche degli impianti
4.3.1	<i>Impianto di riscaldamento idronico</i>
4.3.2	<i>Altri impianti</i>
4.4	Principali risultati dei calcoli
5	Confronto con i consumi reali
5.1	Edificio
5.1.1	<i>Stagione termica 2021/22</i>
5.1.2	<i>Stagione media</i>
6	Raccomandazioni circa i possibili interventi
6.1	Riqualificazione energetica
6.1.1	<i>Riqualificazione energetica</i>
6.1.2	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
7	Analisi economica degli interventi
7.1	Riqualificazione energetica

1 PREMESSA

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

Modalità operative

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

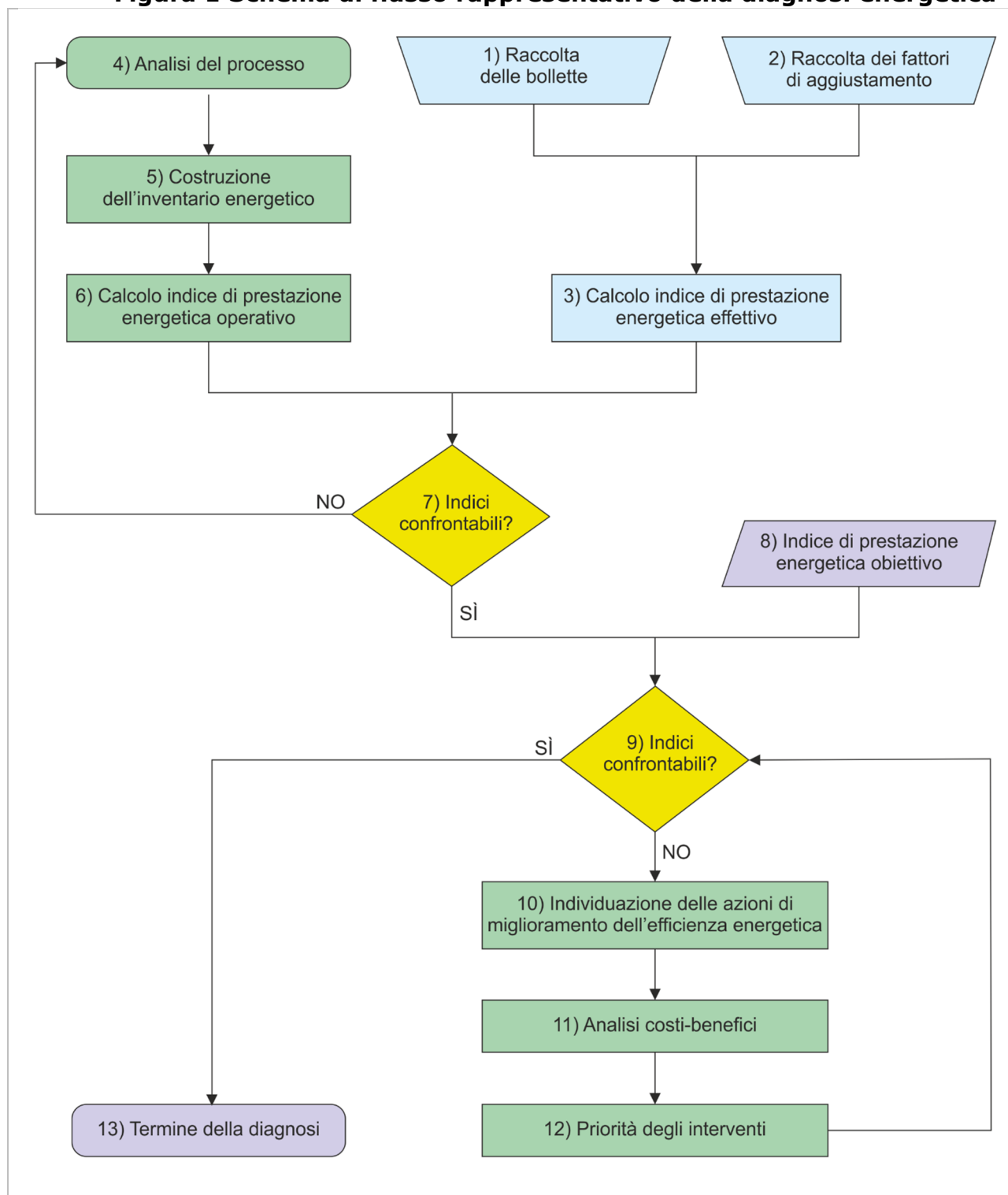
Metodologie di calcolo

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

I passaggi costituenti la procedura di diagnosi energetica sono riassumibili:

- **analisi energetica dell'edificio secondo la modalità di valutazione A3 (adattata all'utenza);**
- **confronto tra i consumi calcolati ed i consumi reali (validazione del modello di calcolo);**
- **simulazione delle possibili opere di risparmio energetico (valutazione delle prestazioni attese, da raffrontarsi coi rispettivi valori limite/obiettivo);**
- **valutazione economica delle opere prospettate;**
- **elaborazione del rapporto finale o relazione di diagnosi energetica.**

Figura 1 Schema di flusso rappresentativo della diagnosi energetica



2 SINTESI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

Caratteristiche generali dell'edificio oggetto della diagnosi

Descrizione edificio	
Comune	Pontevico
Provincia	Brescia
CAP	25026
Indirizzo edificio	
Zona climatica	E
Gradi giorno DPR 412/93 (GG _{DPR 412/93}) [°Cg]	2389
Categoria prevalente (DPR 412/93)	E.7
Altre categorie (DPR 412/93)	
Numero di unità immobiliari	1
Numero di fabbricati	1
Periodo di costruzione	Anni '80
Scopo / contesto della diagnosi energetica	Incentivi previsti dal Conto Termico
Riferimento	DM 28/12/12, art. 15 + DM 16.02.16

Descrizione sintetica dell'edificio

[Edificio fuori terra sviluppato in struttura portante in laterizio.](#)

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S _{utile}	1985,24	m ²
Superficie lorda	S _{lorda}	2269,72	m ²
Volume netto	V _{netto}	7879,79	m ³
Volume lordo	V _{lordo}	10171,72	m ³
Fattore di forma	S/V	0,58	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)	Assente	-
Climatizzazione estiva (C)	Assente	-
Ventilazione (V)	Assente	-
Riscaldamento aeraulico (H _{aer})	Assente	-
Illuminazione (L)	Considerato	-
Trasporto (T)	Assente	-
Solare termico (ST)	Assente	-
Solare fotovoltaico (SF)	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 _{gl,nren}	347,72	kWh _p /m ² anno
Classe energetica		E	
Spesa globale annua	S _{gl}	59926,77	€/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

Scenario	1	Descrizione scenario	Riqualificazione energetica		
Intervento	Descrizione intervento				
1	Riqualificazione energetica				
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			500000,00		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		59926,77	44978,86	14947,91	24,90
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			33,4		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m ² anno]		347,72	257,14	90,58	26,00
Classe energetica		E	D		

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

3 GENERALITA' ED IMPOSTAZIONI DI CALCOLO

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

Rilievo dell'edificio

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

Software di calcolo

I software di calcolo adottati sono EC700 versione 11.22.22 (modulo base, provvisto di certificato di validazione CTI n. 73) ed EC720 versione 6.22.19 (modulo aggiuntivo, specifico per la diagnosi energetica).

Metodo ed impostazioni di calcolo

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

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

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

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

Regime normativo per i dati climatici utilizzato UNI 10349:2016.

L'analisi del risparmio energetico è stata eseguita applicando le specifiche tecniche UNI/TS 11300 adottando la modalità di valutazione A3 (Tailored Rating).

Stagione di riscaldamento

Data di inizio	15 ottobre	Data di fine	15 aprile
Giorni di riscaldamento (n_{risc})	183		

Stagione di raffrescamento

Data di inizio	15 aprile	Data di fine	13 ottobre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})	182		

Fattori di conversione in energia primaria

Vettore energetico	$f_{p,nren}$ [kWh _p /kWh _{t/et}]	$f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _{t/et}]	$f_{p,tot}$ [kWh _p /kWh _{t/et}]	f_{co2} [kg/kWh _{t/et}]
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 aeraleico)
Ha _{er}	Riscaldamento aeraleico (trattamenti aria)	W	Acqua calda sanitaria
H	Riscaldamento (idronico ed aeraleico)	V	Ventilazione
C _{idr}	Raffrescamento idronico	L	Illuminazione
Ca _{er}	Raffrescamento aeraleico (trattamenti aria)	T	Trasporto di persone o cose

4 ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

4.1 Dati climatici (calcolo mensile)

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

Caratteristiche geografiche

Comune	Pontevico		
Provincia	Brescia		
Altitudine s.l.m.		55	m
Latitudine nord		45°16'	
Longitudine est		10°5'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2389	°Cg
Zona climatica		E	
Regione di vento		NORD PADANO	
Direzione del vento prevalente		Est	
Distanza da mare		> 40	km
Velocità del vento media	V _{media}	1,30	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	2,60	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	-5,1	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		284,7	W _t /m ²

Dati climatici (modello di calcolo)

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{est} [°C]	3,2	3,7	8,8	12,3	18,0	21,3	22,4	22,2	18,6	13,2	7,9	3,7
H _{or,dir} [W/m ²]	16,2	50,9	79,9	101,9	141,2	178,2	170,1	157,4	104,2	48,6	30,1	18,5
H _{or,diff} [W/m ²]	23,1	38,2	59,0	75,2	94,9	106,5	105,3	89,1	66,0	48,6	30,1	20,8

Legenda:

- θ_{est} Temperatura esterna media mensile
H_{or,dir} Irradianza solare diretta media mensile sul piano orizzontale
H_{or,diff} Irradianza solare diffusa media mensile sul piano orizzontale

4.2 Caratteristiche del fabbricato (calcolo mensile)

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

Calcolo invernale

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

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

dove:

- $Q_{H,tr}$ = dispersioni per trasmissione [kWh_t];
- $Q_{H,r}$ = dispersioni per extraflusso [kWh_t];
- $Q_{H,ve}$ = dispersioni per ventilazione [kWh_t];
- $Q_{H,sol,op}$ = apporti solari attraverso i componenti opachi [kWh_t];
- $\eta_{H,gn}$ = fattore di utilizzazione degli apporti [-];
- $Q_{H,int}$ = apporti interni [kWh_t];
- $Q_{H,sol,w}$ = apporti solari attraverso i componenti finestrati [kWh_t].

Calcolo estivo

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

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

dove:

- $Q_{C,int}$ = apporti interni [kWh_t];
- $Q_{C,sol,w}$ = apporti solari attraverso i componenti finestrati [kWh_t];
- $\eta_{C,ls}$ = fattore di utilizzazione delle perdite [-];
- $Q_{C,tr}$ = dispersioni per trasmissione [kWh_t];
- $Q_{C,r}$ = dispersioni per extraflusso [kWh_t];
- $Q_{C,ve}$ = dispersioni per ventilazione [kWh_t];
- $Q_{C,sol,op}$ = apporti solari attraverso i componenti opachi [kWh_t].

4.2.1 Strutture disperdenti

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

Descrizione sintetica dei componenti opachi

Componenti opachi in laterizio portante. Prevista l'installazione dell'isolamento termico sul soffitto verso l'esterno delle aule con riscaldamento radiante a soffitto.

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

Componenti finestrati senza taglio termico con doppi vetri e telaio metallico. Non prevista la loro sostituzione.

4.2.2 Dispersioni edificio

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 verso esterno corridoi	1,400	329,39	27204,2	6,9	3309,8	4,9	4426,6	3,8
M2	T	Parete verso esterno	0,885	744,13	38865,1	9,9	4728,5	7,0	8701,4	7,4
Totale				1073,52	66069,4	16,8	8038,3	12,0	13128,0	11,2

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
P1	G	Pavimento controterra	0,305	2269,76	40906,1	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				2269,76	40906,1	10,4	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]	%
S1	T	Copertura aule stato di fatto	1,925	841,96	95655,9	24,3	23275,7	34,7	26148,1	22,3
S3	U	Copertura uffici	1,912	370,90	25013,1	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0
S4	T	Copertura corridoi	1,925	1056,90	120075,4	30,5	29217,7	43,5	32823,3	28,0
Totale				2269,76	240744,3	61,1	52493,5	78,2	58971,4	50,3

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	Finestra 165x300	3,388	14,85	2969,3	0,8	336,0	0,5	2601,5	2,2
W2	T	Finestra 170x220	3,467	3,74	765,2	0,2	86,6	0,1	642,3	0,5
W3	T	Finestra 140x140	3,762	1,96	435,1	0,1	49,2	0,1	523,8	0,4
W4	T	Finestra 80x150	4,132	2,40	585,2	0,1	66,2	0,1	342,4	0,3
W5	T	Finestra 50x160	4,003	2,40	566,9	0,1	64,1	0,1	352,9	0,3
W6	T	Finestra 100x240	3,767	19,20	4268,6	1,1	483,0	0,7	3046,4	2,6
W7	T	Finestra 60x160	3,829	14,40	3253,9	0,8	368,2	0,5	1739,0	1,5
W8	T	Finestra 85x260	3,457	2,21	450,9	0,1	51,0	0,1	378,7	0,3
W9	T	Finestra 260x190	3,468	4,94	1011,1	0,3	114,4	0,2	382,4	0,3
W10	T	Finestra 180x155	3,589	2,79	590,9	0,1	66,9	0,1	464,3	0,4
W11	T	Finestra 270x155	3,547	71,23	14908,2	3,8	1686,8	2,5	8119,3	6,9
W12	T	Finestra 90x155	3,549	2,80	586,4	0,1	66,4	0,1	468,3	0,4
W13	T	Finestra 90x240	3,438	2,16	438,2	0,1	49,6	0,1	372,0	0,3
W14	T	Finestra 100x250	3,370	7,50	1491,5	0,4	168,8	0,3	591,9	0,5
W15	T	Finestra 400x140	3,545	72,80	15228,3	3,9	1723,0	2,6	15872,1	13,5
W16	T	Finestra 80x210	3,541	21,84	4563,4	1,2	516,3	0,8	4734,2	4,0
W17	T	Finestra 140x120	3,851	6,72	1527,1	0,4	172,8	0,3	468,9	0,4
W18	T	Finestra 120x210	3,556	7,56	1586,6	0,4	179,5	0,3	1611,7	1,4
W19	T	Finestra 300x65	3,873	3,90	891,4	0,2	100,9	0,2	598,7	0,5
W20	T	Finestra 115x220	3,576	2,53	533,9	0,1	60,4	0,1	710,0	0,6
W21	T	Finestra 120x240	3,634	2,88	617,6	0,2	69,9	0,1	473,7	0,4
W22	T	Finestra 165x210	3,498	3,47	716,3	0,2	81,0	0,1	591,3	0,5
Totale				274,28	57986,2	14,7	6561,0	9,8	45085,6	38,5

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	Ψ [Wt/mK]	L_{tot} [m]	$Q_{H,tr}$ [kWh _t]	%
Z1	-	C - Angolo tra pareti	-0,305	125,60	-2257,1	-0,6
Z2	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,163	616,40	5916,6	1,5
Z3	-	W - Parete - Telaio	0,116	680,62	4667,7	1,2
Z4	-	R - Parete - Copertura	-0,569	616,40	-	-5,0
Totale				2039,02	-	-2,9
					11564,2	

Dispersioni estive

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/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 verso esterno corridoi	1,400	329,39	13104,6	6,9	4417,1	4,9	10540,8	3,9
M2	T	Parete verso esterno	0,885	744,13	18721,7	9,9	6310,4	7,0	16233,4	6,0
Totale				1073,52	31826,3	16,8	10727,5	12,0	26774,2	9,8

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m ² K]	S_{tot} [m ²]	$Q_{C,tr}$ [kWh _t]	%	$Q_{C,r}$ [kWh _t]	%	$Q_{C,sol, op}$ [kWh _t]	%
P1	G	Pavimento controterra	0,305	2269,76	19704,9	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				2269,76	19704,9	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m ² K]	S_{tot} [m ²]	$Q_{C,tr}$ [kWh _t]	%	$Q_{C,r}$ [kWh _t]	%	$Q_{C,sol, op}$ [kWh _t]	%
S1	T	Copertura aule stato di fatto	1,925	841,96	46078,4	24,3	31062,7	34,7	70233,4	25,8
S3	U	Copertura uffici	1,912	370,90	12049,1	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0
S4	T	Copertura corridoi	1,925	1056,90	57841,5	30,5	38992,5	43,5	88163,0	32,4
Totale				2269,76	115969,0	61,1	70055,2	78,2	158396,4	58,1

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/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	Finestra 165x300	3,388	14,85	1430,4	0,8	448,4	0,5	6397,9	2,3
W2	T	Finestra 170x220	3,467	3,74	368,6	0,2	115,6	0,1	1579,6	0,6
W3	T	Finestra 140x140	3,762	1,96	209,6	0,1	65,7	0,1	568,3	0,2
W4	T	Finestra 80x150	4,132	2,40	281,9	0,1	88,4	0,1	842,1	0,3
W5	T	Finestra 50x160	4,003	2,40	273,1	0,1	85,6	0,1	868,0	0,3
W6	T	Finestra 100x240	3,767	19,20	2056,2	1,1	644,6	0,7	7492,2	2,8
W7	T	Finestra 60x160	3,829	14,40	1567,4	0,8	491,3	0,5	4433,2	1,6
W8	T	Finestra 85x260	3,457	2,21	217,2	0,1	68,1	0,1	931,4	0,3
W9	T	Finestra 260x190	3,468	4,94	487,0	0,3	152,7	0,2	1089,4	0,4
W10	T	Finestra 180x155	3,589	2,79	284,7	0,1	89,2	0,1	1141,8	0,4
W11	T	Finestra 270x155	3,547	71,23	7181,4	3,8	2251,2	2,5	21206,7	7,8
W12	T	Finestra 90x155	3,549	2,80	282,5	0,1	88,5	0,1	1151,8	0,4
W13	T	Finestra 90x240	3,438	2,16	211,1	0,1	66,2	0,1	914,9	0,3
W14	T	Finestra 100x250	3,370	7,50	718,5	0,4	225,2	0,3	1686,2	0,6
W15	T	Finestra 400x140	3,545	72,80	7335,6	3,9	2299,5	2,6	22066,6	8,1
W16	T	Finestra 80x210	3,541	21,84	2198,2	1,2	689,1	0,8	6581,8	2,4
W17	T	Finestra 140x120	3,851	6,72	735,6	0,4	230,6	0,3	1335,8	0,5
W18	T	Finestra 120x210	3,556	7,56	764,3	0,4	239,6	0,3	2084,2	0,8
W19	T	Finestra 300x65	3,873	3,90	429,4	0,2	134,6	0,2	1472,4	0,5
W20	T	Finestra 115x220	3,576	2,53	257,2	0,1	80,6	0,1	770,3	0,3
W21	T	Finestra 120x240	3,634	2,88	297,5	0,2	93,3	0,1	1164,9	0,4
W22	T	Finestra 165x210	3,498	3,47	345,0	0,2	108,2	0,1	1454,1	0,5
Totale				274,28	27932,5	14,7	8756,0	9,8	87233,6	32,0

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	Ψ [Wt/mK]	L_{tot} [m]	$Q_{C,tr}$ [kWh _t]	%
Z1	-	C - Angolo tra pareti	-0,305	125,60	-1087,3	-0,6
Z2	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,163	616,40	2850,1	1,5
Z3	-	W - Parete - Telaio	0,116	680,62	2248,5	1,2
Z4	-	R - Parete - Copertura	-0,569	616,40	-9581,8	-5,0
Totale				2039,02	-5570,6	-2,9

Trasmittanze termiche medie

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri			
			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 verso esterno corridoi	1,400	1,381	0,300	0,280
M2	T	Parete verso esterno	0,885	0,780	0,300	0,280

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti			
			U [W _t /m ² K]	U _{media} [W _t /m ² K]	U _{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
P1	G	Pavimento controterra	0,305	0,327	0,310	0,290

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti			
			U [W _t /m ² K]	U _{media} [W _t /m ² K]	U _{limite} [W _t /m ² K]	
					2015	2021
S1	T	Copertura aule stato di fatto	1,925	1,836	0,260	0,240
S3	U	Copertura uffici	1,912	1,822	0,435	0,402
S4	T	Copertura corridoi	1,925	1,862	0,260	0,240

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrati			
			U _w [W _t /m ² K]	U _{w,limite} [W _t /m ² K]	U _g [W _t /m ² K]	
				2015	2021	
W1	T	Finestra 165x300	3,388	1,900	1,400	2,604
W2	T	Finestra 170x220	3,467	1,900	1,400	2,604
W3	T	Finestra 140x140	3,762	1,900	1,400	2,604
W4	T	Finestra 80x150	4,132	1,900	1,400	2,604
W5	T	Finestra 50x160	4,003	1,900	1,400	2,604
W6	T	Finestra 100x240	3,767	1,900	1,400	2,604
W7	T	Finestra 60x160	3,829	1,900	1,400	2,604
W8	T	Finestra 85x260	3,457	1,900	1,400	2,604
W9	T	Finestra 260x190	3,468	1,900	1,400	2,604
W10	T	Finestra 180x155	3,589	1,900	1,400	2,604
W11	T	Finestra 270x155	3,547	1,900	1,400	2,604
W12	T	Finestra 90x155	3,549	1,900	1,400	2,604
W13	T	Finestra 90x240	3,438	1,900	1,400	2,604
W14	T	Finestra 100x250	3,370	1,900	1,400	2,604
W15	T	Finestra 400x140	3,545	1,900	1,400	2,604
W16	T	Finestra 80x210	3,541	1,900	1,400	2,604
W17	T	Finestra 140x120	3,851	1,900	1,400	2,604
W18	T	Finestra 120x210	3,556	1,900	1,400	2,604
W19	T	Finestra 300x65	3,873	1,900	1,400	2,604
W20	T	Finestra 115x220	3,576	1,900	1,400	2,604
W21	T	Finestra 120x240	3,634	1,900	1,400	2,604
W22	T	Finestra 165x210	3,498	1,900	1,400	2,604

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

Risultati energia invernale

Dispersioni

Dispersioni per trasmissione	$Q_{H,tr}$	322042	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	67093	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	145134	kWh _t

Apporti

Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	72099	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	45086	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	34877	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,agg}$	0	kWh _t

Bilancio energetico

Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	458323	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	230,87	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	93,91	kWh _t /m ²

Risultati energia estiva

Dispersioni

Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	4691	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	89539	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	69913	kWh _t

Apporti

Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	185171	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	87234	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	34686	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,agg}$	0	kWh _t

Bilancio energetico

Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	49405	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	24,89	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	12,07	kWh _t /m ²

4.3 Caratteristiche degli impianti

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

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

dove:

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

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

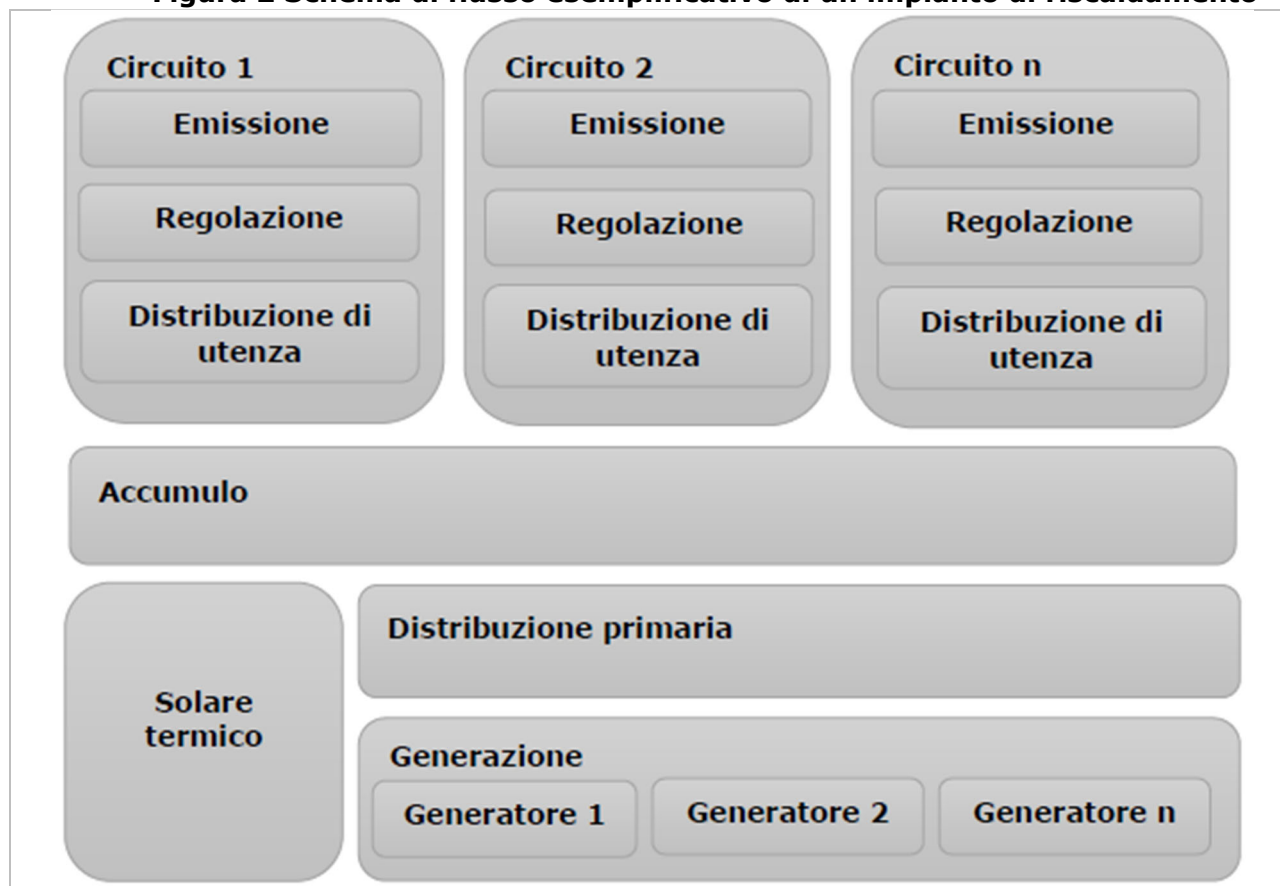
$Q_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

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

4.3.1 Impianto di riscaldamento idronico

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

Figura 2 Schema di flusso esemplificativo di un impianto di riscaldamento



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

Descrizione sintetica dell'impianto di riscaldamento idronico

Riscaldamento idronico attraverso 2 caldaie, una tradizionale con rendimenti bassi ed una a condensazione recentemente sostituita. Prevista la sostituzione della caldaia tradizionale con una caldaia a condensazione ad alto rendimento.

4.3.1.1 Impianto centralizzato

Dati generali

Tipologia di impianto	Monocircuito
Fluido termovettore	Acqua

Circuito Riscaldamento

Regime di funzionamento	Continuo
-------------------------	----------

Emissione

Tipologia	Ventilconvettori ($t_{media\ acqua} = 45^{\circ}C$)		
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$	94,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$	0,0	kWh _{el}

Regolazione

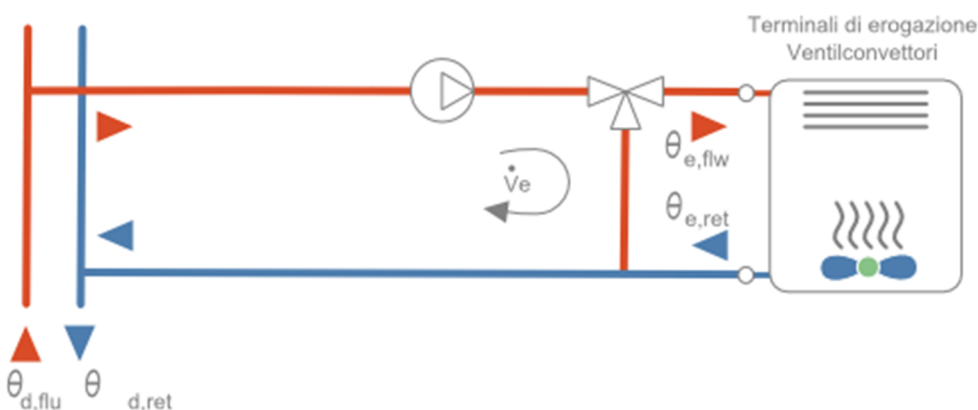
Tipologia	Manuale (solo termostato di caldaia)		
Caratteristiche	-		
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$	86,6	%

Distribuzione

Metodo di calcolo	Semplificato		
Tipologia di impianto	Centralizzato a distribuzione orizzontale		
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$	94,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$	0,0	kWh _{el}

Temperatura media

Tipologia di circuito	ON-OFF su ventilatore		
-----------------------	-----------------------	--	--



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]	47,7	47,9	48,7	49,2	-	-	-	-	-	49,1	48,4	47,8
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]	47,7	47,9	48,7	49,2	-	-	-	-	-	49,1	48,4	47,8

Generazione

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

Generatore 1 - Caldaia a condensazione**Dati generali**

Numero	1		
Tipologia	Caldaia a condensazione		
Metodo di calcolo	Direttiva caldaie (UNI/TS 11300-2, app.B.2)		
Marca / serie / modello	Caldaia Viessmann Vitocrossal		
Potenza utile nominale	Φ_n	170,00	kW _t

Immagine**Rendimenti termici**

Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	100,0	%
------------------------	-----------------------	-------	---

Ausiliari

Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$	1838,5	kWh _{el}
------------------------	---------------------	--------	-------------------

Vettore energetico

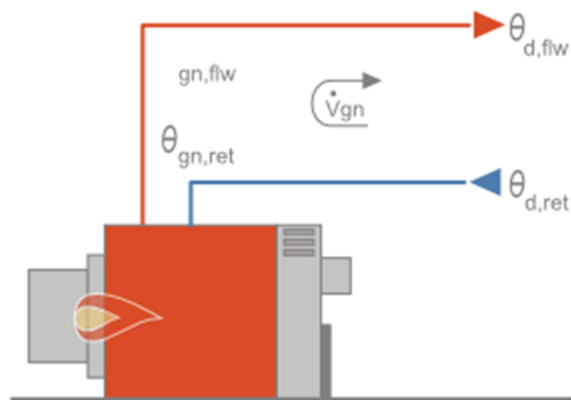
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh/Nm ³
Costo	c	0,87	€/ Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,210	kg/kWh _p

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]	47,7	47,9	48,7	49,2	-	-	-	-	-	49,1	48,4	47,8

Generatore 2 - Caldaia tradizionale

Dati generali			
Numero	2		
Tipologia	Caldaia tradizionale		
Metodo di calcolo	Direttiva caldaie (UNI/TS 11300-2, app.B.2)		
Marca / serie / modello	Viessmann Vertomat 285		
Potenza utile nominale	Φ_n	272,60	kW _t

Immagine



Rendimenti termici			
Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	89,9	%
Ausiliari			
Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$	61,9	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)	$Q_{H,nd}$	458323	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	458323	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	0	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	458323	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	458323	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	458323	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	458323	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	29255	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	487577	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rg,ls,nrh}$	75373	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rg,in}$	562950	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	35933	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	598883	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	598883	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	$Q_{H,s,in,eff}$	598883	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	598883	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	598883	kWh _t
Perdite dei circuiti di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,circ,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso ai circuiti di generazione	$Q_{H,gen,circ,in}$	598883	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	1511	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	600394	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{H,gen,in,RES}$	0	kWh _t

Fabbisogni elettrici

Fabbisogno elettrico ausiliari emissione	$Q_{H,em,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione di utenza	$Q_{H,du,aux}$	0	kWh _{el}
Ausiliari solare termico	$Q_{H,sol,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria	$Q_{H,dp,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari generazione	$Q_{H,gen,aux}$	1900	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	1900	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)	$Q_{H,el,eff}$	1900	kWh _{el}

Energia primaria

Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	634120	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	893	kWh _p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	635013	kWh _p

Riepilogo rendimenti

Impianto idronico

Emissione	$\eta_{H, idr,em}$	94,0	%
Regolazione	$\eta_{H, idr,reg}$	86,6	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H, idr,du}$	94,0	%
Accumulo	$\eta_{H, idr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H, idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H, idr,gen,ut}$	99,7	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H, idr,gen,p,nren}$	94,4	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H, idr,gen,p,tot}$	94,3	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	72,3	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,g,p,tot}$	72,2	%
Valore limite	$\eta_{H,g,lim}$	73,3	%

4.3.2 Altri impianti

4.3.2.1 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

Prevista l'intera sostituzione dell'impianto illuminotecnico con apparecchi a LED ad alta efficienza.

4.4 Principali risultati dei calcoli (stato di fatto)

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

4.4.1 Edificio

Consumi ed energia consegnata

Servizio	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	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)	63718	Sm ³	600394	0	630414	0	630414	52248,68	126083
Globale (GI)	63718	Sm ³	600394	0	630414	0	630414	52248,68	126083

Servizio	Consumo ed energia consegnata				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	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)	1900	kWh	1900	-	3706	893	4599	475,09	874
Illuminazione (L)	28812	kWh	28812	-	56183	13542	69725	7202,99	13254
Globale (GI)	30712	kWh	30712	-	59889	14435	74324	7678,09	14128

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	52723,77
Acqua calda sanitaria (W)	0,00
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	7202,99
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	59926,77

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H _{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η _{em})	94,0
Regolazione (η _{reg})	86,6
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0
Accumulo (η _s)	100,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	99,7
Generazione (η _{gen,p,nren})	94,4
Generazione (η _{gen,p,tot})	94,3
Globale medio stagionale (η _{g,p,nren})	72,3
Globale medio stagionale (η _{g,p,tot})	72,2
Valore limite (η _{lim})	73,3

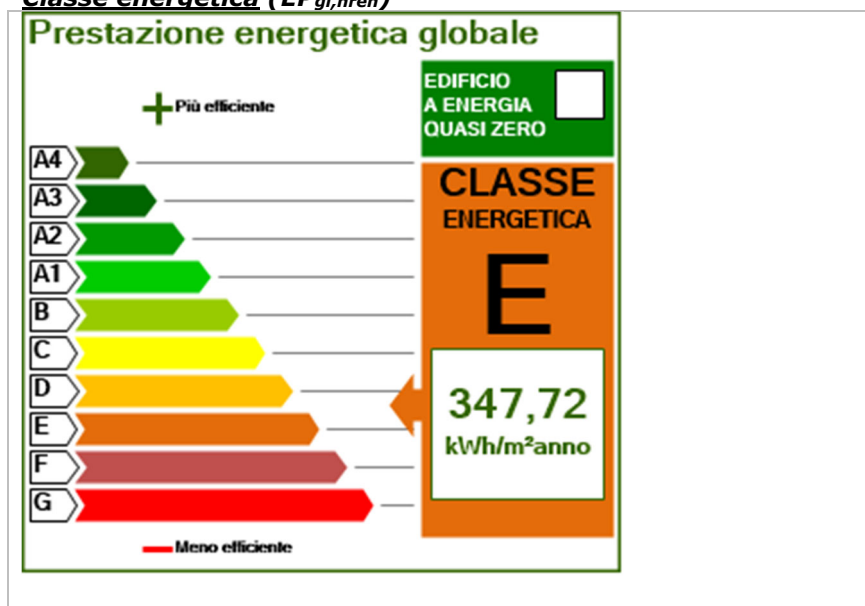
Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q _{nd} [kWh _t]	EP _{nd} [kWh _t /m ²]	EP _{nd,limite} [kWh _t /m ²]
Riscaldamento (H)	458323	230,87	93,91
Raffrescamento (C)	49405	24,89	12,07

Indici di prestazione energetica dell'edificio

Servizio	Energia primaria			Indici di prestazione energetica			
	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	EP _{nren} [kWh _p /m ²]	EP _{ren} [kWh _p /m ²]	EP _{tot} [kWh _p /m ²]	EP _{tot,limite} [kWh _p /m ²]
Riscaldamento (H)	634120	893	635013	319,42	0,45	319,87	-
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Illuminazione (L)	56183	13542	69725	28,30	6,82	35,12	-
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Globale	690303	14435	704738	347,72	7,27	354,99	163,27

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



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)	0,1	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,0	-	50	-
Raffrescamento (C)	0,0	-	-	-
Globale (H + W + C)	0,1	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-	-	-
Illuminazione (L)	19,4	-	-	-
Trasporto (T)	0,0	-	-	-
Globale	2,0	-	-	-

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 limiti via via più stringenti.

Emissioni

Servizio	Emissioni di CO ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	126956,97
Acqua calda sanitaria (W)	0,00
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	13253,51
Trasporto (T)	0,00
Globale (G)	140210,48

Legenda:

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

5 Confronto con i consumi reali

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

5.1 Edificio

5.1.1 Stagione termica 2021/22

5.1.1.1 Consumi annui

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ_{est} [°C]	3,2	3,7	8,8	12,3	18,0	21,3	22,4	22,2	18,6	13,2	7,9	3,7
$H_{or,di}$ [W/m ²]	16,2	50,9	79,9	101,9	141,2	178,2	170,1	157,4	104,2	48,6	30,1	18,5
$H_{or,dif}$ [W/m ²]	23,1	38,2	59,0	75,2	94,9	106,5	105,3	89,1	66,0	48,6	30,1	20,8

Legenda dei simboli:

θ_{est}	Temperatura esterna media mensile
$H_{or,dir}$	Irradiazione solare diretta media mensile sul piano orizzontale
$H_{or,dif}$	Irradiazione solare diffusa media mensile sul piano orizzontale

Stagione di riscaldamento

Data di inizio	15/10/2000				Data di fine	15/04/2001						
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
g_{risc} [g]	31	28	31	15	-	-	-	-	-	17	30	31
$\theta_{est,risc}$ [°C]	3.2	3.7	8.8	11.5	-	-	-	-	-	11.8	7.9	3.7

Consumi e validazione

Vettore energetico	Metano				
Servizio	Co _{calc} [Sm ³]	Co _{reale} [Sm ³]	F _{agg} [-]	Co _{reale,agg} [Sm ³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	63718	64155	1,01	64549	-1,3
Globale (GI)	63718	64155	0,00	64549	-1,3

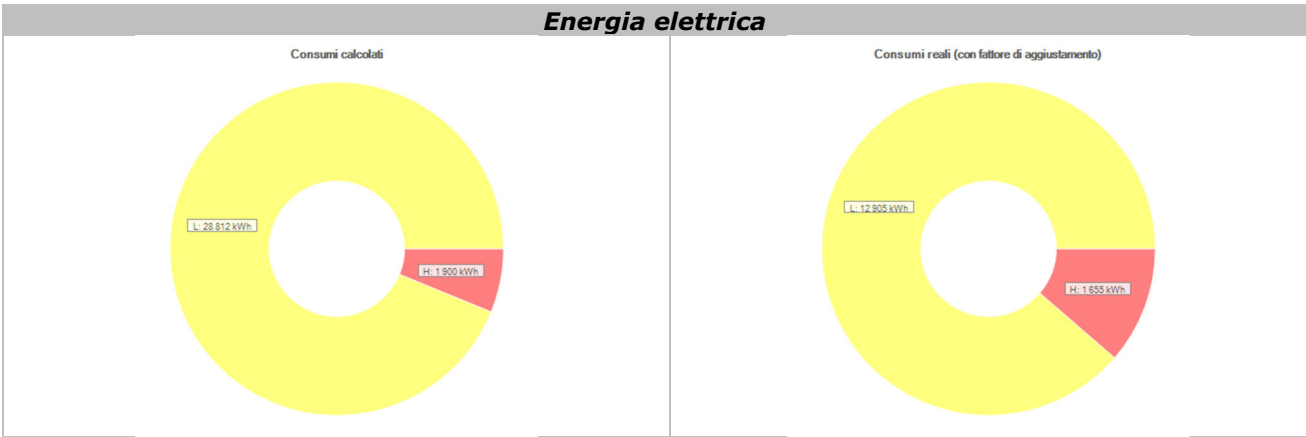
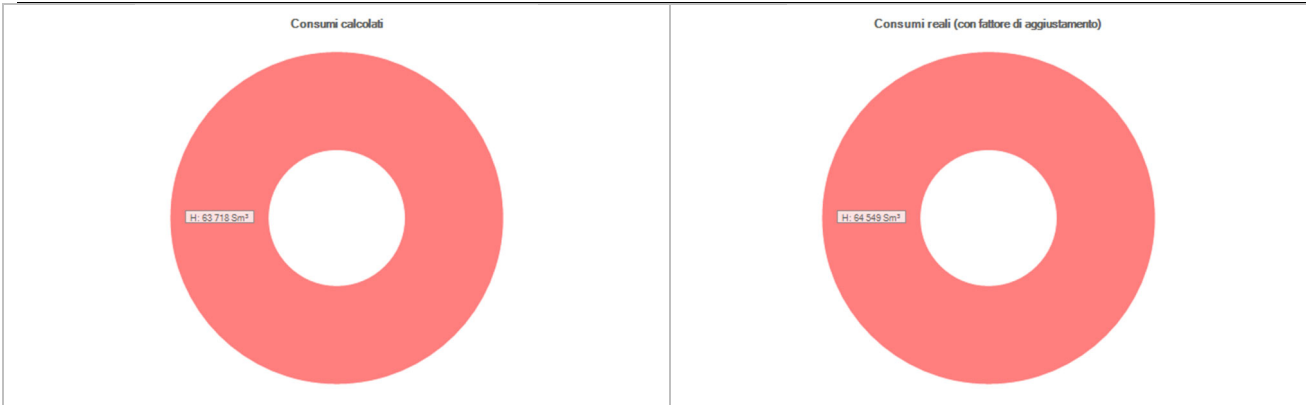
Vettore energetico	Energia elettrica				
Servizio	Co _{calc} [kWh]	Co _{reale} [kWh]	F _{agg} [-]	Co _{reale,agg} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1900	1645	1,01	1655	14,8
Illuminazione (L)	28812	12905	1,00	12905	123,3
Globale (GI)	30712	14550	0,00	14560	110,9

Legenda dei simboli:

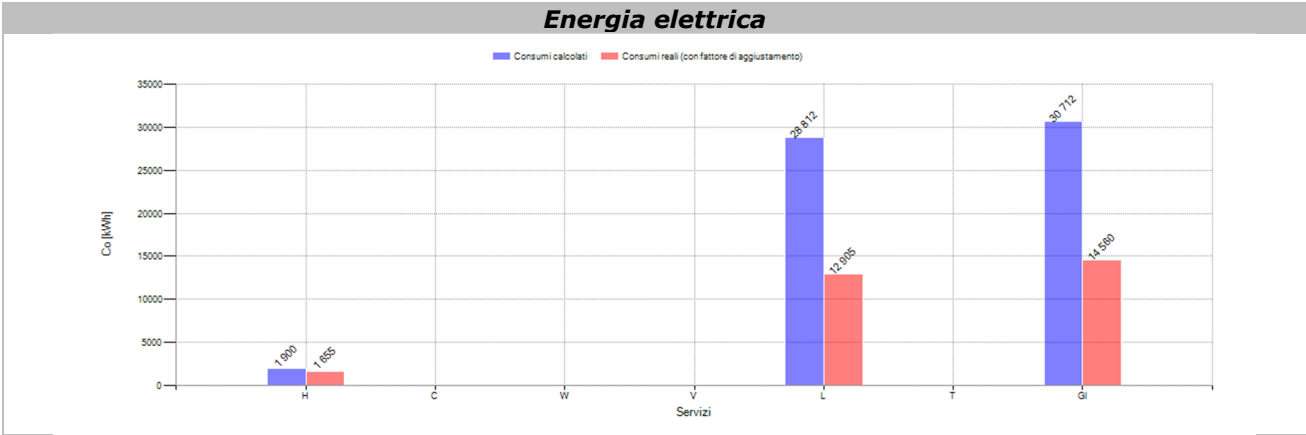
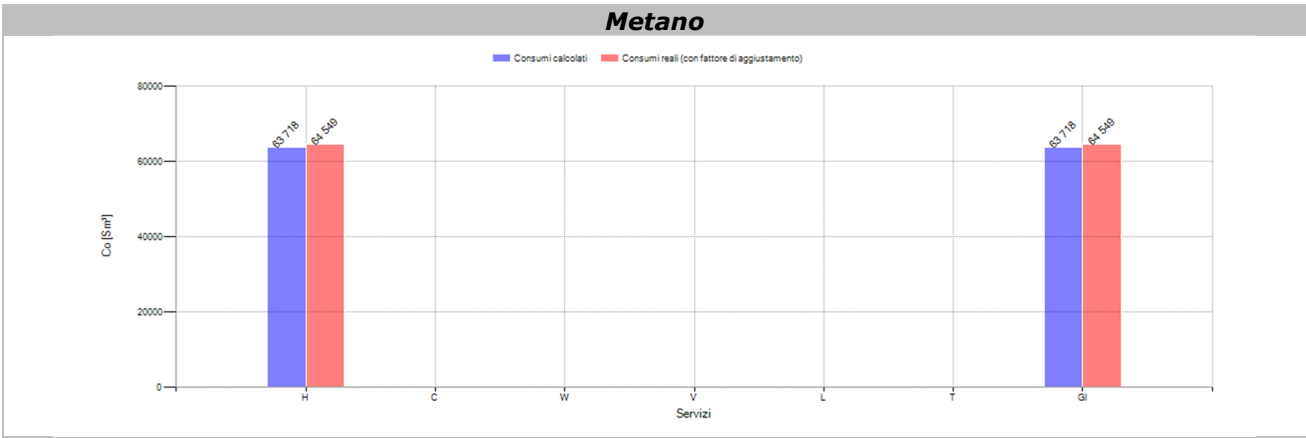
CO_{calc}	Consumo calcolato (operativo)
CO_{reale}	Consumo reale (effettivo)
F_{agg}	Fattore di aggiustamento
$CO_{reale,agg}$	Consumo reale comprensivo del fattore di aggiustamento
Δ	Scostamento consumo

Suddivisione per servizio

Metano

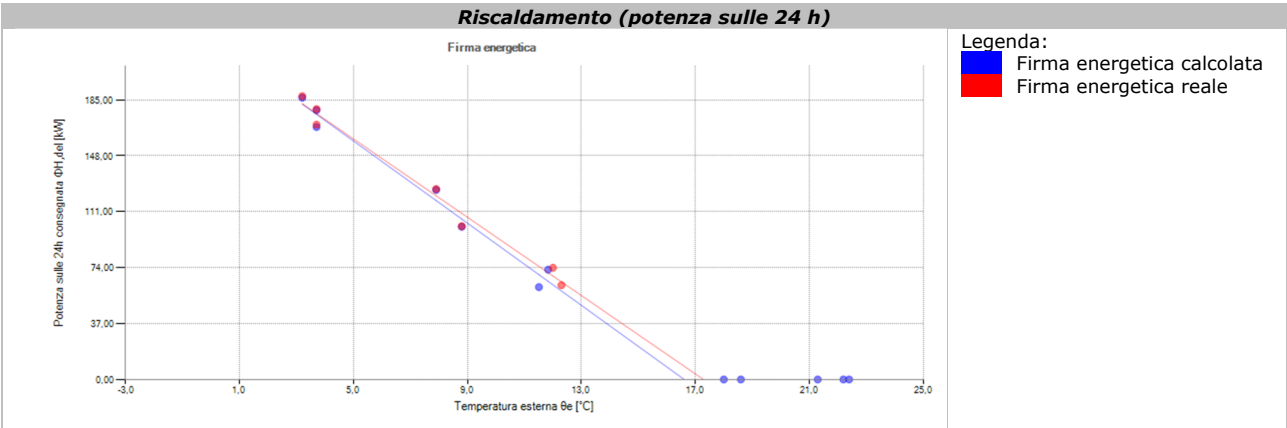


Confronto



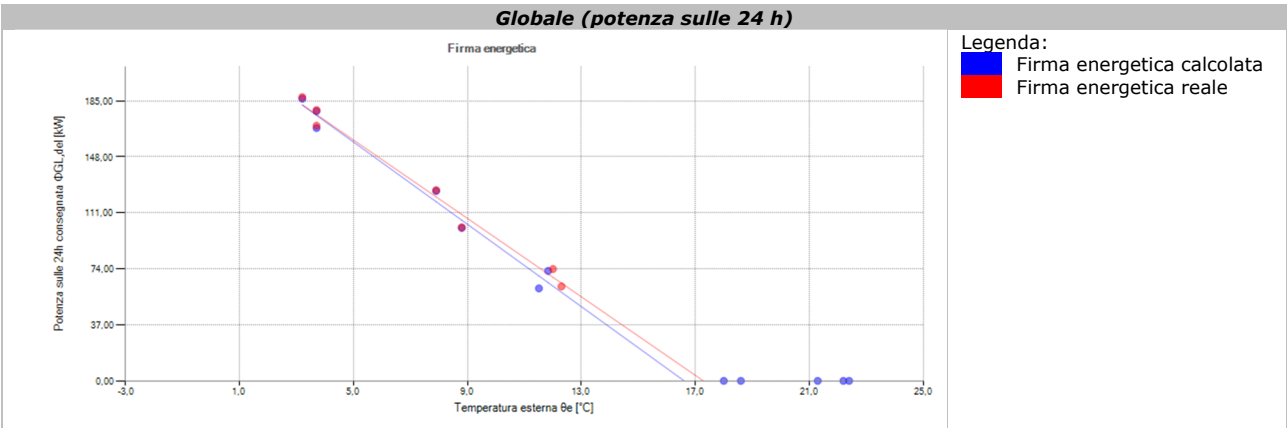
5.1.1.2 Firme energetiche

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



Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θe [°C]	g _{risc} [g]	θe _{risc} [°C]	Co _H [Sm ³]	Φ _{H,del} [kW _t /el]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>3,2</i>	<i>31</i>	<i>3,2</i>	<i>14715</i>	<i>186,36</i>
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	<i>28</i>	<i>3,7</i>	<i>28</i>	<i>3,7</i>	<i>11908</i>	<i>166,97</i>
<i>marzo</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>8,8</i>	<i>31</i>	<i>8,8</i>	<i>7976</i>	<i>101,02</i>
<i>aprile</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>12,3</i>	<i>15</i>	<i>11,5</i>	<i>2333</i>	<i>61,06</i>
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>18,0</i>	<i>0</i>	<i>18,0</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>21,3</i>	<i>0</i>	<i>21,3</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>22,4</i>	<i>0</i>	<i>22,4</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>22,2</i>	<i>0</i>	<i>22,2</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>18,6</i>	<i>0</i>	<i>18,6</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>13,2</i>	<i>17</i>	<i>11,8</i>	<i>3143</i>	<i>72,58</i>
<i>novembre</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>7,9</i>	<i>30</i>	<i>7,9</i>	<i>9580</i>	<i>125,38</i>
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>3,7</i>	<i>31</i>	<i>3,7</i>	<i>14063</i>	<i>178,11</i>
TOTALE		365	-	183	-	63718	-

Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θe [°C]	g _{risc} [g]	θe _{risc} [°C]	Co _H [Sm ³]	Φ _{H,del} [kW _t /el]
<i>1 - Ottobre</i>	<i>H</i>	<i>17</i>	<i>12,0</i>	<i>17</i>	<i>12,0</i>	<i>3199</i>	<i>73,88</i>
<i>2 - Novembre</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>7,9</i>	<i>30</i>	<i>7,9</i>	<i>9627</i>	<i>125,99</i>
<i>3 - Dicembre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>3,7</i>	<i>31</i>	<i>3,7</i>	<i>14125</i>	<i>178,89</i>
<i>4 - Gennaio</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>3,2</i>	<i>31</i>	<i>3,2</i>	<i>14797</i>	<i>187,40</i>
<i>5 - Febbraio</i>	<i>H</i>	<i>28</i>	<i>3,7</i>	<i>28</i>	<i>3,7</i>	<i>12018</i>	<i>168,51</i>
<i>6 - Marzo</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>8,8</i>	<i>31</i>	<i>8,8</i>	<i>8007</i>	<i>101,41</i>
<i>7 - Aprile</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>12,3</i>	<i>15</i>	<i>12,3</i>	<i>2382</i>	<i>62,35</i>
TOTALE		198	-	183	-	64155	-



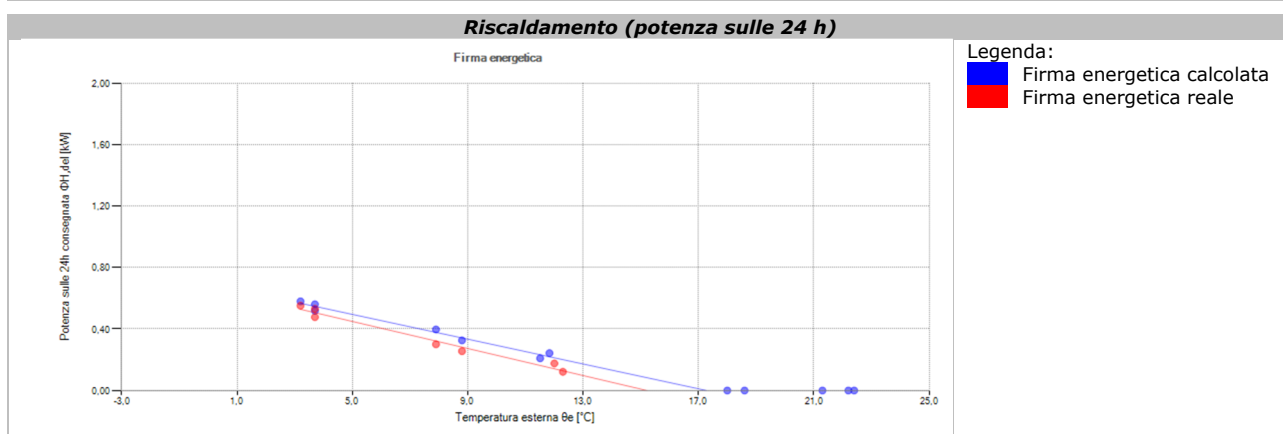
Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θe [°C]	Co _{GL} [Sm ³]	Φ _{GL,del} [kW _t /el]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>3,2</i>	<i>14715</i>	<i>186,36</i>
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	<i>28</i>	<i>3,7</i>	<i>11908</i>	<i>166,97</i>
<i>marzo</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>8,8</i>	<i>7976</i>	<i>101,02</i>
<i>aprile</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>12,3</i>	<i>2333</i>	<i>61,06</i>
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>18,0</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>

FACCHINETTI PER. IND. GUIDO Studio Tecnico
VIA XX SETTEMBRE 27 - 25016 GHEDI (BS)

giugno	NH	30	21,3	0	0,00
luglio	NH	31	22,4	0	0,00
agosto	NH	31	22,2	0	0,00
settembre	NH	30	18,6	0	0,00
ottobre	H	31	13,2	3143	72,58
novembre	H	30	7,9	9580	125,38
dicembre	H	31	3,7	14063	178,11
TOTALE		365	-	63718	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	Co _{GL} [Sm ³]	$\Phi_{GL,del}$ [kW _t /el]
1 - Ottobre	H	17	12,0	3199	73,88
2 - Novembre	H	30	7,9	9627	125,99
3 - Dicembre	H	31	3,7	14125	178,89
4 - Gennaio	H	31	3,2	14797	187,40
5 - Febbraio	H	28	3,7	12018	168,51
6 - Marzo	H	31	8,8	8007	101,41
7 - Aprile	H	30	12,3	2382	62,35
TOTALE		198	-	64155	-

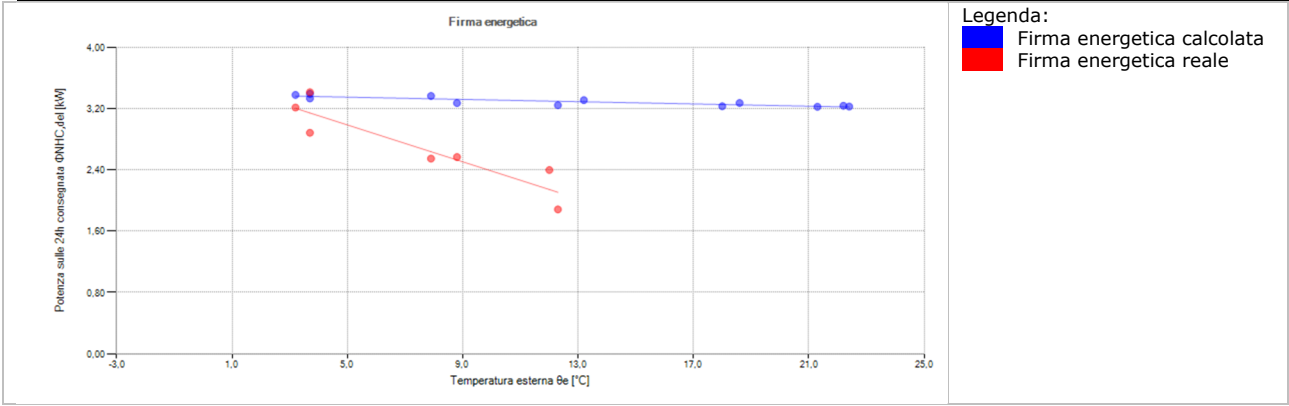
Contatore	2	Unità di misura	kWh
Vettore energetico	Energia elettrica	Servizi	Hidr, L



Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	g _{risc} [g]	$\theta_{e,risc}$ [°C]	Co _H [kWh]	$\Phi_{H,del}$ [kW _t /el]
gennaio	H	31	3,2	31	3,2	431	0,58
febbraio	H	28	3,7	28	3,7	348	0,52
marzo	H	31	8,8	31	8,8	243	0,33
aprile	H	30	12,3	15	11,5	75	0,21
maggio	NH	31	18,0	0	18,0	0	0,00
giugno	NH	30	21,3	0	21,3	0	0,00
luglio	NH	31	22,4	0	22,4	0	0,00
agosto	NH	31	22,2	0	22,2	0	0,00
settembre	NH	30	18,6	0	18,6	0	0,00
ottobre	H	31	13,2	17	11,8	99	0,24
novembre	H	30	7,9	30	7,9	286	0,40
dicembre	H	31	3,7	31	3,7	418	0,56
TOTALE		365	-	183	-	1900	-

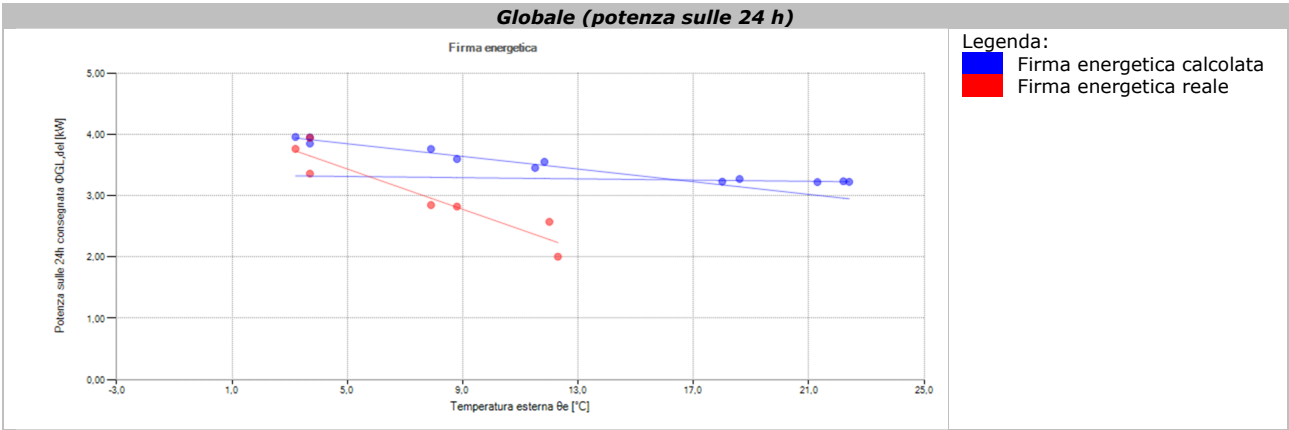
Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	g _{risc} [g]	$\theta_{e,risc}$ [°C]	Co _H [kWh]	$\Phi_{H,del}$ [kW _t /el]
1 - Ottobre	H	17	12,0	17	12,0	72	0,18
2 - Novembre	H	30	7,9	30	7,9	216	0,30
3 - Dicembre	H	31	3,7	31	3,7	355	0,48
4 - Gennaio	H	31	3,2	31	3,2	410	0,55
5 - Febbraio	H	28	3,7	28	3,7	357	0,53
6 - Marzo	H	31	8,8	31	8,8	190	0,26
7 - Aprile	H	30	12,3	15	12,3	44	0,12
TOTALE		198	-	183	-	1645	-

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θe [°C]	CONHC [kWh]	ΦNHC,del [kWt/el]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>3,2</i>	<i>2513</i>	<i>3,38</i>
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	<i>28</i>	<i>3,7</i>	<i>2238</i>	<i>3,33</i>
<i>marzo</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>8,8</i>	<i>2434</i>	<i>3,27</i>
<i>aprile</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>12,3</i>	<i>2335</i>	<i>3,24</i>
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>18,0</i>	<i>2403</i>	<i>3,23</i>
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>21,3</i>	<i>2320</i>	<i>3,22</i>
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>22,4</i>	<i>2400</i>	<i>3,23</i>
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>22,2</i>	<i>2407</i>	<i>3,24</i>
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>18,6</i>	<i>2356</i>	<i>3,27</i>
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>13,2</i>	<i>2462</i>	<i>3,31</i>
<i>novembre</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>7,9</i>	<i>2422</i>	<i>3,36</i>
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>3,7</i>	<i>2523</i>	<i>3,39</i>
TOTALE		365	-	28812	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θe [°C]	CONHC [kWh]	ΦNHC,del [kWt/el]
<i>1 - Ottobre</i>	<i>H</i>	<i>17</i>	<i>12,0</i>	<i>978</i>	<i>2,40</i>
<i>2 - Novembre</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>7,9</i>	<i>1834</i>	<i>2,55</i>
<i>3 - Dicembre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>3,7</i>	<i>2145</i>	<i>2,88</i>
<i>4 - Gennaio</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>3,2</i>	<i>2390</i>	<i>3,21</i>
<i>5 - Febbraio</i>	<i>H</i>	<i>28</i>	<i>3,7</i>	<i>2293</i>	<i>3,41</i>
<i>6 - Marzo</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>8,8</i>	<i>1910</i>	<i>2,57</i>
<i>7 - Aprile</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>12,3</i>	<i>1356</i>	<i>1,88</i>
TOTALE		198	-	12905	-



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θe [°C]	CoGL [kWh]	ΦGL,del [kWt/el]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>3,2</i>	<i>2944</i>	<i>3,96</i>
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	<i>28</i>	<i>3,7</i>	<i>2587</i>	<i>3,85</i>
<i>marzo</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>8,8</i>	<i>2676</i>	<i>3,60</i>
<i>aprile</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>12,3</i>	<i>2411</i>	<i>3,45</i>
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>18,0</i>	<i>2403</i>	<i>3,23</i>
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>21,3</i>	<i>2320</i>	<i>3,22</i>
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>22,4</i>	<i>2400</i>	<i>3,23</i>
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>22,2</i>	<i>2407</i>	<i>3,24</i>
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>18,6</i>	<i>2356</i>	<i>3,27</i>
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>13,2</i>	<i>2561</i>	<i>3,55</i>
<i>novembre</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>7,9</i>	<i>2708</i>	<i>3,76</i>

dicembre	H	31	3,7	2940	3,95
TOTALE		365	-	30712	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	Co _{GL} [kWh]	$\Phi_{GL,del}$ [kW _t /el]
1 - Ottobre	H	17	12,0	1050	2,57
2 - Novembre	H	30	7,9	2050	2,85
3 - Dicembre	H	31	3,7	2500	3,36
4 - Gennaio	H	31	3,2	2800	3,76
5 - Febbraio	H	28	3,7	2650	3,94
6 - Marzo	H	31	8,8	2100	2,82
7 - Aprile	H	30	12,3	1400	2,01
TOTALE		198	-	14550	-

Legenda dei simboli:

g	Giorni effettivi del periodo
θ_e	Temperatura esterna media del periodo
g _{risc}	Giorni di riscaldamento del periodo
g _{raffr}	Giorni di raffrescamento del periodo
$\theta_{e,risc}$	Temperatura esterna media riproporzionata sui giorni di riscaldamento
$\theta_{e,raff}$	Temperatura esterna media riproporzionata sui giorni di raffrescamento
Φ_{del}	Potenza consegnata del periodo

Legenda dei servizi:

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

Legenda dei codici:

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

5.1.2 Stagione media

5.1.2.1 Consumi annui

Dati climatici (modello di calcolo)

Tipologia	Convenzionali (secondo UNI 10349)											
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{est} [°C]	3,2	3,7	8,8	12,3	18,0	21,3	22,4	22,2	18,6	13,2	7,9	3,7
H _{or,dir} [W/m²]	16,2	50,9	79,9	101,9	141,2	178,2	170,1	157,4	104,2	48,6	30,1	18,5
H _{or,dif} [W/m²]	23,1	38,2	59,0	75,2	94,9	106,5	105,3	89,1	66,0	48,6	30,1	20,8

Legenda dei simboli:

θ _{est}	Temperatura esterna media mensile
H _{or,dir}	Irradiazione solare diretta media mensile sul piano orizzontale
H _{or,dif}	Irradiazione solare diffusa media mensile sul piano orizzontale

Stagione di riscaldamento

Data di inizio	15/10/2000				Data di fine	15/04/2001						
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
g _{risc} [g]	31	28	31	15	-	-	-	-	-	17	30	31
θ _{est,risc} [°C]	3,2	3,7	8,8	11,5	-	-	-	-	-	11,8	7,9	3,7

Consumi e validazione

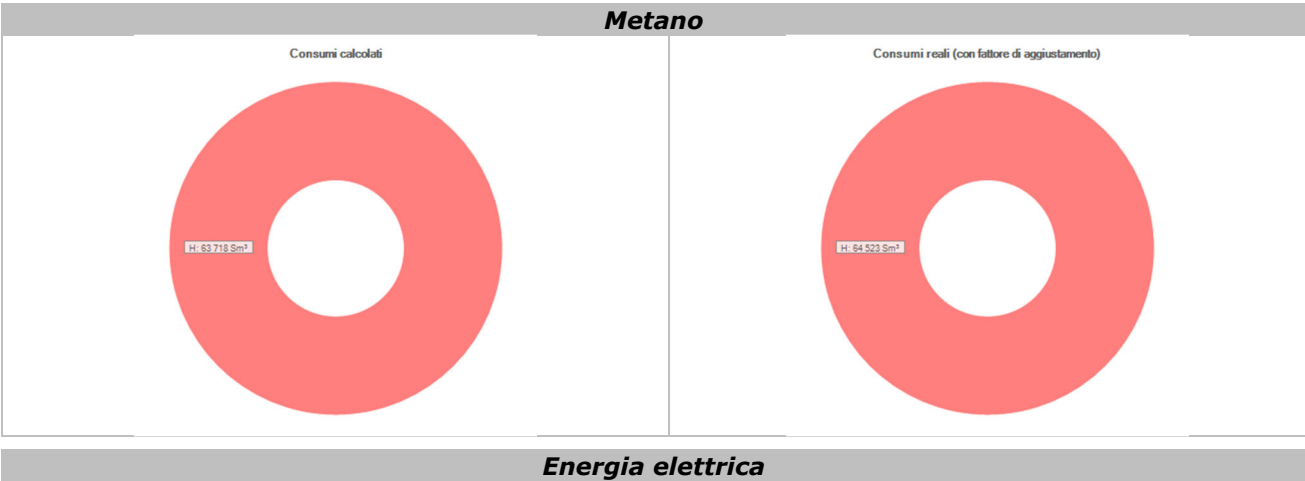
Vettore energetico	Metano				
Servizio	Co _{calc} [Sm³]	Co _{reale} [Sm³]	F _{agg} [-]	Co _{reale,agg} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	63718	64155	1,01	64523	-1,2
Globale (GI)	63718	64155	0,00	64523	-1,2

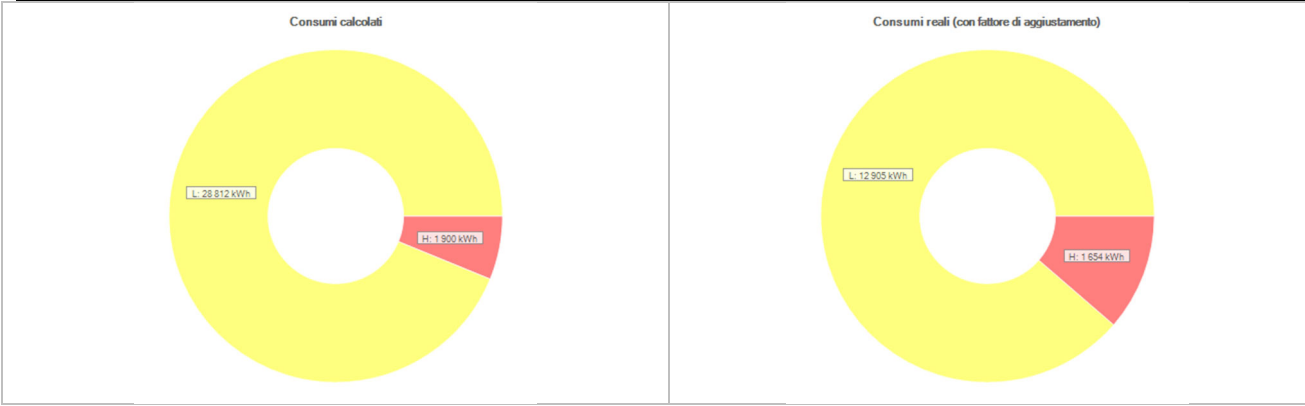
Vettore energetico	Energia elettrica				
Servizio	Co _{calc} [kWh]	Co _{reale} [kWh]	F _{agg} [-]	Co _{reale,agg} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1900	1645	1,01	1654	14,9
Illuminazione (L)	28812	12905	1,00	12905	123,3
Globale (GI)	30712	14550	0,00	14559	110,9

Legenda dei simboli:

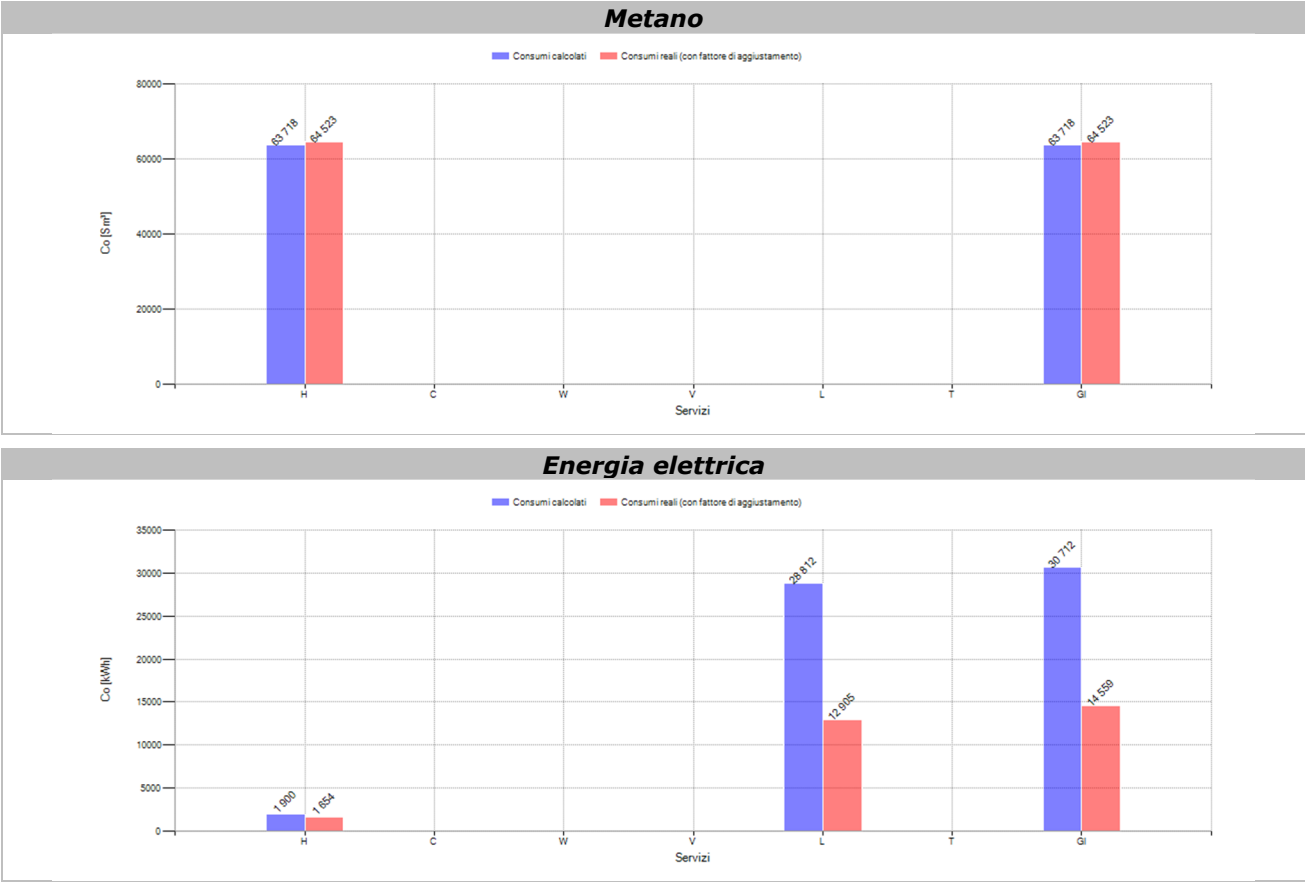
Co _{calc}	Consumo calcolato (operativo)
Co _{reale}	Consumo reale (effettivo)
F _{agg}	Fattore di aggiustamento
Co _{reale,agg}	Consumo reale comprensivo del fattore di aggiustamento
Δ	Scostamento consumo

Suddivisione per servizio





Confronto



6 RACCOMANDAZIONI CIRCA I POSSIBILI INTERVENTI

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

Prospetto 2 Classificazione degli interventi di risparmio energetico

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

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

Riepilogo scenari

N°	Descrizione	C [€]	ΔS_{gl} [€/anno]	t_r [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]	Classe energetica
1	Riqualificazione energetica	500000,00	14947,91	33,4	90,58	D

Legenda:

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

6.1 Riqualificazione energetica

Dati generali

Data generata:			
Numero	1		
Descrizione	Riqualificazione energetica		
Lavoro di riferimento	C:\Users\Utente\Documenti\Comune di Pontevico\Scuola elementare\Diagnosi\2022.11\2022.11 Stato di progetto.E0001		
Costo stimato	C	500000,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	14947,91	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	33,4	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	90,58	kWh _p /m²anno
Classe energetica raggiungibile	D		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione
1	Riqualificazione energetica

6.1.1 Riqualficazione energetica

Dati generali

Intervento	1
Descrizione	Riqualficazione energetica

Caratteristiche intervento

Prevista sostituzione della caldaia tradizionale con una caldaia a condensazione ad alto rendimento.
Prevista la riqualficazione del soffitto delle aule con isolamento termico fino al raggiungimento del minimo di legge di 0,200 W/Mqk.
Prevista l'installazione del riscaldamento radiante a soffitto per le aule con nuove linee di derivazione dalla centrale termica.
Prevista l'intera sostituzione dell'impianto illuminotecnico dell'edificio con apparecchi a LED ad alta efficienza.

6.1.2 Prestazioni raggiungibili

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

6.1.2.1 Edificio

Consumi (Co)

Consumi (C6)			
Servizio	Metano [Sm ³]		Δ [%]
	Stato di fatto	Scenario	
Riscaldamento (H)	63718	45644	-28,4
Globale	63718	45644	-28.4

Energia elettrica [kWh]			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1900	1391	-26,8
Illuminazione (L)	28812	28812	0,0
Globale	30712	30203	-1,7

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	52723,77	37775,87	28,4
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	7202,99	7202,99	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	59926,77	44978,86	24,9

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	500000,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gl}) [€/anno]	14947,91
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	33,4

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H_{idr})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η_{em})	94,0	95,0	1,1
Regolazione (η_{reg})	86,6	97,0	12,0
Distribuzione di utenza (η_{du})	94,0	95,1	1,1
Accumulo (η_s)	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	99,7	100,6	0,9
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	94,4	95,3	0,9
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	94,3	95,1	0,9
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	72,3	83,5	15,5
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	72,2	83,3	15,5
Valore limite (η_{lim})	73,3	-	-

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	230,87	190,99	-17,3	93,91
Raffrescamento (C)	24,89	20,14	-19,1	12,07

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

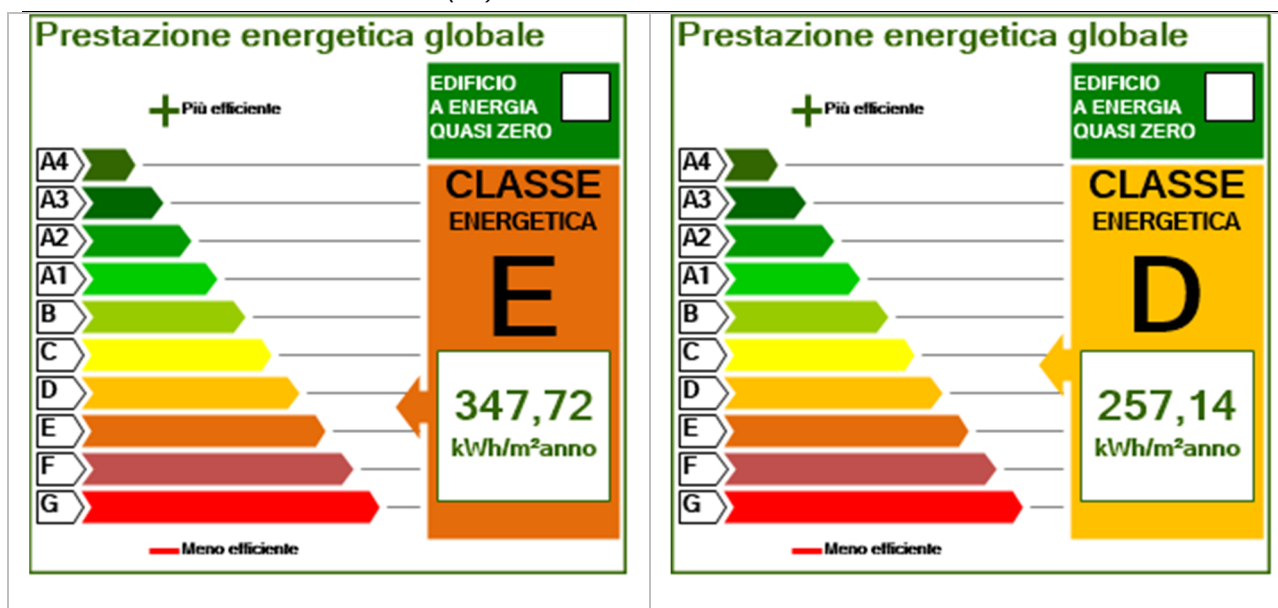
Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	319,42	228,84	-28,4
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	28,30	28,30	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	347,72	257,14	-26,0

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,45	0,33	-26,8
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	6,82	6,82	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	7,27	7,15	-1,7

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	319,87	229,17	-28,4
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	35,12	35,12	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	354,99	264,29	-25,5
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	163,27	-	-

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$) - Secondo calcolo regolamentare A1/A2

Stato di fatto	Scenario
----------------	----------



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,1	0,1	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,0	0,0	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,1	0,1	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	2,0	2,7	34,2	-

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)	126956,97	90958,68	-28,4
Acqua calda sanitaria (W)	0,00	0,00	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	13253,51	13253,51	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	140210,48	104212,19	-25,7

Legenda:

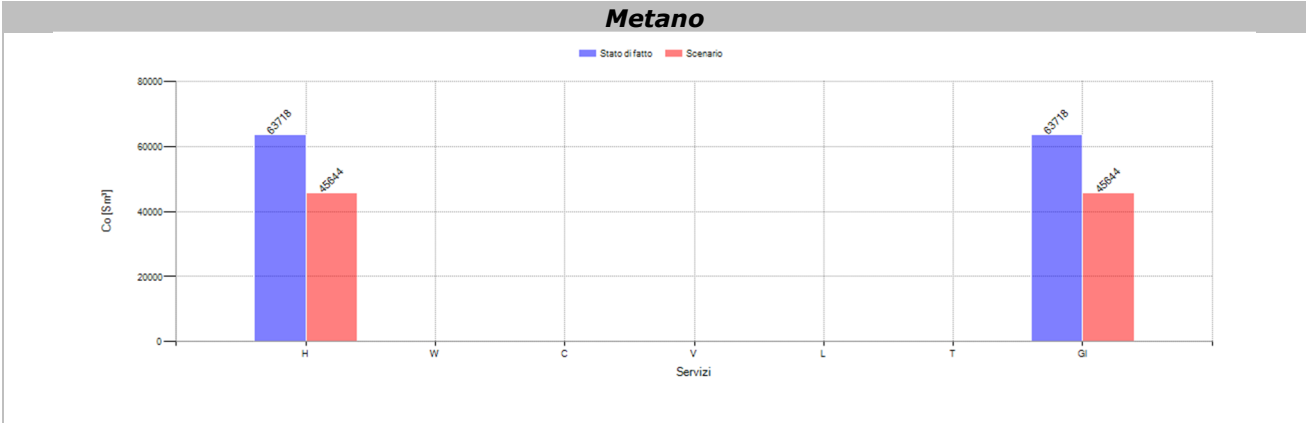
Co	Consumo
Em	Emissioni
EP _{nd}	Indice di prestazione termica
EP _{nren}	Indice di prestazione energetica non rinnovabile
EP _{ren}	Indice di prestazione energetica rinnovabile
EP _{tot}	Indice di prestazione energetica totale
η _{ut}	Rendimento rispetto all'energia utile
η _{p,nren}	Rendimento rispetto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

Grafici

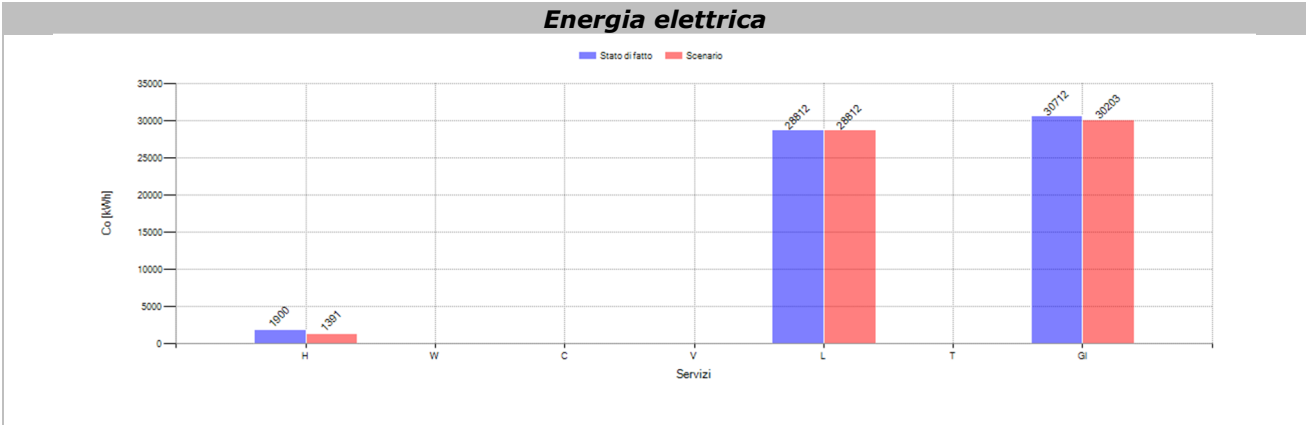
Si descrivono di seguito, attraverso istogrammi, i consumi di combustibile, energia elettrica ed energia primaria a monte ed a valle degli interventi. Si evidenzia inoltre, attraverso diagrammi a torta, come si modifica la composizione dell'energia primaria (per servizio o per vettore energetico) a seguito 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

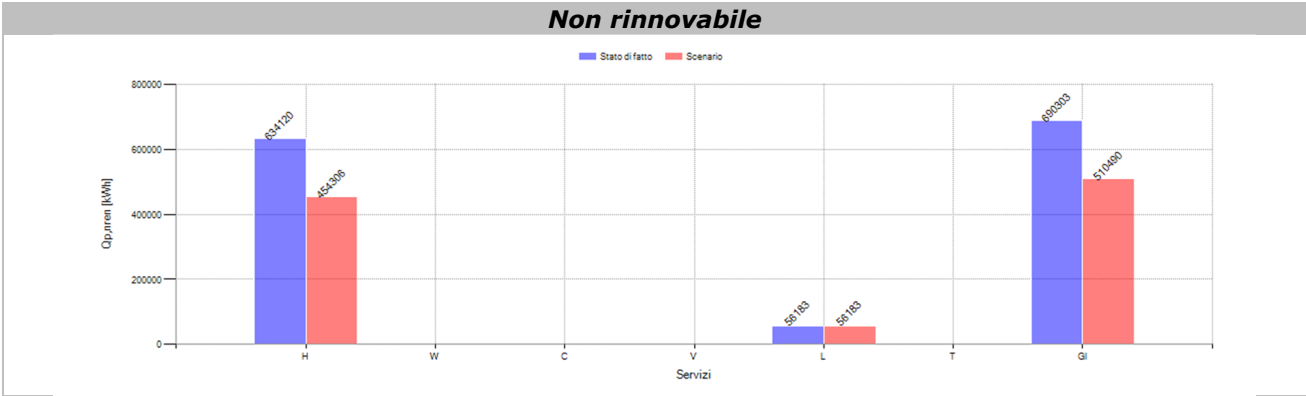


Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	63718	45644	-28,4
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	63718	45644	-28,4

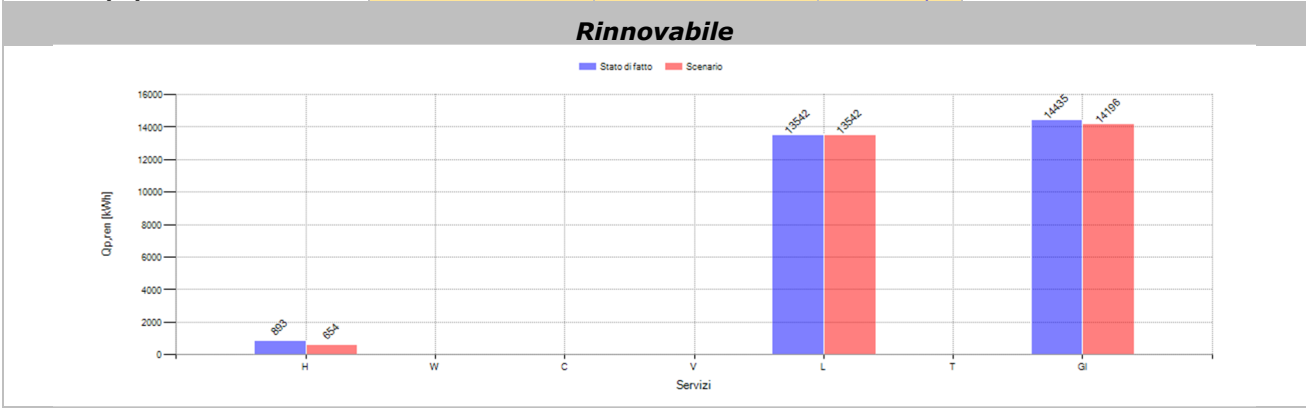


Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1900	1391	-26,8
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	28812	28812	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	30712	30203	-1,7

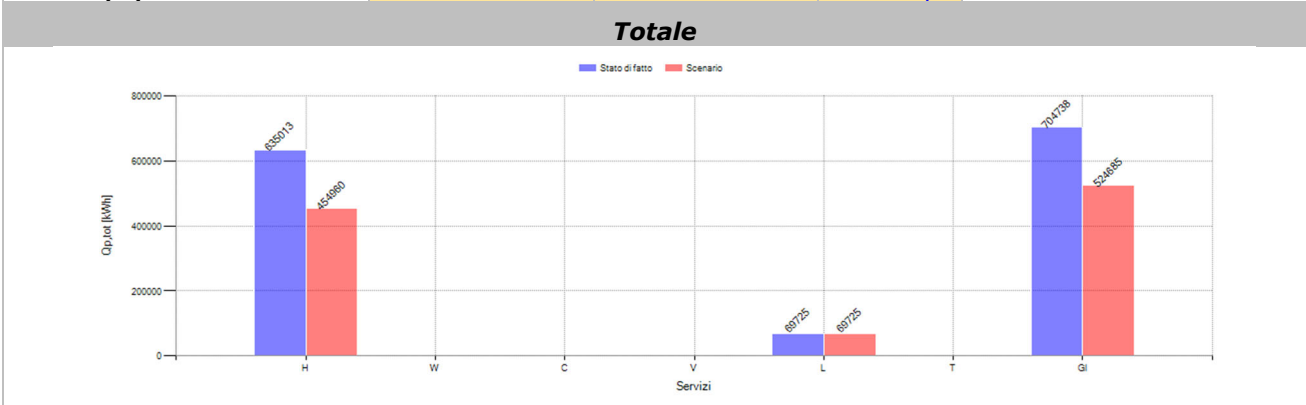
Consumi di energia primaria



Servizio	Q _{p,nren,in} [kWh _p]	Q _{p,nren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	634120	454306	-28,4
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	56183	56183	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	690303	510490	-26,0

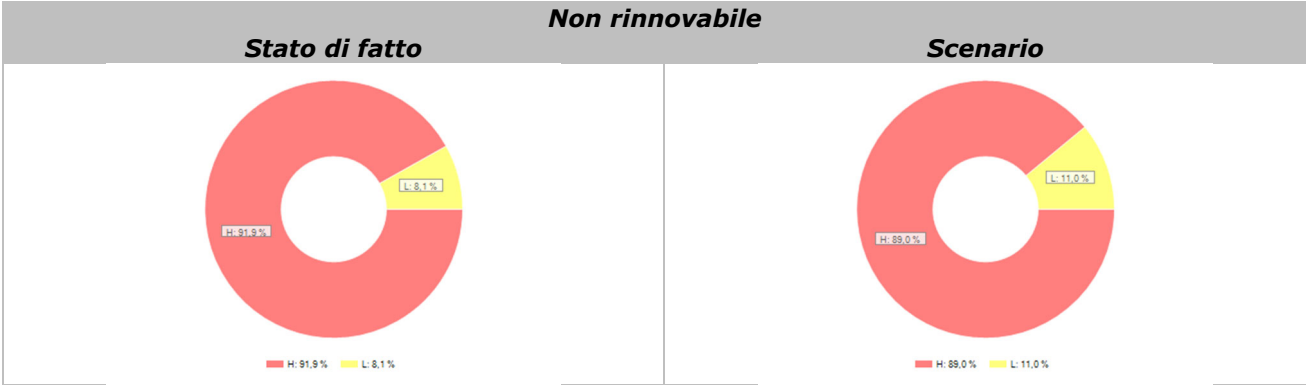


Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	893	654	-26,8
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	13542	13542	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	14435	14196	-1,7

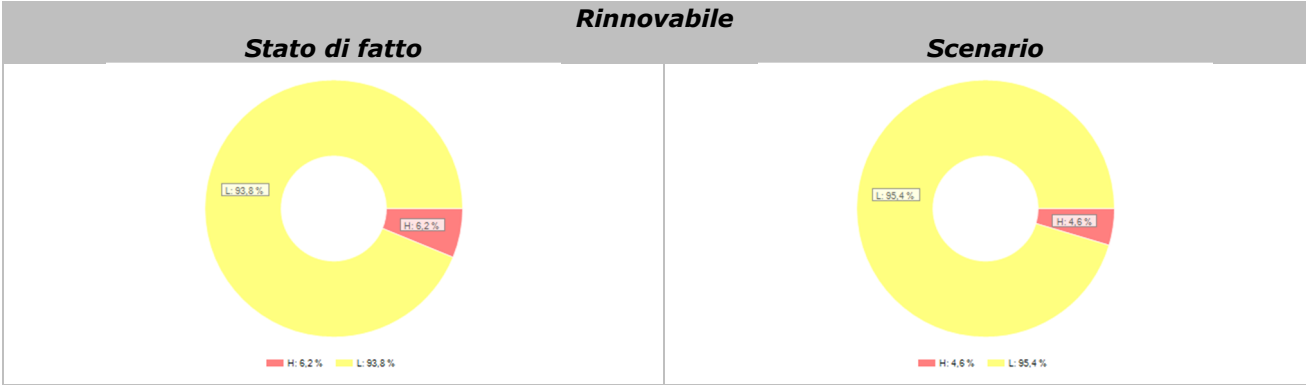


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	635013	454960	-28,4
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	69725	69725	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	704738	524685	-25,5

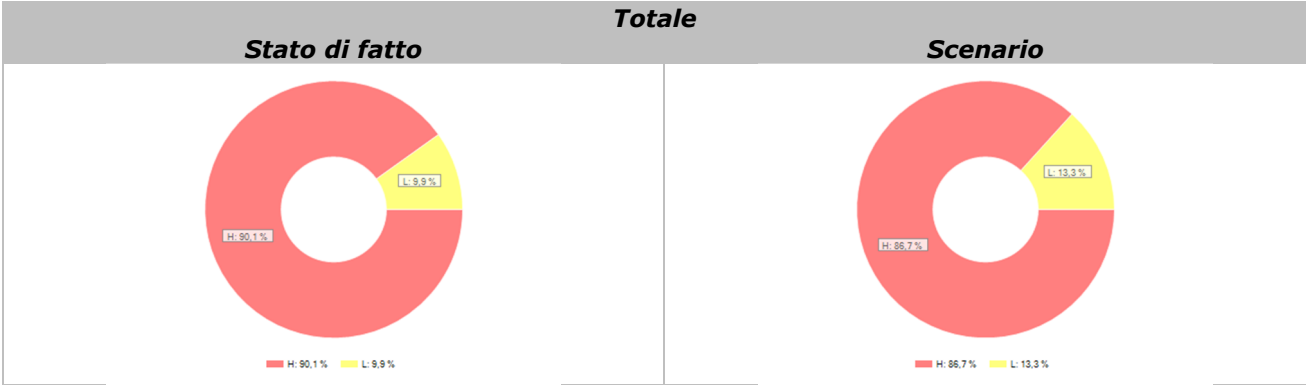
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	634120	91,9	454306	89,0
Acqua calda sanitaria (W)	0	0,0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	56183	8,1	56183	11,0
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	690303	100,0	510490	100,0

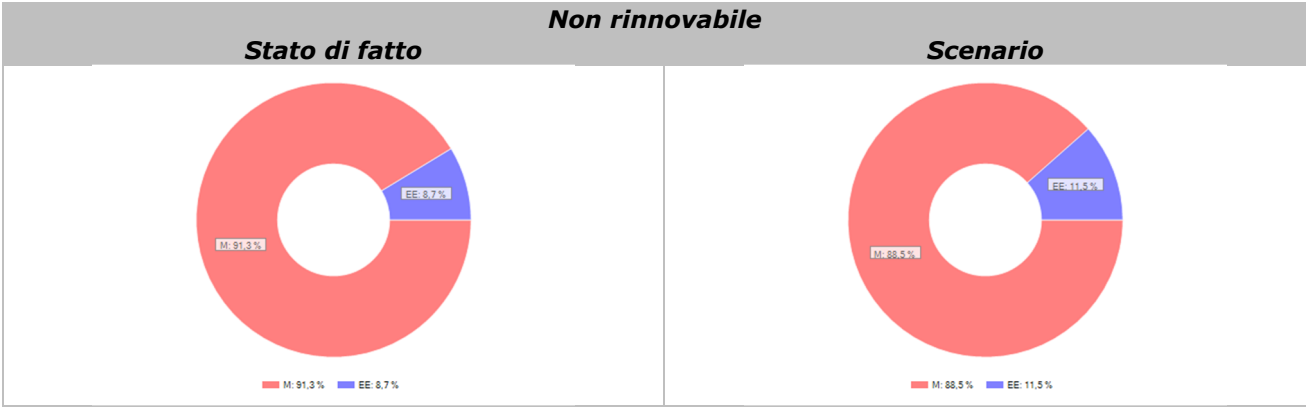


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	893	6,2	654	4,6
Acqua calda sanitaria (W)	0	0,0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	13542	93,8	13542	95,4
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	14435	100,0	14196	100,0

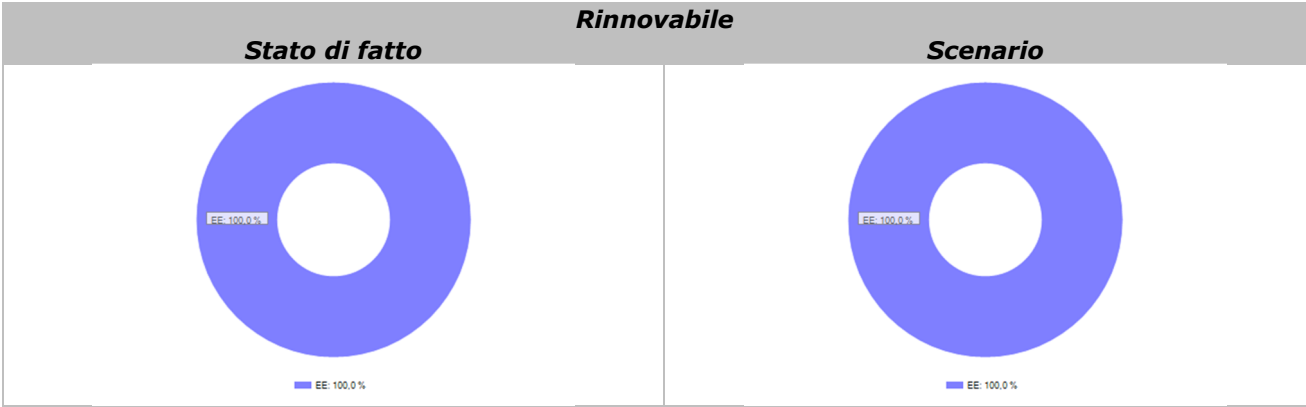


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	635013	90,1	454960	86,7
Acqua calda sanitaria (W)	0	0,0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	69725	9,9	69725	13,3
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	704738	100,0	524685	100,0

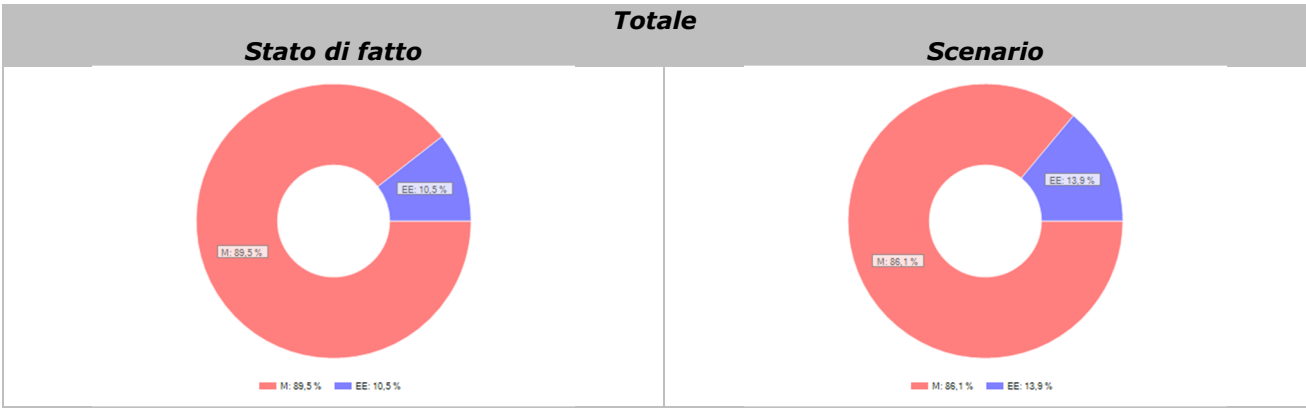
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	630414	91,3	451593	88,5
Energia elettrica (EE)	59889	8,7	58896	11,5
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	690303	100,0	510490	100,0

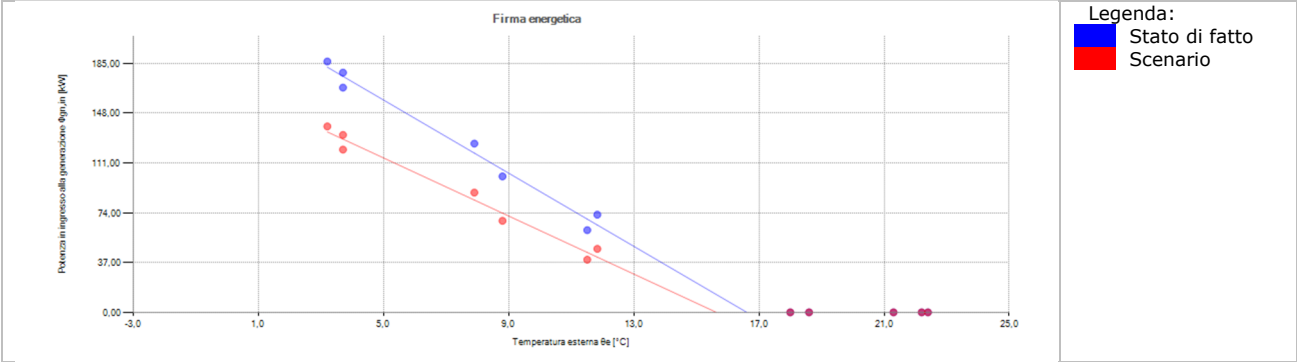


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	14435	100,0	14196	100,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	14435	100,0	14196	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	630414	89,5	451593	86,1
Energia elettrica (EE)	74324	10,5	73092	13,9
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	704738	100,0	524685	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	3,2	31	138652	186,36	31	102811	138,19
febbraio	3,7	28	112202	166,97	28	81246	120,90
marzo	8,8	31	75156	101,02	31	50579	67,98
aprile	11,5	15	21982	61,06	15	14082	39,12
maggio	18,0	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	21,3	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	22,4	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	22,2	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	18,6	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	11,8	17	29614	72,58	17	19244	47,17
novembre	7,9	30	90274	125,38	30	64054	88,96
dicembre	3,7	31	132514	178,11	31	98072	131,82
TOTALE		183	600394	-	183	430089	-

Legenda:

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

7 ANALISI ECONOMICA DEGLI INTERVENTI

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

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

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

Riepilogo scenari

N°	Scenario	C _{in,tot} [€]	t _{calc} [anni]	VAN _{op} [€]
1	Riqualificazione energetica	500000,00	41	592359,71

Legenda:

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

Ai fini della determinazione del "tempo di ritorno comparativo" ("payback period" secondo UNI EN 15459), vengono definiti i seguenti "costi dello stato di fatto":

Costi dello stato di fatto

Costo una tantum	C _{ut} [€]	T _{c,ut} [anno]	Scenari
------------------	------------------------	-----------------------------	---------

Legenda:

C _{ut}	Costo una tantum
T _{c,ut}	Annualità considerate

7.1 Riqualificazione energetica

7.1.1 Dati generali

Opzioni di calcolo

Gestione dell'evoluzione dei prezzi	<i>pari al tasso di inflazione (UNI/TS 11819)</i>
Metodo di calcolo del ricavo per valore residuo	<i>secondo UNI EN 15459</i>
Tasso di interesse reale	<i>da Appendice UNI EN 15459</i>

Dati generali

Tasso di inflazione	R _i	1,00	%
Tasso di interesse reale	R _r	1,00	%
Durata del calcolo	t _{calc}	41	Anni

Tasso di evoluzione dei prezzi

Energia	RAT _{en,1}	1,00	%
Manodopera	RAT _{hu}	1,00	%
Prodotti	RAT _{pr}	1,00	%
Acqua	RAT _w	1,00	%
Servizi	RAT _{ser}	1,00	%

Detrazioni

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

7.1.2 Costi iniziali

Componenti

Componente	t _{vita} [anni]	UM	C _{in} [€/UM]	Q _{ta} [UM]	C _{in} [€]	Detraibile
<i>Riqualificazione energetica</i>	40	Al pezzo	500000,0 0	1,00	500000,0 0	No

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}	500000,00	€
Costo totale iniziale detraibile	C _{toti,in,det}	0,00	€
Ricavo nominale annuo per risparmio energetico	R _{risp}	14947,91	€/anno
Ricavo nominale annuo per detrazioni periodiche	R _{det}	0,00	€/anno
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	t _{r,det}	33,4	Anni
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	t _r	33,4	Anni

7.1.3 Costi in esercizio

Costi periodici di manutenzione

Componente	t _{vita} [anni]	C _{in} [€]	p _{man} [%]	C _{man} [€]	t _{man} [anni]	f _{pv,man} [-]	C _{man,att} [€]
<i>Riqualificazione energetica</i>	40	500000,0 0	0,0	50,00	41	-	2050,00

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} [€]	C _{smal,sost,att} [€]
Riqualificazione energetica	40	1	Al pezzo	0,00	0,00	0,00	67165,31

Dettagli sostituzioni

Riqualificazione energetica			
Sostituzione	t _{sost,k} [anno]	R _{d,sost,k} [%]	C _{sost,att,k} [€]
1	40	67,2	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
C _{smal,sost,att}	Costo di smaltimento attualizzato

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} [€]
Riqualificazione energetica	40	1	80	500000,00	20,0	2,5	2500,00	45,1	1127,79

Legenda:

t _{vita}	Durata di vita del singolo componente
n _{sost}	Numero di sostituzioni del singolo componente
t _{smal}	Anno di smaltimento del singolo componente
C _{in}	Costo totale iniziale del singolo componente
p _{smal}	Costo di smaltimento del singolo componente (espresso come percentuale del costo iniziale)
k _{smal}	Percentuale di utilizzo della vita del singolo componente
C _{smal}	Costo nominale di smaltimento del singolo componente
R _{d,smal}	Tasso di attualizzazione dello smaltimento del singolo componente
C _{smal,att}	Costo totale di smaltimento attualizzato del singolo componente

7.1.4 Ricavi in esercizio**Ricavi periodici da risparmio energetico**

Servizio	R _{risp} [€]	t _{risp} [anni]	f _{p,v,risp} [-]	R _{risp,att} [€]
Riscaldamento	14947,91	41	-	612864,24
Acqua calda sanitaria	0,00	41	-	0,00
Raffrescamento	0,00	41	-	0,00
Ventilazione	0,00	41	-	0,00
Illuminazione	0,00	41	-	0,00
Trasporto	0,00	41	-	0,00
Globale	14947,91	41	-	612864,24

Legenda:

R _{risp}	Ricavo nominale annuo per il risparmio relativo al singolo servizio
t _{risp}	Annualità considerate per il risparmio relativo singolo servizio
f _{p,v,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} [€]
Riqualificazione energetica	40	1	500000,00	1	725821,07	41	66,5	482673,27

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

7.1.5 Risultati

Costi in esercizio

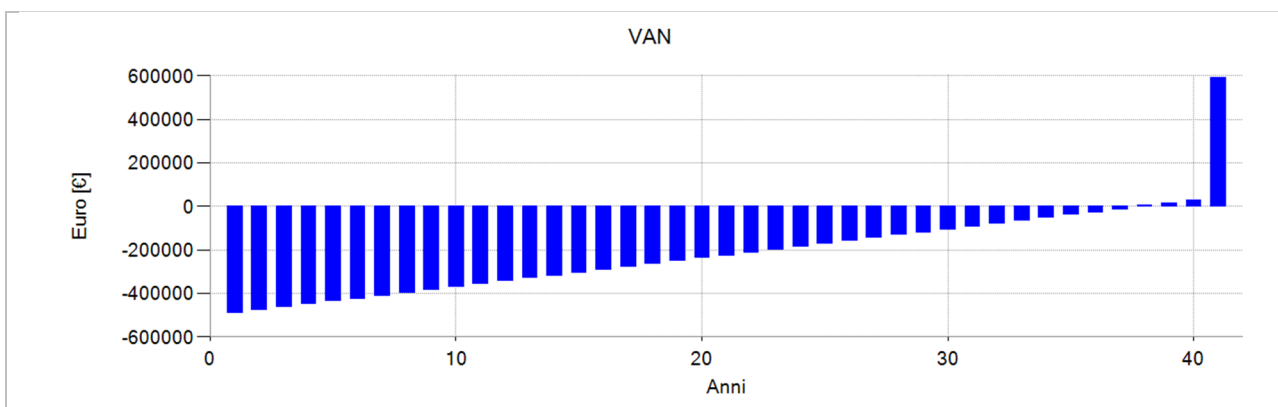
Costi periodici di manutenzione totali attualizzati	$C_{man,att}$	2050,00	€
Costi di sostituzione totali attualizzati	$C_{sost,att}$	0,00	€
Costi smaltimento totali attualizzati	$C_{smal,att}$	1127,79	€
Altri costi periodici totali attualizzati	$C_{per,att}$	0,00	€
Altri costi una tantum totali attualizzati	$C_{ut,att}$	0,00	€

Ricavi in esercizio

Ricavi periodici da risparmio energetico totali attualizzati	$R_{risp,att}$	612864,24	€
Ricavi finali per valore residuo dei componenti totali attualizzati	$R_{fin,att}$	482673,27	€
Ricavi da detrazioni periodiche totali attualizzati	$R_{det,att}$	0,00	€
Altri ricavi periodici totali attualizzati	$R_{per,att}$	0,00	€
Altri ricavi una tantum totali attualizzati	$R_{ut,att}$	0,00	€

Risultati

Costo totale iniziale	$C_{in,tot}$	500000,00	€
Costo totale iniziale detraibile	$C_{in,tot,det}$	0,00	€
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,tot,att}$	3177,79	€
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,tot,att}$	1095537,50	€
Valore attuale netto dell'operazione	VAN_{op}	592359,71	€
Costo globale	CG	1864637,76	€
Annualità considerate nell'operazione	t_{op}	41	Anni
Tasso di capitalizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	33,50	-
Equivalente annuale dell'operazione	a_{op}	17682,54	€



Indicatori economici aggiuntivi

Tempo di ritorno comparativo ("payback period" UNI EN 15459)	PB	38	Anni
Tempo di ritorno finanziario	$t_{r,eff}$	38,00	Anni
Tasso interno di rendimento	TIR	-	%
Indice di profitto	IP	1,18	-

7.1.6 Grafico dei flussi di cassa

