

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA

(rapporto finale)

secondo UNI CEI EN 16247-1-2

Committente

Nome *Provincia di Parma*
Indirizzo *Viale Martiri della Libertà, 15 - Parma*

Edificio / condominio

Descrizione *ED029 – S72 - I.I.S.S. Carlo Emilio Gadda - Palestra*
Indirizzo *Via Nazionale 6, Fornovo di Taro*

Studio tecnico

Nome *Costel & Partners S.r.l.*
Indirizzo *Via Gian Pietro Sardi, 24/A - 43124 Parma (PR)*

Software di calcolo *Edilclima EC700 versione 11.22.23 ed EC720 versione 6.22.19*
Data di redazione del documento *20/03/2023*

SOMMARIO

1	Premessa
2	Sintesi della diagnosi energetica
3	Generalità ed impostazioni di calcolo
4	Analisi energetica dell'edificio
4.1	Dati climatici (calcolo mensile)
4.2	Caratteristiche del fabbricato (calcolo mensile)
4.2.1	<i>Strutture disperdenti</i>
4.2.2	<i>Principali risultati dei calcoli</i>
4.3	Caratteristiche degli impianti
4.3.1	<i>Impianto di riscaldamento idronico</i>
4.3.2	<i>Impianto di acqua calda sanitaria</i>
4.3.3	<i>Altri impianti</i>
4.4	Principali risultati dei calcoli
5	Confronto con i consumi reali
5.1	Edificio
5.1.1	<i>Anno 2022</i>
5.1.2	<i>Stagione media</i>
6	Raccomandazioni circa i possibili interventi
6.1	Pompa di calore per ACS
6.1.1	<i>Sostituzione del bollitore alimentato da centrale termica mediante pompa di calore ad alta efficienza dedicata</i>
6.1.2	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.2	Interventi sui circuiti
6.2.1	<i>Sostituzione terminali di emissione</i>
6.2.2	<i>Installazione di sistemi di contabilizzazione</i>
6.2.3	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.3	Intervento su fonti rinnovabili
6.3.1	<i>Installazione di pannelli solari fotovoltaici</i>
6.3.2	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.3	Prestazioni complessive raggiungibili

1 PREMESSA

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

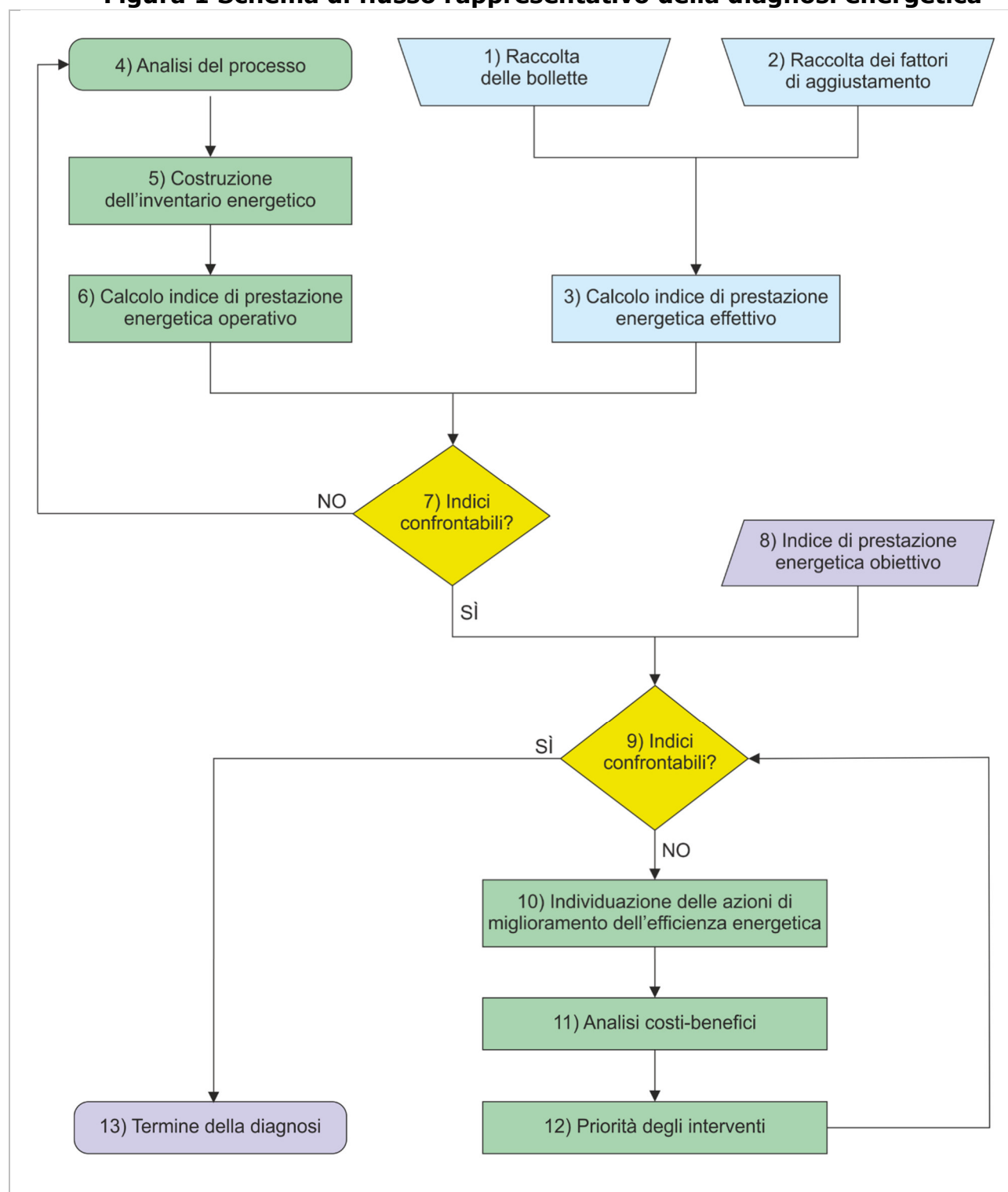
Modalità operative

Le modalità operative, gli scopi ed i passaggi essenziali di una diagnosi energetica sono definiti dalle norme UNI CEI/TR 11428 ed UNI CEI EN 16247. In particolare la prima, costituente una sorta di linea guida nazionale, disciplina i requisiti ed aspetti generali mentre la seconda, traduzione italiana della corrispondente norma europea, si articola in quattro parti, riguardanti, rispettivamente, i principi di base, gli edifici, i processi ed i trasporti. Ad esse si aggiungono, per ciascun ambito di applicazione della diagnosi, i rispettivi progetti di linee guida CTI, ad oggi in fase di elaborazione. Secondo tali norme, la diagnosi energetica di un edificio consiste in una procedura sistematica ed articola in passaggi ben definiti, così sintetizzabili: il rilievo delle bollette (consumi storici), l’analisi energetica dell’edificio (volta a 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 in uno schema di flusso, raffigurato nella pagina seguente (figura 1).

Metodologie di calcolo

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

Figura 1 Schema di flusso rappresentativo della diagnosi energetica



2 SINTESI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

Caratteristiche generali dell'edificio oggetto della diagnosi

Descrizione edificio	<i>ED029 - S72 - I.I.S.S. Carlo Emilio Gadda - Palestra</i>
Comune	<i>Fornovo di Taro</i>
Provincia	<i>Parma</i>
CAP	<i>43045</i>
Indirizzo edificio	<i>Via Nazionale 6, Fornovo di Taro</i>
Zona climatica	<i>E</i>
Gradi giorno DPR 412/93 (GG _{DPR 412/93}) [°Cg]	<i>2602</i>
Categoria prevalente (DPR 412/93)	<i>E.6 (2)</i>
Altre categorie (DPR 412/93)	
Numero di unità immobiliari	<i>1</i>
Numero di fabbricati	<i>1</i>
Periodo di costruzione	<i>Anni '70</i>
Scopo / contesto della diagnosi energetica	<i>Riqualificazione energetica dell'edificio</i>
Riferimento	<i>DLgs 192/05, art. 2, comma 1</i>

Descrizione sintetica dell'edificio

L'edificio è adibito interamente ad attività sportiva a servizio di vari Istituti scolastici di livello superiore e ad uso pubblico.

L'edificio si sviluppa su due piani fuori terra.

Al piano terra dell'edificio sono presenti gli spogliatoi e i servizi igienici.

Al piano primo dell'edificio è presente l'accesso principale con i servizi per il pubblico e la palestra.

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S _{utile}	1369,96	m ²
Superficie lorda	S _{lorda}	1438,19	m ²
Volume netto	V _{netto}	8550,19	m ³
Volume lordo	V _{lordo}	9527,15	m ³
Fattore di forma	S/V	0,33	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	Combinato
Climatizzazione estiva (C)	Assente	-
Ventilazione (V)	Centralizzato	-
Riscaldamento aeraulico (H _{aer})	Centralizzato	Combinato
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}	203,74	kWh _p /m ² anno
Classe energetica		C	
Spesa globale annua	S _{gl}	23607,41	€/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	Pompa di calore per ACS		
Intervento	Descrizione intervento		Costo (C) [€]		
1	Sostituzione del bollitore alimentato da centrale termica mediante pompa di calore ad alta efficienza dedicata		10570,00		
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			10570,00		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		23607,41	20177,89	3429,52	14,50
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			3,1		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		203,74	153,94	49,81	24,40
Classe energetica		C	A1		

Scenario	2	Descrizione scenario	Interventi sui circuiti		
Intervento		Descrizione intervento		Costo (C) [€]	
1		Sostituzione terminali di emissione		15100,00	
2		Installazione di sistemi di contabilizzazione		10177,40	
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			25277,40		
Spesa globale annua (S _g)[€/anno]		23607,41	20407,66	3199,75	13,60
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			7,9		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		203,74	175,75	28,00	13,70
Classe energetica		C	B		

Scenario	3	Descrizione scenario	Intervento su fonti rinnovabili		
Intervento	Descrizione intervento			Costo (C) [€]	
1	Installazione di pannelli solari fotovoltaici			184220,00	
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			184220,00		
Spesa globale annua (S _g)[€/anno]		23607,41	22267,21	1340,19	5,70
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			137,5		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		203,74	196,11	7,63	3,70
Classe energetica		C	C		

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 11.22.23 (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)

Dati climatici: Fornovo di Taro

Temperatura esterna di progetto (inverno/estate): -5,5°C/+31°C U.R. 55%

GG: 2602

Fabbricato adibito ad attività scolastica: E.7 – DPR 412/93

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	14 aprile	Data di fine	14 ottobre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})	184		

Fattori di conversione in energia primaria

Vettore energetico	$f_{p,nren}$ [kWh _p /kWh _t /el]	$f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _t /el]	$f_{p,tot}$ [kWh _p /kWh _t /el]	f_{CO2} [kg/kWh _t /el]
Energia elettrica da rete	1,950	0,470	2,420	0,4332
Gas naturale	1,050	0,000	1,050	0,1998
Teleriscaldamento	1,500	0,000	1,500	0,3600
Solare termico	0,000	1,000	1,000	-
Solare fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-
Ambiente esterno (pompa di calore)	0,000	1,000	1,000	-
Energia esportata da fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-

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

Caratteristiche dei singoli vettori energetici

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

Valori limite

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

Simboli adottati

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

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

4 ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

4.1 Dati climatici (calcolo mensile)

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

Caratteristiche geografiche

Comune	Fornovo di Taro		
Provincia	Parma		
Altitudine s.l.m.		158	m
Latitudine nord		44°41'	
Longitudine est		10°6'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2602	°Cg
Zona climatica		E	
Regione di vento		ADRIATICO	
Direzione del vento prevalente		Est	
Distanza da mare		> 40	km
Velocità del vento media	V _{media}	1,50	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	3,00	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	-5,5	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		287,0	W _t /m ²

Dati climatici (modello di calcolo)

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{est} [°C]	0,0	4,2	8,8	12,7	17,5	22,7	24,2	22,6	18,9	14,7	7,8	2,4
H _{or,dir} [W/m ²]	25,5	67,1	93,8	115,7	150,5	184,0	180,6	141,2	92,6	55,6	35,9	19,7
H _{or,diff} [W/m ²]	23,1	35,9	56,7	76,4	100,7	103,0	98,4	88,0	74,1	47,5	26,6	20,8

Legenda:

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

*L'edificio è costituito da telaio in cemento armato con pannelli prefabbricati.
I pavimenti sono in laterocemento.
La copertura è in legno a cupola con finitura in lamiera grecata.*

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

Le superfici vetrate sono costituite da serramenti in alluminio con vetrocamera e da lucernari in plexiglass posti sulla copertura dell'edificio.

4.2.2 Dispersioni edificio

Dispersioni invernali

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri							
			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	muro perimetrale prefabbricato SP. 20	0,607	770,45	28801,2	20,9	4055,4	21,5	5610,4	11,3
M2	T	Muro perimetrale mattone facciavista	1,000	232,83	14323,8	10,4	2016,9	10,7	2766,9	5,6
M3	G	Muro perimetrale mattone facciavista controterra	0,692	102,97	4387,6	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0
M4	T	Muro perimetrale VETROMATTONE	2,654	14,86	2427,2	1,8	341,8	1,8	399,0	0,8
M5	U	Muro interno vs non climatizzato	2,178	94,32	4430,3	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1215,43	54370,1	39,5	6414,1	33,9	8776,3	17,7

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti							
			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]	%
P2	G	Pavimento controterra	0,350	557,61	12000,6	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0
P4	U	Pavimento rialzato vs non riscaldato	0,976	246,46	5188,5	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
P5	T	Pavimento interpiano vs esterno	1,083	64,80	4318,1	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				868,87	21507,1	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti							
			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	0,495	865,51	26364,5	19,2	7424,7	39,3	7162,3	14,5
S2	T	Soffitto interpiano vs esterno	1,521	42,32	3962,3	2,9	1115,9	5,9	1076,0	2,2
Totale				907,83	30326,8	22,0	8540,5	45,2	8238,3	16,6

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrati							
			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 3100x155	2,462	96,10	14560,0	10,6	1906,7	10,1	20037,6	40,4
W2	T	finestra 120x120	2,462	25,92	3927,1	2,9	514,3	2,7	4497,6	9,1
W3	T	Porta 180x255	2,462	41,31	6258,8	4,6	819,6	4,3	8015,7	16,2
Totale				163,33	24746,0	18,0	3240,5	17,1	32550,8	65,7

Cod.	Tipo	Descrizione	Ponti termici			
			ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%
Z2	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,140	240,78	1929,3	1,4
Z3	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,214	302,20	3570,9	2,6
Z4	-	W - Parete - Telaio	0,082	216,60	1088,9	0,8
Totale				759,58	6589,1	4,8

Dispersioni estive

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
M1	T	muro perimetrale prefabbricato SP. 20	0,607	770,45	12211,8	20,9	5677,6	21,5	11064,5	10,2
M2	T	Muro perimetrale mattone facciavista	1,000	232,83	6073,3	10,4	2823,7	10,7	5731,2	5,3
M3	G	Muro perimetrale mattone facciavista controterra	0,692	102,97	1860,3	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0
M4	T	Muro perimetrale VETROMATTONI	2,654	14,86	1029,1	1,8	478,5	1,8	1019,7	0,9
M5	U	Muro interno vs non climatizzato	2,178	94,32	1878,4	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1215,43	23053,0	39,5	8979,7	34,0	17815,4	16,4

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]	%
P2	G	Pavimento controterra	0,350	557,61	5088,3	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0
P4	U	Pavimento rialzato vs non riscaldato	0,976	246,46	2199,9	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
P5	T	Pavimento interpiano vs esterno	1,083	64,80	1830,9	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				868,87	9119,1	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
S1	T	Copertura	0,495	865,51	11178,6	19,2	10394,4	39,3	17745,0	16,3
S2	T	Soffitto interpiano vs esterno	1,521	42,32	1680,0	2,9	1562,2	5,9	2677,8	2,5
Totale				907,83	12858,6	22,0	11956,6	45,2	20422,8	18,8

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	finestra 3100x155	2,462	96,10	6173,5	10,6	2669,3	10,1	43848,4	40,3
W2	T	finestra 120x120	2,462	25,92	1665,1	2,9	720,0	2,7	10391,8	9,6
W3	T	Porta 180x255	2,462	41,31	2653,8	4,6	1147,4	4,3	16322,1	15,0
Totale				163,33	10492,3	18,0	4536,7	17,2	70562,3	64,9

Ponti termici										
Cod.	Tipo	Descrizione	ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{C,tr} [kWh _t]					
Z2	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,140	240,78	818,0					
Z3	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,214	302,20	1514,1					
Z4	-	W - Parete - Telaio	0,082	216,60	461,7					
Totale				759,58	2793,8					

Trasmittanze termiche medie

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri		U_{limite} [W_t/m²K]	
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	2015	2021
M1	T	muro perimetrale prefabbricato SP. 20	0,607	0,654	0,300	0,280
M2	T	Muro perimetrale mattone facciavista	1,000	1,142	0,300	0,280
M3	G	Muro perimetrale mattone facciavista controterra	0,692	0,791	0,300	0,280
M4	T	Muro perimetrale VETROMATTONE	2,654	2,679	0,300	0,280
M5	U	Muro interno vs non climatizzato	2,178	2,278	0,856	0,799

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti		U_{limite} [W_t/m²K]	
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	2015	2021
P2	G	Pavimento controterra	0,350	0,380	0,310	0,290
P4	U	Pavimento rialzato vs non riscaldato	0,976	0,995	0,885	0,827
P5	T	Pavimento interpiano vs esterno	1,083	1,140	0,310	0,290

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti		U_{limite} [W_t/m²K]	
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	2015	2021
S1	T	Copertura	0,495	0,495	0,260	0,240
S2	T	Soffitto interpiano vs esterno	1,521	1,563	0,260	0,240

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrate			
			U_w [W _t /m ² K]	U_{w,limite} [W_t/m²K]		U_g [W _t /m ² K]
				2015	2021	
W1	T	finestra 3100x155	2,462	1,900	1,400	3,100
W2	T	finestra 120x120	2,462	1,900	1,400	3,100
W3	T	Porta 180x255	2,462	1,900	1,400	3,100

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 finestrate
%	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	$Q_{H,tr}$	119637	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	18902	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	37348	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	17902	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	32551	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	0	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,aqg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	143797	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	104,96	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	55,25	kWh _t /m ²

Risultati energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	18357	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	26433	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	15835	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	39960	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	70562	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	0	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,aqg}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	31605	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	23,07	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	13,39	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 [$kWh_p/kWh_{t/el}$];

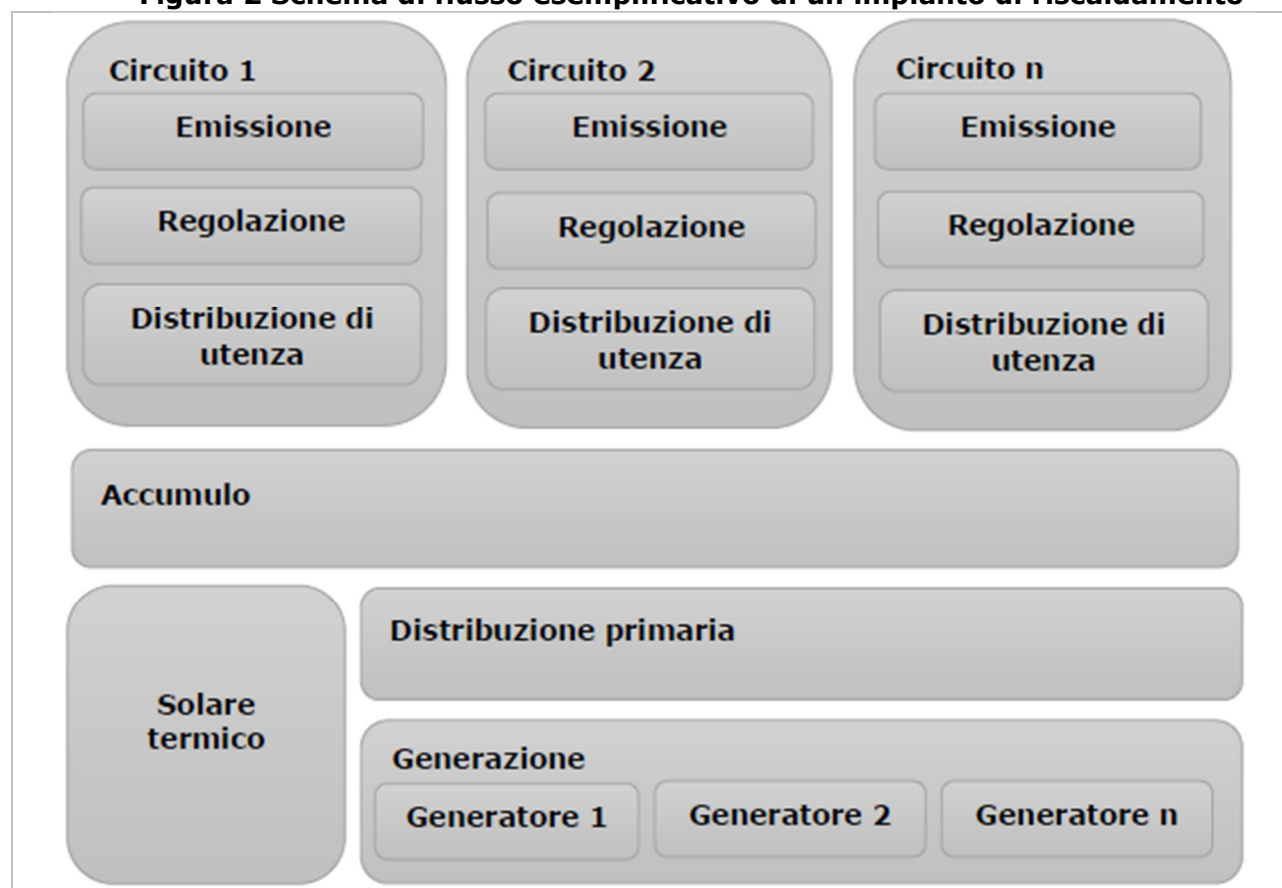
$Q_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

$f_{p,exp,k}$ = 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

*Il sistema di produzione del calore è costituito da generatori modulari a condensazione.
I terminali di emissione del calore in ambiente sono costituiti da radiatori, dotati di valvole termostatiche e unità di trattamento aria.*

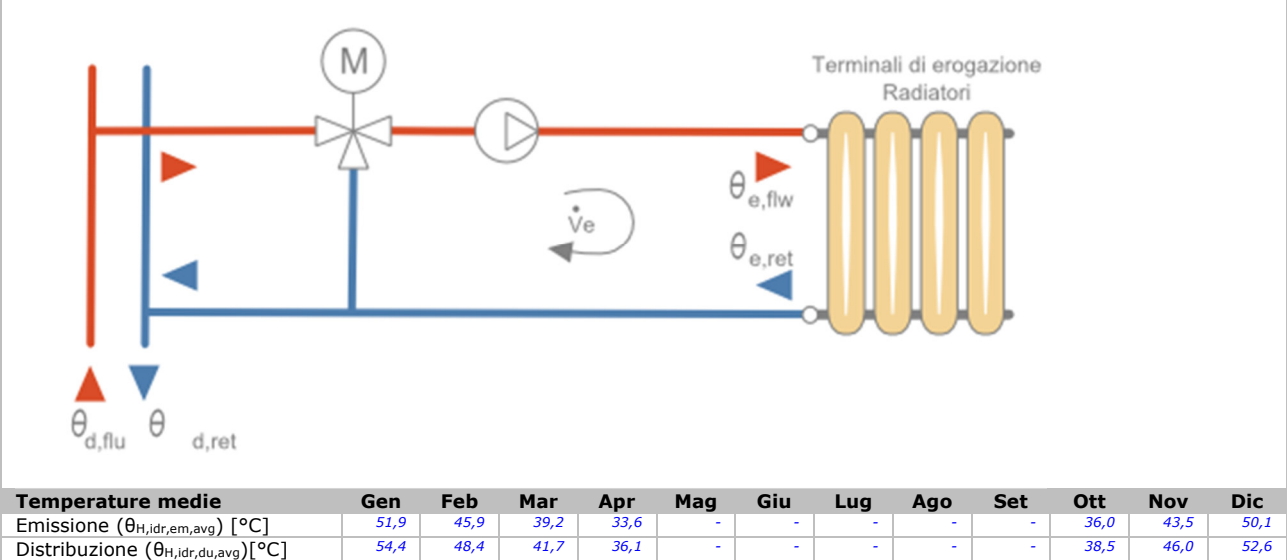
4.3.1.1 Impianto centralizzato

Dati generali

Tipologia di impianto	Monocircuito
Fluido termovettore	Acqua

Circuito Riscaldamento

Regime di funzionamento		<i>Continuo</i>	
Emissione			
Tipologia	<i>Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)</i>		
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$	89,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$	0,0	kWh _{el}
Regolazione			
Tipologia	<i>Solo di zona</i>		
Caratteristiche	<i>On off</i>		
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$	93,0	%
Distribuzione			
Metodo di calcolo	<i>Semplificato</i>		
Tipologia di impianto	<i>Centralizzato a distribuzione orizzontale</i>		
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$	99,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$	0,0	kWh _{el}
Temperatura media			
Tipologia di circuito	<i>ON-OFF, valvola a due vie</i>		

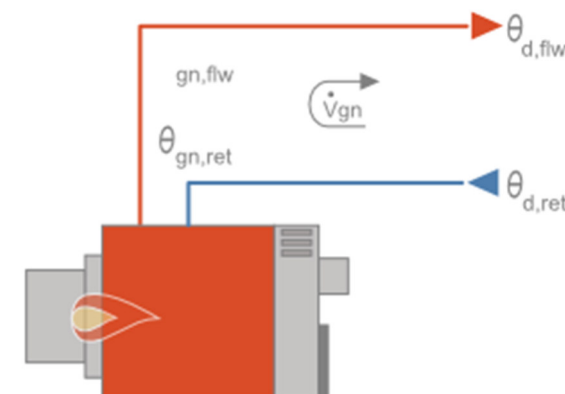


Generazione

Configurazione centrale termica	Generatore modulare
---------------------------------	---------------------

Generatore 1 - Caldaia a condensazione

Dati generali				
Numero	1			
Tipologia	Caldaia a condensazione			
Metodo di calcolo	Analitico			
Marca / serie / modello	COSMOGAS/MYDENS/MYDENS T 210 TV			
Potenza utile nominale	Φ_n		220,70	kW _t
Rendimenti termici				
Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$		95,9	%
Riscaldamento aeraulico	$\eta_{H,aer,gen,ut}$		95,9	%
ACS	$\eta_{W,gen,ut}$		99,8	%
Ausiliari				
Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$		1448,5	kWh _{el}
Riscaldamento aeraulico	$Q_{H,aer,gen,aux}$		358,0	kWh _{el}
ACS	$Q_{W,gen,aux}$		196,8	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}		0,1998	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]	55,8	50,4	44,3	39,2	-	-	-	-	-	41,3	48,1	54,0

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	143797	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	179934	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	1077	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	137393	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	137393	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	137393	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	137393	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	16981	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	154375	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rg,ls,nrh}$	11620	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rg,in}$	165994	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	1677	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	167671	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	167671	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	$Q_{H,s,in,eff}$	167671	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	167671	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	167671	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	$Q_{H,gen,circ,in}$	134890	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	7162	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	174833	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	$Q_{H,gen,aux}$	1448	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	1448	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)	$Q_{H,el,eff}$	1448	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	186399	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	681	kWh _p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	187080	kWh _p

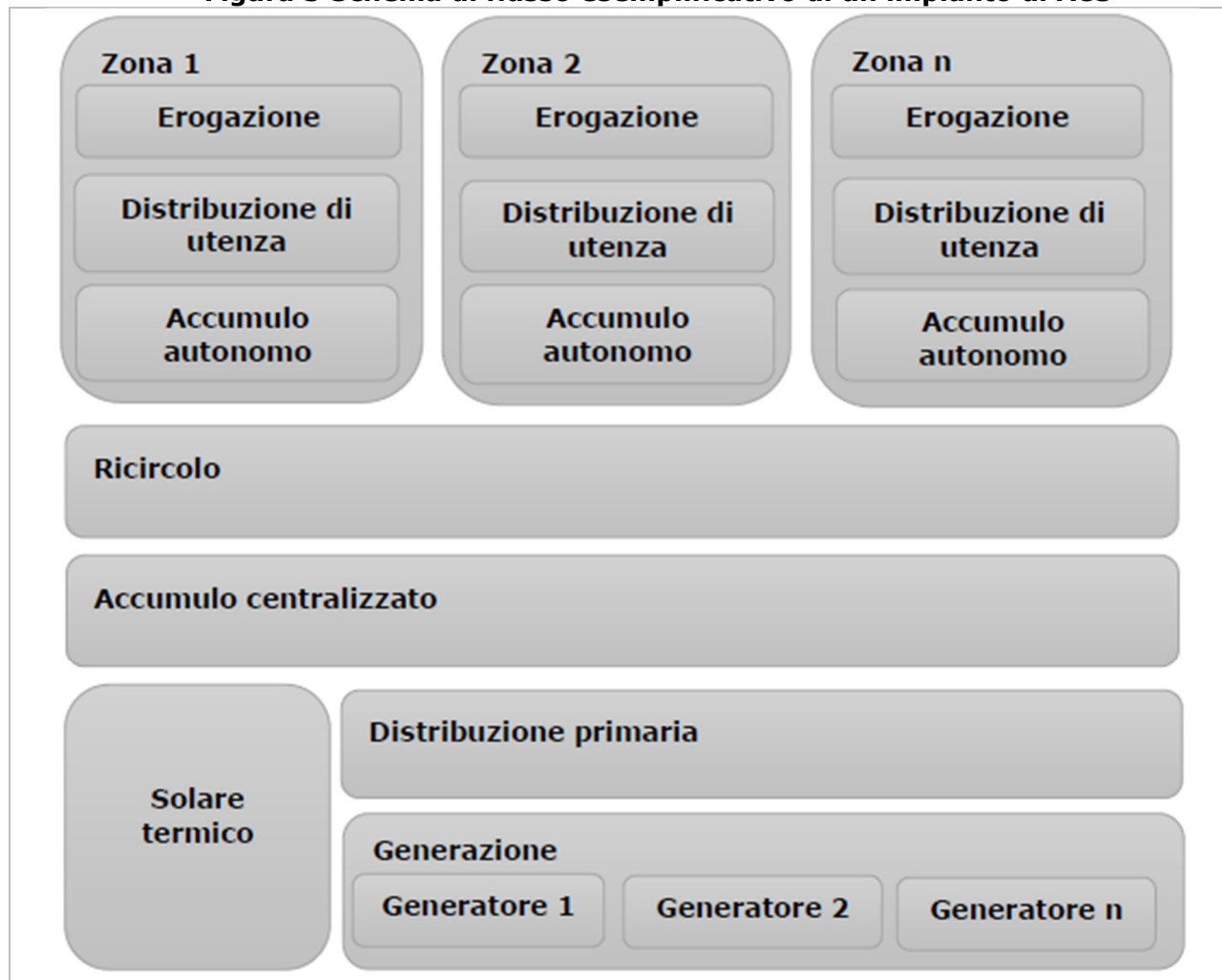
Riepilogo rendimenti

Impianto idronico			
Emissione	$\eta_{H, idr, em}$	89,0	%
Regolazione	$\eta_{H, idr, reg}$	93,0	%
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)	$\eta_{H, idr, gen, ut}$	95,9	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H, idr, gen, p, nren}$	90,0	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H, idr, gen, p, tot}$	89,6	%
Impianto areaulico			
Distribuzione primaria	$\eta_{H, aer, dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H, aer, gen, ut}$	95,9	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H, aer, gen, p, nren}$	90,0	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H, aer, gen, p, tot}$	89,6	%
Impianto idronico ed areaulico			
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H, g, p, nren}$	61,9	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H, g, p, tot}$	61,7	%
Valore limite	$\eta_{H, g, lim}$	53,9	%

4.3.2 Impianto di acqua calda sanitaria

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

Figura 3 Schema di flusso esemplificativo di un impianto di ACS



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

Descrizione sintetica dell'impianto di ACS

La produzione di acqua calda sanitaria è realizzata in centrale termica tramite bollitore di accumulo da 1000 litri.

4.3.2.1 Impianto centralizzato

Erogazione, distribuzione di utenza ed accumuli autonomi

Fabbisogno ideale	$Q_{W,nd}$	34302	kWh _t
Rendimento di erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Rendimento di distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%

Accumulo centralizzato

Assumendo condizioni													
Ambiente	Interno												
Dispersione	k _{bol}										2,77	W _t /K	
Rendimento	η _{W,s}										97,45	%	
Temperatura media accumulo	θ _{W,s,avg}										60,00	°C	
Temperatura media ambiente	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	
θ _{W,s,a} [°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno di energia termica utile	$Q_{W,sys,out}$	34302	kWh _t
Fabbisogno corretto per recupero reflui docce	$Q_{W,sys,out,rec}$	34302	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{W,sys,out,cont}$	34302	kWh _t
Perdite di erogazione non recuperate	$Q_{W,er,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'erogazione	$Q_{W,er,in}$	34302	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{W,du,ls,nrh}$	2744	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{W,du,in}$	37046	kWh _t
Perdite di ricircolo non recuperate	$Q_{W,ric,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso al ricircolo	$Q_{W,ric,in}$	37046	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	971	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in}$	38017	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	$Q_{W,s,in,eff}$	38017	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{W,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{W,dp,in}$	38017	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{W,gen,out}$	38017	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	$Q_{W,gen,circ,in}$	38017	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,ls,nrh}$	70	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{W,gen,in,t}$	38087	kWh _t
Energia da ambiente esterno (pompa di calore)	$Q_{W,gen,in,RES}$	0	kWh _t
Fabbisogni elettrici			
Fabbisogno elettrico ausiliari rete di ricircolo	$Q_{W,ric,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari solare termico	$Q_{W,sol,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria	$Q_{W,dp,aux}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico ausiliari generazione	$Q_{W,gen,aux}$	197	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{W,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{W,el}$	197	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)	$Q_{W,el,eff}$	197	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{W,p,nren}$	40375	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{W,p,ren}$	92	kWh _p
Totale	$Q_{W,p,tot}$	40467	kWh _p

Riepilogo rendimenti

Erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%
Accumulo	$\eta_{W,s}$	97,4	%
Tubazione di ricircolo	$\eta_{W,ric}$	-	%
Distribuzione primaria	$\eta_{W,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{W,gen,ut}$	99,8	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{W,gen,nren}$	94,2	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{W,gen,tot}$	93,9	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn)	$\eta_{W,g,p,nren}$	85,0	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale)	$\eta_{W,g,p,tot}$	84,8	%
Valore limite	$\eta_{W,g,p,tot,lim}$	56,7	%

4.3.3 Altri impianti

4.3.3.1 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

Apparecchi fluorescenti, proiettori alogeni e lampadine normali, oggetto di riqualificazione.

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 [€]	Emco ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	23113	Sm ³	217788	0	228677	0	228677	18952,74	45735
Acqua calda sanitaria (W)	4042	Sm ³	38087	0	39991	0	39991	3314,47	7998
Globale (GI)	27155	Sm³	255875	0	268668	0	268668	22267,21	53734

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 [€]	Emco ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	1806	kWh	1806	-	3523	849	4372	451,62	831
Acqua calda sanitaria (W)	197	kWh	197	-	384	92	476	49,20	91
Ventilazione (V)	0	kWh	0	-	0	0	0	0,00	0
Illuminazione (L)	3357	kWh	3357	-	6547	1578	8125	839,37	1544
Globale (GI)	5361	kWh	5361	-	10454	2520	12973	1340,19	2466

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	19404,37
Acqua calda sanitaria (W)	3363,67
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	839,37
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	23607,41

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H _{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η _{em})	89,0
Regolazione (η _{reg})	93,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	99,0
Accumulo (η _s)	100,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	95,9
Generazione (η _{gen,p,nren})	90,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	89,6

Riscaldamento aerulico (H _{aer})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	95,9
Generazione (η _{gen,p,nren})	90,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	89,6

Riscaldamento idronico ed aerulico (H)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	61,9
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	61,7
Valore limite (η_{lim})	53,9

Acqua calda sanitaria (W)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Erogazione (η _{er})	100,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	92,6
Accumulo (η _s)	97,4
Ricircolo (η _{ric})	100,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	99,8
Generazione (η _{gen,p,nren})	94,2
Generazione (η _{gen,p,tot})	93,9
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	85,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	84,8
Valore limite (η_{lim})	56,7

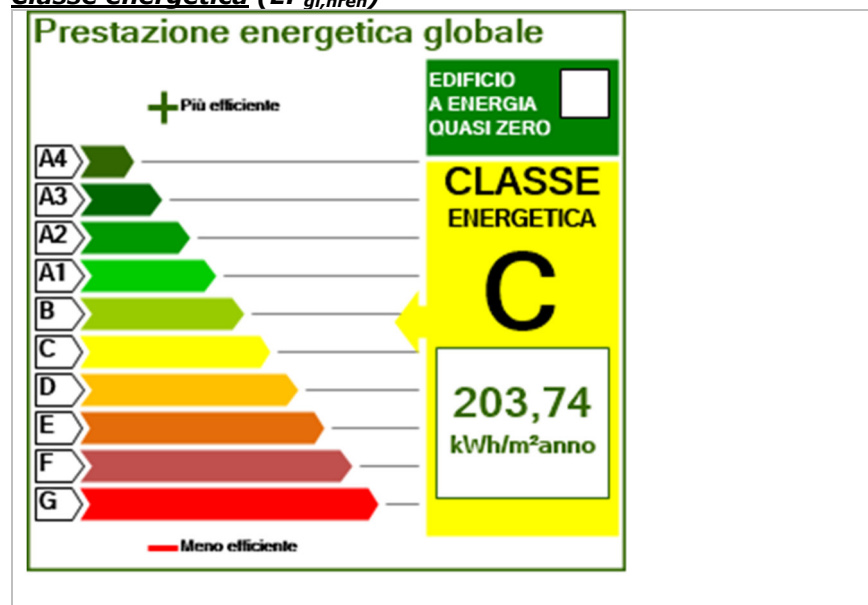
Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q _{nd} [kWh _t]	EP _{nd} [kWh _t /m ²]	EP _{nd,limite} [kWh _t /m ²]
Riscaldamento (H)	143797	104,96	55,25
Raffrescamento (C)	31605	23,07	13,39

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)	232200	849	233049	169,49	0,62	170,11	-
Acqua calda sanitaria (W)	40375	92	40467	29,47	0,07	29,54	-
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Illuminazione (L)	6547	1578	8125	4,78	1,15	5,93	-
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Globale	279122	2520	281641	203,74	1,84	205,58	174,55

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)	0,4	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,2	50	-	-
Raffrescamento (C)	0,0	-	-	-
Globale (H + W + C)	0,3	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-	-	-
Illuminazione (L)	19,4	-	-	-
Trasporto (T)	0,0	-	-	-
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)	46566,40
Acqua calda sanitaria (W)	8088,77
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	1544,44
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	56199,61

Legenda:

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

5 Confronto con i consumi reali

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

5.1 Edificio

5.1.1 Anno 2022

5.1.1.1 Consumi annui

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ_{est} [°C]	0,0	4,2	8,8	12,7	17,5	22,7	24,2	22,6	18,9	14,7	7,8	2,4
$H_{or,di}$ [W/m ²]	25,5	67,1	93,8	115,7	150,5	184,0	180,6	141,2	92,6	55,6	35,9	19,7
$H_{or,dif}$ [W/m ²]	23,1	35,9	56,7	76,4	100,7	103,0	98,4	88,0	74,1	47,5	26,6	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	15/10/2021				Data di fine	15/04/2022						
	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]	0.0	4.2	8.8	11.8	-	-	-	-	-	12.9	7.8	2.4

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)	23113	20172	1,00	20251	14,1
Acqua calda sanitaria (W)	4042	3528	1,00	3528	14,6
Globale (GI)	27155	23700	0,00	23779	14,2

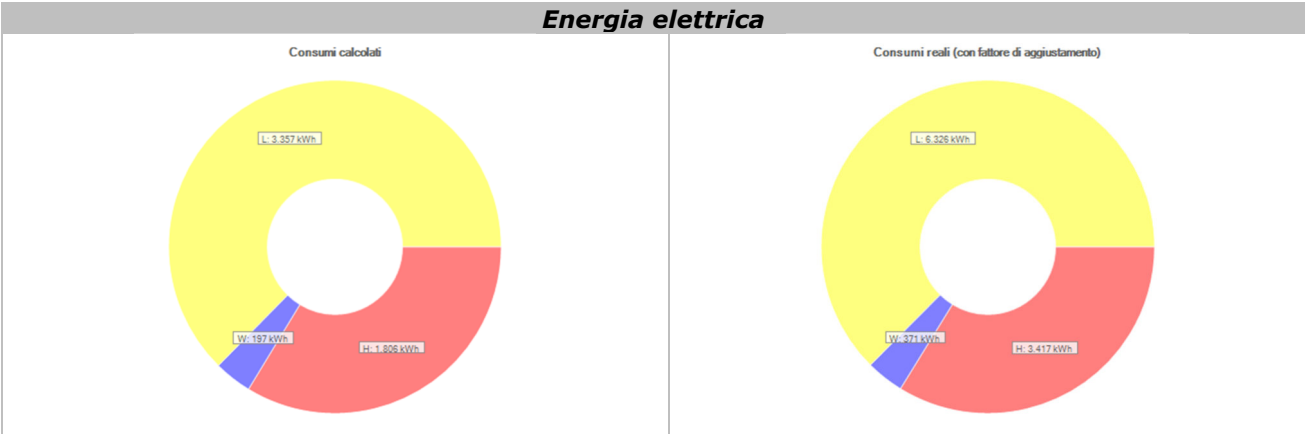
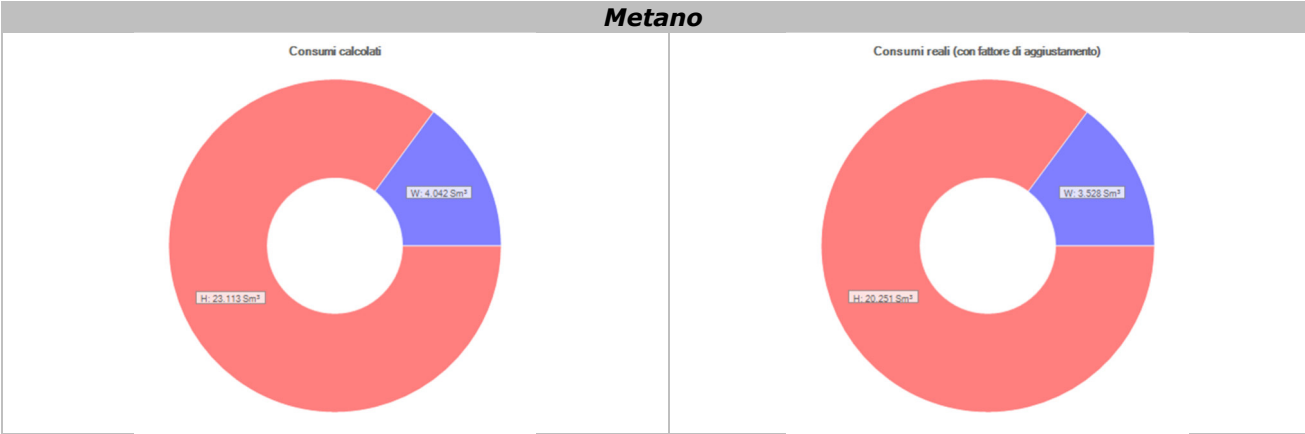
Vettore energetico	Energia elettrica
--------------------	-------------------

Servizio	Co_{calc} [kWh]	Co_{reale} [kWh]	F_{agg} [-]	$Co_{reale,agg}$ [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1806	3404	1,00	3417	-47,1
Acqua calda sanitaria (W)	197	371	1,00	371	-46,9
Illuminazione (L)	3357	6326	1,00	6326	-46,9
Globale (GI)	5361	10100	0,00	10113	-47,0

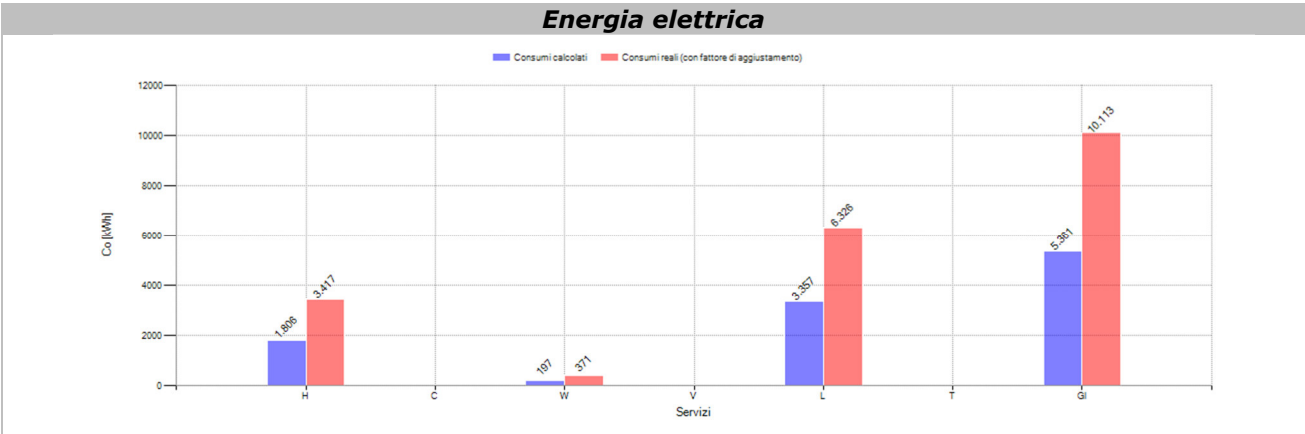
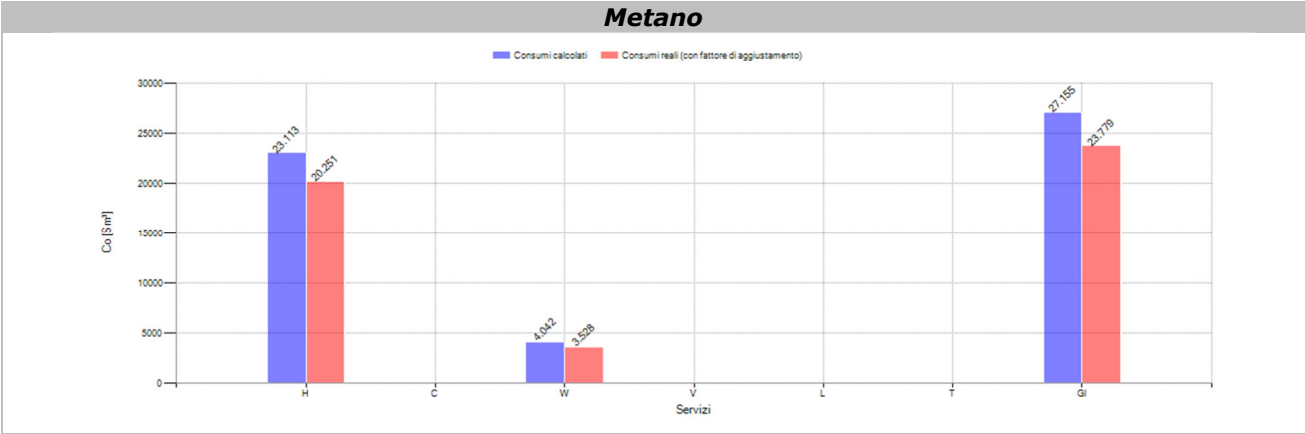
Legenda dei simboli:

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



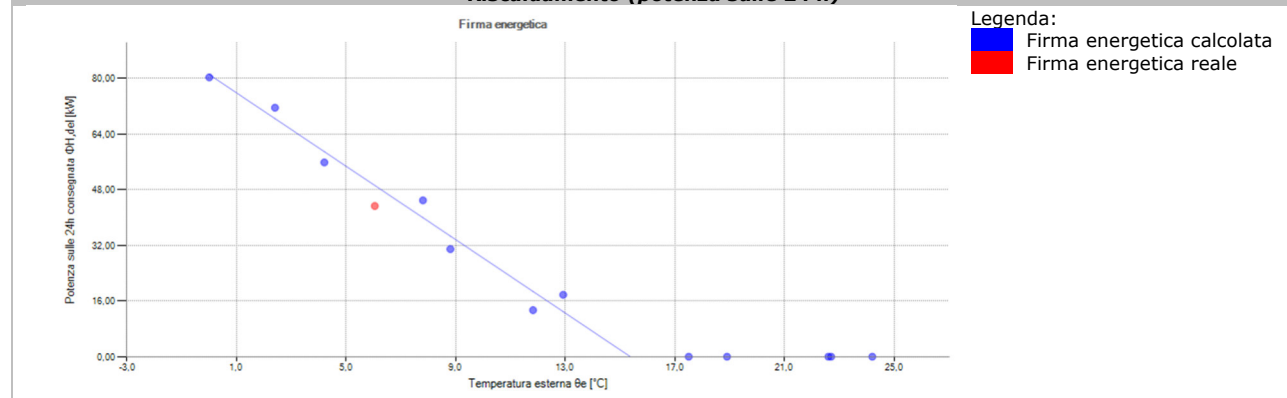
Confronto



5.1.1.2 Firme energetiche

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

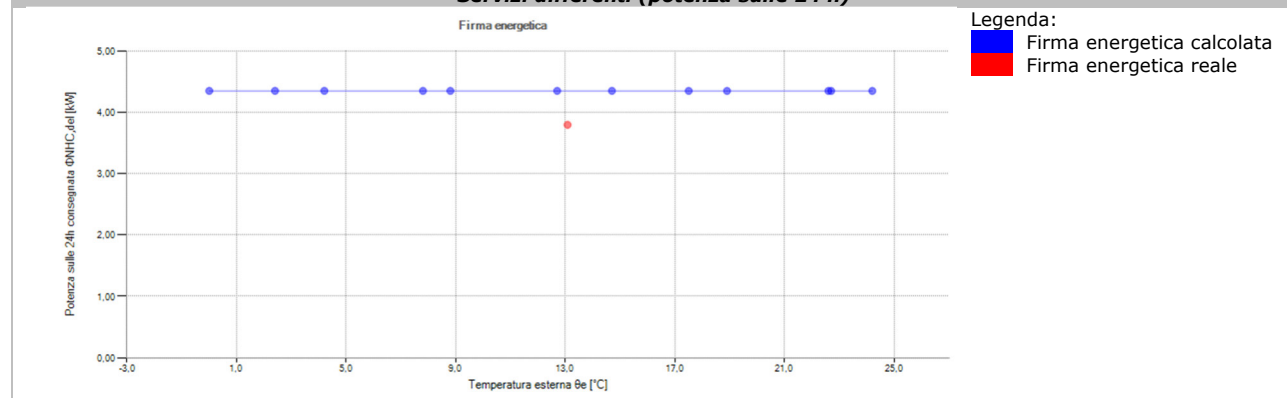
Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θe [°C]	g _{risc} [g]	θe _{risc} [°C]	CoH [Sm ³]	Φ _{H,del} [kWt _{el}]
gennaio	H	31	0,0	31	0,0	6335	80,23
febbraio	H	28	4,2	28	4,2	3980	55,80
marzo	H	31	8,8	31	8,8	2440	30,90
aprile	H	30	12,7	15	11,8	510	13,35
maggio	NH	31	17,5	0	17,5	0	0,00
giugno	NH	30	22,7	0	22,7	0	0,00
luglio	NH	31	24,2	0	24,2	0	0,00
agosto	NH	31	22,6	0	22,6	0	0,00
settembre	NH	30	18,9	0	18,9	0	0,00
ottobre	H	31	14,7	17	12,9	770	17,77
novembre	H	30	7,8	30	7,8	3432	44,91
dicembre	H	31	2,4	31	2,4	5647	71,52
TOTALE		365	-	183	-	23113	-

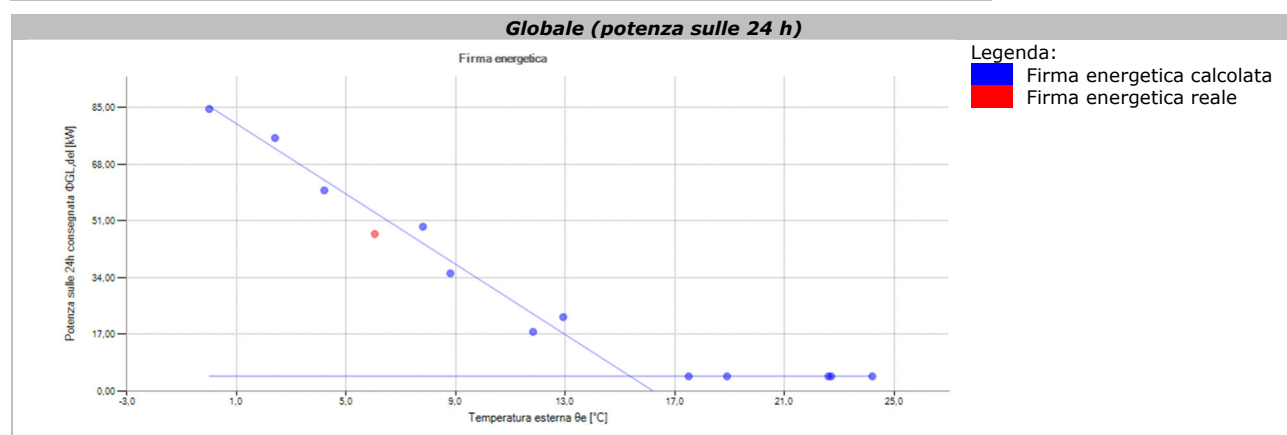
Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θe [°C]	g _{risc} [g]	θe _{risc} [°C]	CoH [Sm ³]	Φ _{H,del} [kWt _{el}]
1 - anno 2022	H	365	13,1	183	6,0	20172	43,28
TOTALE		365	-	183	-	20172	-

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	CONHC [Sm ³]	$\Phi_{NHC,del}$ [kW _t /el]
gennaio	H	31	0,0	343	4,35
febbraio	H	28	4,2	310	4,35
marzo	H	31	8,8	343	4,35
aprile	H	30	12,7	332	4,35
maggio	NH	31	17,5	343	4,35
giugno	NH	30	22,7	332	4,35
luglio	NH	31	24,2	343	4,35
agosto	NH	31	22,6	343	4,35
settembre	NH	30	18,9	332	4,35
ottobre	H	31	14,7	343	4,35
novembre	H	30	7,8	332	4,35
dicembre	H	31	2,4	343	4,35
TOTALE		365	-	4042	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	CONHC [Sm ³]	$\Phi_{NHC,del}$ [kW _t /el]
1 - anno 2022	H	365	13,1	3528	3,79
TOTALE		365	-	3528	-

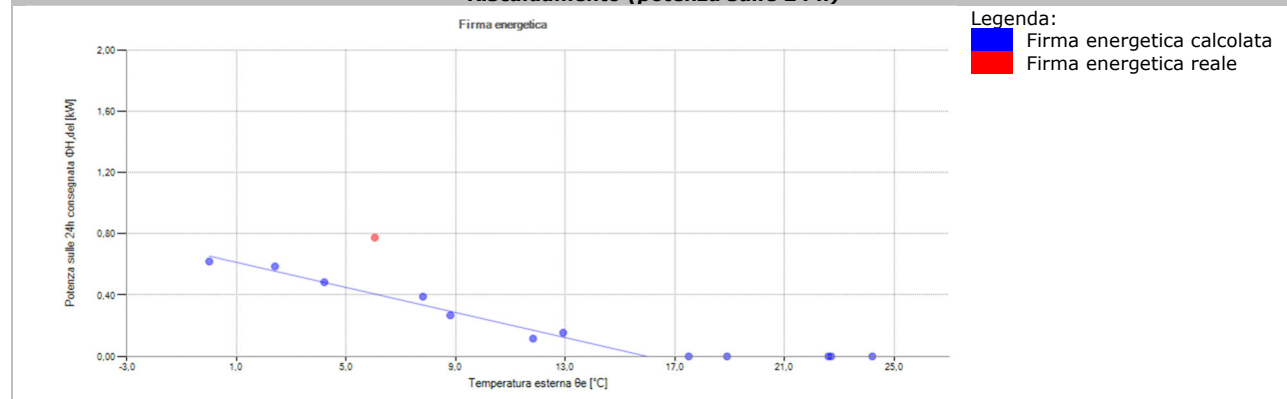


Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	CoGL [Sm ³]	$\Phi_{GL,del}$ [kW _t /el]
gennaio	H	31	0,0	6678	84,58
febbraio	H	28	4,2	4290	60,15
marzo	H	31	8,8	2783	35,25
aprile	H	30	12,7	842	17,70
maggio	NH	31	17,5	343	4,35
giugno	NH	30	22,7	332	4,35
luglio	NH	31	24,2	343	4,35
agosto	NH	31	22,6	343	4,35
settembre	NH	30	18,9	332	4,35
ottobre	H	31	14,7	1113	22,12
novembre	H	30	7,8	3764	49,26
dicembre	H	31	2,4	5990	75,86
TOTALE		365	-	27155	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	CoGL [Sm ³]	$\Phi_{GL,del}$ [kW _t /el]
1 - anno 2022	H	365	13,1	23700	47,07
TOTALE		365	-	23700	-

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

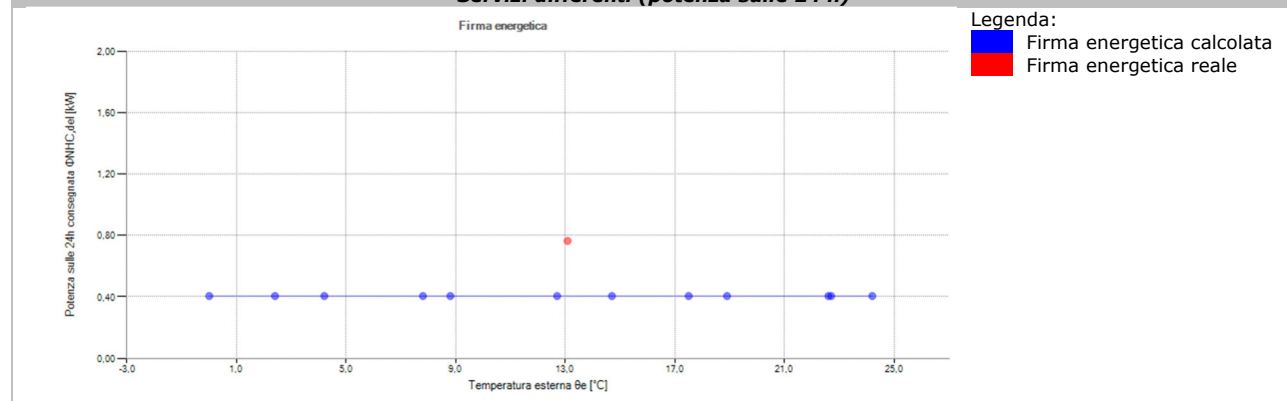
Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	g _{risc} [g]	$\theta_{e,risc}$ [°C]	CO _H [kWh]	$\Phi_{H,del}$ [kWt/el]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	31	0,0	31	0,0	461	0,62
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	28	4,2	28	4,2	325	0,48
<i>marzo</i>	<i>H</i>	31	8,8	31	8,8	199	0,27
<i>aprile</i>	<i>H</i>	30	12,7	15	11,8	42	0,12
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	31	17,5	0	17,5	0	0,00
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	30	22,7	0	22,7	0	0,00
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	31	24,2	0	24,2	0	0,00
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	31	22,6	0	22,6	0	0,00
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	30	18,9	0	18,9	0	0,00
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	31	14,7	17	12,9	63	0,15
<i>novembre</i>	<i>H</i>	30	7,8	30	7,8	280	0,39
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	31	2,4	31	2,4	437	0,59
TOTALE		365	-	183	-	1806	-

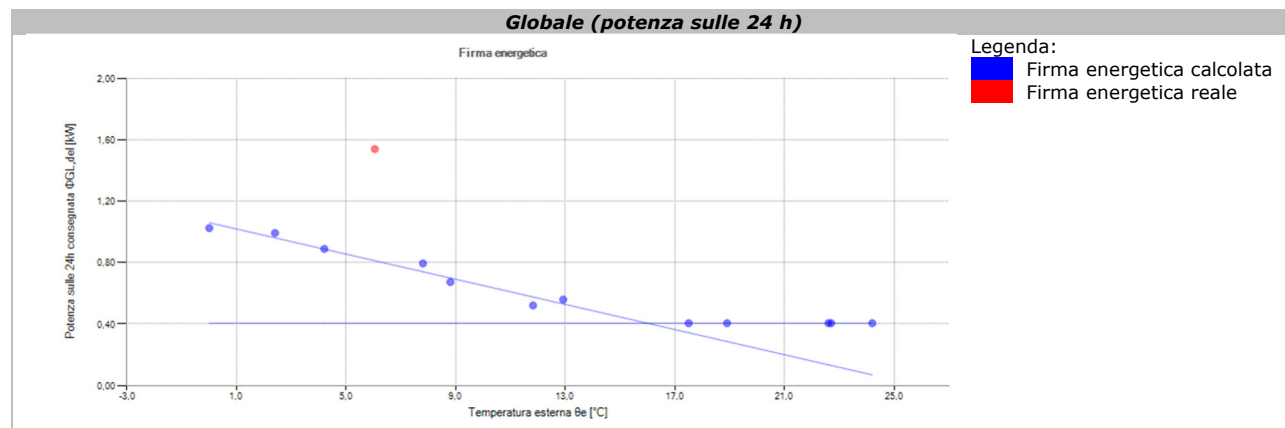
Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	g _{risc} [g]	$\theta_{e,risc}$ [°C]	CO _H [kWh]	$\Phi_{H,del}$ [kWt/el]
1 - anno 2022	H	365	13,1	183	6,0	3404	0,77
TOTALE		365	-	183	-	3404	-

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	CONHC [kWh]	$\Phi_{NHC,del}$ [kWt/el]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	31	0,0	302	0,41
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	28	4,2	273	0,41
<i>marzo</i>	<i>H</i>	31	8,8	302	0,41
<i>aprile</i>	<i>H</i>	30	12,7	292	0,41
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	31	17,5	302	0,41
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	30	22,7	292	0,41
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	31	24,2	302	0,41
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	31	22,6	302	0,41
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	30	18,9	292	0,41
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	31	14,7	302	0,41
<i>novembre</i>	<i>H</i>	30	7,8	292	0,41
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	31	2,4	302	0,41
TOTALE		365	-	3554	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	CONHC [kWh]	$\Phi_{NHC,del}$ [kWt/el]
1 - anno 2022	H	365	13,1	6696	0,76
TOTALE		365	-	6696	-



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	CoGL [kWh]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/el]
gennaio	H	31	0,0	762	1,02
febbraio	H	28	4,2	598	0,89
marzo	H	31	8,8	501	0,67
aprile	H	30	12,7	334	0,52
maggio	NH	31	17,5	302	0,41
giugno	NH	30	22,7	292	0,41
luglio	NH	31	24,2	302	0,41
agosto	NH	31	22,6	302	0,41
settembre	NH	30	18,9	292	0,41
ottobre	H	31	14,7	365	0,56
novembre	H	30	7,8	572	0,80
dicembre	H	31	2,4	739	0,99
TOTALE		365	-	5361	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	CoGL [kWh]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/el]
1 - anno 2022	H	365	13,1	10100	1,54
TOTALE		365	-	10100	-

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 aerulico)
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	Secondo modellazione EC700											
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ_{est} [°C]	0,0	4,2	8,8	12,7	17,5	22,7	24,2	22,6	18,9	14,7	7,8	2,4
$H_{or,di}$ [W/m ²]	25,5	67,1	93,8	115,7	150,5	184,0	180,6	141,2	92,6	55,6	35,9	19,7
$H_{or,dif}$ [W/m ²]	23,1	35,9	56,7	76,4	100,7	103,0	98,4	88,0	74,1	47,5	26,6	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	15/10/2021				Data di fine	15/04/2022						
	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]	0,0	4,2	8,8	11,8	-	-	-	-	-	12,9	7,8	2,4

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)	23113	20172	1,00	20251	14,1
Acqua calda sanitaria (W)	4042	3528	1,00	3528	14,6
Globale (GI)	27155	23700	0,00	23779	14,2

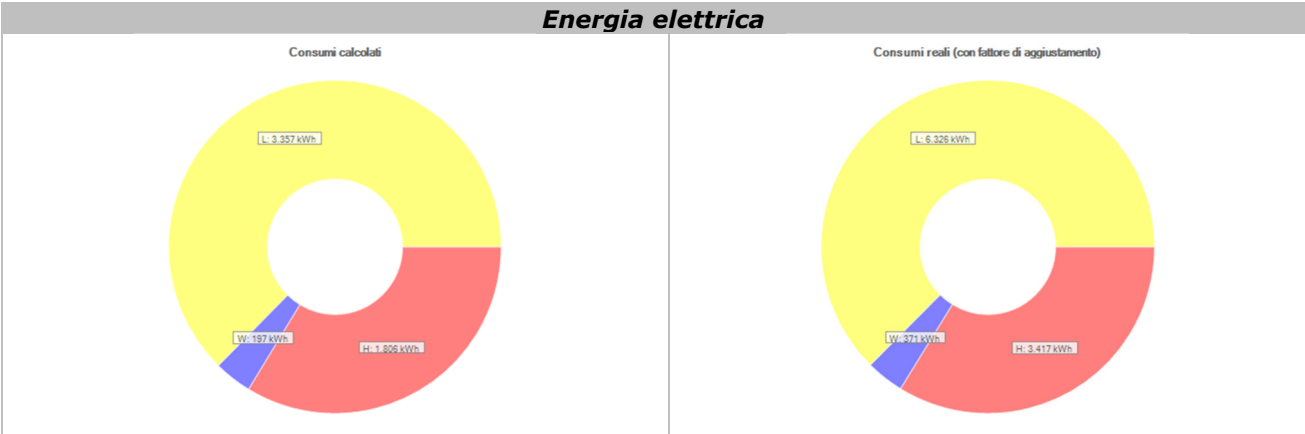
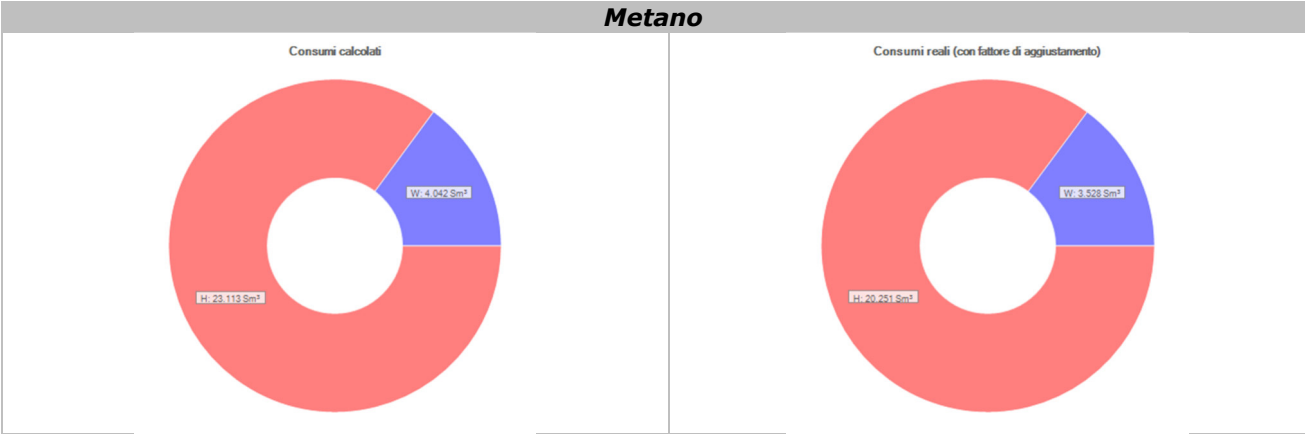
Vettore energetico	Energia elettrica
--------------------	-------------------

Servizio	Co_{calc} [kWh]	Co_{reale} [kWh]	F_{agg} [-]	$Co_{reale,agg}$ [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1806	3404	1,00	3417	-47,1
Acqua calda sanitaria (W)	197	371	1,00	371	-46,9
Illuminazione (L)	3357	6326	1,00	6326	-46,9
Globale (GI)	5361	10100	0,00	10113	-47,0

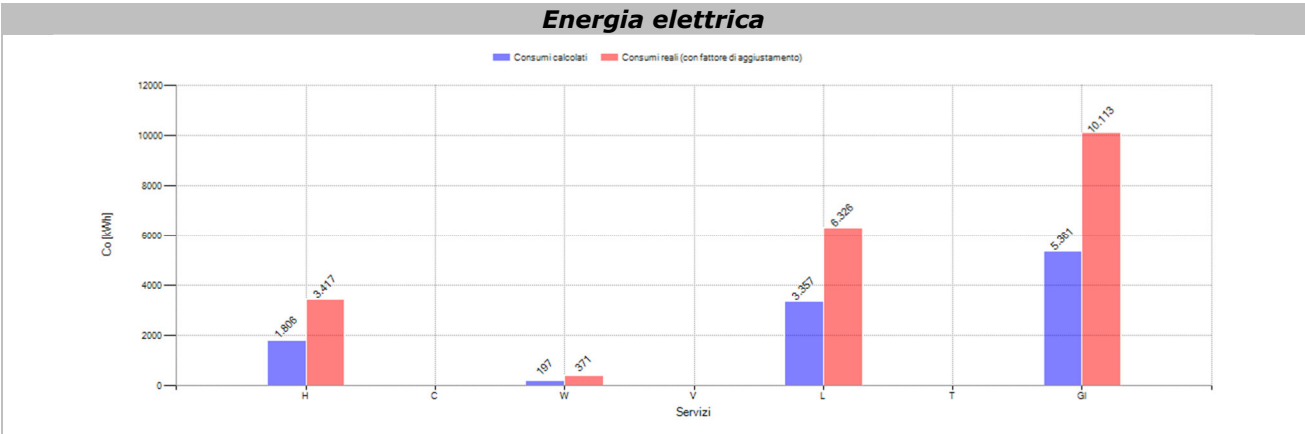
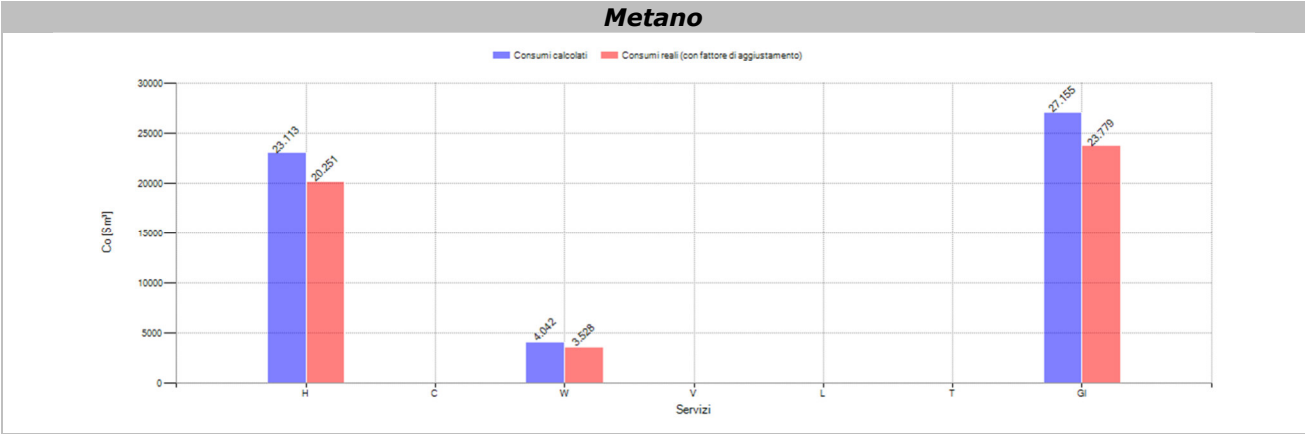
Legenda dei simboli:

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	Pompa di calore per ACS	10570,00	3429,52	3,1	49,81	A1
2	Interventi sui circuiti	25277,40	3199,75	7,9	28,00	B
3	Intervento su fonti rinnovabili	184220,00	1340,19	137,5	7,63	C

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 Pompa di calore per ACS

Dati generali

Numero	1		
Descrizione	Pompa di calore per ACS		
Costo stimato	C	10570,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	3429,52	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	3,1	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	49,81	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	A1		

Descrizione sintetica scenario

L'intervento prevede la sostituzione del bollitore esistente per la produzione dell'acqua calda sanitaria con scaldacqua ad accumulo in pompa di calore dedicati.

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Sostituzione del bollitore alimentato da centrale termica mediante pompa di calore ad alta efficienza dedicata	10570,00

6.1.1 Sostituzione del bollitore alimentato da centrale termica mediante pompa di calore ad alta efficienza dedicata

Dati generali

Intervento	1		
Tipologia	Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante pompa di calore ad alta efficienza		
Descrizione	Sostituzione del bollitore alimentato da centrale termica mediante pompa di calore ad alta efficienza dedicata		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	10570,00	€

Intervento

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

Caratteristiche pompa di calore

Tipologia	Elettrica		
Modalità di funzionamento	Unità con funzionamento on-off		
Sorgente fredda	Aria esterna		
Sorgente calda	Acqua di impianto		
Temperatura di funzionamento (cut-off)	θ_{min}	-25,0	°C

Prestazioni pompa di calore

Coefficiente di prestazione	COP	3,80	-
Potenza utile	Φ_u	3,50	kW _t
Potenza assorbita	Φ_{ass}	0,92	kW _t
Temperatura sorgente fredda	θ_f	7	°C
Temperatura sorgente calda	θ_c	35	°C
Temperatura del generatore	$\theta_{gen,in}$	85,00	°C

Coefficienti correttivi pompa di calore

CR [-]	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
F _c [-]	0,00	0,53	0,71	0,81	0,87	0,91	0,94	0,96	0,98	0,99	1,00
Fattore di correzione	C _c		0,10		-						

Vettore energetico

Tipologia	Energia elettrica		
Potere calorifico inferiore	PCI	1,000	kWh _t /kWh
Costo	c	0,25	€/ kWh
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,4332	kg/kWh _{t/el}

Fattori di conversione in energia primaria (energia consegnata dal combustibile)			
Non rinnovabile	$f_{p,nren}$	1,950	-
Rinnovabile	$f_{p,ren}$	0,470	-
Totale	$f_{p,tot}$	2,420	-
Ausiliari			
Potenza ausiliari	Φ_{aux}	0	W_{el}
Sempre in funzione	Si		

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)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	23113	0	-100,0
Acqua calda sanitaria (W)	4042	0	-100,0
Globale	27155	0	-100,0

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1806	90286	4897,9
Acqua calda sanitaria (W)	197	14504	7269,8
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	3357	3357	0,0
Globale	5361	108148	1917,4

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	19404,37	16241,46	16,3
Acqua calda sanitaria (W)	3363,67	3097,06	7,9
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	839,37	839,37	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	23607,41	20177,89	14,5

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	10570,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	3429,52
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	3,1

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	89,0	89,0	0,0
Regolazione (η _{reg})	93,0	93,0	0,0
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 (η _{gen,ut})	95,9	230,4	140,2
Generazione (η _{gen,p,nren})	90,0	118,1	31,3
Generazione (η _{gen,p,tot})	89,6	61,8	-31,0

Sottosistema	Riscaldamento aeraulico (H _{aer})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	95,9	235,5	145,5
Generazione (η _{gen,p,nren})	90,0	120,8	34,2
Generazione (η _{gen,p,tot})	89,6	62,7	-30,1

Sottosistema	Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	61,9	81,7	31,9
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	61,7	42,7	-30,9
Valore limite (η_{lim})	53,9	-	-

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)	97,4	97,4	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	99,8	262,1	162,6
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	94,2	134,4	42,8
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	93,9	64,9	-31,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	85,0	121,3	42,8
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	84,8	58,5	-31,0
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	104,96	104,96	0,0	55,25
Raffrescamento (C)	23,07	23,07	0,0	13,39

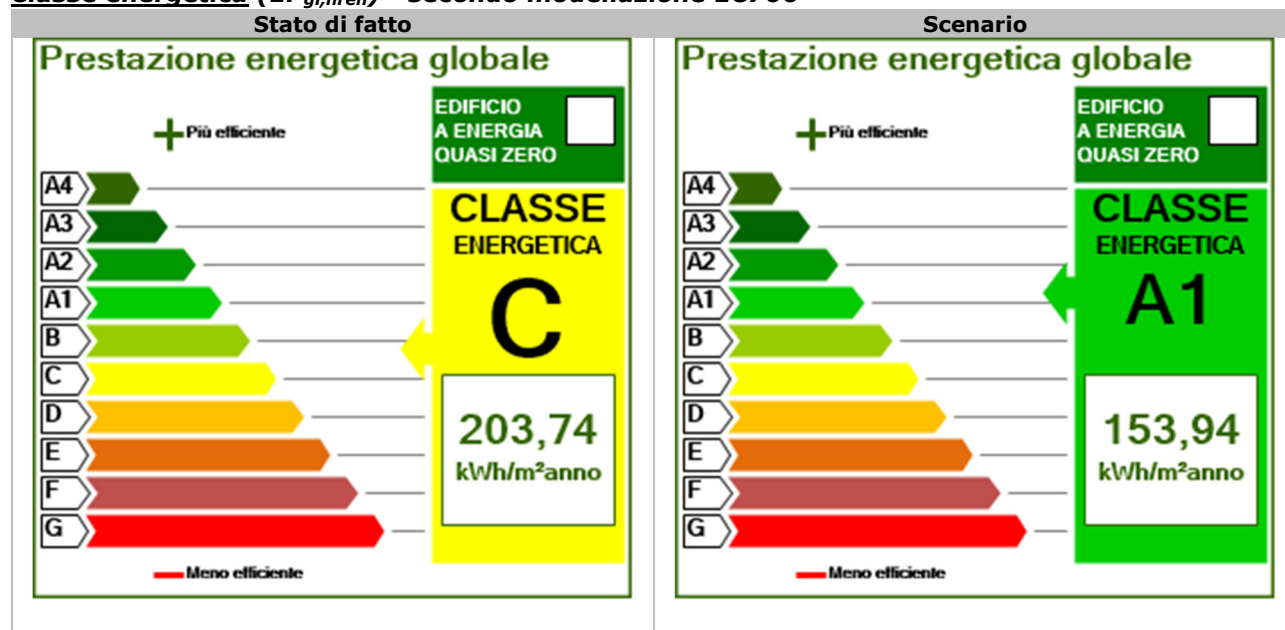
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	169,49	128,51	-24,2
Acqua calda sanitaria (W)	29,47	20,64	-30,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	4,78	4,78	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	203,74	153,94	-24,4

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,62	117,54	18865,1
Acqua calda sanitaria (W)	0,07	22,14	32690,8
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	1,15	1,15	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	1,84	140,83	7557,4

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	170,11	246,05	44,6
Acqua calda sanitaria (W)	29,54	42,78	44,8
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	5,93	5,93	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	205,58	294,77	43,4
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	174,55	-	-

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$) - secondo modellazione EC700



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,4	47,8	13010,4	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,2	51,7	22531,7	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	48,4	13943,8	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)	0,9	47,8	5242,6	-

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_{CO_2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	46566,40	41531,79	-10,8
Acqua calda sanitaria (W)	8088,77	6671,72	-17,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	1544,44	1544,44	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	56199,61	49747,95	-11,5

Legenda:

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

6.2 Interventi sui circuiti

Dati generali

Numero	2		
Descrizione	Interventi sui circuiti		
Costo stimato	C	25277,40	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	3199,75	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	7,9	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	28,00	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	B		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Sostituzione terminali di emissione	15100,00
2	Installazione di sistemi di contabilizzazione	10177,40

6.2.1 Sostituzione terminali di emissione

Dati generali

Intervento	1		
Tipologia	Sostituzione terminali di emissione		
Descrizione	Sostituzione terminali di emissione		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	15100,00	€

Descrizione sintetica intervento

L'intervento di sostituzione dei terminali di emissione consente sia di migliorare il rendimento del sottosistema di emissione sia di ridurre la temperatura media dell'impianto permettendo così, nel contempo, di predisporre l'impianto a nuove tecnologie ed innovazioni (es. installazione della termoregolazione o adozione di pompe di calore).

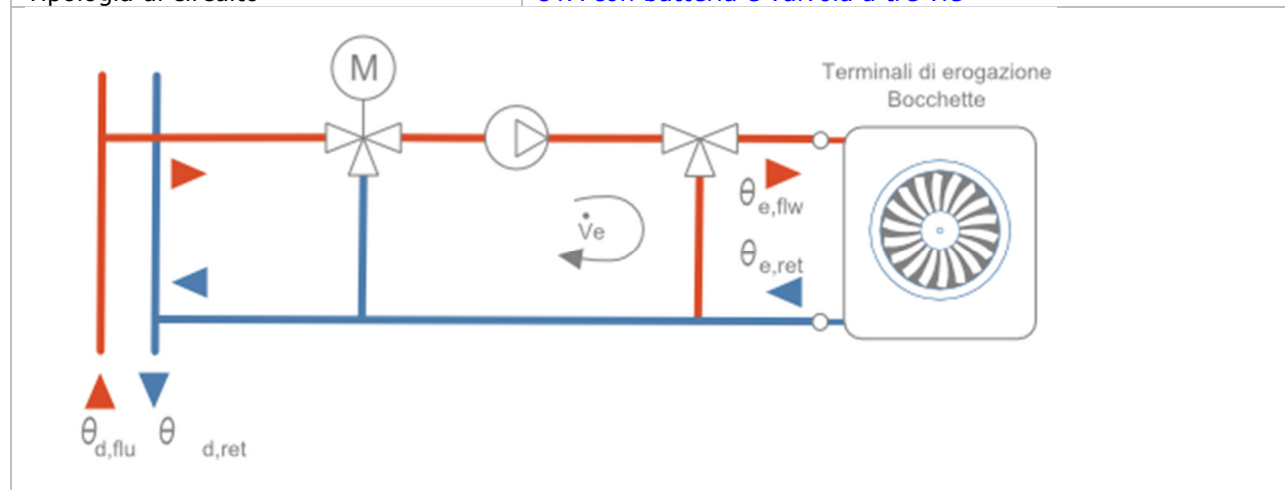
Intervento

Emissione

Tipologia di emissione	Bocchette in sistemi ad aria calda		
Rendimento di emissione	$\eta_{H,idr,em}$	94,0	%

Regolazione

Tipologia di regolazione	Per singolo ambiente + climatica		
Caratteristiche regolazione	P banda proporzionale 1 °C		
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$	98,0	%
Tipologia di circuito	UTA con batteria e valvola a tre vie		



6.2.2 Installazione di sistemi di contabilizzazione

Dati generali

Intervento	2		
Tipologia	Installazione di sistemi di contabilizzazione		
Descrizione	Installazione di sistemi di contabilizzazione		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	10177,40	€

Numero di circuiti	4
--------------------	---

Circuito Riscaldamento

Fabbisogno ideale	$Q_{H,sys,out}$	179934	kWh _t
Fabbisogno ideale netto	$Q'_{H,sys,out}$	137393	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	137393	kWh _t
Fattore di contabilizzazione	f_{cont}	0,90	-
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	123654	kWh _t
Costo specifico	c	2544,35	€/cad
Numero di dispositivi	n	4	-

6.2.3 Prestazioni raggiungibili

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

6.2.3.1 Edificio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	23113	19283	-16,6
Acqua calda sanitaria (W)	4042	4042	0,0
Globale	27155	23325	-14,1

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1806	1569	-13,2
Acqua calda sanitaria (W)	197	197	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	3357	3357	0,0
Globale	5361	5123	-4,4

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	19404,37	16204,62	16,5
Acqua calda sanitaria (W)	3363,67	3363,67	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	839,37	839,37	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	23607,41	20407,66	13,6

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	25277,40
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gl}) [€/anno]	3199,75
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	7,9

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	89,0	96,0	7,9
Regolazione (η _{reg})	93,0	98,0	5,4
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 (η _{gen,ut})	95,9	95,7	-0,2
Generazione (η _{gen,p,nren})	90,0	89,7	-0,2
Generazione (η _{gen,p,tot})	89,6	89,4	-0,2

Sottosistema	Riscaldamento aeraulico (H _{aer})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	95,9	95,7	-0,2
Generazione (η _{gen,p,nren})	90,0	89,7	-0,2
Generazione (η _{gen,p,tot})	89,6	89,4	-0,3

Sottosistema	Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	61,9	74,2	19,8
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	61,7	73,9	19,8
Valore limite (η_{lim})	53,9	-	-

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)	97,4	97,4	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	99,8	99,8	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	94,2	94,2	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	93,9	93,9	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	85,0	85,0	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	84,8	84,8	0,0
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	104,96	104,96	0,0	55,25
Raffrescamento (C)	23,07	23,07	0,0	13,39

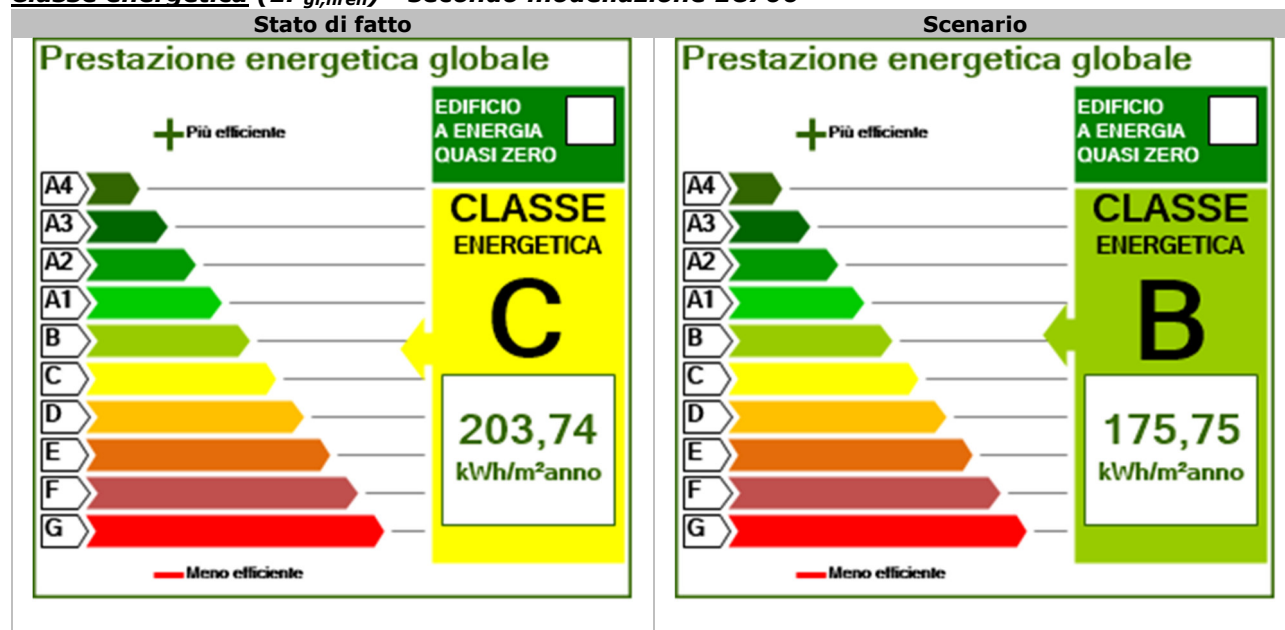
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	169,49	141,50	-16,5
Acqua calda sanitaria (W)	29,47	29,47	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	4,78	4,78	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	203,74	175,75	-13,7

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,62	0,54	-13,2
Acqua calda sanitaria (W)	0,07	0,07	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	1,15	1,15	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	1,84	1,76	-4,4

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	170,11	142,04	-16,5
Acqua calda sanitaria (W)	29,54	29,54	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	5,93	5,93	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	205,58	177,51	-13,7
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	174,55	-	-

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$) - secondo modellazione EC700



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,4	0,4	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,2	0,2	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	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)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	0,9	1,0	11,2	-

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_{CO_2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	46566,40	38879,06	-16,5
Acqua calda sanitaria (W)	8088,77	8088,77	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	1544,44	1544,44	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	56199,61	48512,27	-13,7

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
$\eta_{p,nren}$	Rendimento rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{p,tot}$	Rendimento rispetto all'energia primaria totale
QR	Quota rinnovabile
S	Spesa

6.3 Intervento su fonti rinnovabili

Dati generali

Numero	3		
Descrizione	Intervento su fonti rinnovabili		
Costo stimato	C	184220,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	1340,19	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	137,5	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	7,63	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	C		

Descrizione sintetica scenario

Installazione di campo fotovoltaico da 80 kWp

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Installazione di pannelli solari fotovoltaici	184220,00

6.3.1 Installazione di pannelli solari fotovoltaici

Dati generali

Intervento	1		
Tipologia	Installazione di pannelli solari fotovoltaici		
Descrizione	Installazione di pannelli solari fotovoltaici		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	184220,00	€

Intervento

Esposizione

Orientamento	γ	-90,0	°
Inclinazione	β	20,0	°
Riflettanza	ρ	0,1	-

Moduli fotovoltaici

Potenza di picco complessiva	$\Phi_{PV,tot}$	80000	W _{el}
Fattore di efficienza dell'impianto	f_{PV}	0,75	-

6.3.2 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.

6.3.2.1 Edificio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	23113	23113	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	4042	4042	0,0
Globale	27155	27155	0,0

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1806	0	-100,0
Acqua calda sanitaria (W)	197	0	-100,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	3357	0	-100,0
Globale	5361	0	-100,0

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	19404,37	18952,74	2,3
Acqua calda sanitaria (W)	3363,67	3314,47	1,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	839,37	0,00	100,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	23607,41	22267,21	5,7

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	184220,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	1340,19
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	137,5

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	89,0	89,0	0,0
Regolazione (η _{reg})	93,0	93,0	0,0
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 (η _{gen,ut})	95,9	95,9	0,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	90,0	90,0	0,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	89,6	89,6	0,0

Sottosistema	Riscaldamento aeraulico (H _{aer})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	95,9	95,9	0,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	90,0	90,0	0,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	89,6	89,6	0,0

Sottosistema	Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	61,9	62,9	1,5
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	61,7	62,4	1,1
Valore limite (η_{lim})	53,9	-	-

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)	97,4	97,4	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	99,8	99,8	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	94,2	94,2	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	93,9	93,9	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	85,0	85,8	1,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	84,8	85,4	0,7
Valore limite (η_{lim})	56,7	-	-

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	104,96	104,96	0,0	55,25
Raffrescamento (C)	23,07	23,07	0,0	13,39

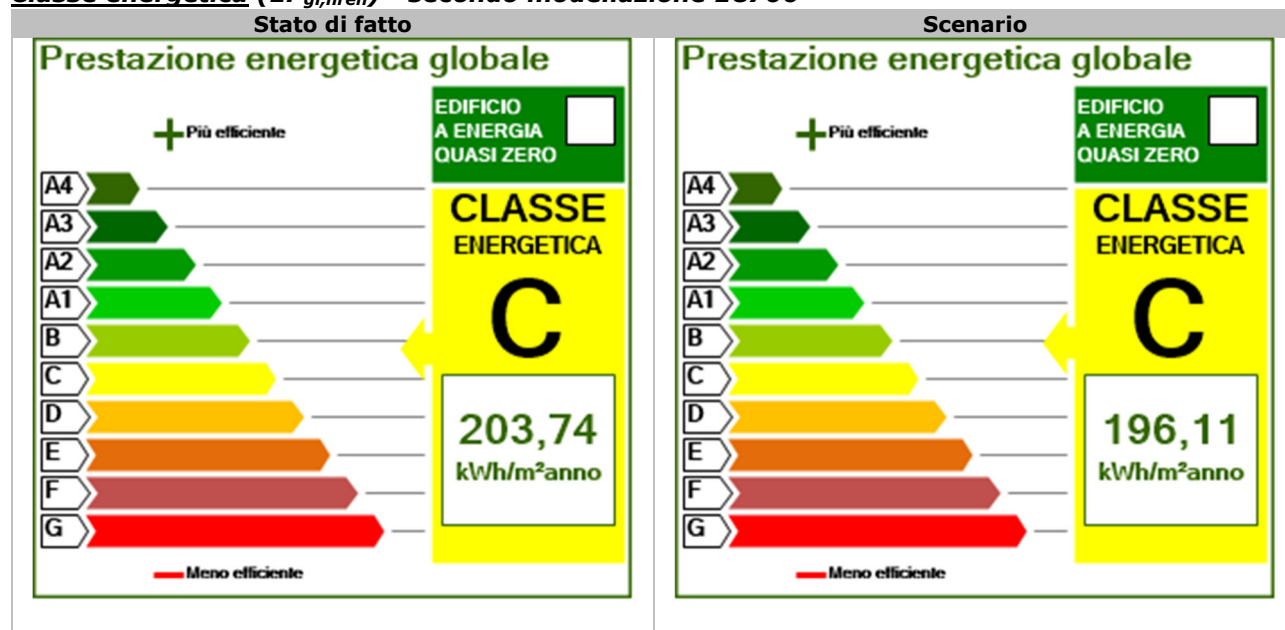
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	169,49	166,92	-1,5
Acqua calda sanitaria (W)	29,47	29,19	-1,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	4,78	0,00	-100,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	203,74	196,11	-3,7

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,62	1,32	112,8
Acqua calda sanitaria (W)	0,07	0,14	112,8
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	1,15	2,45	112,8
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	1,84	3,91	112,8

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	170,11	168,24	-1,1
Acqua calda sanitaria (W)	29,54	29,34	-0,7
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	5,93	2,45	-58,7
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	205,58	200,03	-2,7
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	174,55	-	-

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$) - secondo modellazione EC700



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,4	0,8	109,8	-
Acqua calda sanitaria (W)	0,2	0,5	131,3	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	0,7	116,2	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	100,0	415,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	0,9	2,0	123,0	-

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_{CO_2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	46566,40	45735,41	-1,8
Acqua calda sanitaria (W)	8088,77	7998,24	-1,1
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	1544,44	0,00	-100,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	56199,61	53733,65	-4,4

Legenda:

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

6.4 Prestazioni complessive raggiungibili

Di seguito si riporta la prestazione energetica che può essere raggiunta tramite l'applicazione di tutti gli interventi suggeriti.

Classe energetica ($EP_{gl,nren}$) - secondo modellazione EC700

