

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 *ED030 – S01 - I.I.S.S. C.E. Gadda - succursale*
Indirizzo *Via XXV Aprile, Langhirano - Parma*

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 *23/03/2023*

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	Riqualficazione strutture disperdenti
6.1.1	<i>Realizzazione cappotto esterno</i>
6.1.2	<i>Coibentazione della copertura</i>
6.1.3	<i>Coibentazione pavimento</i>
6.1.4	<i>Sostituzione serramenti</i>
6.1.5	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.2	Interventi sugli impianti
6.2.1	<i>Sostituzione del generatore di calore per acqua calda sanitaria</i>
6.2.2	<i>Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a biomassa</i>
6.2.3	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.3	Valvole Termostatiche - Contabilizzazione
6.3.1	<i>Installazione di sistemi di contabilizzazione</i>
6.3.2	<i>Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti</i>
6.3.3	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.4	Sostituzione UTA
6.4.1	<i>Sostituzione terminali di emissione</i>
6.4.2	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.5	Fonti rinnovabili
6.5.1	<i>Installazione di pannelli solari fotovoltaici</i>
6.5.2	<i>Prestazioni raggiungibili</i>
6.6	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.).

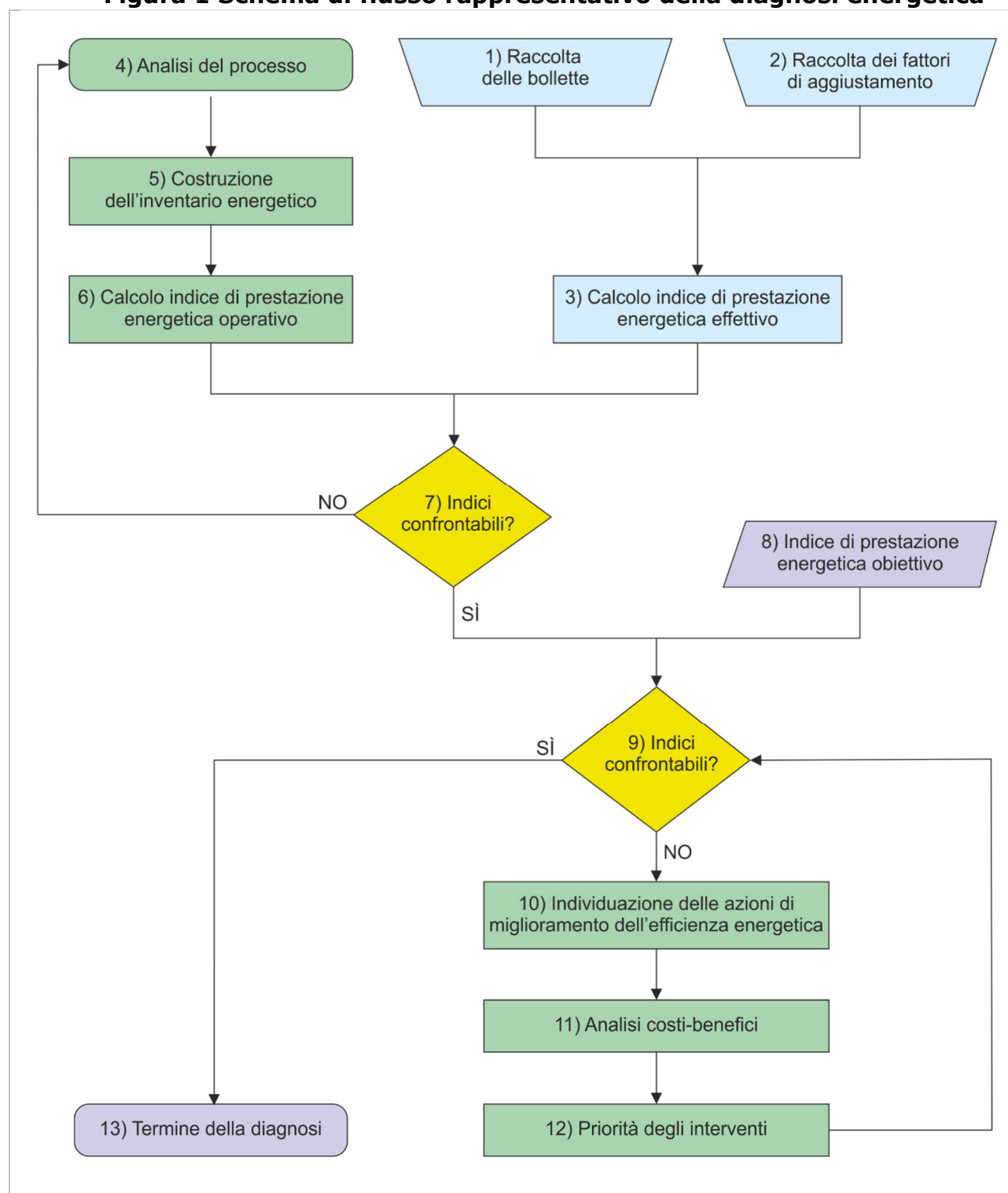
Modalità operative

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	ED030 - S01 - I.I.S.S. C.E. Gadda - succursale
Comune	Langhirano
Provincia	Parma
CAP	43013
Indirizzo edificio	Via XXV Aprile, Langhirano - Parma
Zona climatica	E
Gradi giorno DPR 412/93 ($GG_{DPR\ 412/93}$) [°Cg]	2796
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 '70
Scopo / contesto della diagnosi energetica	Riqualificazione energetica dell'edificio
Riferimento	DLgs 192/05, art. 2, comma 1

Descrizione sintetica dell'edificio

L'edificio è adibito interamente ad attività scolastica.
Si sviluppa su tre piani fuori terra ed ha una copertura piana.

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S _{utile}	3928,79	m ²
Superficie lorda	S _{lorda}	4115,96	m ²
Volume netto	V _{netto}	10607,73	m ³
Volume lordo	V _{lordo}	13219,35	m ³
Fattore di forma	S/V	0,40	m ⁻¹

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

Servizi ed impianti di cui è provvisto l'edificio

Servizio / impianto	Tipologia	Caratteristiche
Riscaldamento idronico (H _{idr})	Centralizzato	-
Acqua calda sanitaria (W)	Centralizzato	Separato
Climatizzazione estiva (C)	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}	200,65	kWh _p /m ² anno
Classe energetica		F	
Spesa globale annua	S _{gl}	74823,08	€/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 strutture disperdenti	
Intervento		Descrizione intervento			Costo (C) [€]	
1		Realizzazione cappotto esterno			1118092,13	
2		Coibentazione della copertura			1184275,50	
3		Coibentazione pavimento			232169,05	
4		Sostituzione serramenti			380083,59	
Parametri di valutazione		Stato di fatto		Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]				2914620,00		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		74823,08		42006,93	32816,15	43,90
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]				88,8		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		200,65		100,45	100,20	49,90
Classe energetica		F		C		

Scenario	2	Descrizione scenario	Interventi sugli impianti		
Intervento		Descrizione intervento	Costo (C) [€]		
1		Sostituzione del generatore di calore per acqua calda sanitaria	10570,00		
2		Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a biomassa	250000,00		
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	Δ	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			260570,00		
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		74823,08	51923,50	22899,58	30,60
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			11,4		
EP _{gl,nren} [kWh _p /m²anno]		200,65	85,63	115,02	57,30
Classe energetica		F	C		

Scenario	3	Descrizione scenario	Valvole Termostatiche - Contabilizzazione	
Intervento		Descrizione intervento	Costo (C) [€]	
1		Installazione di sistemi di contabilizzazione	45934,78	
2		Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti	45934,78	
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			91869,56	
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		74823,08	60884,70	18,60
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			6,6	
EP _{gl,nren} [kWh _p /m ² anno]		200,65	158,05	21,20
Classe energetica		F	E	

Scenario	4	Descrizione scenario	Sostituzione UTA	
Intervento		Descrizione intervento	Costo (C) [€]	
1		Sostituzione terminali di emissione	69007,00	
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			69007,00	
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		74823,08	65027,11	13,10
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			7,0	
EP _{gl,nren} [kWh _p /m ² anno]		200,65	170,71	14,90
Classe energetica		F	E	

Scenario	5	Descrizione scenario	Fonti rinnovabili	
Intervento		Descrizione intervento	Costo (C) [€]	
1		Installazione di pannelli solari fotovoltaici	140430,00	
Parametri di valutazione		Stato di fatto	Scenario	%
Costo complessivo scenario(C) [€]			140430,00	
Spesa globale annua (S _{gl})[€/anno]		74823,08	57540,28	23,10
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]			8,1	
EP _{gl,nren} [kWh _p /m ² anno]		200,65	166,34	17,10
Classe energetica		F	E	

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: Langhirano

Temperatura esterna di progetto (inverno/estate): -6°C/+30°C U.R. 58,4%

GG: 2796

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	19 febbraio	Data di fine	12 novembre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})	267		

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
Biomassa solida	0,200	0,800	1,000	-
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
Oil combustibile	kg	11,750	1,07
Pellet	kg	4,667	0,25
Carbone	kg	7,917	0,14
Teleriscaldamento	kWh _t	-	0,09
GPL (70% Propano + 30% Butano)	Sm ³	26,780	5,50
Energia elettrica	kWh	-	0,25

Valori limite

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

Simboli adottati

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

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

4 ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

4.1 Dati climatici (calcolo mensile)

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

Caratteristiche geografiche

Comune	Langhirano		
Provincia	Parma		
Altitudine s.l.m.		265	m
Latitudine nord		44°36'	
Longitudine est		10°16'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2796	°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}	-6,0	°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]	-0,5	3,7	8,3	12,2	17,0	22,2	23,7	22,1	18,4	14,2	7,3	1,9
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

Muri perimetrali in doppio UNI intonacati.
Pavimenti in laterocemento senza isolamento.
Copertura piana con guaina impermeabile.

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

Serramenti in alluminio con vetrocamera.

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 doppio uni	1,424	1410,13	127965,6	31,5	17510,9	26,4	25295,0	15,8
M2	U	Muro interno vs vano scala 15 cm PT	1,655	91,07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M3	U	Muro interno vs vano scala 15 cm PP	1,655	79,35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M4	U	Muro interno vs vano scala 15 cm SP	1,655	94,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M5	T	Muro perimetrale doppio uni PT	1,458	23,18	2154,6	0,5	294,8	0,4	364,8	0,2
M6	U	Muro vs non climatizzato PT	1,310	92,00	3359,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1789,81	133479,3	32,9	17805,7	26,8	25659,7	16,0

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]	%
P1	G	Pavimento controterra	0,324	1164,59	24073,4	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0
P3	U	Pavimento interpiano vs non climatizzato	0,976	292,81	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1457,40	24073,4	5,9	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	Terrazzo	1,489	1493,60	141793,0	34,9	38806,1	58,4	37241,1	23,2
S3	U	Soffitto interpiano vs non climatizzato	1,131	8,42	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1502,02	141793,0	34,9	38806,1	58,4	37241,1	23,2

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 155x150	2,462	191,25	30010,0	7,4	3819,1	5,8	35793,6	22,3
W2	T	finestra 450x150	2,462	81,00	12710,1	3,1	1617,5	2,4	18612,4	11,6
W3	T	finestra 480x150	2,462	115,20	18076,6	4,5	2300,5	3,5	20507,0	12,8
W4	T	finestra 300x150	2,462	54,00	8473,4	2,1	1078,3	1,6	16143,9	10,1
W5	T	finestra 180x60	2,462	9,72	1525,2	0,4	194,1	0,3	1693,5	1,1
W6	T	finestra 80x60	2,462	0,48	75,3	0,0	9,6	0,0	68,9	0,0
W7	T	finestra 270x60	2,462	8,10	1271,0	0,3	161,8	0,2	1377,9	0,9
W8	T	Porta-finestra 220x250	2,462	11,00	1726,1	0,4	219,7	0,3	2626,8	1,6
W9	T	Porta-finestra 170x250	2,462	8,50	1333,8	0,3	169,7	0,3	727,6	0,5
Totale				479,25	75201,6	18,5	9570,3	14,4	97551,8	60,8

Cod.	Tipo	Descrizione	Ponti termici			
			ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,290	1017,75	15148,6	3,7
Z2	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,252	454,99	6597,9	1,6
Z3	-	W - Parete - Telaio	0,120	1078,20	8237,2	2,0
Z4	-	P - Parete - Pilastro	0,390	604,80	15038,4	3,7
Z5	-	R - Parete - Copertura	-0,466	474,83	-13367,2	-3,3
Totale				3630,57	31654,9	7,8

Dispersioni estive

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri							
			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 doppio uni	1,424	1410,13	122985,9	31,5	33566,4	26,4	61493,7	14,1
M2	U	Muro interno vs vano scala 15 cm PT	1,655	91,07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M3	U	Muro interno vs vano scala 15 cm PP	1,655	79,35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M4	U	Muro interno vs vano scala 15 cm SP	1,655	94,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M5	T	Muro perimetrale doppio uni PT	1,458	23,18	2070,8	0,5	565,2	0,4	1127,0	0,3
M6	U	Muro vs non climaTizzato PT	1,310	92,00	3228,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1789,81	128285,0	32,9	34131,6	26,8	62620,6	14,3

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti							
			U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%	Q _{C,r} [kWh _t]	%	Q _{C,sol, op} [kWh _t]	%
P1	G	Pavimento controterra	0,324	1164,59	23136,6	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0
P3	U	Pavimento interpiano vs non climatizzato	0,976	292,81	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1457,40	23136,6	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti							
			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	Terrazzo	1,489	1493,60	136275,2	34,9	74386,9	58,5	116354,1	26,7
S3	U	Soffitto interpiano vs non climatizzato	1,131	8,42	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				1502,02	136275,2	34,9	74386,9	58,5	116354,1	26,7

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrati							
			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 155x150	2,462	191,25	28842,2	7,4	7320,8	5,8	100986,5	23,1
W2	T	finestra 450x150	2,462	81,00	12215,5	3,1	3100,6	2,4	48137,3	11,0
W3	T	finestra 480x150	2,462	115,20	17373,2	4,5	4409,7	3,5	62847,7	14,4
W4	T	finestra 300x150	2,462	54,00	8143,7	2,1	2067,1	1,6	27209,0	6,2
W5	T	finestra 180x60	2,462	9,72	1465,9	0,4	372,1	0,3	4843,9	1,1
W6	T	finestra 80x60	2,462	0,48	72,4	0,0	18,4	0,0	217,7	0,0
W7	T	finestra 270x60	2,462	8,10	1221,6	0,3	310,1	0,2	3977,1	0,9
W8	T	Porta-finestra 220x250	2,462	11,00	1658,9	0,4	421,1	0,3	6793,9	1,6
W9	T	Porta-finestra 170x250	2,462	8,50	1281,9	0,3	325,4	0,3	2593,7	0,6
Totale				479,25	72275,2	18,5	18345,2	14,4	257606,7	59,0

Cod.	Tipo	Descrizione	Ponti termici			
			ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{C,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,290	1017,75	14559,1	3,7
Z2	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,252	454,99	6341,2	1,6
Z3	-	W - Parete - Telaio	0,120	1078,20	7916,6	2,0
Z4	-	P - Parete - Pilastro	0,390	604,80	14453,2	3,7
Z5	-	R - Parete - Copertura	-0,466	474,83	-12847,0	-3,3
Totale				3630,57	30423,1	7,8

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	Muro perimetrale doppio uni	1,424	1,806	0,300	0,280
M2	U	Muro interno vs vano scala 15 cm PT	1,655	1,822	0,300	0,280
M3	U	Muro interno vs vano scala 15 cm PP	1,655	1,601	0,300	0,280
M4	U	Muro interno vs vano scala 15 cm SP	1,655	1,841	0,300	0,280
M5	T	Muro perimetrale doppio uni PT	1,458	1,625	0,300	0,280
M6	U	Muro vs non climaTizzato PT	1,310	1,477	0,686	0,640

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	0,324	0,374	0,310	0,290
P3	U	Pavimento interpiano vs non climatizzato	0,976	1,045	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	Terrazzo	1,489	1,415	0,260	0,240
S3	U	Soffitto interpiano vs non climatizzato	1,131	1,131	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 155x150	2,462	1,900	1,400	3,100
W2	T	finestra 450x150	2,462	1,900	1,400	3,100
W3	T	finestra 480x150	2,462	1,900	1,400	3,100
W4	T	finestra 300x150	2,462	1,900	1,400	3,100
W5	T	finestra 180x60	2,462	1,900	1,400	3,100
W6	T	finestra 80x60	2,462	1,900	1,400	3,100
W7	T	finestra 270x60	2,462	1,900	1,400	3,100
W8	T	Porta-finestra 220x250	2,462	1,900	1,400	3,100
W9	T	Porta-finestra 170x250	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 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	$Q_{H,tr}$	342943	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	66397	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	61013	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	63259	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	97552	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	69021	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,aqq}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	315785	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	80,38	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	14,20	kWh _t /m ²

Risultati energia estiva

Dispersioni			
Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	210592	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	127264	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	58639	kWh _t
Apporti			
Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	179803	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	257607	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	100703	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,aqq}$	0	kWh _t
Bilancio energetico			
Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	139541	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	35,52	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	32,09	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 [$kWh_p/kWh_{t/el}$];

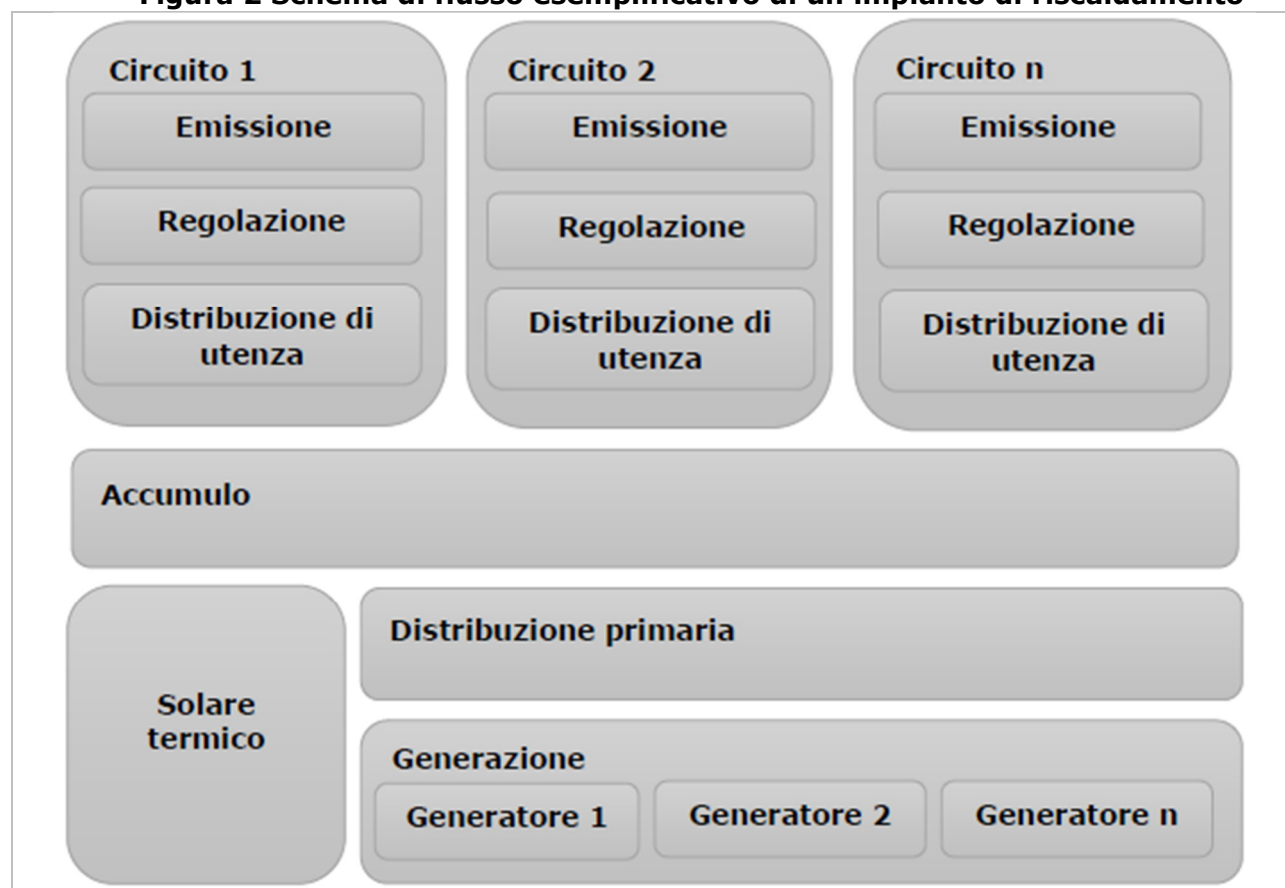
$Q_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

$f_{p,exp,k}$ = 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

Impianto di riscaldamento realizzato con caldaia funzionante a gas metano.

4.3.1.1 Impianto centralizzato

Dati generali

Tipologia di impianto	Monocircuito
Fluido termovettore	Acqua

Circuito Riscaldamento

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

Emissione

Tipologia	Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)		
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$	92,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$	0,0	kWh _{el}

Regolazione

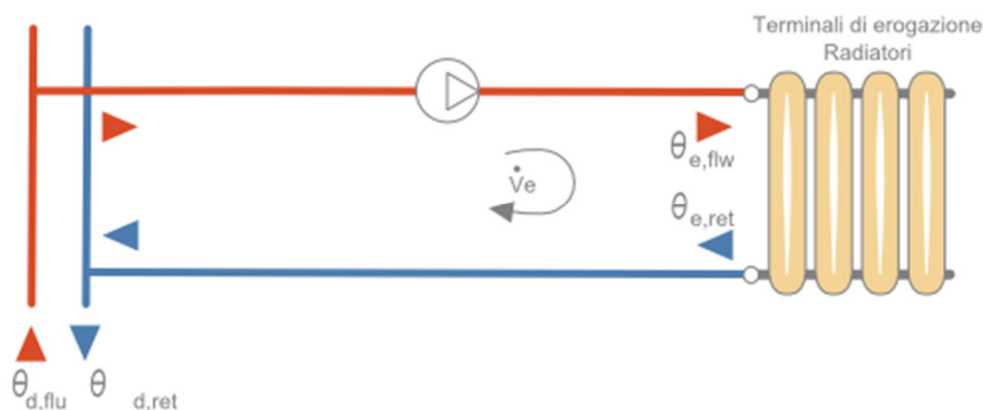
Tipologia	Manuale (solo termostato di caldaia)		
Caratteristiche	-		
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$	75,5	%

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	A temperatura fissa
-----------------------	---------------------

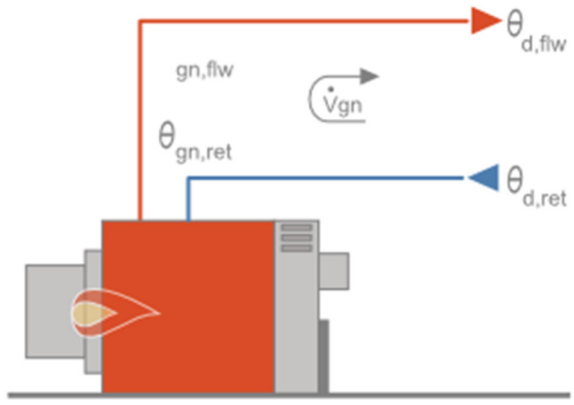


Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]	59,0	59,0	59,0	35,0	-	-	-	-	-	59,0	59,0	59,0
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]	59,0	59,0	59,0	35,0	-	-	-	-	-	59,0	59,0	59,0

Generazione

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

Generatore 1 - Caldaia tradizionale

Dati generali												
Numero	1											
Tipologia	Caldaia tradizionale											
Metodo di calcolo	Analitico											
Marca / serie / modello	BONGIOANNI/HRB/250											
Potenza utile nominale	Φ_n		348,50	kW _t								
Rendimenti termici												
Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$		85,4	%								
Riscaldamento aeraulico	$\eta_{H,aer,gen,ut}$		85,3	%								
Ausiliari												
Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$		3240,6	kWh _{el}								
Riscaldamento aeraulico	$Q_{H,aer,gen,aux}$		330,9	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}		0,1998	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]	63,7	65,6	67,6	69,1	-	-	-	-	-	68,6	66,5	64,4

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	315785	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	320447	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	10	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	278545	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	278545	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	278545	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	278545	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	24221	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	302766	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rg,ls,nrh}$	98329	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rg,in}$	401095	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	25602	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	426697	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	426697	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	$Q_{H,s,in,eff}$	426697	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	426697	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	426697	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	$Q_{H,gen,circ,in}$	388171	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	73090	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	499788	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	$Q_{H,gen,aux}$	3241	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	3241	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)	$Q_{H,el,eff}$	3241	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	531096	kWh _p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	1523	kWh _p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	532619	kWh _p

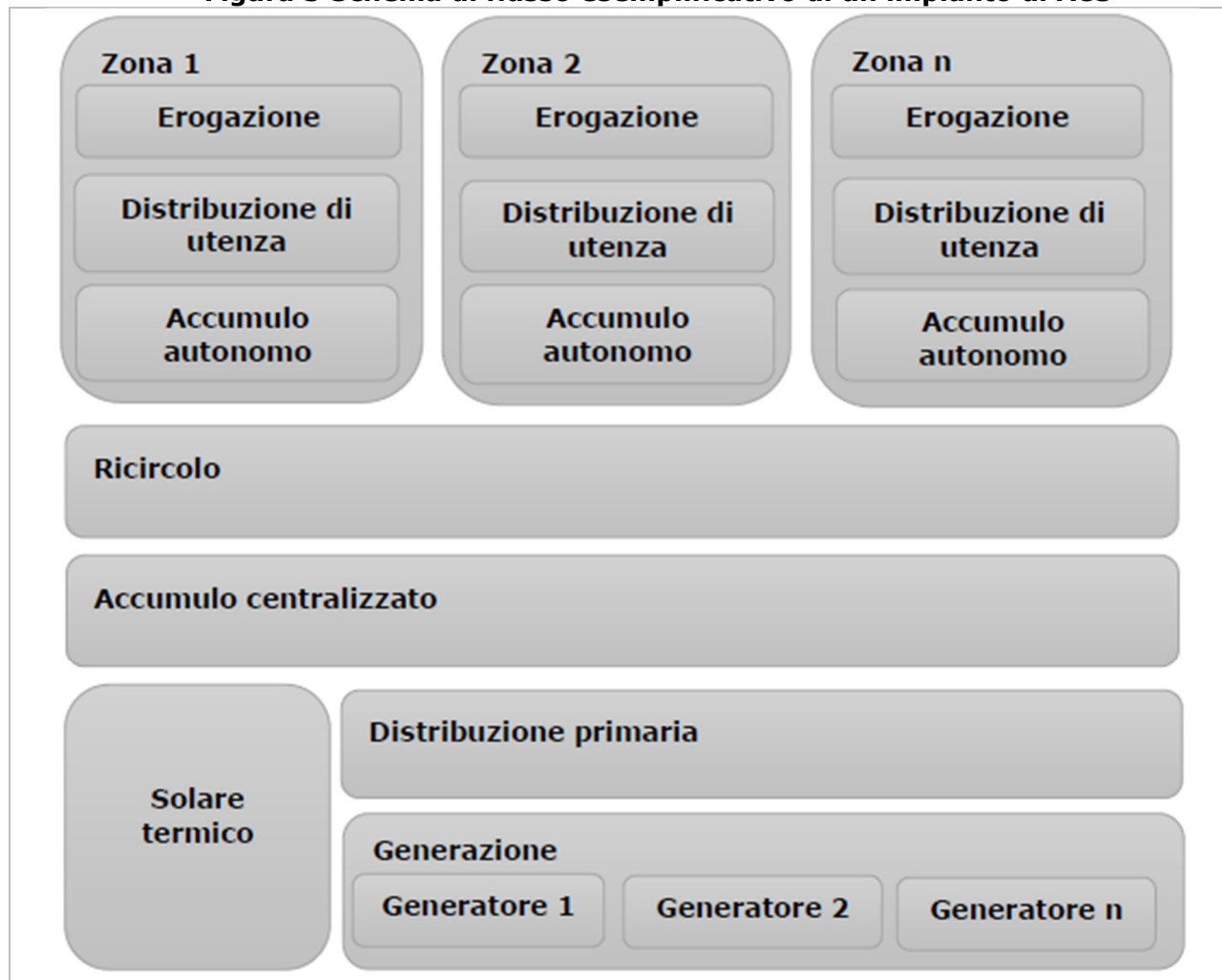
Riepilogo rendimenti

Impianto idronico			
Emissione	$\eta_{H, idr,em}$	92,0	%
Regolazione	$\eta_{H, idr,reg}$	75,5	%
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)	$\eta_{H, idr,gen,ut}$	85,4	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H, idr,gen,p,nren}$	80,3	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H, idr,gen,p,tot}$	80,1	%
Impianto areaulico			
Distribuzione primaria	$\eta_{H,aer,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H,aer,gen,ut}$	85,3	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H,aer,gen,p,nren}$	80,2	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H,aer,gen,p,tot}$	80,0	%
Impianto idronico ed areaulico			
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	54,1	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,g,p,tot}$	53,9	%
Valore limite	$\eta_{H,g,lim}$	66,0	%

4.3.2 Impianto di acqua calda sanitaria

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

Figura 3 Schema di flusso esemplificativo di un impianto di ACS



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

Descrizione sintetica dell'impianto di ACS

Produzione di acqua calda sanitaria tramite scaldacqua a gas da 150 litri.

4.3.2.1 Impianto centralizzato

Erogazione, distribuzione di utenza ed accumuli autonomi

Fabbisogno ideale	$Q_{W,nd}$	510	kWh _t
Rendimento di erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Rendimento di distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%

Generazione

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

Generatore 1 - Caldaia tradizionale

Dati generali			
Numero	1		
Tipologia	Caldaia tradizionale		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca / serie / modello	ATI DI MARIANI/SCALDACQUA/STY.120		
Potenza utile nominale	Φ_n	5,00	kW _t
Modalità di funzionamento ACS	Continuata		
Prestazioni			
Rendimento termico	$\eta_{W,gen,ut}$	32,1	%
Ausiliari	$Q_{W,gen,aux}$	71,1	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	-
Temperatura media			
Potenza scambiatore	Φ_{sc}	5,0	kW _t
Salto termico di progetto	$\Delta\theta_{des}$	20,0	°C
Portata di progetto	V _{des}	215,1	kg/h
Temperatura media	$\theta_{W,gen,avg}$	60,0	°C

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici			
Fabbisogno di energia termica utile	$Q_{W,sys,out}$	510	kWh _t
Fabbisogno corretto per recupero reflui docce	$Q_{W,sys,out,rec}$	510	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{W,sys,out,cont}$	510	kWh _t
Perdite di erogazione non recuperate	$Q_{W,er,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'erogazione	$Q_{W,er,in}$	510	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{W,du,ls,nrh}$	41	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{W,du,in}$	551	kWh _t
Perdite di ricircolo non recuperate	$Q_{W,ric,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso al ricircolo	$Q_{W,ric,in}$	551	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{W,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{W,s,in}$	551	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	$Q_{W,s,in,eff}$	551	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{W,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{W,dp,in}$	551	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{W,gen,out}$	551	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	$Q_{W,gen,circ,in}$	551	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{W,gen,ls,nrh}$	1166	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{W,gen,in,t}$	1716	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	$Q_{W,gen,aux}$	71	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{W,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{W,el}$	71	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)	$Q_{W,el,eff}$	71	kWh _{el}
Energia primaria			
Non rinnovabile	$Q_{W,p,nren}$	1941	kWh_p
Rinnovabile	$Q_{W,p,ren}$	33	kWh_p
Totale	$Q_{W,p,tot}$	1974	kWh_p

Riepilogo rendimenti

Erogazione	$\eta_{W,er}$	100,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{W,du}$	92,6	%
Accumulo	$\eta_{W,s}$	100,0	%
Tubazione di ricircolo	$\eta_{W,ric}$	-	%
Distribuzione primaria	$\eta_{W,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{W,gen,ut}$	32,1	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{W,gen,nren}$	28,4	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{W,gen,tot}$	27,9	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn)	$\eta_{W,g,p,nren}$	26,3	%
Globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale)	$\eta_{W,g,p,tot}$	25,8	%
Valore limite	$\eta_{W,g,p,tot,lim}$	56,7	%

4.3.3 Altri impianti

4.3.3.1 Impianto di ventilazione

Descrizione sintetica impianto di ventilazione

Riqualificazione UTA

4.3.3.2 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

Impianto di illuminazione con lampade normali e a fluorescenza.

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 _t]	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)	58337	Sm ³	549695	0	577180	0	577180	47836,65	115436
Acqua calda sanitaria (W)	182	Sm ³	1716	0	1802	0	1802	149,38	360
Globale (GI)	58520	Sm³	551412	0	578982	0	578982	47986,03	115796

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)	3571	kWh	3571	-	6964	1679	8643	892,87	1643
Acqua calda sanitaria (W)	71	kWh	71	-	139	33	172	17,77	33
Ventilazione (V)	8760	kWh	8760	-	17082	4117	21199	2189,98	4030
Illuminazione (L)	94946	kWh	94946	-	185144	44624	229769	23736,43	43675
Globale (GI)	107348	kWh	107348	-	209329	50454	259783	26837,05	49380

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	48729,52
Acqua calda sanitaria (W)	167,14
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	2189,98
Illuminazione (L)	23736,43
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	74823,08

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H _{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η _{em})	92,0
Regolazione (η _{reg})	75,5
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0
Accumulo (η _s)	100,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	85,4
Generazione (η _{gen,p,nren})	80,3
Generazione (η _{gen,p,tot})	80,1

Riscaldamento aerulico (H _{aer})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	85,3
Generazione (η _{gen,p,nren})	80,2
Generazione (η _{gen,p,tot})	80,0

Riscaldamento idronico ed aerulico (H)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	54,1
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	53,9
Valore limite (η_{lim})	66,0

Acqua calda sanitaria (W)	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Erogazione (η _{er})	100,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	92,6
Accumulo (η _s)	100,0
Ricircolo (η _{ric})	100,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	32,1
Generazione (η _{gen,p,nren})	28,4
Generazione (η _{gen,p,tot})	27,9
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	26,3
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	25,8
Valore limite (η_{lim})	56,7

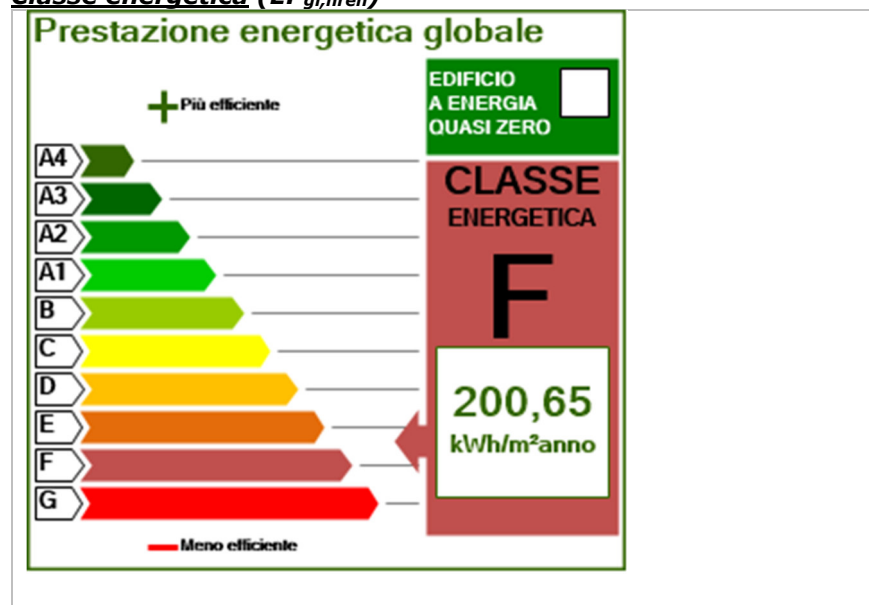
Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q _{nd} [kWh _t]	EP _{nd} [kWh _t /m ²]	EP _{nd,limite} [kWh _t /m ²]
Riscaldamento (H)	315785	80,38	14,20
Raffrescamento (C)	139541	35,52	32,09

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)	584144	1679	585823	148,68	0,43	149,11	-
Acqua calda sanitaria (W)	1941	33	1974	0,49	0,01	0,50	-
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Ventilazione (V)	17082	4117	21199	4,35	1,05	5,40	-
Illuminazione (L)	185144	44624	229769	47,12	11,36	58,48	-
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Globale	788311	50454	838765	200,65	12,84	213,49	87,92

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)	0,3			
Acqua calda sanitaria (W)	1,7		50	
Raffrescamento (C)	0,0			
Globale (H + W + C)	0,3	20	35	50
Ventilazione (V)	19,4			
Illuminazione (L)	19,4			
Trasporto (T)	0,0			
Globale	6,0			

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)	117078,88
Acqua calda sanitaria (W)	393,15
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	4029,56
Illuminazione (L)	43675,04
Trasporto (T)	0,00
Globale (G)	165176,63

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]	-0,5	3,7	8,3	12,2	17,0	22,2	23,7	22,1	18,4	14,2	7,3	1,9
$H_{or,dir}$ [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
$H_{or,dif}$ [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]	-0.5	3.7	8.3	11.3	-	-	-	-	-	12.4	7.3	1.9

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)	58337	25183	1,00	25279	130,8
Acqua calda sanitaria (W)	182	79	1,00	79	130,4
Globale (GI)	58520	25262	0,00	25357	130,8

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

Servizio	CO_{calc} [kWh]	CO_{reale} [kWh]	F_{agg} [-]	$CO_{reale,agg}$ [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	3571	1642	1,00	1648	116,7
Acqua calda sanitaria (W)	71	33	1,00	33	115,2
Ventilazione (V)	8760	4027	1,00	4027	117,5
Illuminazione (L)	94946	43646	1,00	43646	117,5
Globale (GI)	107348	49347	0,00	49353	117,5

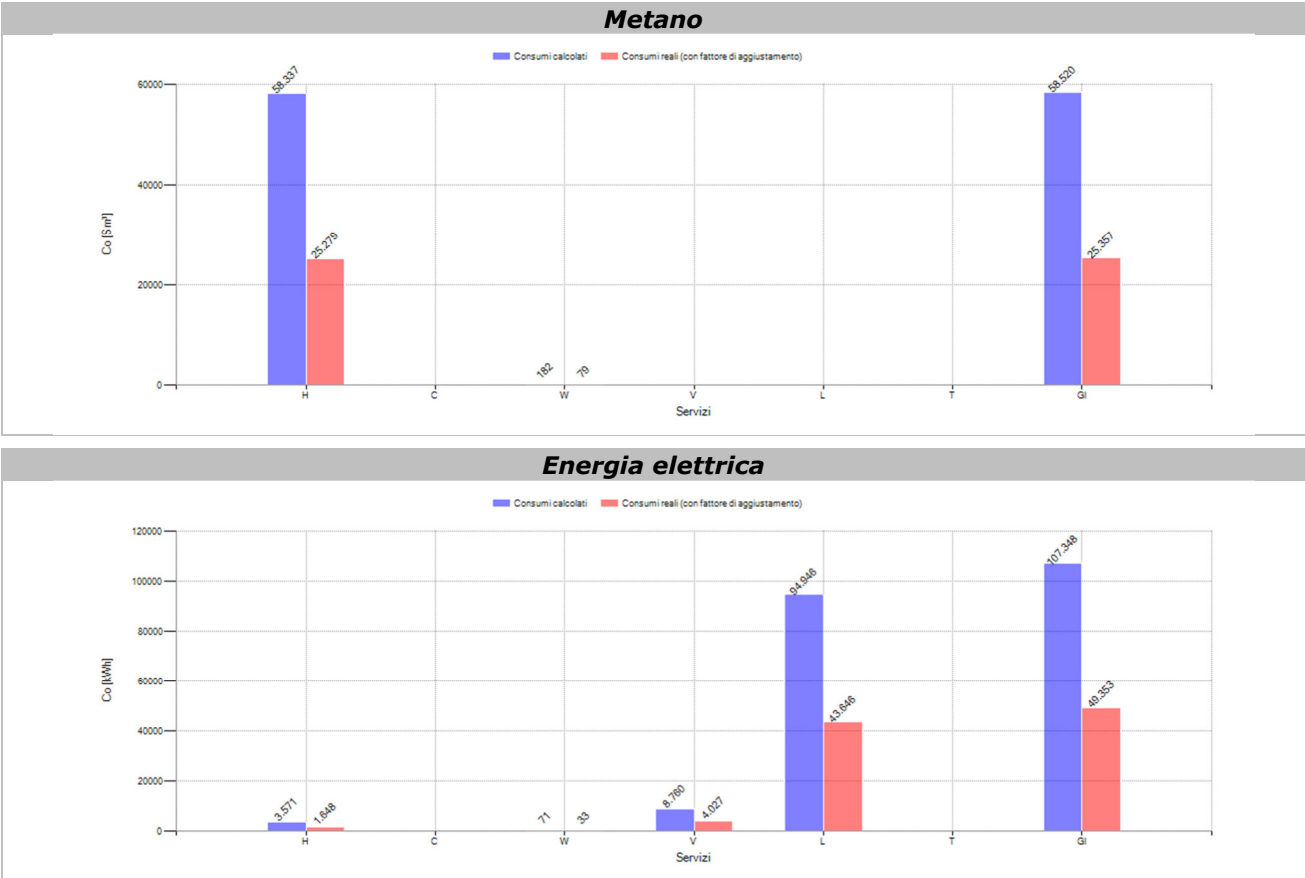
Legenda dei simboli:

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



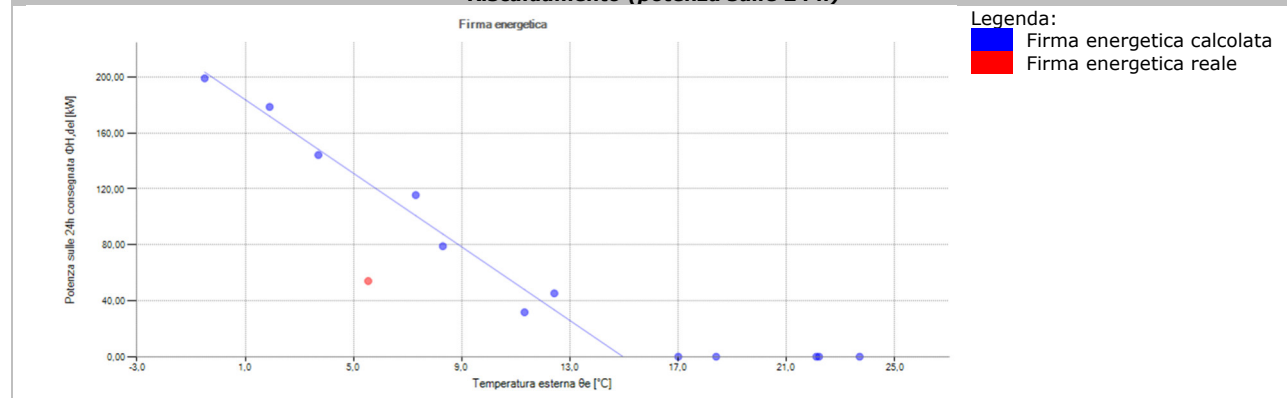
Confronto



5.1.1.2 Firme energetiche

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

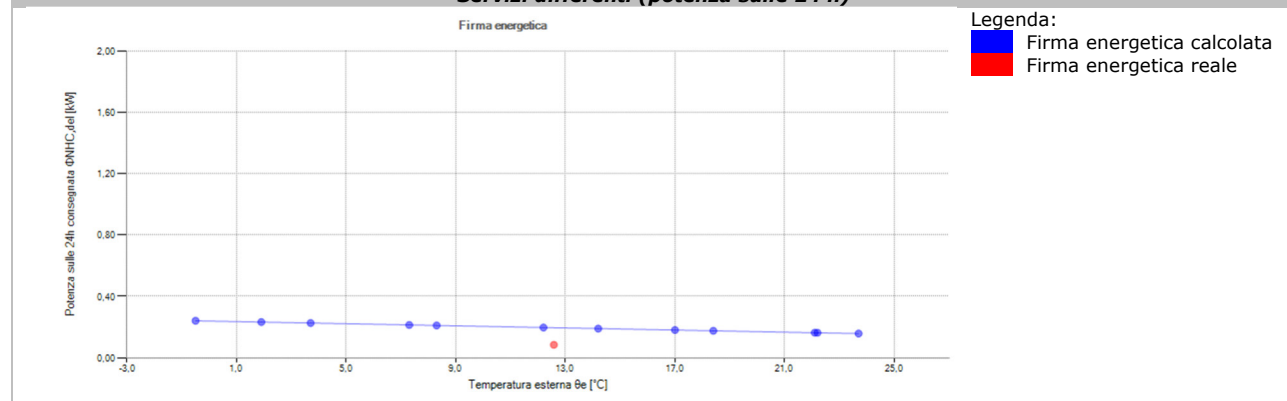
Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θe [°C]	g _{risc} [g]	θe _{risc} [°C]	CoH [Sm ³]	Φ _{H,del} [kWt _r /el]
gennaio	H	31	-0,5	31	-0,5	15717	199,05
febbraio	H	28	3,7	28	3,7	10281	144,16
marzo	H	31	8,3	31	8,3	6236	78,97
aprile	H	30	12,2	15	11,3	1212	31,72
maggio	NH	31	17,0	0	17,0	0	0,00
giugno	NH	30	22,2	0	22,2	0	0,00
luglio	NH	31	23,7	0	23,7	0	0,00
agosto	NH	31	22,1	0	22,1	0	0,00
settembre	NH	30	18,4	0	18,4	0	0,00
ottobre	H	31	14,2	17	12,4	1960	45,26
novembre	H	30	7,3	30	7,3	8829	115,55
dicembre	H	31	1,9	31	1,9	14102	178,61
TOTALE		365	-	183	-	58337	-

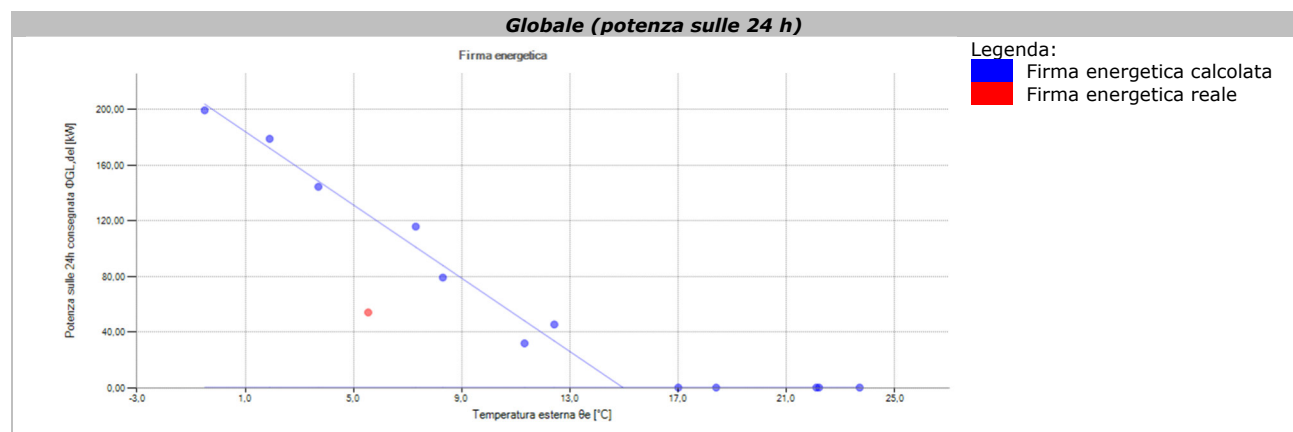
Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θe [°C]	g _{risc} [g]	θe _{risc} [°C]	CoH [Sm ³]	Φ _{H,del} [kWt _r /el]
1 - Anno 2022	H	365	12,6	183	5,5	25183	54,03
TOTALE		365	-	183	-	25183	-

Servizi differenti (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	CONHC [Sm ³]	$\Phi_{NHC,del}$ [kWt/el]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	31	-0,5	19	0,24
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	28	3,7	16	0,23
<i>marzo</i>	<i>H</i>	31	8,3	17	0,21
<i>aprile</i>	<i>H</i>	30	12,2	15	0,20
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	31	17,0	14	0,18
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	30	22,2	12	0,16
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	31	23,7	12	0,16
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	31	22,1	13	0,16
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	30	18,4	13	0,18
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	31	14,2	15	0,19
<i>novembre</i>	<i>H</i>	30	7,3	16	0,21
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	31	1,9	18	0,23
TOTALE		365	-	182	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	CONHC [Sm ³]	$\Phi_{NHC,del}$ [kWt/el]
1 - Anno 2022	H	365	12,6	79	0,08
TOTALE		365	-	79	-

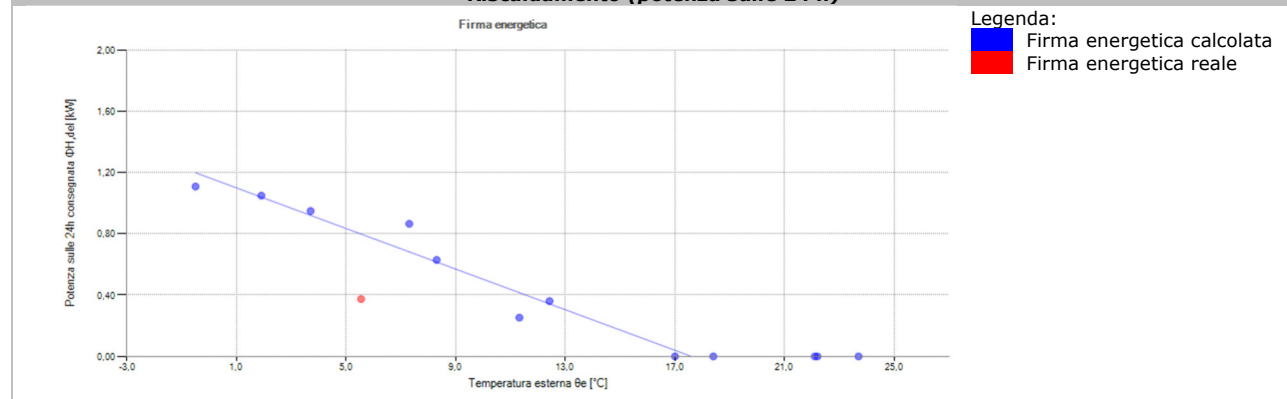


Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	CoGL [Sm ³]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/el]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	31	-0,5	15736	199,29
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	28	3,7	10298	144,39
<i>marzo</i>	<i>H</i>	31	8,3	6252	79,18
<i>aprile</i>	<i>H</i>	30	12,2	1227	31,92
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	31	17,0	14	0,18
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	30	22,2	12	0,16
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	31	23,7	12	0,16
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	31	22,1	13	0,16
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	30	18,4	13	0,18
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	31	14,2	1975	45,45
<i>novembre</i>	<i>H</i>	30	7,3	8846	115,76
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	31	1,9	14121	178,84
TOTALE		365	-	58520	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	CoGL [Sm ³]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/el]
1 - Anno 2022	H	365	12,6	25262	54,11
TOTALE		365	-	25262	-

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

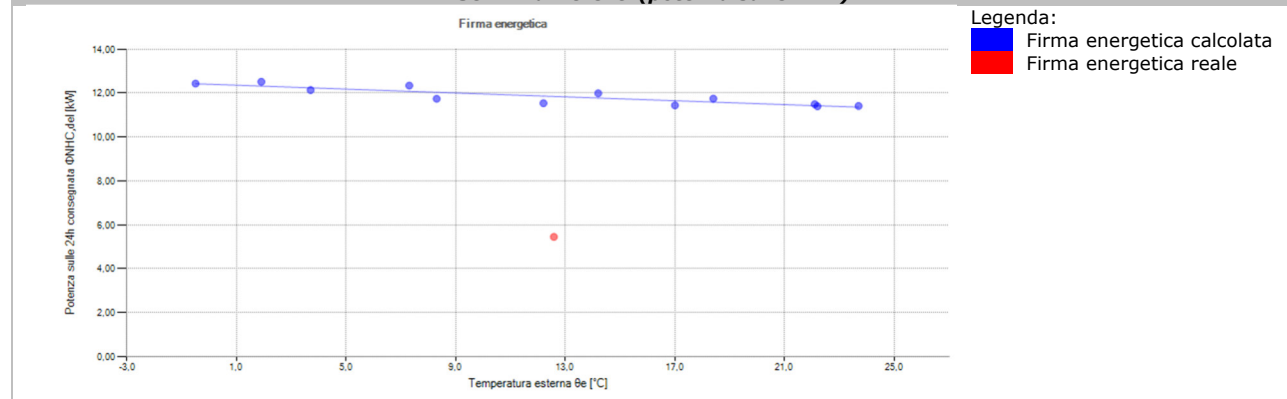
Riscaldamento (potenza sulle 24 h)



Firma energetica calcolata							
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θe [°C]	g _{risc} [g]	θe _{risc} [°C]	CoH [kWh]	Φ _{H,del} [kW _t /el]
gennaio	H	31	-0,5	31	-0,5	825	1,11
febbraio	H	28	3,7	28	3,7	637	0,95
marzo	H	31	8,3	31	8,3	468	0,63
aprile	H	30	12,2	15	11,3	91	0,25
maggio	NH	31	17,0	0	17,0	0	0,00
giugno	NH	30	22,2	0	22,2	0	0,00
luglio	NH	31	23,7	0	23,7	0	0,00
agosto	NH	31	22,1	0	22,1	0	0,00
settembre	NH	30	18,4	0	18,4	0	0,00
ottobre	H	31	14,2	17	12,4	147	0,36
novembre	H	30	7,3	30	7,3	623	0,87
dicembre	H	31	1,9	31	1,9	780	1,05
TOTALE		365	-	183	-	3571	-

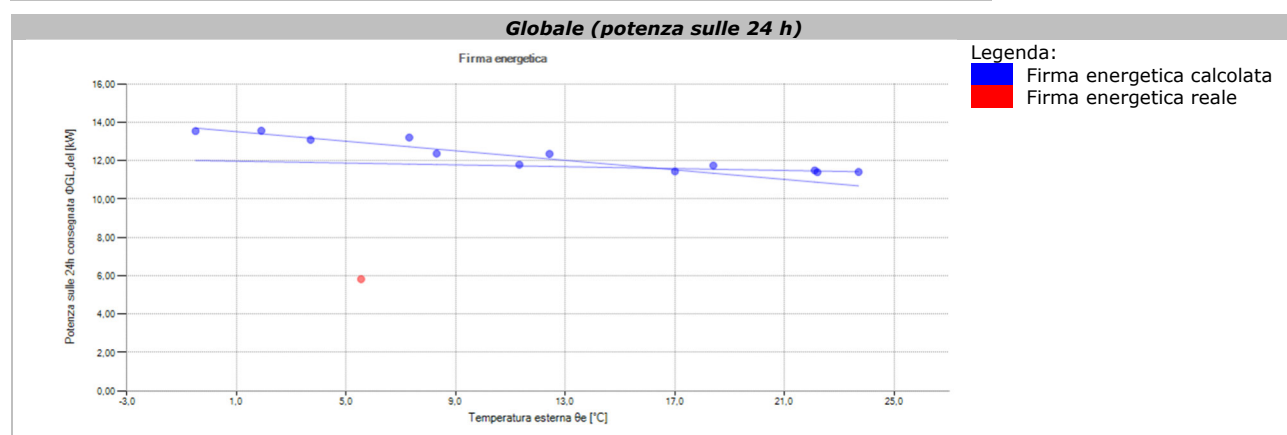
Firma energetica reale							
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θe [°C]	g _{risc} [g]	θe _{risc} [°C]	CoH [kWh]	Φ _{H,del} [kW _t /el]
1 - Anno 2022	H	365	12,6	183	5,5	1642	0,37
TOTALE		365	-	183	-	1642	-

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>	<i>31</i>	<i>-0,5</i>	<i>9250</i>	<i>12,43</i>
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	<i>28</i>	<i>3,7</i>	<i>8155</i>	<i>12,13</i>
<i>marzo</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>8,3</i>	<i>8734</i>	<i>11,74</i>
<i>aprile</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>12,2</i>	<i>8308</i>	<i>11,54</i>
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>17,0</i>	<i>8512</i>	<i>11,44</i>
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>22,2</i>	<i>8206</i>	<i>11,40</i>
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>23,7</i>	<i>8491</i>	<i>11,41</i>
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>22,1</i>	<i>8549</i>	<i>11,49</i>
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>18,4</i>	<i>8457</i>	<i>11,75</i>
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>14,2</i>	<i>8921</i>	<i>11,99</i>
<i>novembre</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>7,3</i>	<i>8885</i>	<i>12,34</i>
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>1,9</i>	<i>9310</i>	<i>12,51</i>
TOTALE		365	-	103777	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	CONHC [kWh]	$\Phi_{NHC,del}$ [kWt/el]
<i>1 - Anno 2022</i>	<i>H</i>	<i>365</i>	<i>12,6</i>	<i>47705</i>	<i>5,45</i>
TOTALE		365	-	47705	-



Firma energetica calcolata					
Mesi	Codice Mesi	g [g]	θ_e [°C]	CoGL [kWh]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/el]
<i>gennaio</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>-0,5</i>	<i>10075</i>	<i>13,54</i>
<i>febbraio</i>	<i>H</i>	<i>28</i>	<i>3,7</i>	<i>8792</i>	<i>13,08</i>
<i>marzo</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>8,3</i>	<i>9202</i>	<i>12,37</i>
<i>aprile</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>12,2</i>	<i>8399</i>	<i>11,79</i>
<i>maggio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>17,0</i>	<i>8512</i>	<i>11,44</i>
<i>giugno</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>22,2</i>	<i>8206</i>	<i>11,40</i>
<i>luglio</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>23,7</i>	<i>8491</i>	<i>11,41</i>
<i>agosto</i>	<i>NH</i>	<i>31</i>	<i>22,1</i>	<i>8549</i>	<i>11,49</i>
<i>settembre</i>	<i>NH</i>	<i>30</i>	<i>18,4</i>	<i>8457</i>	<i>11,75</i>
<i>ottobre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>14,2</i>	<i>9068</i>	<i>12,35</i>
<i>novembre</i>	<i>H</i>	<i>30</i>	<i>7,3</i>	<i>9508</i>	<i>13,21</i>
<i>dicembre</i>	<i>H</i>	<i>31</i>	<i>1,9</i>	<i>10090</i>	<i>13,56</i>
TOTALE		365	-	107348	-

Firma energetica reale					
Periodo	Codice Periodo	g [g]	θ_e [°C]	CoGL [kWh]	$\Phi_{GL,del}$ [kWt/el]
<i>1 - Anno 2022</i>	<i>H</i>	<i>365</i>	<i>12,6</i>	<i>49347</i>	<i>5,82</i>
TOTALE		365	-	49347	-

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	Secondo modellazione EC700											
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ_{est} [°C]	-0,5	3,7	8,3	12,2	17,0	22,2	23,7	22,1	18,4	14,2	7,3	1,9
$H_{or,di}$ [W/m²]	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/m²]	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]	-0.5	3.7	8.3	11.3	-	-	-	-	-	12.4	7.3	1.9

Consumi e validazione

Vettore energetico	Metano
--------------------	--------

Servizio	CO_{calc} [Sm³]	CO_{reale} [Sm³]	F_{agg} [-]	$CO_{reale,agg}$ [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	58337	25183	1,00	25279	130,8
Acqua calda sanitaria (W)	182	79	1,00	79	130,4
Globale (Gl)	58520	25262	0,00	25357	130,8

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

Servizio	CO_{calc} [kWh]	CO_{reale} [kWh]	F_{agg} [-]	$CO_{reale,agg}$ [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	3571	1642	1,00	1648	116,7
Acqua calda sanitaria (W)	71	33	1,00	33	115,2
Ventilazione (V)	8760	4027	1,00	4027	117,5
Illuminazione (L)	94946	43646	1,00	43646	117,5
Globale (Gl)	107348	49347	0,00	49353	117,5

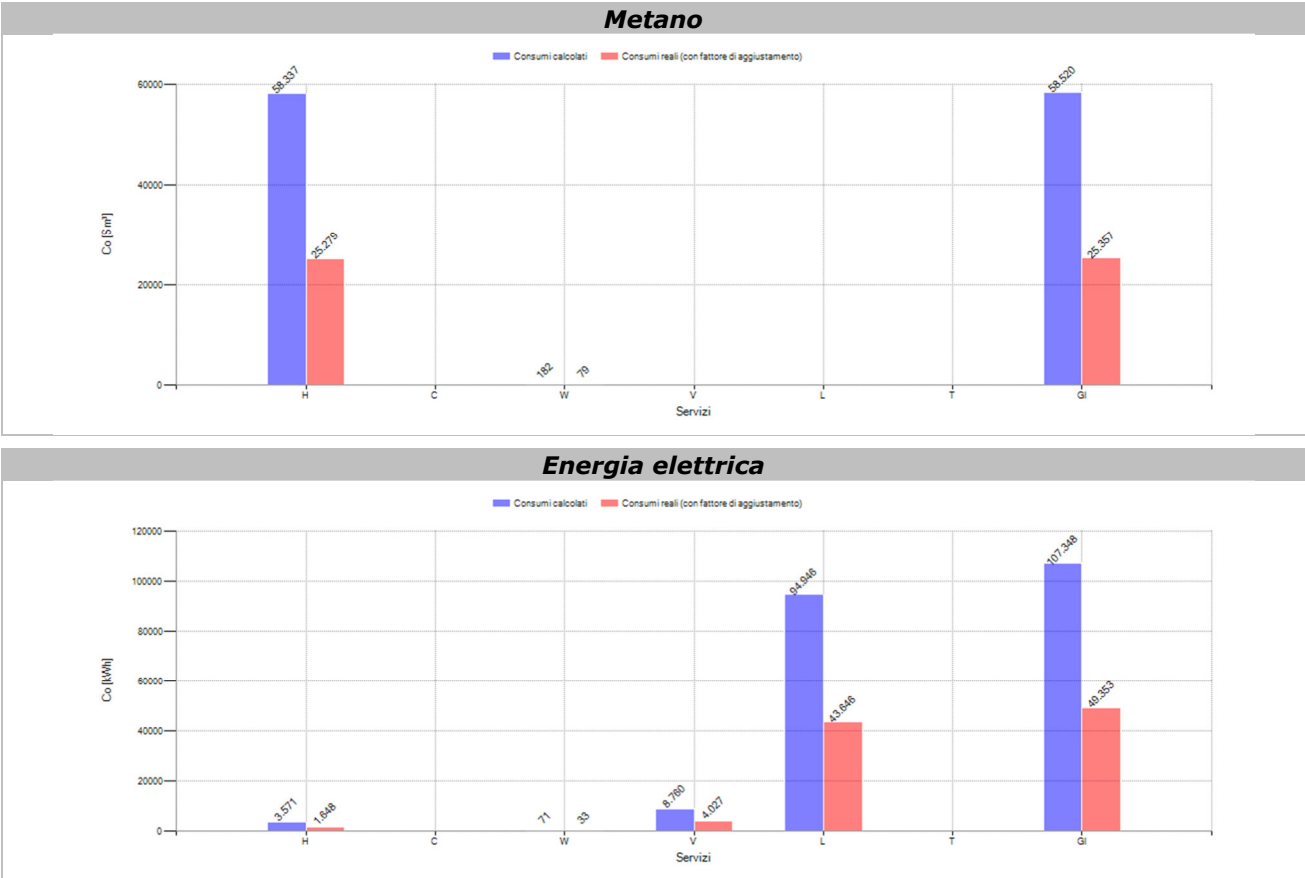
Legenda dei simboli:

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/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 strutture disperdenti	2914620,00	32816,15	88,8	100,20	C
2	Interventi sugli impianti	260570,00	22899,58	11,4	115,02	C
3	Valvole Termostatiche - Contabilizzazione	91869,56	13938,38	6,6	42,60	E
4	Sostituzione UTA	69007,00	9795,97	7,0	29,94	E
5	Fonti rinnovabili	140430,00	17282,80	8,1	34,31	E

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 strutture disperdenti

Dati generali

Numero	1		
Descrizione	Riqualificazione strutture disperdenti		
Costo stimato	C	2914620,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	32816,15	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	88,8	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	100,20	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	C		

Descrizione sintetica scenario

L'intervento prevede la riqualificazione complessiva delle strutture disperdenti dell'edificio e precisamente l'installazione di isolamento a cappotto delle pareti verticali, isolamento dei solai disperdenti (pavimenti e copertura), sostituzione di tutti i serramenti.

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Realizzazione cappotto esterno	1118092,13
2	Coibentazione della copertura	1184275,50
3	Coibentazione pavimento	232169,05
4	Sostituzione serramenti	380083,59

6.1.1 Realizzazione cappotto esterno

Dati generali

Intervento	1		
Tipologia	Realizzazione cappotto esterno		
Descrizione	Realizzazione cappotto esterno		
Zone di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	1118092,13	€

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	M1		
Descrizione	Muro perimetrale doppio uni		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Esposizioni considerate	N, E, S, O		
Superficie di calcolo	S_{calc}	1410,13	m ²

Risultati stato di fatto

Spessore totale	S_{tot}	280,00	mm
Trasmittanza iniziale	U_{in}	1,424	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	$U_{in,media}$	1,806	W _t /m ² K
Valore limite	$U_{media,lim}$	0,300	W _t /m ² K

Intervento

Isolante

Tipologia	Pannelli in lana di roccia 100 kg/m ³		
Conduttività	λ	0,036	W _t /mK
Spessore	s	160,00	mm

Risultati intervento

Spessore totale	S_{tot}	450,00	mm
Trasmittanza finale	U_{fin}	0,194	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	$U_{fin,media}$	0,593	W _t /m ² K
Valore limite	$U_{media,lim}$	0,300	W _t /m ² K

6.1.2 Coibentazione della copertura

Dati generali

Intervento	2		
Tipologia	Coibentazione della copertura		
Descrizione	Coibentazione della copertura		
Zone di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	1184275,50	€

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	S1		
Descrizione	Terrazzo		
Tipo	da locale climatizzato verso esterno		
Tipologia di copertura	1		
Superficie di calcolo	S _{calc}	1493,60	m ²

Risultati stato di fatto

Spessore totale	Stot	325,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	1,489	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	1,415	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,260	W _t /m ² K

Intervento

Isolante

Tipologia	Pannelli in lana di roccia 200 kg/m ³		
Conduttività	λ	0,038	W _t /mK
Spessore	s	160,00	mm

Risultati intervento

Spessore totale	Stot	530,00	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	0,198	W _t /m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	0,124	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,260	W _t /m ² K

6.1.3 Coibentazione pavimento

Dati generali

Intervento	3		
Tipologia	Coibentazione pavimento		
Descrizione	Coibentazione pavimento		
Zone di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	232169,05	€

Stato di fatto

Struttura esistente

Codice	P3		
Descrizione	Pavimento interpiano vs non climatizzato		
Tipo	da locale climatizzato verso locali non climatizzati		
Superficie di calcolo	S _{calc}	292,81	m ²

Risultati stato di fatto

Spessore totale	Stot	415,00	mm
Trasmittanza iniziale	U _{in}	0,976	W _t /m ² K
Trasmittanza iniziale media	U _{in,media}	1,045	W _t /m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	0,310	W _t /m ² K

Intervento

Isolante			
Tipologia	<i>Pannello polistirene espanso 35 kg/m³</i>		
Conduttività	λ	<i>0,028</i>	Wt/mK
Spessore	s	<i>120,00</i>	mm

Risultati intervento			
Spessore totale	S _{tot}	<i>545,00</i>	mm
Trasmittanza finale	U _{fin}	<i>0,188</i>	Wt/m ² K
Percentuale di superficie isolata	p _{is}	<i>100,0</i>	%
Trasmittanza finale effettiva	U _{fin,eff}	<i>0,188</i>	Wt/m ² K
Trasmittanza finale media	U _{fin,media}	<i>0,188</i>	Wt/m ² K
Valore limite	U _{media,lim}	<i>0,310</i>	Wt/m ² K

6.1.4 Sostituzione serramenti

Dati generali

Intervento	<i>4</i>		
Tipologia	<i>Sostituzione serramenti</i>		
Descrizione	<i>Sostituzione serramenti</i>		
Zone di pertinenza	<i>Edificio</i>		
Costo stimato	C	<i>380083,59</i>	€

Stato di fatto

Struttura esistente			
Codice	<i>W1</i>		
Descrizione	<i>finestra 155x150</i>		
Tipo	<i>da locale climatizzato verso esterno</i>		
Esposizioni considerate	<i>N, E, O</i>		
Superficie di calcolo	S _{calc}	<i>479,25</i>	m ²

Risultati stato di fatto			
Trasmittanza iniziale vetro	U _{g,in}	<i>3,100</i>	Wt/m ² K
Trasmittanza iniziale serramento	U _{w,in}	<i>2,800</i>	Wt/m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	<i>1,900</i>	Wt/m ² K

Intervento

Dati intervento			
Tipologia di vetro	<i>Doppio vetro 4+12+4 argon</i>		
k telaio		<i>1,600</i>	Wt/m ² K
Tipologia di serramento (vetro + telaio)	<i>Alluminio taglio termico - 75mm</i>		

Risultati intervento			
Trasmittanza finale vetro	U _{g,fin}	<i>1,300</i>	Wt/m ² K
Trasmittanza finale serramento	U _{w,fin}	<i>1,348</i>	Wt/m ² K
Valore limite trasmittanza serramento	U _{w,limite}	<i>1,900</i>	Wt/m ² K

6.1.5 Prestazioni raggiungibili

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

6.1.5.1 Edificio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	58337	18972	-67,5
Acqua calda sanitaria (W)	182	182	0,0
Globale	58520	19154	-67,3

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	3571	1424	-60,1
Acqua calda sanitaria (W)	71	71	0,0
Ventilazione (V)	8760	8760	0,0
Illuminazione (L)	94946	94946	0,0
Globale	107348	105201	-2,0

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	48729,52	15913,38	67,3
Acqua calda sanitaria (W)	167,14	167,14	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	2189,98	2189,98	0,0
Illuminazione (L)	23736,43	23736,43	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	74823,08	42006,93	43,9

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	2914620,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	32816,15
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	88,8

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	92,0	93,0	1,1
Regolazione (η _{reg})	75,5	60,8	-19,5
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0	94,0	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})	85,4	84,5	-1,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	80,3	79,3	-1,2
Generazione (η _{gen,p,tot})	80,1	79,1	-1,3

Sottosistema	Riscaldamento aeraulico (H _{aer})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	85,3	83,4	-2,2
Generazione (η _{gen,p,nren})	80,2	78,3	-2,4
Generazione (η _{gen,p,tot})	80,0	78,0	-2,4

Sottosistema	Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	54,1	46,9	-13,3
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	53,9	46,7	-13,4
Valore limite (η_{lim})	66,0	-	-

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)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	32,1	32,1	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	28,4	28,4	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	27,9	27,9	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	26,3	26,3	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	25,8	25,8	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)	80,38	22,72	-71,7	14,20
Raffrescamento (C)	35,52	32,84	-7,6	32,09

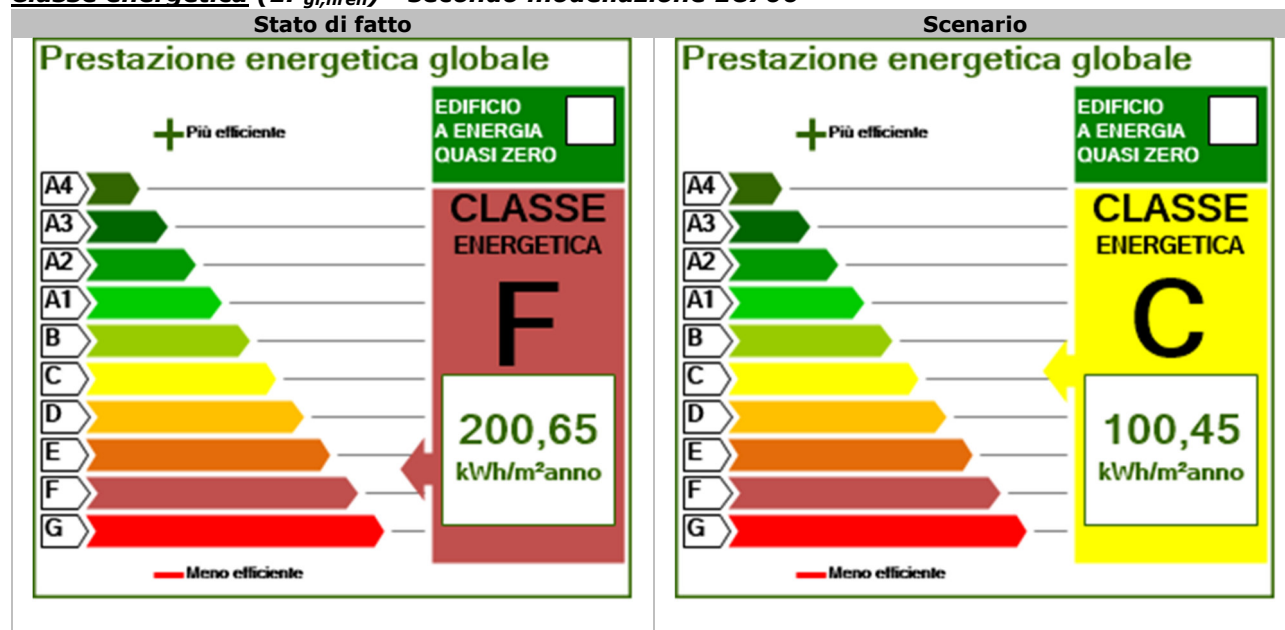
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	148,68	48,48	-67,4
Acqua calda sanitaria (W)	0,49	0,49	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	4,35	4,35	0,0
Illuminazione (L)	47,12	47,12	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	200,65	100,45	-49,9

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,43	0,17	-60,1
Acqua calda sanitaria (W)	0,01	0,01	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	1,05	1,05	0,0
Illuminazione (L)	11,36	11,36	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	12,84	12,59	-2,0

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	149,11	48,66	-67,4
Acqua calda sanitaria (W)	0,50	0,50	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	5,40	5,40	0,0
Illuminazione (L)	58,48	58,48	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	213,49	113,04	-47,1
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	87,92	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,3	0,4	34,9	-
Acqua calda sanitaria (W)	1,7	1,7	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	0,4	34,3	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	19,4	19,4	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	6,0	11,1	84,8	-

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)	117078,88	38196,94	-67,4
Acqua calda sanitaria (W)	393,15	393,15	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	4029,56	4029,56	0,0
Illuminazione (L)	43675,04	43675,04	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	165176,63	86294,69	-47,8

Legenda:

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

6.2 Interventi sugli impianti

Dati generali

Numero	2		
Descrizione	Interventi sugli impianti		
Costo stimato	C	260570,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	22899,58	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	11,4	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	115,02	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	C		

Descrizione sintetica scenario

L'intervento prevede la sostituzione del generatore per la produzione dell'acqua calda sanitaria con sistema a pompa di calore dedicato e installazione di generatore a biomassa per la produzione dei fluidi di riscaldamento in funzionamento prioritario rispetto alla caldaia esistente.

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Sostituzione del generatore di calore per acqua calda sanitaria	10570,00
2	Integrazione del sistema di riscaldamento mediante caldaia a biomassa	250000,00

6.2.1 Sostituzione del generatore di calore per acqua calda sanitaria

Dati generali

Intervento	1		
Tipologia	Sostituzione del generatore di calore per acqua calda sanitaria		
Descrizione	Sostituzione del generatore di calore per acqua calda sanitaria		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	10570,00	€

Descrizione sintetica intervento

Intervento

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

Rendimento mensile noto ACS

Potenza utile nominale	$\Phi_{gn,Pn}$											1,50	kW _t
Rendimento mensile noto	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	
$\eta_{w,gen}$ [%]	92,0	92,5	93,0	95,0	96,0	100,0	105,0	103,0	98,0	96,0	95,0	92,0	

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}
-------------------	--------------	---	-----------------

6.2.2 Integrazione del sistema di riscaldamento mediante caldaia a biomassa

Dati generali

Intervento	2		
Tipologia	Integrazione del sistema di produzione del riscaldamento mediante caldaia a biomassa		
Descrizione	Integrazione del sistema di produzione del riscaldamento mediante caldaia a biomassa con funzionamento prioritario		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	250000,00	€

Descrizione sintetica intervento

Intervento

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

Caratteristiche generatore a biomasse

Fluido termovettore	Acqua		
Tipologia	Generatore a biomassa a condensazione a caricamento automatico con ventilatore		
Potenza utile nominale	$\Phi_{gn,Pn}$	200,00	kW _t
Potenza utile a carico ridotto	$\Phi_{gn,Pint}$	60,00	kW _t
Potenza di progetto	Φ_{des}	240,17	kW _t
Rendimento di generazione base	$\eta_{gen,base}$	75,0	%
Installazione all'esterno	No		
Temperatura media > 65 °V	No		
Chiusura aria comburente all'arresto	No		
Camino altezza > 10 m	No		
Generatore monostadio	No		
Temperatura di ritorno nel mese più freddo	θ_r	50	°C
Fattore di sovradimensionamento	f	0,25	-
Rendimento di generazione	η_{gen}	72,0	%

Vettore energetico

Tipologia	Legname (25% umidità)		
Potere calorifico inferiore	PCI	3,833	kWh _t / kg
Costo	c	0,15	€/ kg
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,0000	kg/kWh _{t/el}

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

Non rinnovabile	f _{p,nren}	0,200	-
Rinnovabile	f _{p,ren}	0,800	-
Totale	f _{p,tot}	1,000	-

Ausiliari

Potenza assorbita a carico nominale	$\Phi_{aux,n}$	572	W _{el}
Potenza assorbita a carico ridotto	$\Phi_{aux,r}$	191	W _{el}
Potenza assorbita a carico nullo	$\Phi_{aux,0}$	15	W _{el}

6.2.3 Prestazioni raggiungibili

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

6.2.3.1 Edificio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	58337	0	-100,0
Acqua calda sanitaria (W)	182	0	-100,0
Globale	58520	0	-100,0

Servizio	Legname (25% umidità) [kg]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0	170037	0,0
Globale	0	170037	0,0

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	3571	1394	-61,0
Acqua calda sanitaria (W)	71	572	704,9
Ventilazione (V)	8760	8760	0,0
Illuminazione (L)	94946	94946	0,0
Globale	107348	105672	-1,6

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	48729,52	25854,09	46,9
Acqua calda sanitaria (W)	167,14	143,00	14,4
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	2189,98	2189,98	0,0
Illuminazione (L)	23736,43	23736,43	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	74823,08	51923,50	30,6

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	260570,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	22899,58
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	11,4

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	92,0	92,0	0,0
Regolazione (η _{reg})	75,5	75,5	0,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0	94,0	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})	85,4	72,0	-15,7
Generazione (η _{gen,p,nren})	80,3	352,6	338,9
Generazione (η _{gen,p,tot})	80,1	71,6	-10,6

Sottosistema	Riscaldamento aeraulico (H _{aer})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	85,3	72,0	-15,6
Generazione (η _{gen,p,nren})	80,2	352,6	339,4
Generazione (η _{gen,p,tot})	80,0	71,6	-10,5

Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)			
Sottosistema	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	54,1	237,3	339,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	53,9	48,2	-10,6
Valore limite (η_{lim})	66,0	-	-

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)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	32,1	96,3	200,1
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	28,4	49,4	74,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	27,9	39,8	42,6
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	26,3	45,7	74,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	25,8	36,9	42,6
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)	80,38	80,38	0,0	14,20
Raffrescamento (C)	35,52	35,52	0,0	32,09

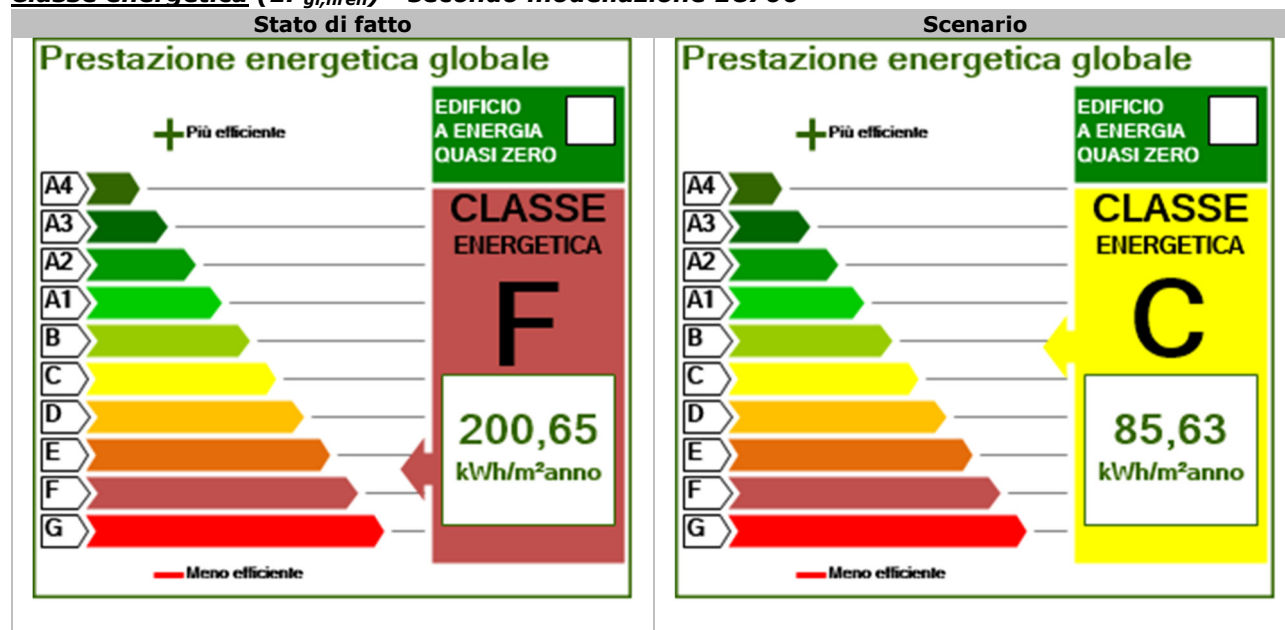
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	148,68	33,87	-77,2
Acqua calda sanitaria (W)	0,49	0,28	-42,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	4,35	4,35	0,0
Illuminazione (L)	47,12	47,12	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	200,65	85,63	-57,3

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,43	132,88	31000,7
Acqua calda sanitaria (W)	0,01	0,07	704,9
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	1,05	1,05	0,0
Illuminazione (L)	11,36	11,36	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	12,84	145,35	1031,9

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	149,11	166,75	11,8
Acqua calda sanitaria (W)	0,50	0,35	-29,9
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	5,40	5,40	0,0
Illuminazione (L)	58,48	58,48	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	213,49	230,98	8,2
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	87,92	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,3	79,7	27710,2	-
Acqua calda sanitaria (W)	1,7	19,4	1046,3	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	79,6	27226,9	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	19,4	19,4	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	6,0	62,9	945,9	-

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

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

Emissioni (Em_{CO_2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	117078,88	641,42	-99,5
Acqua calda sanitaria (W)	393,15	263,11	-33,1
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	4029,56	4029,56	0,0
Illuminazione (L)	43675,04	43675,04	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	165176,63	48609,13	-70,6

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 Valvole Termostatiche - Contabilizzazione

Dati generali

Numero	3		
Descrizione	Valvole Termostatiche - Contabilizzazione		
Costo stimato	C	91869,56	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	13938,38	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	6,6	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	42,60	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	E		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Installazione di sistemi di contabilizzazione	45934,78
2	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti	45934,78

6.3.1 Installazione di sistemi di contabilizzazione

Dati generali

Intervento	1		
Tipologia	Installazione di sistemi di contabilizzazione		
Descrizione	Installazione di sistemi di contabilizzazione		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	45934,78	€

Descrizione sintetica intervento

--

Numero di circuiti	1
--------------------	---

Circuito Riscaldamento

Fabbisogno ideale	$Q_{H,sys,out}$	320447	kWh _t
Fabbisogno ideale netto	$Q'_{H,sys,out}$	278545	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	278545	kWh _t
Fattore di contabilizzazione	f_{cont}	0,90	-
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	250691	kWh _t
Costo specifico	C	210,71	€/cad
Numero di dispositivi	n	218	-

6.3.2 Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti

Dati generali

Intervento	2		
Tipologia	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti		
Descrizione	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti		
Zona di pertinenza	Edificio		
Costo stimato	C	45934,78	€

Descrizione sintetica intervento

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

Intervento

Regolazione			
Tipologia di regolazione	Per singolo ambiente + climatica		
Caratteristiche regolazione	P banda proporzionale 1 °C		
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,idr,reg}$	98,0	%
Costo specifico	c	210,71	€/cad
Numero di corpi scaldanti	n	218	-

6.3.3 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.

6.3.3.1 Edificio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	58337	41574	-28,7
Acqua calda sanitaria (W)	182	182	0,0
Globale	58520	41756	-28,6

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	3571	2803	-21,5
Acqua calda sanitaria (W)	71	71	0,0
Ventilazione (V)	8760	8760	0,0
Illuminazione (L)	94946	94946	0,0
Globale	107348	106579	-0,7

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	48729,52	34791,15	28,6
Acqua calda sanitaria (W)	167,14	167,14	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	2189,98	2189,98	0,0
Illuminazione (L)	23736,43	23736,43	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	74823,08	60884,70	18,6

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	91869,56
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gl}) [€/anno]	13938,38
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	6,6

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	92,0	92,0	0,0
Regolazione (η _{reg})	75,5	98,0	29,8
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0	94,0	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})	85,4	86,4	1,2
Generazione (η _{gen,p,nren})	80,3	81,2	1,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	80,1	80,9	1,0

Sottosistema	Riscaldamento aeraulico (H _{aer})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	85,3	86,4	1,3
Generazione (η _{gen,p,nren})	80,2	81,2	1,2
Generazione (η _{gen,p,tot})	80,0	80,9	1,1

Sottosistema	Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	54,1	75,8	40,2
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	53,9	75,5	40,1
Valore limite (η_{lim})	66,0	-	-

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)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	32,1	32,1	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	28,4	28,4	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	27,9	27,9	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	26,3	26,3	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	25,8	25,8	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)	80,38	80,38	0,0	14,20
Raffrescamento (C)	35,52	35,52	0,0	32,09

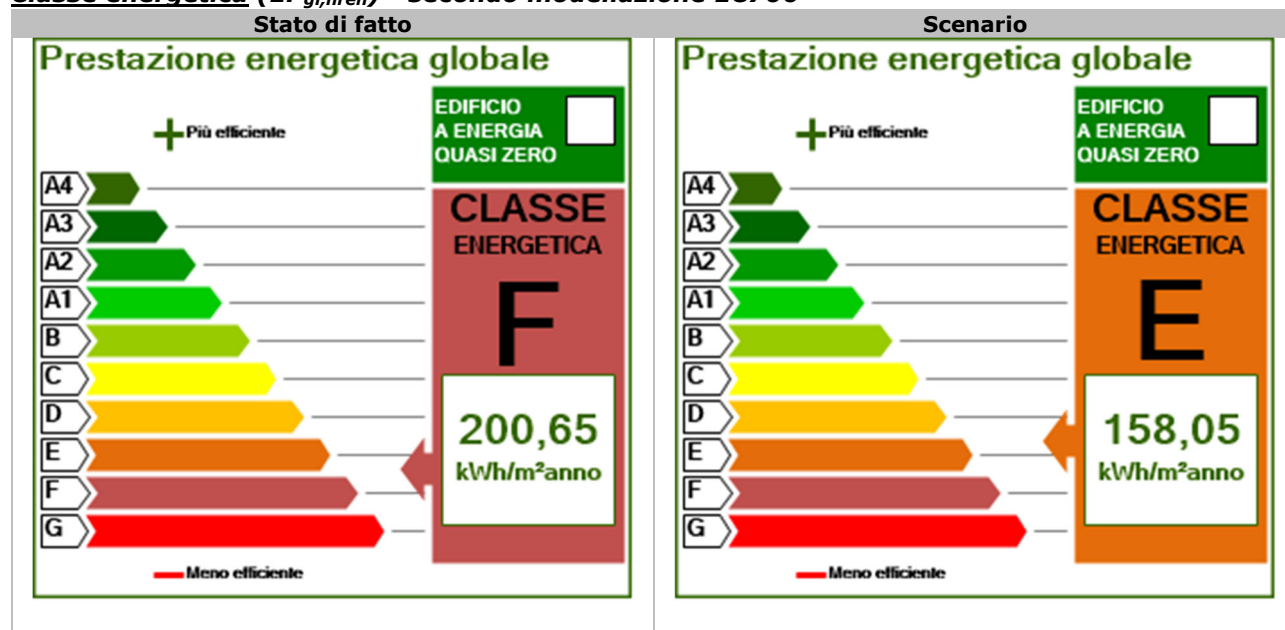
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	148,68	106,09	-28,6
Acqua calda sanitaria (W)	0,49	0,49	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	4,35	4,35	0,0
Illuminazione (L)	47,12	47,12	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	200,65	158,05	-21,2

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,43	0,34	-21,5
Acqua calda sanitaria (W)	0,01	0,01	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	1,05	1,05	0,0
Illuminazione (L)	11,36	11,36	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	12,84	12,75	-0,7

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	149,11	106,42	-28,6
Acqua calda sanitaria (W)	0,50	0,50	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	5,40	5,40	0,0
Illuminazione (L)	58,48	58,48	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	213,49	170,80	-20,0
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	87,92	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,3	0,3	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	1,7	1,7	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	0,3	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	19,4	19,4	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	6,0	7,5	23,3	-

Nota: il DLgs 28/11 (allegato 3, comma 1) prevede, per la verifica di copertura globale (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), tre differenti fasi di vigenza, corrispondenti a valori 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)	117078,88	83553,97	-28,6
Acqua calda sanitaria (W)	393,15	393,15	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	4029,56	4029,56	0,0
Illuminazione (L)	43675,04	43675,04	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	165176,63	131651,72	-20,3

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 Sostituzione UTA

Dati generali

Numero	4		
Descrizione	Sostituzione UTA		
Costo stimato	C	69007,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	9795,97	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	7,0	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	29,94	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	E		

Descrizione sintetica scenario

Sostituzione unità di trattamento aria esistente.

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Sostituzione unità di trattamento aria esistente	69007,00

6.4.1 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	69007,00	€

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).

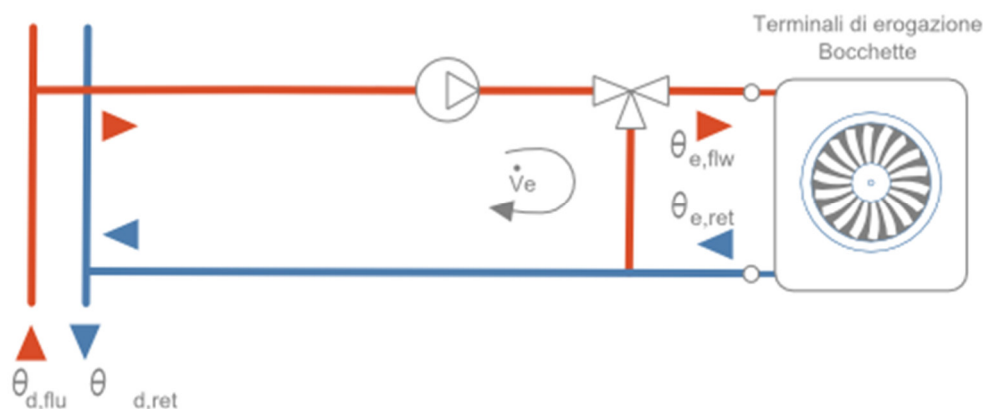
Intervento

Emissione

Tipologia di emissione	Bocchette in sistemi ad aria calda		
Rendimento di emissione	$\eta_{H,idr,em}$	92,0	%

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		



6.4.2 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.

6.4.2.1 Edificio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	58337	46559	-20,2
Acqua calda sanitaria (W)	182	182	0,0
Globale	58520	46741	-20,1

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	3571	3022	-15,4
Acqua calda sanitaria (W)	71	71	0,0
Ventilazione (V)	8760	8760	0,0
Illuminazione (L)	94946	94946	0,0
Globale	107348	106799	-0,5

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	48729,52	38933,55	20,1
Acqua calda sanitaria (W)	167,14	167,14	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	2189,98	2189,98	0,0
Illuminazione (L)	23736,43	23736,43	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	74823,08	65027,11	13,1

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	69007,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS_{gl}) [€/anno]	9795,97
Tempo di ritorno semplice (t_r) [anni]	7,0

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	92,0	92,0	0,0
Regolazione (η _{reg})	75,5	98,0	29,8
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0	94,0	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})	85,4	84,6	-0,9
Generazione (η _{gen,p,nren})	80,3	79,6	-0,9
Generazione (η _{gen,p,tot})	80,1	79,3	-1,0

Sottosistema	Riscaldamento aeraulico (H _{aer})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	85,3	84,5	-0,9
Generazione (η _{gen,p,nren})	80,2	79,4	-1,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	80,0	79,2	-1,0

Sottosistema	Riscaldamento idronico ed aeraulico (H)		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	54,1	67,7	25,2
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	53,9	67,5	25,2
Valore limite (η_{lim})	66,0	-	-

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)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	32,1	32,1	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	28,4	28,4	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	27,9	27,9	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	26,3	26,3	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	25,8	25,8	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)	80,38	80,38	0,0	14,20
Raffrescamento (C)	35,52	35,52	0,0	32,09

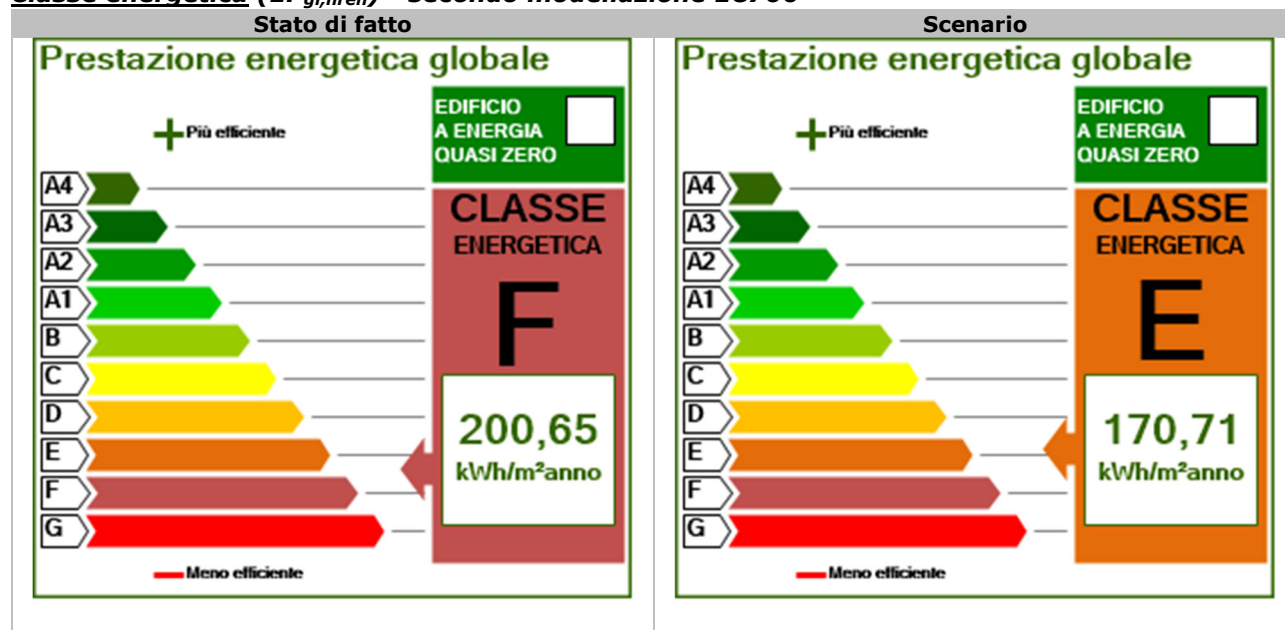
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	148,68	118,75	-20,1
Acqua calda sanitaria (W)	0,49	0,49	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	4,35	4,35	0,0
Illuminazione (L)	47,12	47,12	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	200,65	170,71	-14,9

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,43	0,36	-15,4
Acqua calda sanitaria (W)	0,01	0,01	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	1,05	1,05	0,0
Illuminazione (L)	11,36	11,36	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	12,84	12,78	-0,5

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	149,11	119,11	-20,1
Acqua calda sanitaria (W)	0,50	0,50	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	5,40	5,40	0,0
Illuminazione (L)	58,48	58,48	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	213,49	183,49	-14,1
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	87,92	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,3	0,3	0,0	-
Acqua calda sanitaria (W)	1,7	1,7	0,0	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	0,3	0,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	19,4	19,4	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	19,4	0,0	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	6,0	7,0	15,0	-

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)	117078,88	93518,69	-20,1
Acqua calda sanitaria (W)	393,15	393,15	0,0
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	4029,56	4029,56	0,0
Illuminazione (L)	43675,04	43675,04	0,0
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	165176,63	141616,44	-14,3

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

6.5 Fonti rinnovabili

Dati generali

Numero	5		
Descrizione	Fonti rinnovabili		
Costo stimato	C	140430,00	€
Risparmio economico conseguibile	ΔS_{gl}	17282,80	€/anno
Tempo di ritorno semplice	t_r	8,1	anni
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$	34,31	kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	E		

Riepilogo interventi

N°	Descrizione	Costo (C) [€]
1	Implementazione di campo fotovoltaico esistente	140430,00

6.5.1 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	140430,00	€

Descrizione sintetica intervento

Intervento

Esposizione

Orientamento	γ	0,0	°
Inclinazione	β	30,0	°
Riflettanza	ρ	0,1	-

Moduli fotovoltaici

Potenza di picco complessiva	$\Phi_{PV,tot}$	60000	W _{el}
Fattore di efficienza dell'impianto	f_{PV}	0,75	-

6.5.2 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.

6.5.2.1 Edificio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³] Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	58337	58337	0,0
Acqua calda sanitaria (W)	182	182	0,0
Globale	58520	58520	0,0

Servizio	Energia elettrica [kWh] Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	3571	2159	-39,6
Acqua calda sanitaria (W)	71	26	-62,7
Ventilazione (V)	8760	2963	-66,2
Illuminazione (L)	94946	33069	-65,2
Globale	107348	38217	-64,4

Spesa (S) [€]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	48729,52	48376,31	0,7
Acqua calda sanitaria (W)	167,14	156,00	6,7
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	2189,98	740,78	66,2
Illuminazione (L)	23736,43	8267,18	65,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale	74823,08	57540,28	23,1

Valutazione economica preliminare

Costo stimato (C) [€]	140430,00
Risparmio economico conseguibile (ΔS _{gl}) [€/anno]	17282,80
Tempo di ritorno semplice (t _r) [anni]	8,1

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr}) Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	92,0	92,0	0,0
Regolazione (η _{reg})	75,5	75,5	0,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	94,0	94,0	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})	85,4	85,4	0,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	80,3	80,3	0,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	80,1	80,1	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})	85,3	85,3	0,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	80,2	80,2	0,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	80,0	80,0	0,0

Sottosistema	Riscaldamento idronico ed aeraulico (H) Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	54,1	54,3	0,5
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	53,9	54,1	0,3
Valore limite (η_{lim})	66,0	-	-

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)	100,0	100,0	0,0
Ricircolo (η_{ric})	100,0	100,0	0,0
Distribuzione primaria (η_{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione ($\eta_{gen,ut}$)	32,1	32,1	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,nren}$)	28,4	28,4	0,0
Generazione ($\eta_{gen,p,tot}$)	27,9	27,9	0,0
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,nren}$)	26,3	27,5	4,7
Globale medio stagionale ($\eta_{g,p,tot}$)	25,8	26,7	3,3
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)	80,38	80,38	0,0	14,20
Raffrescamento (C)	35,52	35,52	0,0	32,09

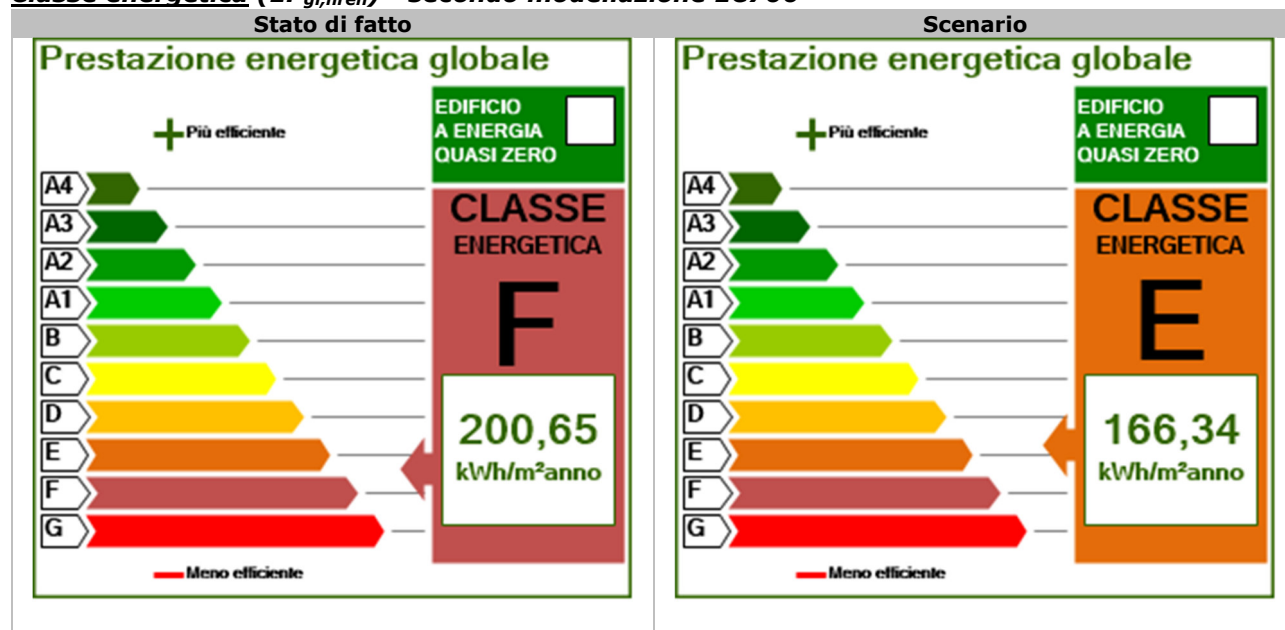
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	148,68	147,98	-0,5
Acqua calda sanitaria (W)	0,49	0,47	-4,5
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	4,35	1,47	-66,2
Illuminazione (L)	47,12	16,41	-65,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	200,65	166,34	-17,1

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	0,43	0,62	44,6
Acqua calda sanitaria (W)	0,01	0,01	70,7
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	1,05	1,83	74,6
Illuminazione (L)	11,36	19,71	73,5
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	12,84	22,17	72,6

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	149,11	148,60	-0,3
Acqua calda sanitaria (W)	0,50	0,49	-3,2
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	5,40	3,30	-38,8
Illuminazione (L)	58,48	36,12	-38,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	213,49	188,51	-11,7
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	87,92	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	0,3	0,4	34,9	-
Acqua calda sanitaria (W)	1,7	3,0	76,8	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	0,3	0,4	34,3	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	19,4	55,4	185,4	-
Illuminazione (L)	19,4	54,6	180,7	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	6,0	11,8	94,8	-

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)	117078,88	116428,98	-0,6
Acqua calda sanitaria (W)	393,15	372,64	-5,2
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	4029,56	1363,04	-66,2
Illuminazione (L)	43675,04	15211,62	-65,2
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	165176,63	133376,28	-19,3

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

6.6 Prestazioni complessive raggiungibili

La realizzazione di tutti gli interventi sopraindicati porta ad ottenere un edificio in classe energetica molto performante e classificato **NZEB**.

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

