



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



CITTA' DI ASTI

**INTERVENTO DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO
SPAZIO KOR
NELL'AMBITO PNRR - M1C3, MISURA 1 - INV. 1.3
CUP G34H22000150001
PROGETTO ESECUTIVO**

Responsabile Unico del Procedimento: Arch. Angelo Demarchis

Progettista: Ing. Paolo Camagna
Via della Fontana n°2
14100 Asti (AT)
Tel. 0141 232507 - email: posta@isiasti.it



TAVOLA 07_REL CALC	 RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO Simulazione energetica
DATA Ottobre 2022	

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA

(rapporto finale)

secondo UNI CEI EN 16247-1-2

Committente

Nome *COMUNE DI ASTI*
Indirizzo *Piazza San Giuseppe - ASTI*

Edificio / condominio

Descrizione *SPAZIO KOR - EX CHIESA SAN GIUSEPPE*
Indirizzo *Piazza San Giuseppe - ASTI*

Studio tecnico

Nome *CAMAGNA ING. PAOLO - STUDIO TECNICO*
Indirizzo *VIA DELLA FONTANA, 2 - 14100 ASTI (AT)*

Software di calcolo *Edilclima EC700 versione 11.22.19 ed EC720 versione 6.22.19*
Data di redazione del documento *18/10/2022*

SOMMARIO

1	Premessa
2	Sintesi della diagnosi energetica
3	Generalità ed impostazioni di calcolo
4	Analisi energetica dell'edificio
4.1	Dati climatici (calcolo mensile)
4.2	Caratteristiche del fabbricato (calcolo mensile)
4.2.1	<i>Strutture disperdenti</i>
4.2.2	<i>Principali risultati dei calcoli</i>
4.3	Caratteristiche degli impianti
4.3.1	<i>Impianto di riscaldamento idronico</i>
4.3.2	<i>Impianto di acqua calda sanitaria</i>
4.3.3	<i>Altri impianti</i>
4.4	Principali risultati dei calcoli
5	Raccomandazioni circa i possibili interventi
5.1	Riqualificazione energetica edificio-impianto
5.1.1	<i>Riqualificazione edificio-impianto</i>
5.1.2	<i>Prestazioni raggiungibili</i>

Appendice A Profili di intermittenza (secondo UNI EN ISO 52016-1)

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.).

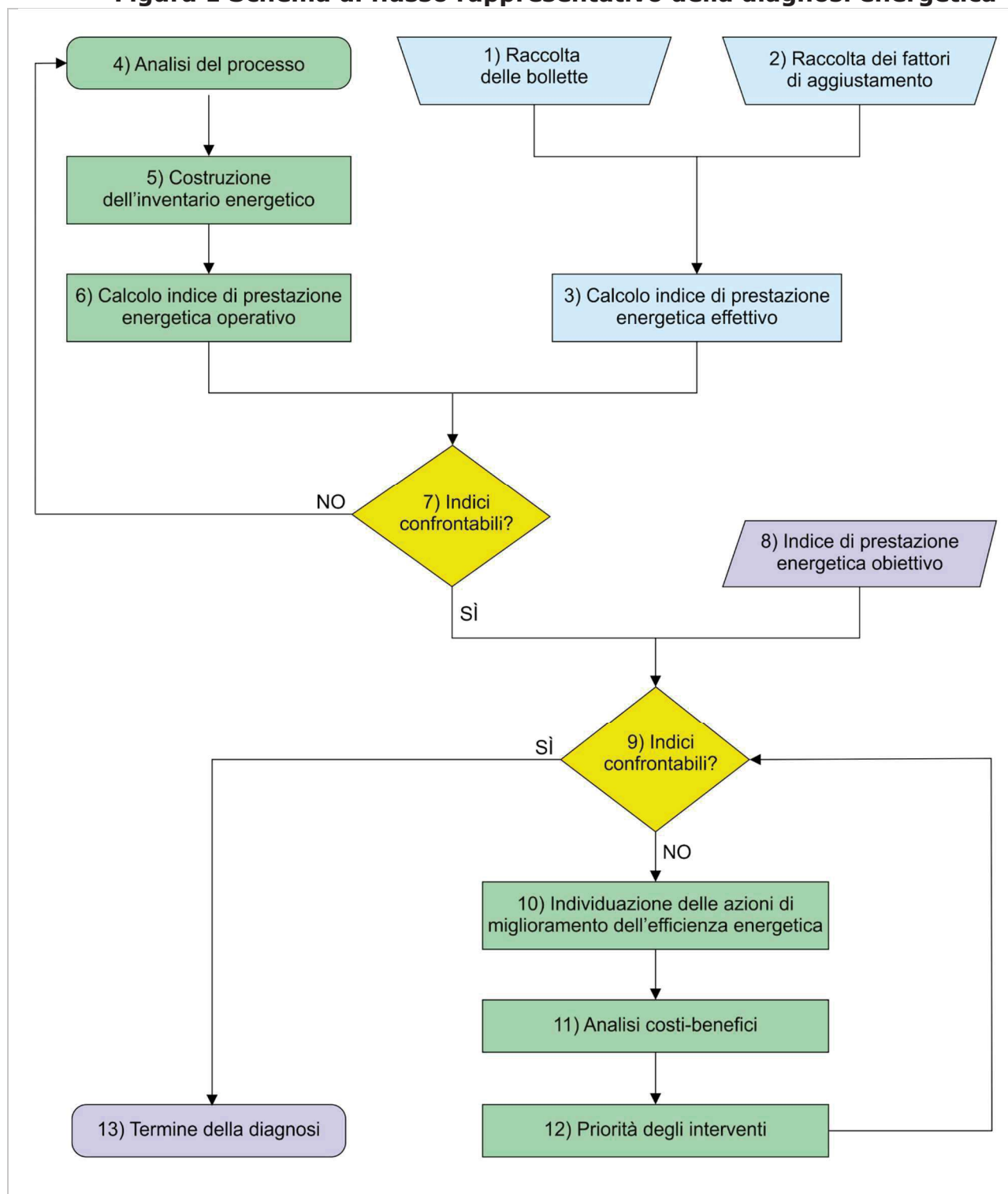
Modalità operative

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	SPAZIO KOR - EX CHIESA SAN GIUSEPPE
Comune	Asti
Provincia	Asti
CAP	14100
Indirizzo edificio	Piazza San Giuseppe - ASTI
Zona climatica	E
Gradi giorno DPR 412/93 (GG _{DPR 412/93}) [°Cg]	2617
Categoria prevalente (DPR 412/93)	E.4 (1)
Altre categorie (DPR 412/93)	
Numero di unità immobiliari	1
Numero di fabbricati	1
Periodo di costruzione	Precedente agli anni '50
Scopo / contesto della diagnosi energetica	Riqualificazione energetica dell'edificio
Riferimento	DLgs 192/05, art. 2, comma 1

Descrizione sintetica dell'edificio

L'edificio in oggetto denominato "Spazio Kor" risulta costituito da un ex luogo di culto (chiesa di San Giuseppe ora sconsacrata) che è stato oggetto di trasformazione da parte dell'amministrazione comunale di Asti in uno spazio rivolto ad un pubblico giovane e appassionato ove accedere per scoprire il funzionamento del teatro e i suoi trucchi.

L'edificio rappresenta quindi uno Spazio dove l'architettura religiosa dell'edificio dialoga con l'identità della comunità e la creatività contemporanea.

Sotto il profilo costruttivo, architettonico ed artistico l'edificio mantiene sostanzialmente invariata la sua originale composizione e natura, tipica dei luoghi di culto di architettura barocca.

L'edificio risulta disposto su un unico livello, ad eccezione della torre campanaria che si eleva sul lato ovest del fabbricato, si presenta libero su tre lati (ovest, sud, est) e confina sul fronte nord con altro fabbricato (anch'esso di proprietà comunale) con il quale si fonde costituendone naturale continuazione.

L'edificio risulta dotato di generatore di calore a suo esclusivo uso che risulta tuttavia installato in un locale tecnico esterno all'edificio stesso, nell'ambito dell'adiacente complesso edilizio di proprietà comunale.

Immagine edificio



Le caratteristiche dimensionali dell'edificio sono così riassumibili:

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	S_{utile}	533,90	m^2
Superficie lorda	S_{lorda}	695,00	m^2
Volume netto	V_{netto}	5707,44	m^3
Volume lordo	V_{lordo}	8142,00	m^3
Fattore di forma	S/V	0,31	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)	Autonomo	Separato
Climatizzazione estiva (C)	Assente	-
Ventilazione (V)	Assente	-
Riscaldamento aeraulico (H_{aer})	Assente	-
Illuminazione (L)	Considerato	-
Trasporto (T)	Assente	-
Solare termico (ST)	Assente	-
Solare fotovoltaico (SF)	Assente	-

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

Prestazioni energetiche stato di fatto

Indice di prestazione energetica globale non innovabile	$EP_{\text{gl},\text{nren}}$	414,07	$\text{kWh}_p/\text{m}^2\text{anno}$
Classe energetica		F	
Spesa globale annua	S_{gl}	22243,22	€/anno

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 11.22.19 (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)

Le impostazioni di calcolo risultano riferite alle effettive modalità di utilizzo degli ambienti in termini di orari di utilizzo degli spazi, temperature dei locali e modalità di conduzione dell'impianto di climatizzazione invernale.

Non disponendo allo stato attuale dello studio di dati storici di consumo di combustibile specificamente assegnabile all'edificio in esame in quanto, sebbene esso risulti dotato di generatore di calore a suo esclusivo uso l'alimentazione del vettore energetico avviene tramite misuratore posto a servizio di generatori dedicati ad altri fabbricati, non è stato possibile procedere alla validazione puntuale dei dati di consumo.

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	16 aprile	Data di fine	12 ottobre
Giorni di raffrescamento (n_{raffr})	180		

Fattori di conversione in energia primaria

Vettore energetico	$f_{p,nren}$ [kWh _p /kWh _t /el]	$f_{p,ren}$ [kWh _p /kWh _t /el]	$f_{p,tot}$ [kWh _p /kWh _t /el]	f_{CO2} [kg/kWh _t /el]
Energia elettrica da rete	1,950	0,470	2,420	0,460
Solare termico	0,000	1,000	1,000	-
Solare fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-
Ambiente esterno (pompa di calore)	0,000	1,000	1,000	-
Energia esportata da fotovoltaico	0,000	1,000	1,000	-

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

Caratteristiche dei singoli vettori energetici

Vettore energetico	UM	PCI [kWh _t /UM]	c [€/UM]
Metano	Sm ³	9,423	0,92
Propano	Sm ³	24,636	0,82
Butano	Sm ³	32,021	0,82
Gasolio	kg	11,870	1,70
GPL	kg	12,778	1,63
Legname (25% umidità)	kg	3,833	0,15
Olio combustibile	kg	11,750	1,07
Pellet	kg	4,667	0,25
Carbone	kg	7,917	0,14
Teleriscaldamento	kWh _t	-	0,09
GPL (70% Propano + 30% Butano)	Sm ³	26,780	5,50
Energia elettrica	kWh	-	0,29

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 aerulico)
H _{aer}	Riscaldamento aerulico (trattamenti aria)	W	Acqua calda sanitaria
H	Riscaldamento (idronico ed aerulico)	V	Ventilazione
C _{idr}	Raffrescamento idronico	L	Illuminazione
C _{aer}	Raffrescamento aerulico (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	Asti		
Provincia	Asti		
Altitudine s.l.m.		123	m
Latitudine nord		44°53'	
Longitudine est		8°12'	
Gradi giorno DPR 412/93	GG _{DPR412/93}	2617	°Cg
Zona climatica		E	
Regione di vento		NORD PADANO	
Direzione del vento prevalente		Sud-Ovest	
Distanza da mare		> 40	km
Velocità del vento media	V _{media}	1,30	m/s
Velocità del vento massima	V _{max}	2,60	m/s
Temperatura esterna di progetto	θ _{e,des}	-8,0	°C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale		291,7	W _t /m ²

Dati climatici (modello di calcolo)

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ _{est} [°C]	-0,2	4,1	9,8	13,3	18,7	23,0	23,9	22,1	19,4	12,5	7,3	1,8
H _{or,dir} [W/m ²]	28,9	77,5	90,3	129,6	152,8	165,5	189,8	147,0	111,1	70,6	20,8	23,1
H _{or,diff} [W/m ²]	26,6	34,7	57,9	72,9	93,8	101,9	101,9	88,0	67,1	45,1	25,5	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

I principali componenti opachi delimitanti l'involucro riscaldato risultano essere:

- *Murature perimetrali esterne di tipo portante, realizzate in laterizio pieno;*
- *Solaio a volte verso sottotetto in laterizio;*
- *Pavimento direttamente appoggiato su terreno;*
- *Solaio a volte verso piano interrato;*

Descrizione sintetica dei componenti finestrati

Serramenti originari con telaio in legno e vetro singolo.

4.2.2 Dispersioni edificio

Dispersioni invernali

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
M1	T	PARETE ESTERNA S=60 cm	1,054	321,00	21066,4	13,4	2679,3	26,2	4683,0	16,9
M2	T	PARETE ESTERNA S=95 cm	0,731	231,96	10555,3	6,7	1342,4	13,1	3878,8	14,0
M3	T	PARETE ESTERNA S=70 cm	0,932	391,13	22714,5	14,4	2888,9	28,3	4747,2	17,1
M4	T	PARETE ESTERNA S=50 cm	1,211	57,82	4362,0	2,8	554,8	5,4	969,6	3,5
M5	U	PARETE ESTERNA S=75 cm	0,848	177,40	4686,8	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M6	T	PARETE ESTERNA S=80 cm	0,854	79,98	4253,1	2,7	540,9	5,3	1077,9	3,9
M7	T	PORTA ESTERNA	2,946	17,77	3260,3	2,1	414,7	4,1	1062,8	3,8
Totale				1277,06	70898,5	45,0	8420,9	82,4	16419,3	59,3

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
P1	G	PAVIMENTO SU TERRENO	0,333	548,30	11366,9	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0
P2	U	PAVIMENTO SU LOCALI NON RISCALDATI	0,782	146,70	2551,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				695,00	13917,9	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, op} [kWh _t]	%
S1	U	SOLAIO ZONA CENTRALE	2,871	361,65	36955,7	23,4	0,0	0,0	0,0	0,0
S2	U	SOLAIO ZONA 1	3,504	74,20	9253,7	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0
S3	U	SOLAIO ZONA 2	3,504	74,95	9347,2	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				510,80	55556,6	35,2	0,0	0,0	0,0	0,0

Componenti finestrate										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [W _t /m ² K]	S _{tot} [m ²]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%	Q _{H,r} [kWh _t]	%	Q _{H,sol, w} [kWh _t]	%
W1	T	FINESTRA 50x140	4,002	1,40	349,0	0,2	41,3	0,4	407,9	1,5
W2	T	FINESTRA 100x160	4,086	1,60	407,2	0,3	48,2	0,5	487,8	1,8
W3	T	FINESTRA 290x114	4,233	13,24	3490,9	2,2	412,9	4,0	2536,0	9,2
W4	T	FINESTRA 90x125	4,040	1,13	284,4	0,2	33,6	0,3	195,9	0,7
W5	T	FINESTRA 145x235	4,257	27,28	7234,2	4,6	855,7	8,4	5288,2	19,1
W6	T	FINESTRA 120x220	4,180	7,92	2062,3	1,3	243,9	2,4	1830,4	6,6
W7	T	FINESTRA 100x120	4,176	1,20	312,1	0,2	36,9	0,4	223,4	0,8
W8	T	FINESTRA 103x243 - OGGETTO DI SOSTITUZIONE	4,146	2,50	645,6	0,4	76,4	0,7	184,0	0,7
W9	T	FINESTRA 48 x140 - OGGETTO DI SOSTITUZIONE	3,984	1,34	332,5	0,2	39,3	0,4	90,4	0,3
W10	T	FINESTRA 50x50	3,882	0,25	60,5	0,0	7,2	0,1	39,6	0,1
Totale				57,86	15178,8	9,6	1795,3	17,6	11283,8	40,7

Ponti termici						
Cod.	Tipo	Descrizione	Ψ [W _t /mK]	L _{tot} [m]	Q _{H,tr} [kWh _t]	%
Z1	-	W - Parete - Telaio	0,220	151,53	2072,1	1,3
Totale				151,53	2072,1	1,3

Dispersioni estive

Muri										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, op} [kWh _t]	%
M1	T	PARETE ESTERNA S= 60 cm	1,054	321,00	8179,4	13,4	3307,3	26,2	9959,3	19,0
M2	T	PARETE ESTERNA S= 95 cm	0,731	231,96	4098,3	6,7	1657,1	13,1	4190,0	8,0
M3	T	PARETE ESTERNA S= 70 cm	0,932	391,13	8819,3	14,4	3566,0	28,3	10252,2	19,6
M4	T	PARETE ESTERNA S= 50 cm	1,211	57,82	1693,6	2,8	684,8	5,4	2062,1	3,9
M5	U	PARETE ESTERNA S= 75 cm	0,848	177,40	1819,8	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M6	T	PARETE ESTERNA S= 80 cm	0,854	79,98	1651,4	2,7	667,7	5,3	1941,5	3,7
M7	T	PORTA ESTERNA	2,946	17,77	1265,9	2,1	511,8	4,1	1364,9	2,6
Totale				1277,06	27527,7	45,0	10394,8	82,4	29770,0	56,9

Pavimenti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, op} [kWh _t]	%
P1	G	PAVIMENTO SU TERRENO	0,333	548,30	4413,4	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0
P2	U	PAVIMENTO SU LOCALI NON RISCALDATI	0,782	146,70	990,5	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				695,00	5403,9	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0

Soffitti										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, op} [kWh _t]	%
S1	U	SOLAIO ZONA CENTRALE	2,871	361,65	14348,8	23,4	0,0	0,0	0,0	0,0
S2	U	SOLAIO ZONA 1	3,504	74,20	3592,9	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0
S3	U	SOLAIO ZONA 2	3,504	74,95	3629,2	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale				510,80	21570,9	35,2	0,0	0,0	0,0	0,0

Componenti finestrati										
Cod.	Tipo	Descrizione	U [Wt/m²K]	S _{tot} [m²]	Q _{c,tr} [kWh _t]	%	Q _{c,r} [kWh _t]	%	Q _{c,sol, w} [kWh _t]	%
W1	T	FINESTRA 50x140	4,002	1,40	135,5	0,2	51,0	0,4	400,2	0,8
W2	T	FINESTRA 100x160	4,086	1,60	158,1	0,3	59,5	0,5	478,5	0,9
W3	T	FINESTRA 290x114	4,233	13,24	1355,4	2,2	509,7	4,0	5487,6	10,5
W4	T	FINESTRA 90x125	4,040	1,13	110,4	0,2	41,5	0,3	423,9	0,8
W5	T	FINESTRA 145x235	4,257	27,28	2808,8	4,6	1056,2	8,4	11442,9	21,9
W6	T	FINESTRA 120x220	4,180	7,92	800,7	1,3	301,1	2,4	2961,0	5,7
W7	T	FINESTRA 100x120	4,176	1,20	121,2	0,2	45,6	0,4	483,4	0,9
W8	T	FINESTRA 103x243 - OGGETTO DI SOSTITUZIONE	4,146	2,50	250,7	0,4	94,3	0,7	514,8	1,0
W9	T	FINESTRA 48 x140 - OGGETTO DI SOSTITUZIONE	3,984	1,34	129,1	0,2	48,5	0,4	252,9	0,5
W10	T	FINESTRA 50x50	3,882	0,25	23,5	0,0	8,8	0,1	85,7	0,2
Totale				57,86	5893,4	9,6	2216,2	17,6	22531,0	43,1

Ponti termici					
Cod.	Tipo	Descrizione	Ψ [Wt/mK]	L _{tot} [m]	Q _{c,tr} [kWh _t]
Z1	-	W - Parete - Telaio	0,220	151,53	804,5
Totale				151,53	804,5

Trasmittanze termiche medie

Cod.	Tipo	Descrizione	Muri			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
M1	T	PARETE ESTERNA S= 60 cm	1,054	1,076	0,300	0,280
M2	T	PARETE ESTERNA S= 95 cm	0,731	0,743	0,300	0,280
M3	T	PARETE ESTERNA S= 70 cm	0,932	0,975	0,300	0,280
M4	T	PARETE ESTERNA S= 50 cm	1,211	1,235	0,300	0,280
M5	U	PARETE ESTERNA S= 75 cm	0,848	0,848	0,600	0,560
M6	T	PARETE ESTERNA S= 80 cm	0,854	0,922	0,300	0,280

Cod.	Tipo	Descrizione	Pavimenti			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
P1	G	PAVIMENTO SU TERRENO	0,333	0,333	0,310	0,290
P2	U	PAVIMENTO SU LOCALI NON RISCALDATI	0,782	0,782	0,868	0,812

Cod.	Tipo	Descrizione	Soffitti			
			U [W _t /m ² K]	U_{media} [W _t /m ² K]	U_{limite} [W_t/m²K]	
					2015	2021
S1	U	SOLAIO ZONA CENTRALE	2,871	2,871	0,455	0,420
S2	U	SOLAIO ZONA 1	3,504	3,504	0,455	0,420
S3	U	SOLAIO ZONA 2	3,504	3,504	0,455	0,420
S4	N	SOLAIO ZONA 3	1,900	1,900	0,800	0,800
S5	N	SOLAIO ZONA 4	1,900	1,900	0,800	0,800

Cod.	Tipo	Descrizione	Componenti finestrati			
			U_w [W _t /m ² K]	U_{w,limite} [W_t/m²K]		U_g [W _t /m ² K]
				2015	2021	
M7	T	PORTA ESTERNA	2,946	1,900	1,400	-
W1	T	FINESTRA 50x140	4,002	1,900	1,400	4,828
W2	T	FINESTRA 100x160	4,086	1,900	1,400	4,828
W3	T	FINESTRA 290x114	4,233	1,900	1,400	4,828
W4	T	FINESTRA 90x125	4,040	1,900	1,400	4,828
W5	T	FINESTRA 145x235	4,257	1,900	1,400	4,828
W6	T	FINESTRA 120x220	4,180	1,900	1,400	4,828
W7	T	FINESTRA 100x120	4,176	1,900	1,400	4,828
W8	T	FINESTRA 103x243 - OGGETTO DI SOSTITUZIONE	4,146	1,900	1,400	4,828
W9	T	FINESTRA 48 x140 - OGGETTO DI SOSTITUZIONE	3,984	1,900	1,400	4,828
W10	T	FINESTRA 50x50	3,882	1,900	1,400	4,828

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	$Q_{H,tr}$	141204	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{H,r}$	10216	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{H,ve}$	15656	kWh _t

Apporti

Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{H,sol,op}$	16419	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{H,sol,w}$	11284	kWh _t
Apporti interni	$Q_{H,int}$	18759	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{H,aqq}$	0	kWh _t

Bilancio energetico

Fabbisogno del fabbricato	$Q_{H,nd}$	137221	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{H,nd}$	257,02	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{H,nd,lim}$	62,36	kWh _t /m ²

Risultati energia estiva

Dispersioni

Dispersioni per trasmissione	$Q_{C,tr}$	31430	kWh _t
Dispersioni per extraflusso	$Q_{C,r}$	12611	kWh _t
Dispersioni per ventilazione	$Q_{C,ve}$	6079	kWh _t

Apporti

Apporti solari attraverso i componenti opachi	$Q_{C,sol,op}$	29770	kWh _t
Apporti solari attraverso i componenti finestrati	$Q_{C,sol,w}$	22531	kWh _t
Apporti interni	$Q_{C,int}$	18452	kWh _t
Apporti aggiuntivi	$Q_{C,aqq}$	0	kWh _t

Bilancio energetico

Fabbisogno del fabbricato	$Q_{C,nd}$	13941	kWh _t
Indice di prestazione termica del fabbricato	$EP_{C,nd}$	26,11	kWh _t /m ²
Valore limite	$EP_{C,lim}$	29,84	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 [$kWh_p/kWh_{t/el}$];

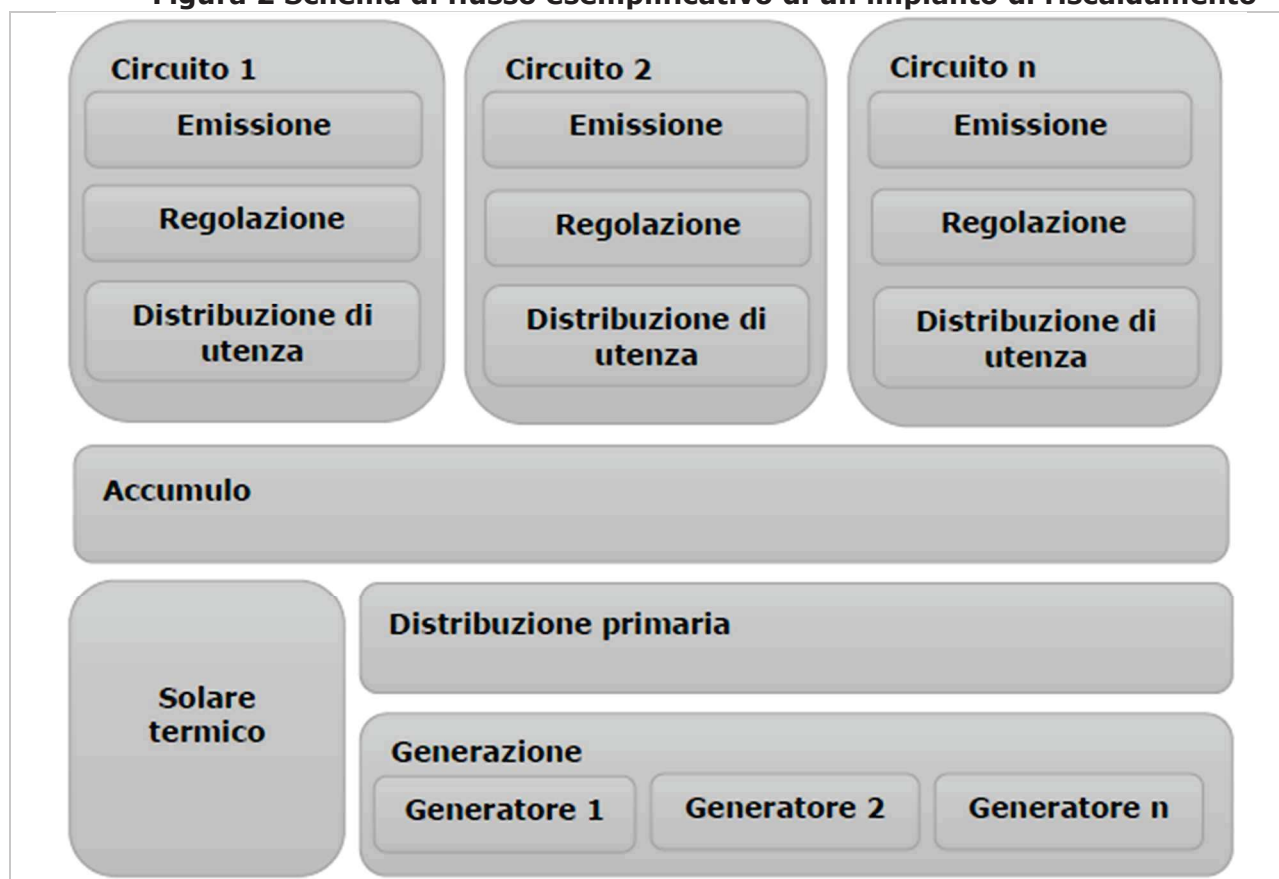
$Q_{exp,k}$ = energia esportata dal singolo vettore energetico [kWh_{el}];

$f_{p,exp,k}$ = 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 a circolazione forzata di acqua calda, del tipo a vaso chiuso, con sistema di emissione costituito da pannelli radianti a pavimento.

La produzione del calore avviene mediante generatore del tipo a condensazione, alimentato a gas metano, ubicato in un locale tecnico posto al di fuori dell'edificio servito e più precisamente inserito nel fabbricato di cui la ex-chiesa costituisce naturale continuazione.

Il fluido termovettore viene trasportato dalla centrale termica all'edificio servito mediante rete di distribuzione in ferro corrente prevalentemente a vista nei locali interrati dell'edificio adiacente.

4.3.1.1 Impianto centralizzato

Dati generali

Tipologia di impianto	Pluricircuito
Fluido termovettore	Acqua

Circuito Ingresso

Regime di funzionamento	Intermittente
Metodo di calcolo	UNI EN ISO 52016-1

Profilo di intermittenza

Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
1	1	1	1	1	2	2

Emissione

Tipologia	Pannelli annegati a pavimento					
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$				90,2	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$				0,0	kWh _{el}

Regolazione

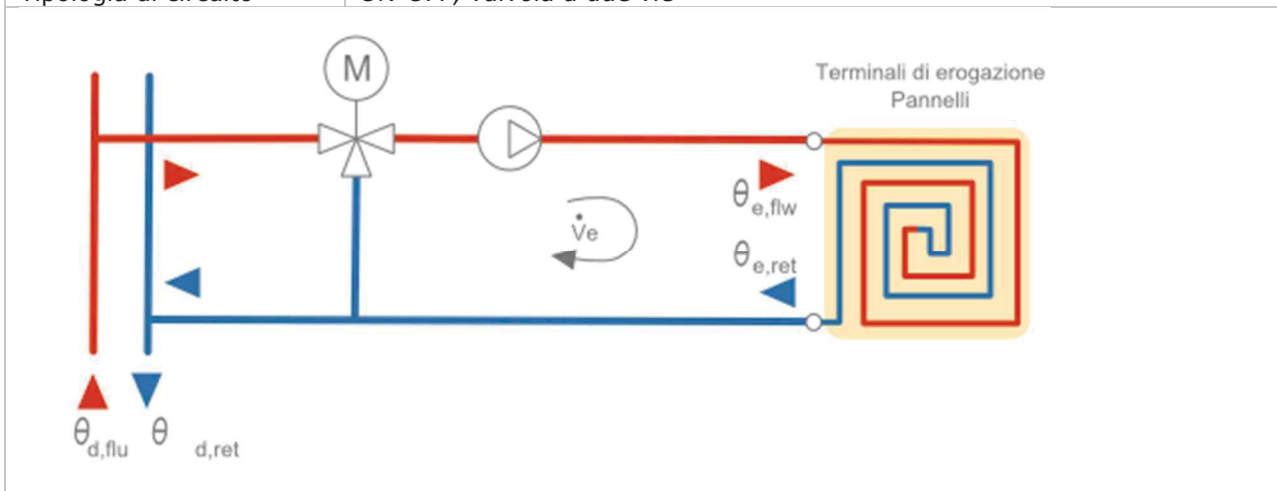
Tipologia	Solo di zona					
Caratteristiche	On off					
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$				91,0	%

Distribuzione

Metodo di calcolo	Semplificato					
Tipologia di impianto	Autonomo, edificio singolo					
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$				95,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$				148,9	kWh _{el}

Temperatura media

Tipologia di circuito	ON-OFF, valvola a due vie					
-----------------------	---------------------------	--	--	--	--	--



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]	38,9	35,1	29,7	25,1	-	-	-	-	-	28,2	33,9	37,7
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]	48,8	47,6	45,9	44,3	-	-	-	-	-	45,4	47,2	48,4

Circuito teatro/sala

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

Emissione

Tipologia	Pannelli annegati a pavimento					
Rendimento	$\eta_{H,idr,em}$				88,3	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,em,aux}$				0,0	kWh _{el}

Regolazione

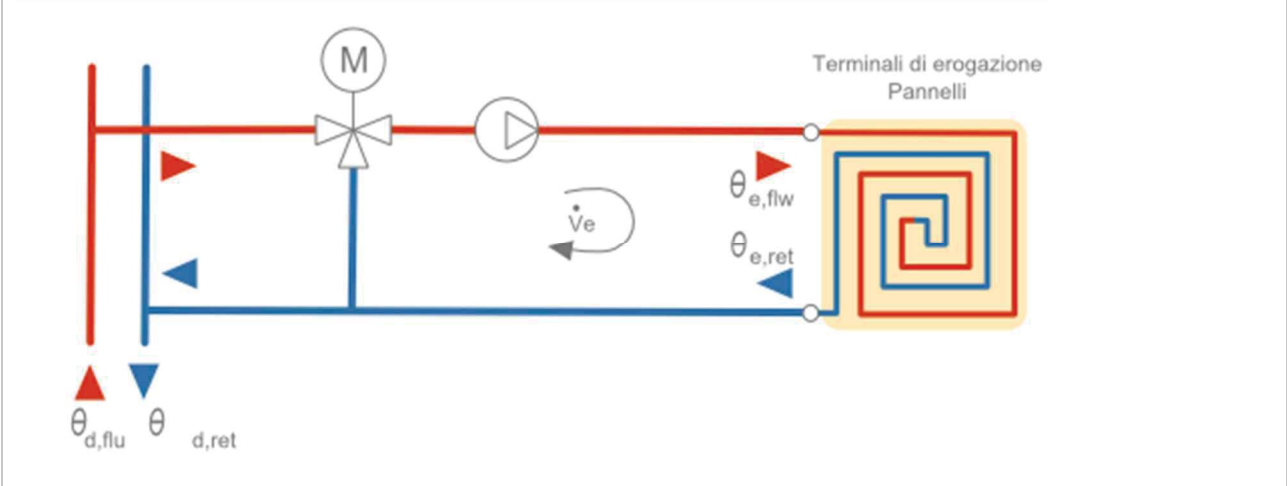
Tipologia	Solo di zona					
Caratteristiche	On off					
Rendimento	$\eta_{H,idr,reg}$				91,0	%

Distribuzione

Metodo di calcolo	Semplificato					
Tipologia di impianto	Autonomo, edificio singolo					
Rendimento	$\eta_{H,idr,du}$				95,0	%
Ausiliari	$Q_{H,idr,du,aux}$				1541,6	kWh _{el}

Temperatura media

Tipologia di circuito ON-OFF, valvola a due vie



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Emissione ($\theta_{H,idr,em,avg}$) [°C]	39,7	34,3	28,1	24,2	-	-	-	-	-	26,7	32,5	38,0
Distribuzione ($\theta_{H,idr,du,avg}$) [°C]	49,1	47,4	45,3	44,0	-	-	-	-	-	44,9	46,8	48,5

Generazione

Configurazione centrale termica Generatore singolo

Generatore 1 - Caldaia a condensazione

Dati generali

Numero	1		
Tipologia	Caldaia a condensazione		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca / serie / modello	VIESSMANN VERTOMAT VSB10		
Potenza utile nominale	Φ_n	105,00	kW _t

Immagine

FOTO GENERATORE

Rendimenti termici

Riscaldamento idronico	$\eta_{H,idr,gen,ut}$	97,7	%
------------------------	-----------------------	------	---

Ausiliari

Riscaldamento idronico	$Q_{H,idr,gen,aux}$	2900,4	kWh _{el}
------------------------	---------------------	--------	-------------------

Vettore energetico

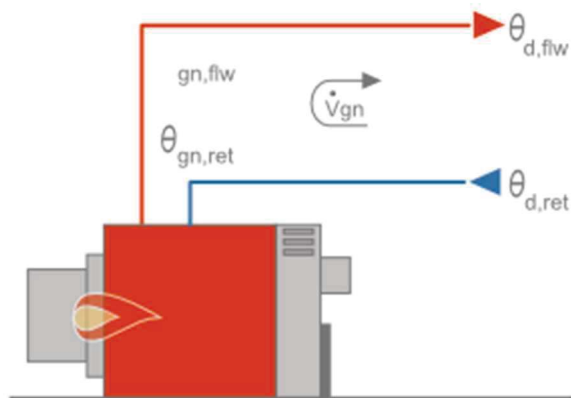
Tipologia	Metano		
Potere calorifico inferiore	PCI	9,940	kWh/Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	f _{CO2}	0,210	kg/kWh _p

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

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

Circuito in centrale

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



Temperature medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Riscaldamento ($\theta_{H,idr,gen,avg}$) [°C]	53,5	52,4	50,9	50,9	-	-	-	-	-	50,8	52,0	53,2

Principali risultati dei calcoli

Fabbisogni termici

Fabbisogno del fabbricato (ventilazione naturale)	$Q_{H,nd}$	137221	kWh _t
Fabbisogno dell'edificio (ventilazione effettiva)	$Q_{H,sys,out}$	137221	kWh _t
Energia recuperata dall'impianto di ACS	$Q_{H,W,rh}$	17	kWh _t
Fabbisogno ideale netto (dedotto dei recuperi)	$Q'_{H,sys,out}$	137213	kWh _t
Fabbisogno corretto per intermittenza	$Q_{H,sys,out,interm}$	136836	kWh _t
Fabbisogno corretto per contabilizzazione	$Q_{H,sys,out,cont}$	136836	kWh _t
Fabbisogno corretto per ulteriori fattori	$Q_{H,sys,out,corr}$	135866	kWh _t
Perdite di emissione non recuperate	$Q_{H,em,ls,nrh}$	17766	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'emissione	$Q_{H,em,in}$	153632	kWh _t
Perdite di regolazione non recuperate	$Q_{H,rg,ls,nrh}$	15194	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla regolazione	$Q_{H,rg,in}$	168827	kWh _t
Perdite di distribuzione di utenza non recuperate	$Q_{H,du,ls,nrh}$	8811	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione di utenza	$Q_{H,du,in}$	177638	kWh _t
Perdite di accumulo non recuperate	$Q_{H,s,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso all'accumulo	$Q_{H,s,in}$	177638	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	$Q_{H,s,in,eff}$	177638	kWh _t
Perdite di distribuzione primaria non recuperate	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	0	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla distribuzione primaria	$Q_{H,dp,in}$	177638	kWh _t
Fabbisogno in uscita dalla generazione	$Q_{H,gen,out}$	177638	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	$Q_{H,gen,circ,in}$	177638	kWh _t
Perdite di generazione non recuperate	$Q_{H,gen,ls,nrh}$	4090	kWh _t
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia termica)	$Q_{H,gen,in,t}$	181728	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	$Q_{H,du,aux}$	1691	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	$Q_{H,gen,aux}$	2900	kWh _{el}
Fabbisogno in ingresso alla generazione (energia elettrica)	$Q_{H,gen,in,el}$	0	kWh _{el}
Fabbisogno elettrico complessivo	$Q_{H,el}$	4591	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)	$Q_{H,el,eff}$	4591	kWh _{el}

Energia primaria

Non rinnovabile	$Q_{H,p,nren}$	199766	kWh_p
Rinnovabile	$Q_{H,p,ren}$	2158	kWh_p
Totale	$Q_{H,p,tot}$	201924	kWh_p

Riepilogo rendimenti

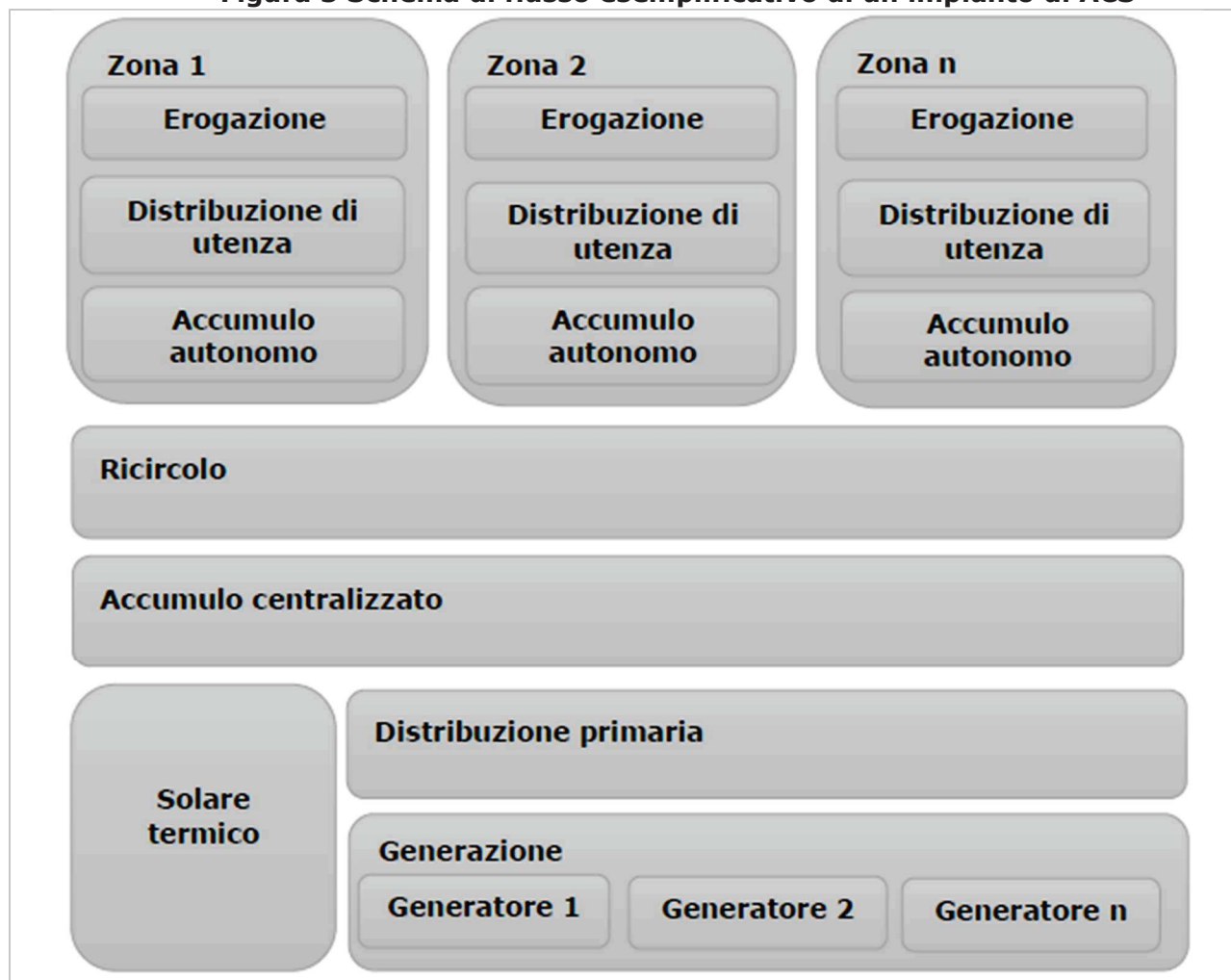
Impianto idronico

Emissione	$\eta_{H, idr,em}$	88,4	%
Regolazione	$\eta_{H, idr,reg}$	91,0	%
Distribuzione di utenza	$\eta_{H, idr,du}$	95,0	%
Accumulo	$\eta_{H, idr,s}$	100,0	%
Distribuzione primaria	$\eta_{H, idr,dp}$	-	%
Generazione (rispetto all'energia utile)	$\eta_{H, idr,gen,ut}$	97,7	%
Generazione (rispetto all'energia primaria non rinnovabile)	$\eta_{H, idr,gen,p,nren}$	90,4	%
Generazione (rispetto all'energia primaria totale)	$\eta_{H, idr,gen,p,tot}$	89,8	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	68,7	%
Globale medio stagionale (rispetto a en. pr. tot.)	$\eta_{H,g,p,tot}$	68,0	%
Valore limite	$\eta_{H,g,lim}$	74,1	%

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 mediante boiler elettrici installati nei locali di utilizzo.

4.3.3 Altri impianti

4.3.3.1 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica impianto di illuminazione

L'edificio risulta dotato di un impianto di illuminazione ordinaria a servizio della sala e dell'ingresso/foyer costituito essenzialmente da corpi illuminanti a ioduri metallici.

La zona dello spazio scenico risulta allestito con una dotazione base di corpi illuminanti di tipo ordinario in quanto le luci specifiche da utilizzarsi durante gli eventi risultano variabili in funzione delle esigenze sceniche e costituiscono allestimenti temporanei.

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	Metano				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata								
	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 [€]	Em _{co2} [kg]
Riscaldamento (H)	19286	Sm ³	181728	0	190814	0	190814	17743,28	38163
Globale (GI)	19286	Sm³	181728	0	190814	0	190814	17743,28	38163

Servizio	Energia elettrica				Energia primaria			Spesa ed emissioni	
	Consumo ed energia consegnata								
	Co	UM	Q _{del} [kWh _{el}]	Q _{exp} [kWh _{el}]	Q _{p,nren} [kWh _p]	Q _{p,ren} [kWh _p]	Q _{p,tot} [kWh _p]	S [€]	Em _{co2} [kg]
Riscaldamento (H)	4591	kWh	4591	-	8952	2158	11110	1331,36	2112
Acqua calda sanitaria (W)	330	kWh	330	-	644	155	799	95,73	152
Illuminazione (L)	10596	kWh	10596	-	20662	4980	25642	3072,84	4874
Globale (GI)	15517	kWh	15517	-	30258	7293	37551	4499,94	7138

Spesa

Servizio	S [€]
Riscaldamento (H)	19074,64
Acqua calda sanitaria (W)	95,73
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	3072,84
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	22243,22

Rendimenti

Riscaldamento idronico (H _{idr})	
Sottosistema	Valore calcolato [-]
Emissione (η _{em})	88,4
Regolazione (η _{reg})	91,0
Distribuzione di utenza (η _{du})	95,0
Accumulo (η _s)	100,0
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0
Generazione (η _{gen,ut})	97,7
Generazione (η _{gen,p,nren})	90,4
Generazione (η _{gen,p,tot})	89,8
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	68,7
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	68,0
Valore limite (η_{lim})	74,1

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})	75,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	38,5
Generazione (η _{gen,p,tot})	31,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	35,6
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	28,7
Valore limite (η_{lim})	0,0

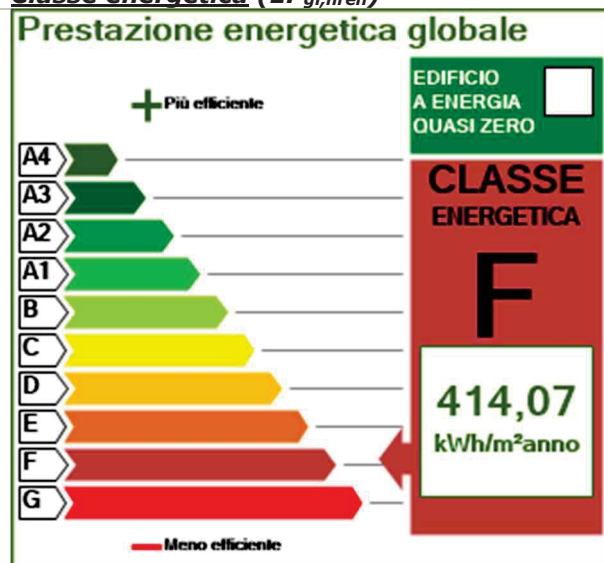
Indici di prestazione termica del fabbricato

Servizio	Q _{nd} [kWh _t]	EP _{nd} [kWh _t /m ²]	EP _{nd,limite} [kWh _t /m ²]
Riscaldamento (H)	137221	257,02	62,36
Raffrescamento (C)	13941	26,11	29,84

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)	199766	2158	201924	374,16	4,04	378,21	-
Acqua calda sanitaria (W)	644	155	799	1,21	0,29	1,50	-
Raffrescamento (C)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Ventilazione (V)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Illuminazione (L)	20662	4980	25642	38,70	9,33	48,03	-
Trasporto (T)	0	0	0	0,00	0,00	0,00	-
Globale	221072	7293	228365	414,07	13,66	427,73	133,70

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)	1,1	-	-	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	-	50	-
Raffrescamento (C)	0,0	-	-	-
Globale (H + W + C)	1,1	20	35	50
Ventilazione (V)	0,0	-	-	-
Illuminazione (L)	19,4	-	-	-
Trasporto (T)	0,0	-	-	-
Globale	3,2	-	-	-

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

Emissioni

Servizio	Emissioni di CO ₂ [kg]
Riscaldamento (H)	40274,64
Acqua calda sanitaria (W)	151,85
Raffrescamento (C)	0,00
Ventilazione (V)	0,00
Illuminazione (L)	4874,16
Trasporto (T)	0,00
Globale (GI)	45300,65

Legenda:

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

5 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 trasmissioni termiche (W_t/m^2K)
Interventi sui circuiti di utenza	Sostituzione dei terminali di emissione, installazione di sistemi di termoregolazione, installazione di sistemi di contabilizzazione	Aumento dei rendimenti di emissione o regolazione, riduzione della temperatura media dell'impianto, riduzione del fabbisogno in ingresso alla regolazione (fattore di contabilizzazione)
Interventi sul sottosistema di generazione ed adozione di fonti rinnovabili	Installazione di collettori solari	Riduzione del fabbisogno in uscita dalla generazione ($Q_{gen,out}$)
	Sostituzione del generatore con generatori multipli o sistemi più efficienti	Miglioramento del rendimento di generazione ed incremento della quota rinnovabile
	Installazione di moduli fotovoltaici	Riduzione del prelievo di energia elettrica dalla rete

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

Riepilogo scenari

N°	Descrizione	C [€]	ΔS_{gl} [€/anno]	t_r [anni]	$\Delta EP_{gl,nren}$ [kWh _p /m ² anno]	Classe energetica
1	Riqualificazione energetica edificio-impianto	312423,88	10013,68	31,2	256,60	C

Legenda:

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

5.1 Riqualificazione energetica edificio-impianto

Dati generali

Numero	1
Descrizione	Riqualificazione energetica edificio-impianto
Lavoro di riferimento	SPAZIO KOR_PO.E0001
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl,nren}$ 256,60 kWh _p /m ² anno
Classe energetica raggiungibile	C

5.1.1 Riqualificazione edificio-impianto

Caratteristiche intervento

1) INTERVENTO IMPIANTISTICO TERMOIDRAULICO

Miglioramento del sistema di produzione calore mediante sostituzione della caldaia esistente, funzionante a gas metano, con sistema ibrido costituito da caldaia a condensazione dotata di bruciatore modulante (campo 20% - 100%) a basse emissioni di NOx abbinato a pompa di calore del tipo aria/acqua.

Efficientamento del sistema di emissione esistente, del tipo a pavimento radiante, mediante integrazione con sistema ad aria costituito da termoventilanti canalizzabili (a ricircolo) con batteria di scambio termico idonea per alimentazione con acqua a bassa temperatura (45/40°C).

Tale integrazione si pone l'obiettivo di ottimizzare i consumi energetici dell'impianto di climatizzazione invernale mediante razionalizzazione delle modalità di conduzione. Più precisamente l'impianto a pavimento radiante risulterà preposto al mantenimento di una temperatura interna ridotta durante il regime di attenuazione (periodo di non utilizzo degli ambienti) ed al contempo consentirà di ottimizzare la temperatura operante degli ambienti. L'impianto ad aria consentirà di ridurre i tempi di messa a regime della temperatura ambiente, riducendo pertanto gli orari di funzionamento dell'impianto stesso, e meglio si adeguerà al variare dei carichi termici determinati dai picchi di affluenza che si verificano in occasione degli eventi con conseguenti benefici sia in termini energetiche che di comfort.

2) SOSTITUZIONE SERRAMENTI

L'intervento proposto consiste nel miglioramento delle prestazioni energetiche delle componenti finestrate mediante sostituzione dei serramenti esistenti sulla facciata nord del fabbricato con nuovi serramenti in legno ad alte prestazioni energetiche, basso emissivi, a taglio termico.

3) ISOLAMENTO STRUTTURE OPACHE

L'intervento proposto consiste nel miglioramento delle prestazioni energetiche delle strutture opache orizzontali rivolte verso il sottotetto mediante stesura di doppio strato incrociato di materassino in fibra minerale di adeguato spessore (vedere stratigrafia) e classe A1 di reazione al fuoco (incombustibile).

4) INSTALLAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Miglioramento dell'efficienza di generazione del calore e riduzione delle emissioni inquinanti mediante installazione di generatore fotovoltaico sulla copertura del corpo di fabbrica presso il quale è ubicato lo spazio tecnico ospitante il generatore di calore a servizio esclusivo dell'edificio in oggetto.

5) SOSTITUZIONE CORPI ILLUMINANTI CON PROIETTORI LED

Miglioramento dell'efficienza del sistema di illuminazione interno mediante sostituzione dei corpi illuminanti esistenti (a idrouri metallici) con nuovi proiettori a led al fine di ridurre sia i consumi elettrici sia gli oneri di manutenzione in ragione della maggior vita utile di questi ultimi.

5.1.2 Prestazioni raggiungibili

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

5.1.2.1 Edificio

Consumi (Co)

Servizio	Metano [Sm ³]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	19286	496	-97,4
Globale	19286	496	-97,4

Servizio	Energia elettrica [kWh]		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	4591	36506	695,2
Acqua calda sanitaria (W)	330	148	-55,1
Illuminazione (L)	10596	3944	-62,8
Globale	15517	40598	161,6

Rendimenti (η) [%]

Sottosistema	Riscaldamento idronico (H _{idr})		
	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Emissione (η _{em})	88,4	89,3	1,0
Regolazione (η _{reg})	91,0	94,0	3,3
Distribuzione di utenza (η _{du})	95,0	95,0	0,0
Accumulo (η _s)	100,0	99,9	-0,1
Distribuzione primaria (η _{dp})	100,0	100,0	0,0
Generazione (η _{gen,ut})	97,7	250,6	156,3
Generazione (η _{gen,p,nren})	90,4	133,1	47,2
Generazione (η _{gen,p,tot})	89,8	65,6	-26,9
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	68,7	112,6	63,9
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	68,0	53,3	-21,6
Valore limite (η_{lim})	74,1	-	-

Sottosistema	Acqua calda sanitaria (W)		
	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 (η _{gen,ut})	75,0	75,0	0,0
Generazione (η _{gen,p,nren})	38,5	38,5	0,0
Generazione (η _{gen,p,tot})	31,0	31,0	0,0
Globale medio stagionale (η_{g,p,nren})	35,6	79,2	122,5
Globale medio stagionale (η_{g,p,tot})	28,7	42,4	47,7
Valore limite (η_{lim})	0,0	-	-

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

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore limite
Riscaldamento (H)	257,02	160,46	-37,6	62,36
Raffrescamento (C)	26,11	37,39	43,2	29,84

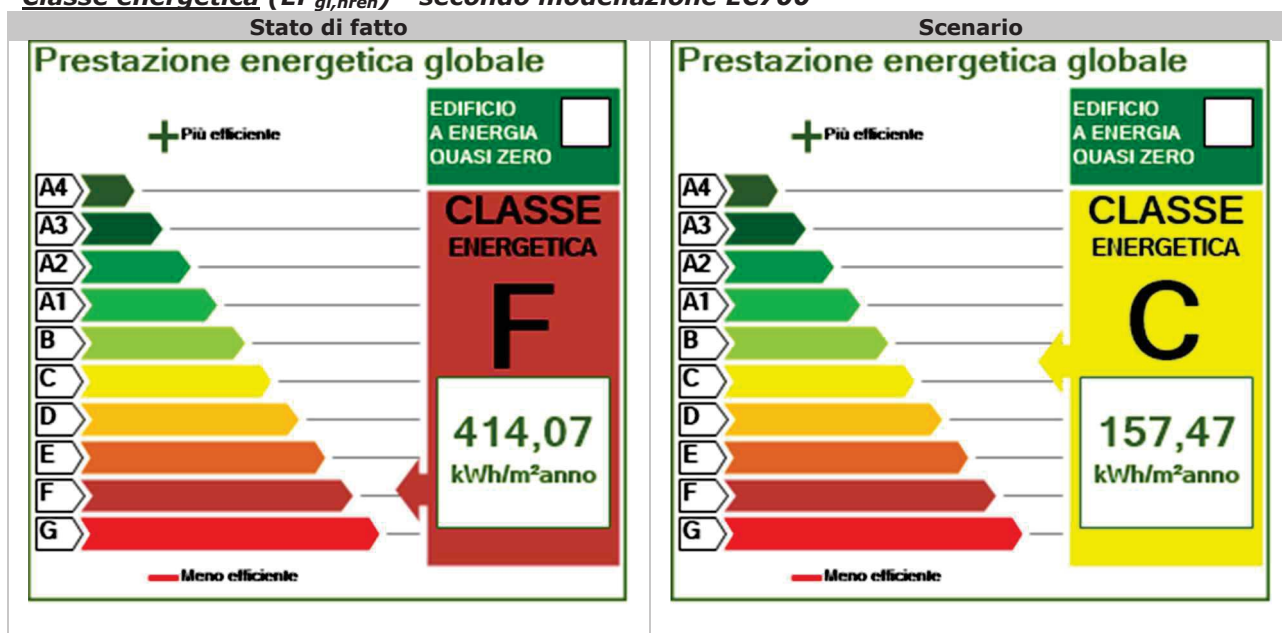
Indici di prestazione energetica dell'edificio (EP) [kWh_p/m^2]

Non rinnovabile (EP_{nren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	374,16	142,52	-61,9
Acqua calda sanitaria (W)	1,21	0,54	-55,1
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	38,70	14,40	-62,8
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	414,07	157,47	-62,0

Rinnovabile (EP_{ren})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	4,04	158,49	3821,7
Acqua calda sanitaria (W)	0,29	0,47	62,1
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	9,33	12,34	32,3
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	13,66	171,30	1154,0

Totale (EP_{tot})			
Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	378,21	301,01	-20,4
Acqua calda sanitaria (W)	1,50	1,01	-32,3
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	48,03	26,74	-44,3
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	427,73	328,77	-23,1
Valore limite ($EP_{gl,tot,lim}$)	133,70	-	-

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



Quota rinnovabile (QR) [%]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]	Valore minimo
Riscaldamento (H)	1,1	52,7	4828,8	-
Acqua calda sanitaria (W)	19,4	46,5	139,5	50
Raffrescamento (C)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (H + W + C)	1,1	52,6	4514,0	20 / 35 / 50
Ventilazione (V)	0,0	0,0	0,0	-
Illuminazione (L)	19,4	46,1	137,5	-
Trasporto (T)	0,0	0,0	0,0	-
Globale (GI)	3,2	52,1	1531,2	-

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

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

Emissioni (Em_{CO2}) [kg]

Servizio	Stato di fatto	Scenario	Δ [%]
Riscaldamento (H)	40274,64	17773,93	-55,9
Acqua calda sanitaria (W)	151,85	68,25	-55,1
Raffrescamento (C)	0,00	0,00	0,0
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0
Illuminazione (L)	4874,16	1814,01	-62,8
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0
Globale (GI)	45300,65	19656,19	-56,6

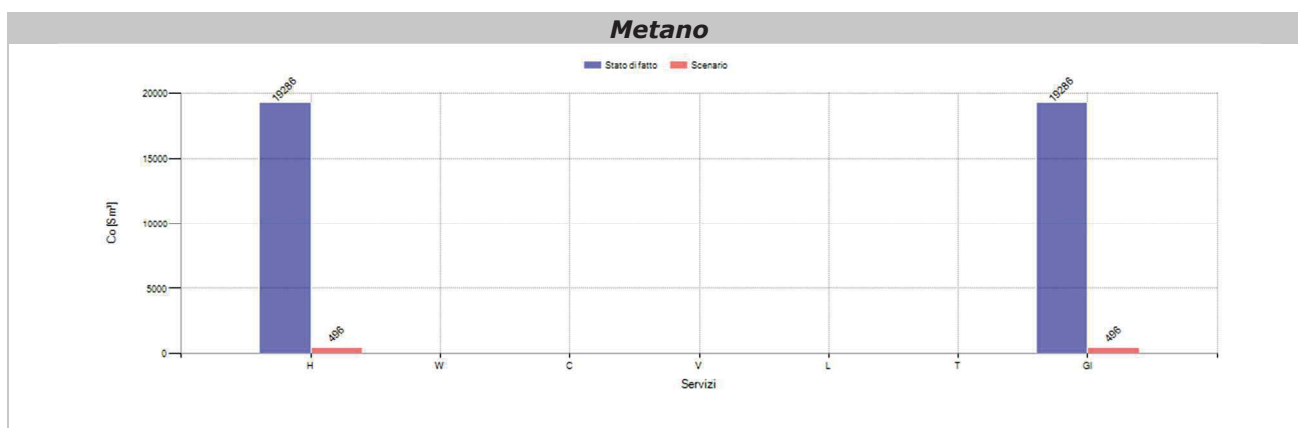
Legenda:

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

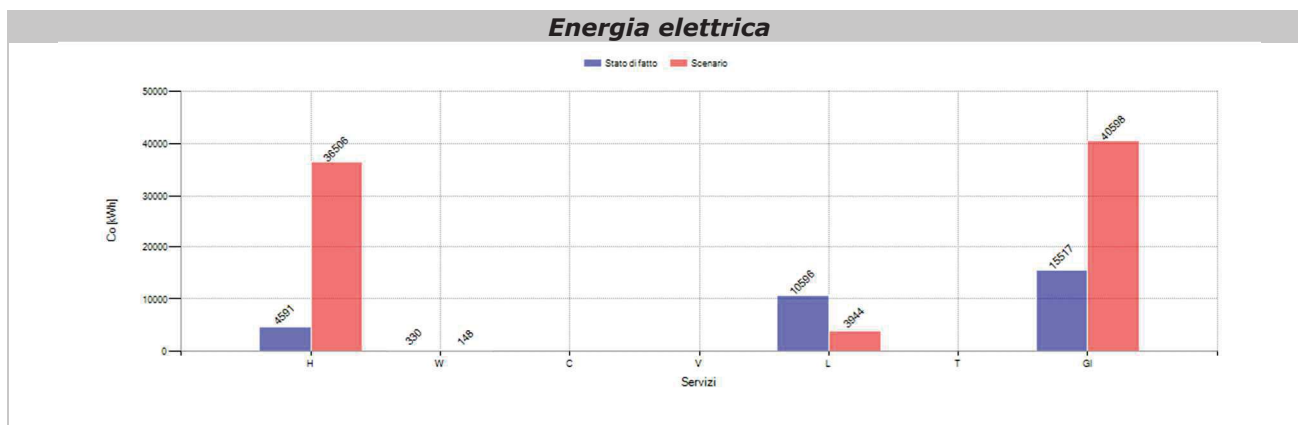
Grafici

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

Consumi di combustibile ed energia elettrica



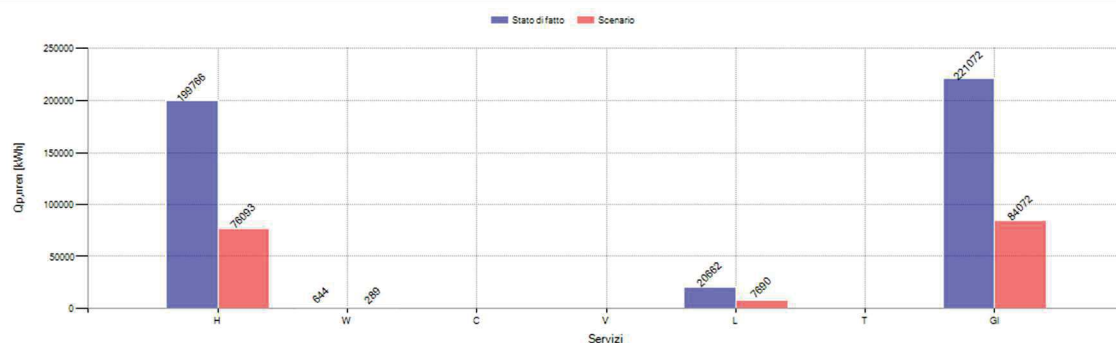
Servizio	Co _{in} [Sm³]	Co _{fin} [Sm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	19286	496	-97,4
Acqua calda sanitaria (W)	0	0	0,0
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	0	0	0,0
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	19286	496	-97,4



Servizio	Co _{in} [kWh]	Co _{fin} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	4591	36506	695,2
Acqua calda sanitaria (W)	330	148	-55,1
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	10596	3944	-62,8
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	15517	40598	161,6

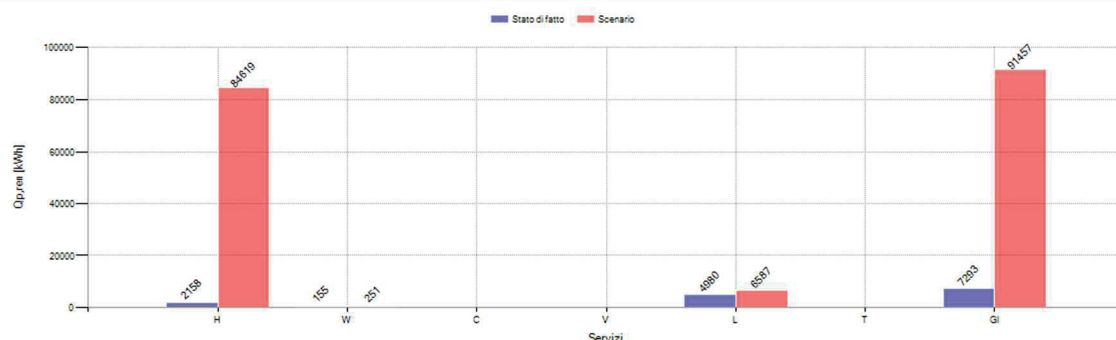
Consumi di energia primaria

Non rinnovabile



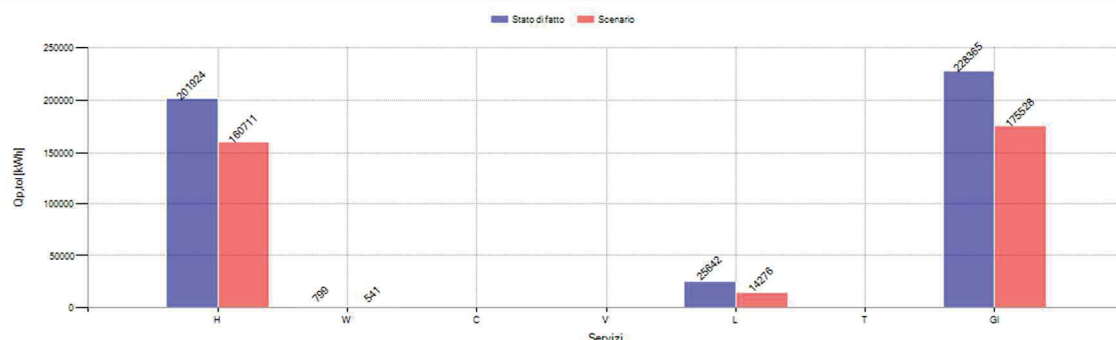
Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	199766	76093	-61,9
Acqua calda sanitaria (W)	644	289	-55,1
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	20662	7690	-62,8
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	221072	84072	-62,0

Rinnovabile



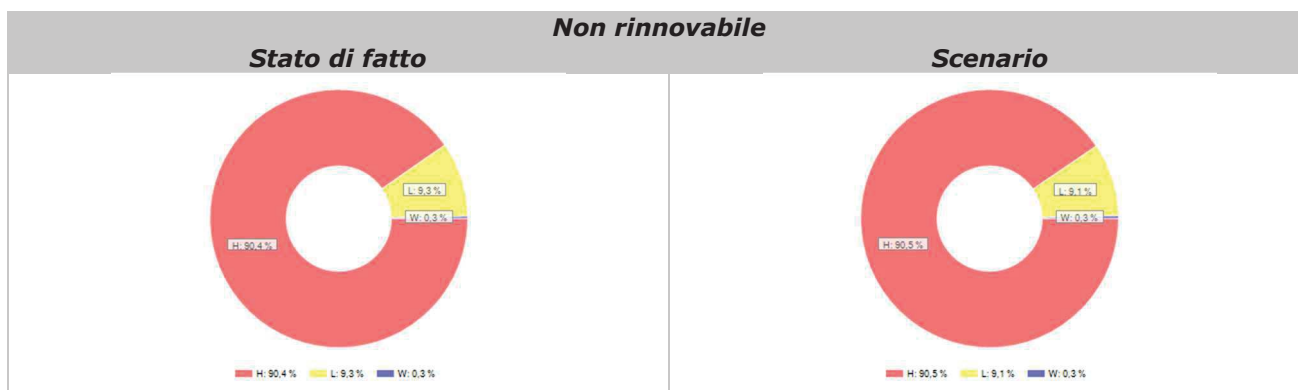
Servizio	Q _{p,ren,in} [kWh _p]	Q _{p,ren,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	2158	84619	3821,7
Acqua calda sanitaria (W)	155	251	62,1
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	4980	6587	32,3
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	7293	91457	1154,0

Totale

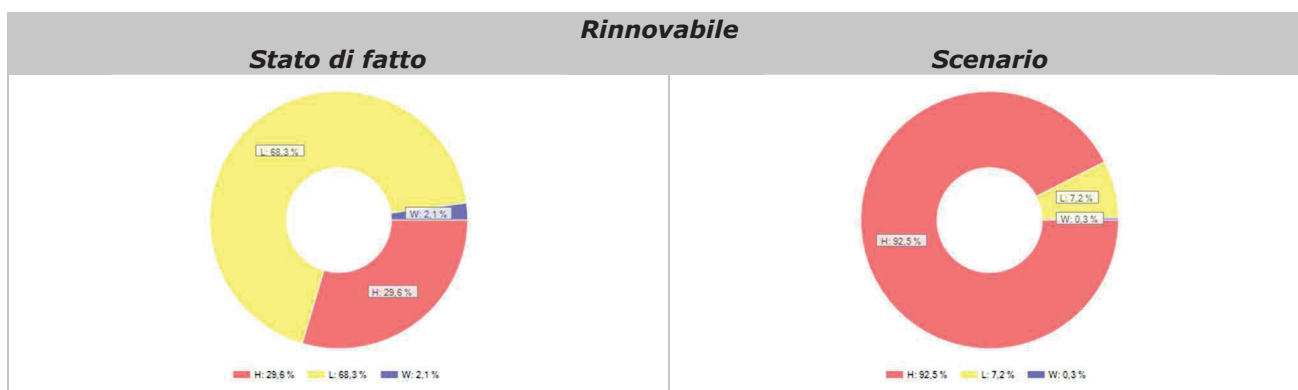


Servizio	Q _{p,tot,in} [kWh _p]	Q _{p,tot,fin} [kWh _p]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	201924	160711	-20,4
Acqua calda sanitaria (W)	799	541	-32,3
Raffrescamento (C)	0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0	0,0
Illuminazione (L)	25642	14276	-44,3
Trasporto (T)	0	0	0,0
Globale (GI)	228365	175528	-23,1

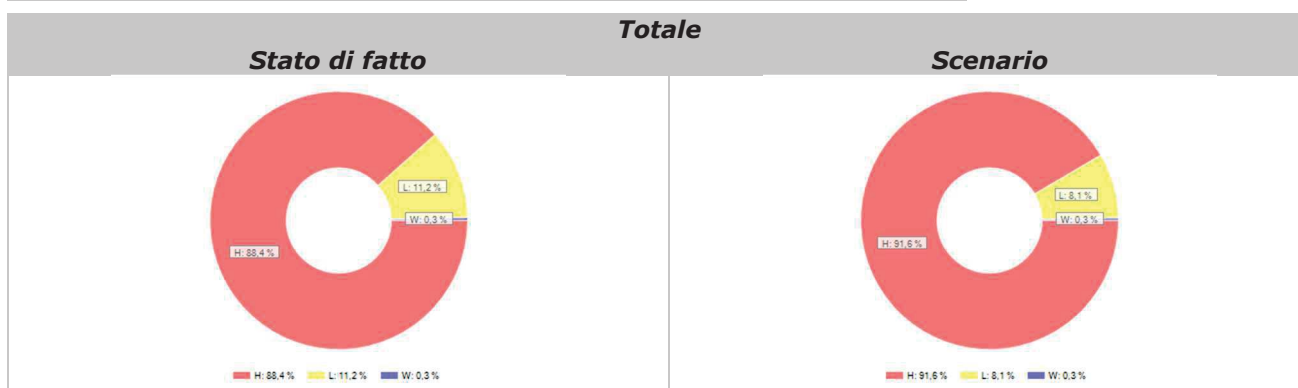
Suddivisione dell'energia primaria globale per servizio



Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	199766	90,4	76093	90,5
Acqua calda sanitaria (W)	644	0,3	289	0,3
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	20662	9,3	7690	9,1
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	221072	100,0	84072	100,0

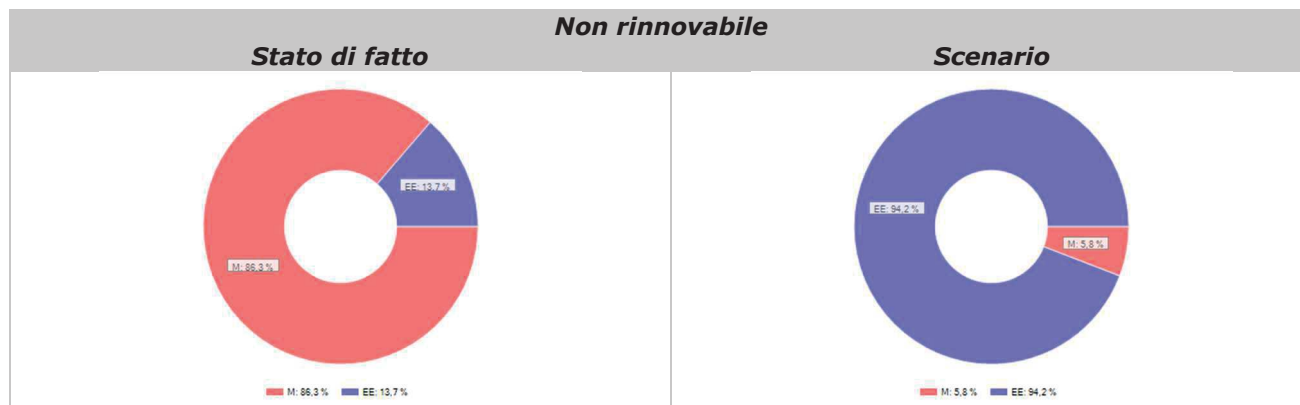


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	2158	29,6	84619	92,5
Acqua calda sanitaria (W)	155	2,1	251	0,3
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	4980	68,3	6587	7,2
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	7293	100,0	91457	100,0

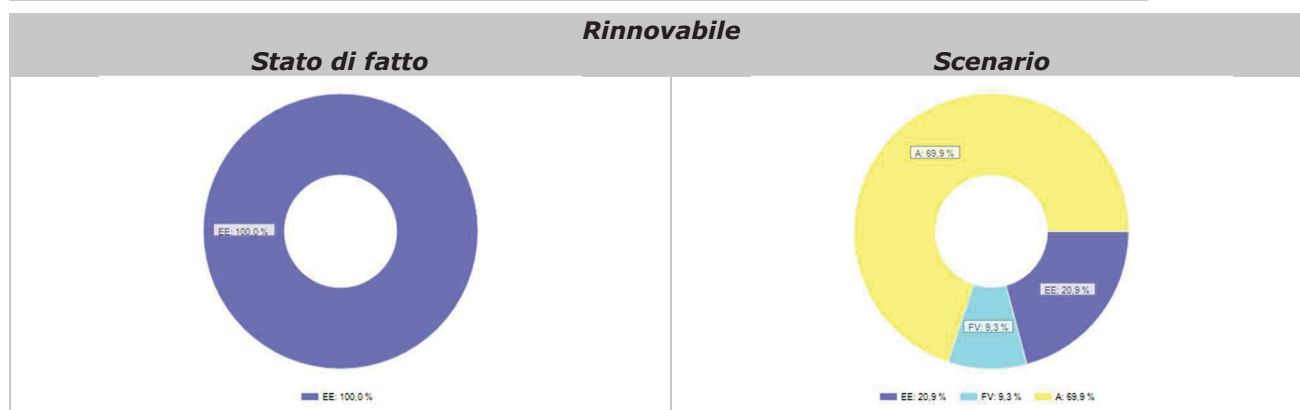


Servizio	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Riscaldamento (H)	201924	88,4	160711	91,6
Acqua calda sanitaria (W)	799	0,3	541	0,3
Raffrescamento (C)	0	0,0	0	0,0
Ventilazione (V)	0	0,0	0	0,0
Illuminazione (L)	25642	11,2	14276	8,1
Trasporto (T)	0	0,0	0	0,0
Globale (GI)	228365	100,0	175528	100,0

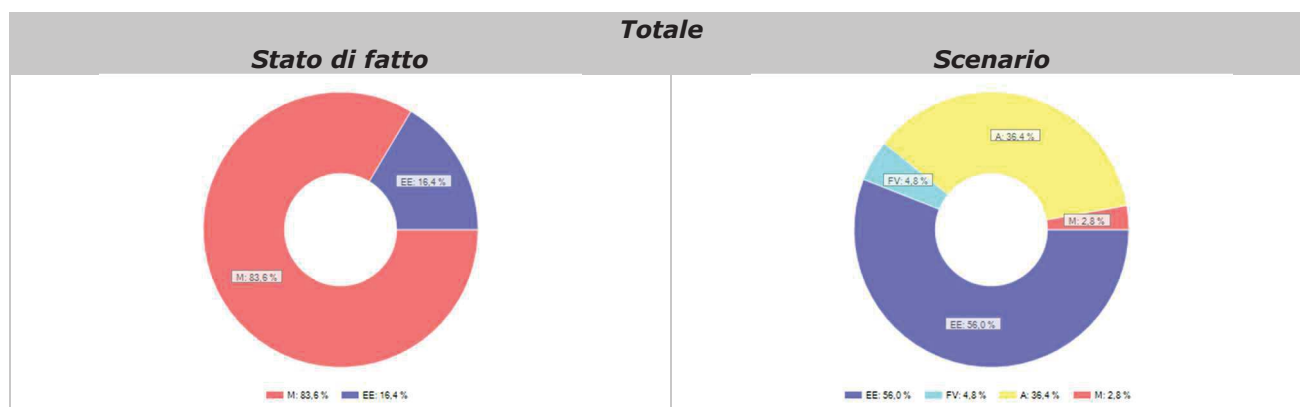
Suddivisione dell'energia primaria globale per vettore energetico



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,nren} [kWh _p]	%	Q _{p,nren} [kWh _p]	%
Metano (M)	190814	86,3	4907	5,8
Energia elettrica (EE)	30258	13,7	79165	94,2
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	0	0,0
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	0	0,0
Totale	221072	100,0	84072	100,0

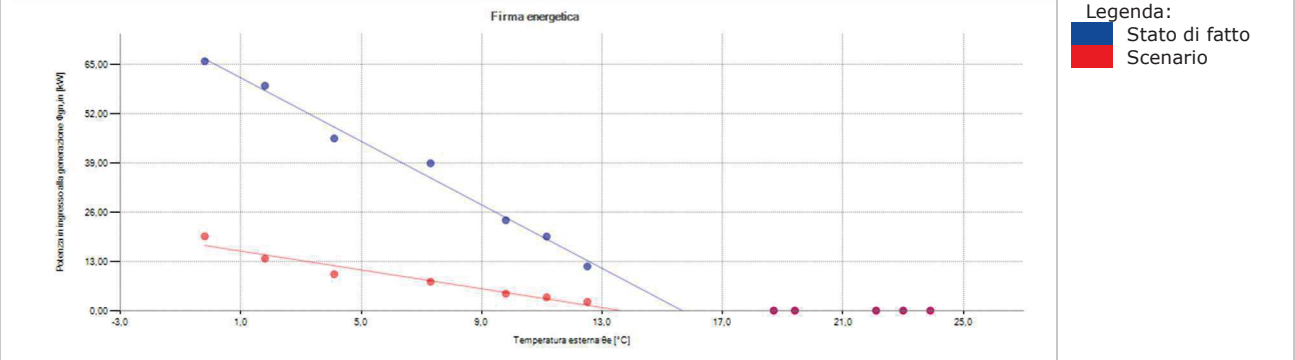


Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,ren} [kWh _p]	%	Q _{p,ren} [kWh _p]	%
Metano (M)	0	0,0	0	0,0
Energia elettrica (EE)	7293	100,0	19081	20,9
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	8463	9,3
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	63913	69,9
Totale	7293	100,0	91457	100,0



Vettore energetico	Stato di fatto		Scenario	
	Q _{p,tot} [kWh _p]	%	Q _{p,tot} [kWh _p]	%
Metano (M)	190814	83,6	4907	2,8
Energia elettrica (EE)	37551	16,4	98246	56,0
Solare termico (ST)	0	0,0	0	0,0
Solare fotovoltaico (FV)	0	0,0	8463	4,8
Ambiente esterno (pompa di calore) (A)	0	0,0	63913	36,4
Totale	228365	100,0	175528	100,0

Firma energetica invernale (24 h)



Mese	θe [°C]	Stato di fatto				Scenario	
		g [g]	QH,gen,in [kWh _t /el.]	ΦH,gen,in [kW _t /el.]	g [g]	QH,gen,in [kWh _t /el.]	ΦH,gen,in [kW _t /el.]
gennaio	-0,2	31	49013	65,88	31	14598	19,62
febbraio	4,1	28	30569	45,49	28	6469	9,63
marzo	9,8	31	17757	23,87	31	3325	4,47
aprile	12,5	15	4199	11,66	15	830	2,30
maggio	18,7	0	0	0,00	0	0	0,00
giugno	23,0	0	0	0,00	0	0	0,00
luglio	23,9	0	0	0,00	0	0	0,00
agosto	22,1	0	0	0,00	0	0	0,00
settembre	19,4	0	0	0,00	0	0	0,00
ottobre	11,2	17	7981	19,56	17	1442	3,53
novembre	7,3	30	28019	38,92	30	5493	7,63
dicembre	1,8	31	44189	59,39	31	10227	13,75
TOTALE		183	181728	-	183	42385	-

Legenda:

- θe Temperatura esterna media
- g Giorni
- Qgen,in Fabbisogno in ingresso alla generazione
- Φgen,in Potenza in ingresso alla generazione

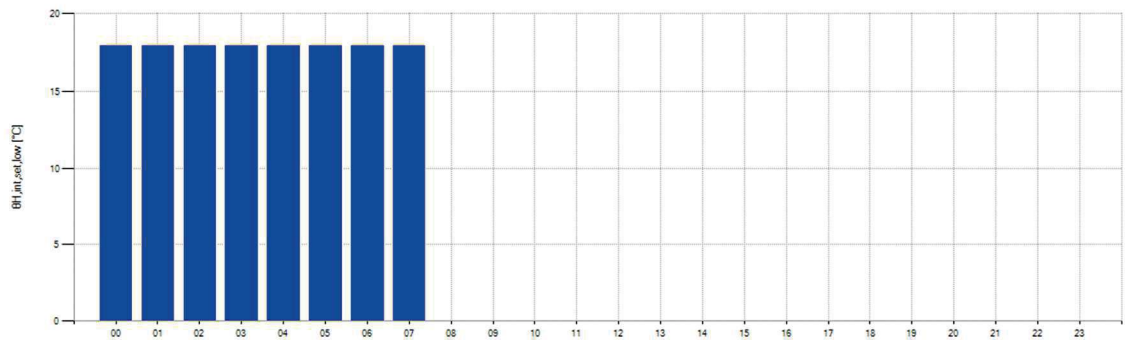
Appendice A Profili di intermittenza

Profilo 1 - Profilo orario Ingresso - Feriale

Regime di funzionamento

		Ore del giorno																							
		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Spegnimento																									
Attenuazione		X	X	X	X	X	X	X	X																
$\theta_{H,int,set,low}$ [°C]		18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0																

Istogramma delle temperature ridotte

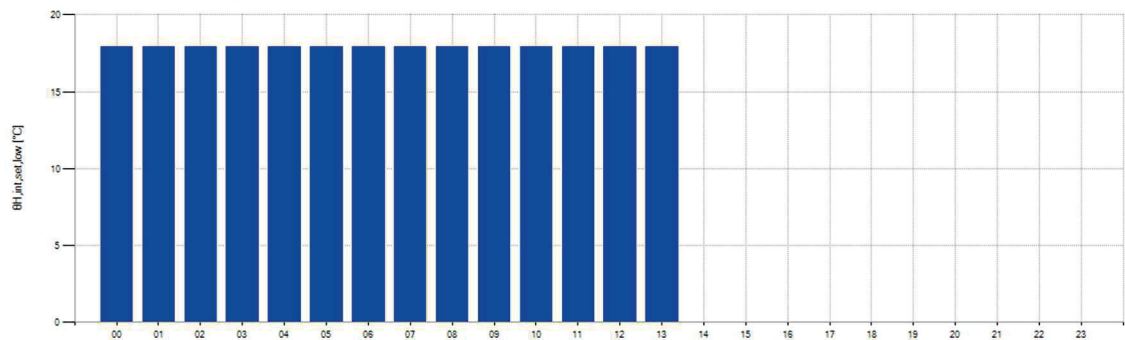


Profilo 2 - Profilo orario Ingresso - Festivo

Regime di funzionamento

		Ore del giorno																							
		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Spegnimento																									
Attenuazione		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
$\theta_{H,int,set,low}$ [°C]		18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0											

Istogramma delle temperature ridotte

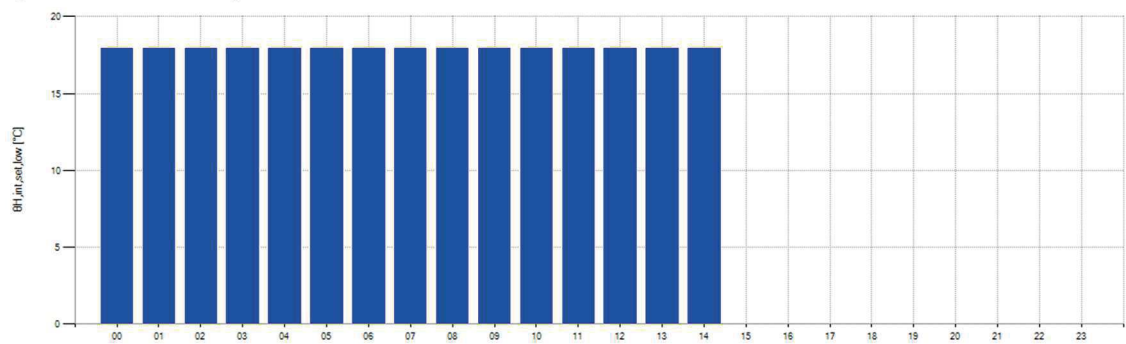


Profilo 3 - Profilo orario Teatro / Sala - Feriale

Regime di funzionamento

	Ore del giorno																							
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Spegnimento																								
Attenuazione	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
$\theta_{H,int,set,low}$ [°C]	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0									

Istogramma delle temperature ridotte



Profilo 4 - Profilo orario Teatro / Sala - Festivo

Regime di funzionamento

	Ore del giorno																							
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Spegnimento																								
Attenuazione	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
$\theta_{H,int,set,low}$ [°C]	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0									

Istogramma delle temperature ridotte

