



PROVINCIA DI MANTOVA
COMUNE DI PORTO MANTOVANO

PROGETTO ESECUTIVO

“INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE E RIQUALIFICAZIONE PER L’EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL FABBRICATO SCOLASTICO CON DESTINAZIONE AD ASILO NIDO SITO IN VIA UGO FOSCOLO NEL COMUNE DI PORTO MANTOVANO”

Bando di Regione Lombardia 2025 Sostenibilità ed Efficienza Energetica degli Edifici Pubblici

CUP: C33C25000920006

GRUPPO DI LAVORO

Arch. Riccardo Forcellini – Arch. Luca Giovannoni – Arch. Monica Coghi – Arch. Roberto Rei
Ing. Metello Bianchi - Per. Ind. Enrico Taino

STUDIO DI ARCHITETTURA

FORCELLINIRICCARDO & GIOVANNONILUCA ARCHITETTI

Via Della Certosa, 16 – 46100 Mantova

LUGLIO 2026

PROGETTISTA e C.S.P.: ARCH. LUCA GIOVANNONI

RUP: ARCH. ROSANNA MOFFA

SINDACO: DOTT.SSA MARIA PAOLA SALVARANI

DIAGNOSI ENERGETICA

C

Indice

1. Premessa

- 1.1 Descrizione generale della diagnosi e del sistema edificio-impianto
- 1.2 Descrizione del metodo di lavoro e servizi considerati
- 1.3 Riferimenti del REDE e dell'eventuale staff/gruppo di lavoro
- 1.4 Dichiarazione in ordine a possibili conflitti di interesse

2. Presentazione generale del sito - dati di base

- 2.1 Informazioni generali sul sistema edificio-impianto
- 2.2 Collegamenti alle reti
- 2.3 Consumo di energia dei vettori considerati
- 2.4 Tariffe utilizzate per i calcoli economici
- 2.5 Modalità di esercizio, manutenzione ed aspetti legati al facility management

3. Descrizione del sistema edificio-impianto

- 3.1 Involucro edilizio
- 3.2 Sistemi di riscaldamento, acqua calda sanitaria, raffrescamento, ventilazione meccanica
- 3.3 Impianti elettrici
- 3.4 Altri impianti

4. Analisi dei consumi energetici

- 4.1 Consumi effettivi dell'edificio
- 4.2 Valutazione dei costi per l'approvvigionamento energetico e per la gestione

5. Simulazione del sistema edificio-impianto

- 5.1 Descrizione dei parametri utilizzati per il calcolo della prestazione energetica
- 5.2 Risultati della simulazione (indicatori e consumi)
- 5.3 Validazione del modello: confronto tra consumi effettivi e calcolati (stagione media)

6. Interventi di riqualificazione energetica

- 6.1 Individuazione delle potenziali aree di intervento
- 6.2 Interventi sull'involucro edilizio
- 6.3 Interventi sugli impianti
- 6.4 Interventi sugli impianti elettrici
- 6.5 Monitoraggio dei consumi
- 6.6 Utilizzo di fonti rinnovabili
- 6.7 Scenari di intervento e analisi dei risparmi

7. Analisi costi e benefici degli interventi

- 7.1 Verifica di sussistenza delle condizioni di accesso ai benefici fiscali
- 7.2 Analisi costi-benefici degli interventi
- 7.3 Individuazione degli interventi ritenuti più significativi
- 7.4 Energia primaria, emissioni e classi energetiche

8. Conclusioni

- 8.1 Sintesi dell'attuale livello di consumo
- 8.2 Sintesi dei principali interventi di risparmio energetico considerati
- 8.3 Tabelle riassuntive: situazione attuale e possibili risparmi
- 8.4 Tempi di ritorno per ogni misura di risparmio

Nota: il presente sommario segue l'indice per una diagnosi energetica esaustiva in conformità alle UNI CEI EN 16247-2 e UNI/TR 11775, Appendice B.

1. PREMESSA

1.1 Descrizione generale della diagnosi e del sistema edificio-impianto

Descrizione e scopo della diagnosi

L'obiettivo della presente diagnosi energetica è definire lo stato di fatto dell'edificio dal punto di vista energetico-prestazionale e individuare interventi di riqualificazione da attuare e promuovere per incrementarne l'efficienza energetica, con particolare attenzione al rapporto tra costi di investimento e benefici attesi.

Questa relazione di sintesi riporta l'analisi sui consumi energetici, gli scenari di intervento analizzati tra cui si indica l'intervento raggiungibile. Il consumo annuale dell'edificio nel suo stato attuale è ricavato dalla raccolta delle bollette

Descrizione sintetica dell'edificio

L'edificio con un solo piano fuori terra presenta una struttura in laterocemento costruita negli anni '70 con ampie vetrate in prevalenza con vetro singolo e telaio in alluminio; solo alcune finestre sono in legno.

L'impianto di riscaldamento è del tipo a radiatori con caldaia tradizionale a basamento termoregolata con sola regolazione climatica in centrale ed il raffrescamento avviene mediante un impianto canalizzato ad espansione diretta con due unità ventilanti termoregolate per zona.

La produzione di acqua calda sanitaria avviene mediante quattro bollitori elettrici divisi per i vari blocchi servizi.

Caratteristiche identificative dell'edificio

Descrizione edificio	<i>Asilo Nido "La Tartaruga e La Cicogna"</i>
Indirizzo	<i>Via Ugo Foscolo, 12, 46047 Porto Mantovano(Mantova)</i>
Categoria DPR 412/93	<i>E.7</i>
Numero di unità immobiliari	<i>1</i>
Periodo di costruzione	<i>1977</i>

Documentazione fotografica

FOTO EDIFICIO



1.2 Descrizione del metodo di lavoro e servizi considerati

La diagnosi energetica consiste in una procedura sistematica finalizzata a conoscere il profilo di consumo energetico di un edificio, a individuare i possibili interventi di riqualificazione energetica, quantificando i risparmi conseguibili sotto il profilo di costi-benefici.

I contenuti della presente diagnosi energetica sono conformi a quanto previsto dalla UNI CEI EN 16247-1 e -2 e dal rapporto tecnico UNI/TR 11775.

Nelle figure seguenti si riportano a titolo informativo, il diagramma di flusso (Figura 1) e lo schema a blocchi (Figura 2) rappresentativi della procedura di diagnosi energetica.

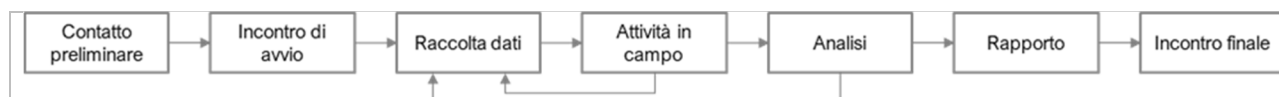


Figura 1 - Diagramma di flusso DE (rif.: UNI/TR 11775, Fig. 1)

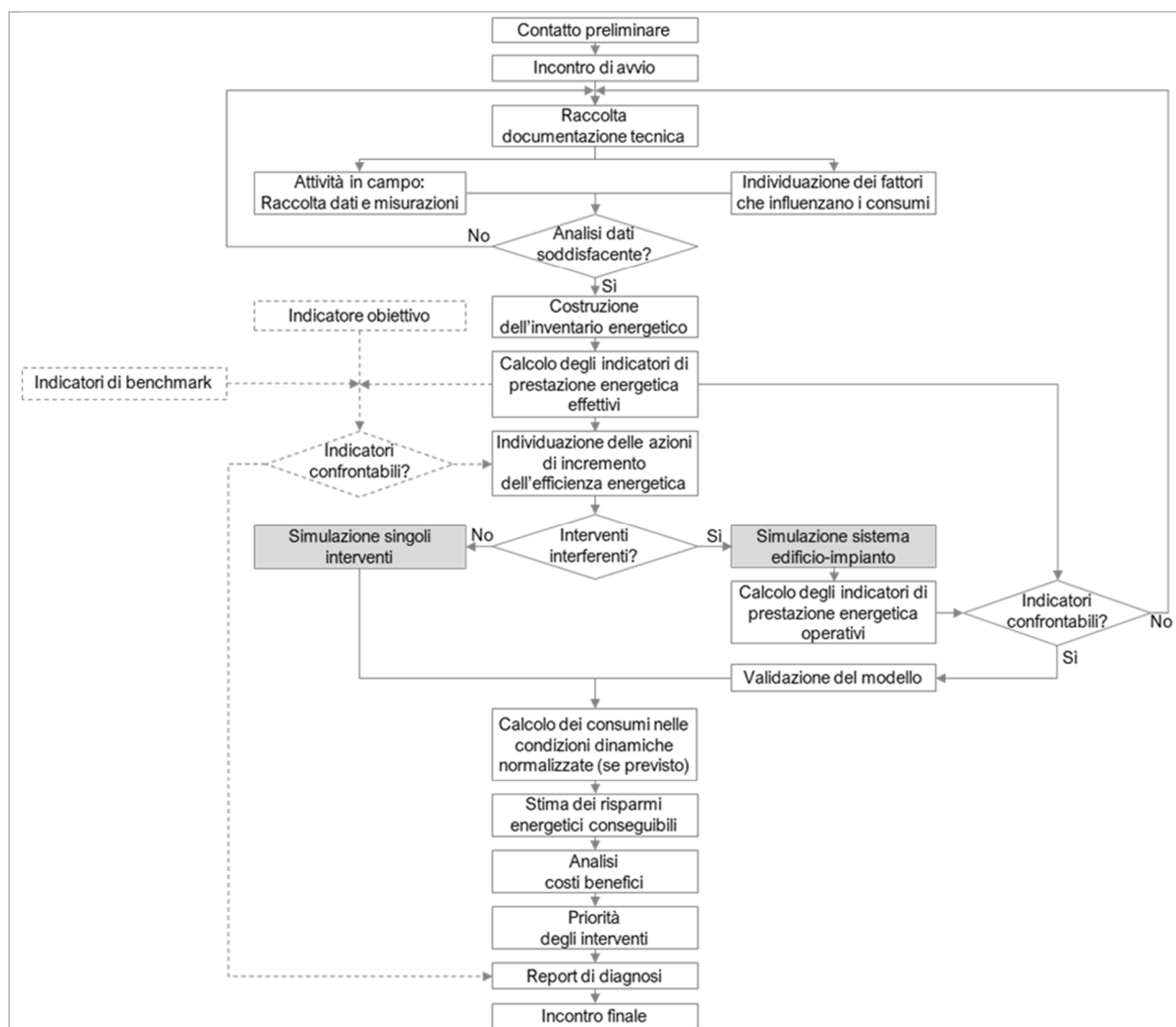


Figura 2 - Schema a blocchi (rif.: UNI/TR 11775, Fig. 2)

I servizi energetici considerati nella presente diagnosi energetica sono i seguenti: *Riscaldamento, Acqua calda sanitaria, Raffrescamento, Illuminazione*

1.3 Riferimenti del REDE e dell'eventuale staff/gruppo di lavoro

Riferimenti del REDE (Responsabile Diagnosi Energetica)

Nome / Cognome	<i>Metello Bianchi</i>
Indirizzo	<i>Via Montanara e Curtatone 33 - 46100 - Mantova (MN)</i>
Ordine professionale	<i>Ingegneri di Mantova / 1033</i>
Telefono	<i>03761855654</i>
Mail	<i>metellobianchi@9hdesign.it</i>
Nome azienda	<i>-</i>

1.4 Dichiarazione in ordine a possibili conflitti di interesse (punto 4.1.4 della UNI CEI EN 16247-1)

<i>Il sottoscritto Ing Bianchi Metello dichiara di essere in una situazione di assenza di conflitti di interesse per l'attività di diagnosi svolta</i>
--

2. PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO - DATI DI BASE

2.1 Informazioni generali sul sistema edificio-impianto

*L'edificio disposto su un solo piano fuori terra presenta una struttura in laterocemento costruita negli anni '70 con ampie vetrate in prevalenza con vetro singolo e telaio in alluminio o legno.
L'impianto di riscaldamento è del tipo a radiatori con caldaia tradizionale a basamento termoregolato con sola regolazione climatica in centrale ed il raffrescamento avviene mediante un impianto canalizzato ad espansione diretta diviso in due unità ventilanti termoregolata per zona.
La produzione di acqua calda sanitaria avviene mediante quattro bollitori elettrici divisi per i vari blocchi servizi.*

Caratteristiche dimensionali complessive dell'edificio

Superficie utile	759,90	m ²
Superficie lorda esterna	2257,26	m ²
Volume netto	2492,48	m ³
Volume lordo	3093,84	m ³
Fattore di forma (S/V)	0,73	m ⁻¹

Impianti di cui è provvisto l'edificio

Impianto	Tipologia
Riscaldamento	Autonomo
Acqua calda sanitaria	Autonomo - Separato
Raffrescamento	Autonomo
Ventilazione meccanica	Assente
Illuminazione	Presente
Trasporto di cose o persone	Assente
Solare termico	Assente
Solare fotovoltaico	Assente

2.2 Collegamenti alle reti

Riepilogo vettori energetici dell'edificio

Descrizione contatore	Vettore energetico	Servizi
1 - Contatore gas	Metano	Riscaldamento
2 - Contatore Energia Elettrica	Energia elettrica	Riscaldamento, Raffrescamento, Acqua calda sanitaria, Illuminazione

Altri vettori energetici -

2.3 Consumo di energia dei vettori considerati

Riepilogo costi e caratteristiche dei singoli vettori energetici

Vettore energetico	UM	c [€/UM]	PCI [kWh/UM]
Metano	Nm ³	0,87	9,94
Energia elettrica	kWh	0,25	1,00

2.4 Tariffe utilizzate per i calcoli economici

<i>Si utilizzano le tariffe media proposte dal Software Edilclima EC700 versione 14</i>

2.5 Modalità di esercizio, manutenzione ed aspetti legati al facility management

<i>Voce non pertinente</i>

3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO E DIAGNOSI

Specificare le eventuali metodologie di rilievo e misura adottate (termoflussimetro, termocamera, misurazioni puntuali, ...).

3.1 Involucro edilizio

3.1.1 Pareti

Pareti perimetrali in laterizio senza coibentazioni con intonaco interno; all'esterno intonaco fatta eccezione per piccole porzioni in mattoncino faccia a vista

3.1.2 Copertura

Copertura a falda verso sottotetto in laterocemento

3.1.3 Solai inferiori

Pavimento vs spazio vuoto in laterocemento non coibentato

3.1.4 Solai intermedi

Solaio vs sottotetto in laterocemento non coibentato

3.1.5 Serramenti

Serramenti con vetro singolo principalmente; finestre "piccole" con telaio in legno e tapparella e finestre "grandi" con telaio in alluminio senza taglio termico.

3.2 Sistemi di riscaldamento, acqua calda sanitaria, raffrescamento, ventilazione meccanica

3.2.1 Impianto di riscaldamento

Descrizione sintetica

Impianto di riscaldamento a radiatori con caldaia tradizionale a basamento termoregolato con sola regolazione climatica in centrale.

Impianto autonomo zona 1-Zona climatizzata

Circuito Riscaldamento Zona climatizzata

Fluido termovettore	Acqua
Regime di funzionamento	Continuato
Tipologia di emissione	Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)
Tipologia di regolazione	Solo climatica (compensazione con sonda esterna) - -
Tipologia di distribuzione	Semplificato - Autonomo, edificio singolo

Centrale termica

Configurazione	Generatore singolo
----------------	--------------------

Generatore 1 - Caldaia tradizionale

Numero	1
Tipologia	Caldaia tradizionale
Metodo di calcolo	Analitico
Marca / serie / modello	DeDietrich DTG 30 9S
Potenza utile nominale	160,00 kW

Vettore energetico

Tipologia	<i>Metano</i>	
Potere calorifico inferiore PCI	<i>9,940</i>	kWh/Nm ³
Fattore di emissione di CO ₂	<i>0,2100</i>	kg/kWh _{t/el}

3.2.2 Impianto per la produzione di acqua calda sanitaria

Descrizione sintetica

Produzione di acqua calda sanitaria mediante quattro bollitori elettrici divisi per i vari blocchi servizi.

Impianto autonomo zona 1-Zona climatizzata

Tipo di produzione	<i>Separata</i>
--------------------	-----------------

Centrale termica

Configurazione	<i>Generatore singolo</i>
----------------	---------------------------

Generatore 1 - Bollitore elettrico ad accumulo

Numero	<i>1</i>
Tipologia	<i>Bollitore elettrico ad accumulo</i>
Metodo di calcolo	<i>-</i>
Marca / serie / modello	
Potenza utile nominale	<i>4,80</i> kW

Vettore energetico

Tipologia	<i>Energia elettrica</i>	
Potere calorifico inferiore PCI	<i>-</i>	<i>-</i>
Fattore di emissione di CO ₂	<i>0,4600</i>	kg/kWh _{t/el}

3.2.3 Impianto di climatizzazione estiva

Descrizione sintetica

Impianto di climatizzazione estiva mediante due unità canalizzate ad espansione diretta di gas refrigerante; termoregolazione per zona.

Impianto autonomo zona 1-Zona climatizzata

Circuito

Regime di funzionamento	<i>Continuo</i>
Tipologia di emissione	<i>Terminali ad espansione diretta, unità interne sistemi split, ecc</i>
Tipologia di regolazione	<i>Controllori di zona - Regolazione ON-OFF</i>

Generazione

Tipologia di pompa di calore	<i>Elettrica</i>	
Marca / serie / modello	<i>Carrier 38XT (taglia 007 e taglia 014)</i>	
Coefficiente di prestazione (EER)	<i>2,47</i>	<i>-</i>
Potenza frigorifera nominale ($\Phi_{gn,nom}$)	<i>20,0 + 36,6</i>	kW
Temperatura sorgente unità esterna (θ_f)	<i>33</i>	°C
Temperatura sorgente unità interna (θ_c)	<i>19</i>	°C

Vettore energetico

Tipologia	Energia elettrica	
Potere calorifico inferiore PCI	-	-
Fattore di emissione di CO ₂	0,4600	kg/kWh _{t/el}

3.2.4 Sistemi di termoregolazione

Descrizione sintetica

Sola regolazione climatica in centrale; radiatori senza termoregolazione

3.3 Impianti elettrici

3.3.1 Impianto di illuminazione

Descrizione sintetica

Lampade tradizionali fluorescenti

3.4 Altri impianti

3.4.1 Impianto di trasporto di cose o persone

Descrizione sintetica

Assenti

3.4.2 Altri sistemi

Descrizione sintetica

Assenti

4. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

Nel presente paragrafo si analizzano i consumi effettivi dei singoli vettori energetici, derivanti da letture e bollette, suddividendoli tra i servizi presenti nell'edificio (inventario energetico).

4.1 Consumi effettivi dell'edificio

4.1.1 Contatore gas

Codice POD o PDR	R05300030E14008005
Vettore energetico	Metano
Contatore a servizio di:	Zona 1 - Zona climatizzata
Servizi:	H

STAGIONE Maggio2024 / Aprile 2025

Inventario energetico dei consumi effettivi

Servizio	Consumo effettivo [Nm³]	Consumi 
Riscaldamento idronico (Hidr)	18027	
Totale	18027	

Letture

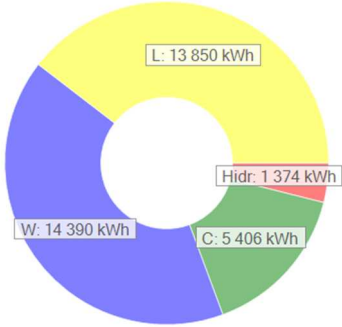
Periodo	Descrizione	Consumo [Nm³]
dal 01/05/2024 al 31/05/2024	Maggio 2024	1389
dal 01/06/2024 al 30/06/2024	Giugno 2024	176
dal 01/07/2024 al 31/07/2024	Luglio 2024	0
dal 01/08/2024 al 31/08/2024	Agosto 2024	0
dal 01/09/2024 al 30/09/2024	Settembre 2024	0
dal 01/10/2024 al 31/10/2024	Ottobre 2024	397
dal 01/11/2024 al 30/11/2024	Novembre 2024	2689
dal 01/12/2024 al 31/12/2024	Dicembre 2024	3554
dal 01/01/2025 al 31/01/2025	Gennaio 2025	3795
dal 01/02/2025 al 28/02/2025	Febbraio 2025	2973
dal 01/03/2025 al 31/03/2025	Marzo 2025	2249
dal 01/04/2025 al 30/04/2025	Aprile 2025	981
Totale	-	18203

4.1.2 Contatore Energia Elettrica

Codice POD o PDR	IT001E14699788
Vettore energetico	Energia elettrica
Contatore a servizio di:	Zona 1 - Zona climatizzata
Servizi:	H, C, W, L

STAGIONE Maggio 2024 / Aprile 2025

Inventario energetico dei consumi effettivi

Servizio	Consumo effettivo [kWh]	Consumi 
Riscaldamento idronico (Hidr)	1374	
Raffrescamento (C)	5406	
Acqua calda sanitaria (W)	14390	
Illuminazione (L)	13850	
Totale	35020	

Letture

Periodo	Descrizione	Consumo [kWh]
dal 01/05/2024 al 31/05/2024	Maggio 2024	1235
dal 01/06/2024 al 30/06/2024	Giugno 2024	1314
dal 01/07/2024 al 31/07/2024	Luglio 2024	1786
dal 01/08/2024 al 31/08/2024	Agosto 2024	7364
dal 01/09/2024 al 30/09/2024	Settembre 2024	13123
dal 01/10/2024 al 31/10/2024	Ottobre 2024	1870
dal 01/11/2024 al 30/11/2024	Novembre 2024	1497
dal 01/12/2024 al 31/12/2024	Dicembre 2024	1454
dal 01/01/2025 al 31/01/2025	Gennaio 2025	1456
dal 01/02/2025 al 28/02/2025	Febbraio 2025	1388
dal 01/03/2025 al 31/03/2025	Marzo 2025	1362
dal 01/04/2025 al 30/04/2025	Aprile 2025	1171
Totale	-	35020

4.2 Valutazione dei costi di gestione e approvvigionamento

Voce non pertinente

5. SIMULAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Nel presente paragrafo si riportano:

- una descrizione dei parametri utilizzati per il calcolo della prestazione energetica, eventualmente modificati rispetto alle condizioni standard, per adattare il modello alle reali condizioni di utilizzo;
- i risultati della simulazione del sistema edificio-impianto con calcolo del consumo e degli indicatori di prestazione energetica operativi per i servizi considerati;
- la validazione del modello con confronto tra i consumi e gli indicatori di prestazione energetica operativi (calcolati) ed effettivi (reali), indicando lo scostamento in termini percentuali.

5.1 Descrizione dei parametri utilizzati per il calcolo della prestazione energetica

Descrizione sintetica dei parametri modificati

Secondo calcolo regolamentare A1/A2 e UNI EN 15459

5.2 Risultati della simulazione (indicatori e consumi)

5.2.1 Contatore gas

Codice POD o PDR *R05300030E14008005*

Vettore energetico *Metano*

Contatore a servizio di: *Zona 1 - Zona climatizzata*

Dati climatici mensili (stagione media)

Tipologia *Convenzionali (secondo UNI 10349)*

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ_{est} [°C]	1,5	2,3	8,4	12,9	18,0	22,1	23,5	24,6	19,3	12,7	7,5	3,4
$H_{or,dir}$ [W/m ²]	28,9	50,9	85,6	110,0	127,3	169,0	156,3	151,6	103,0	45,1	26,6	27,8
$H_{or,dif}$ [W/m ²]	24,3	40,5	55,6	78,7	99,5	110,0	106,5	91,4	70,6	44,0	33,6	19,7

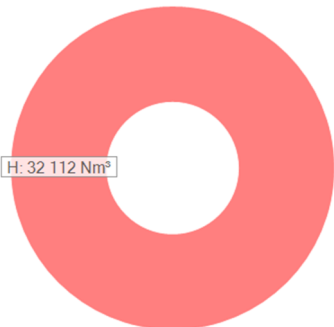
Legenda:

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

Consumi

Servizio	Consumo (Co,calc) [Nm ³]	Consumi calcolati
Riscaldamento (H)	32112	
Globale (GI)	32112	
		

5.2.2 Contatore Energia Elettrica

Codice POD o PDR *IT001E14699788*

Vettore energetico Energia elettrica

Contatore a servizio di: Zona 1 - Zona climatizzata

Dati climatici mensili (stagione media)

Tipologia Convenzionali (secondo UNI 10349)

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
θ_{est} [°C]	1,5	2,3	8,4	12,9	18,0	22,1	23,5	24,6	19,3	12,7	7,5	3,4
$H_{or,dir}$ [W/m ²]	28,9	50,9	85,6	110,0	127,3	169,0	156,3	151,6	103,0	45,1	26,6	27,8
$H_{or,dif}$ [W/m ²]	24,3	40,5	55,6	78,7	99,5	110,0	106,5	91,4	70,6	44,0	33,6	19,7

Legenda:

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

Consumi

Servizio	Consumo (Co,calc) [kWh]	
Riscaldamento (H)	1816	
Raffrescamento (C)	4137	
Acqua calda sanitaria (W)	10245	
Illuminazione (L)	9974	
Globale (GI)	26172	

Consumi calcolati

5.3 Validazione del modello: confronto tra consumi reali e calcolati (stagione media)

Nel presente paragrafo si riportano i risultati relativi alla validazione del modello che avviene attraverso il confronto tra i consumi operativi (calcolati) e quelli effettivi (reali), con indicazione dello scostamento percentuale.

5.3.1 Contatore gas

Codice POD o PDR R05300030E14008005

Vettore energetico Metano

Contatore a servizio di: Zona 1 - Zona climatizzata

Stagione di riscaldamento

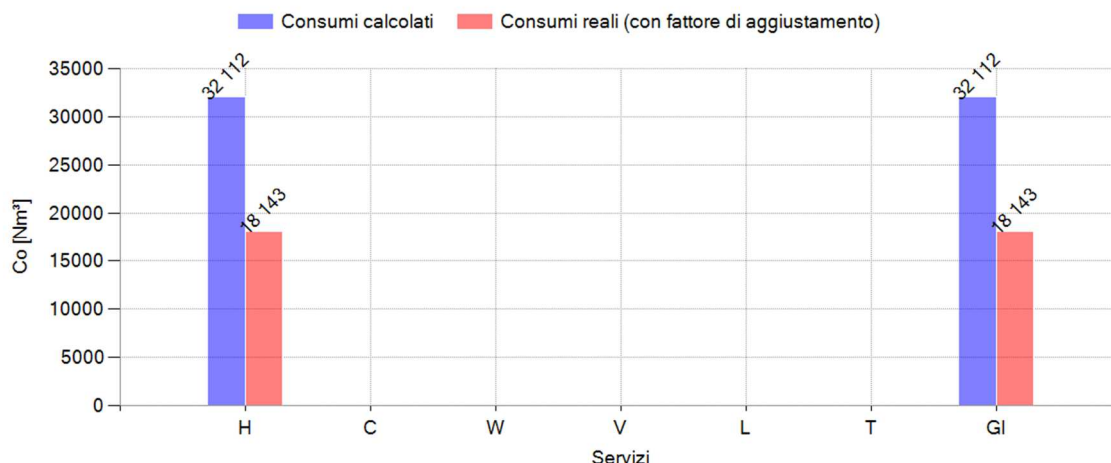
Inizio/fine	21 settembre - 10 maggio											
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
g_{risc} [g]	31	28	31	30	10	-	-	-	10	31	30	31
$\theta_{est,risc}$ [°C]	1,5	2,3	8,4	12,9	16,4	-	-	-	17,0	12,7	7,5	3,4

Gradi giorno invernali

Calcolati (GG_{calc}) 2825 °Cg

Reali (GG_{reali}) 2807 °Cg

Confronto tra consumi reali e consumi calcolati



Servizio	Co _{calc} [Nm³]	Co _{reale} [Nm³]	f _{agg, reale} [-]	Co _{reale, agg} [Nm³]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	32112	18027	1,006	18143	77,0
Globale (GI)	32112	18027	-	18143	77,0

Legenda:

Co_{calc} Consumo calcolato (operativo) - En_{op} (Energy operating)
Co_{reale} Consumo reale (effettivo) - En_{ef} (Energy effective)
f_{agg, reale} Fattore di aggiustamento del consumo reale
Co_{reale, agg} Consumo reale (effettivo) comprensivo del fattore di aggiustamento
Δ Variazione percentuale

5.3.2 Contatore Energia Elettrica

Codice POD o PDR IT001E14699788

Vettore energetico Energia elettrica

Contatore a servizio di: Zona 1 - Zona climatizzata

Stagione di riscaldamento

Inizio/fine	21 settembre - 10 maggio											
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
g _{risc} [g]	31	28	31	30	10	-	-	-	10	31	30	31
θ _{est, risc} [°C]	1,5	2,3	8,4	12,9	16,4	-	-	-	17,0	12,7	7,5	3,4

Gradi giorno invernali

Calcolati (GG_{calc}) 2825 °Cg

Reali (GG_{reali}) 2807 °Cg

Stagione di raffrescamento

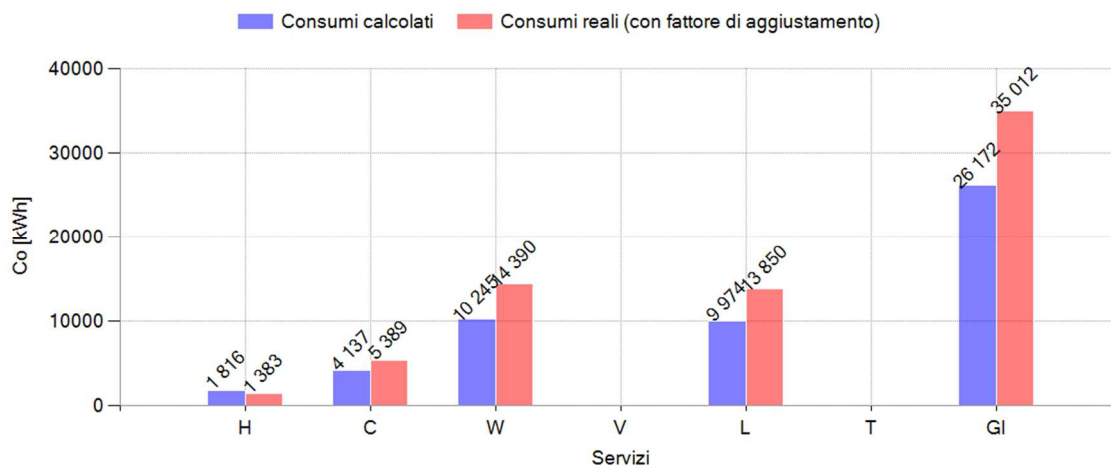
Inizio/fine	19 aprile - 10 ottobre											
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
g _{raffr} [g]	-	-	-	12	31	30	31	31	30	10	-	-
θ _{est, raffr} [°C]	-	-	-	14,5	18,0	22,1	23,5	24,6	19,3	14,8	-	-

Gradi giorno estivi

Calcolati (GG_{calc}) 937 °Cg

Reali (GG_{reali}) 940 °Cg

Confronto tra consumi reali e consumi calcolati



Servizio	Co _{calc} [kWh]	Co _{reale} [kWh]	f _{agg,reale} [-]	Co _{reale,agg} [kWh]	Δ [%]
Riscaldamento (H)	1816	1374	1,006	1383	31,3
Raffrescamento (C)	4137	5406	0,997	5389	-23,2
Acqua calda sanitaria (W)	10245	14390	1,000	14390	-28,8
Illuminazione (L)	9974	13850	1,000	13850	-28,0
Globale (GI)	26172	35020	-	35012	-25,2

Legenda:

Co _{calc}	Consumo calcolato (operativo) - En _{op} (Energy operating)
Co _{reale}	Consumo reale (effettivo) - En _{ef} (Energy effective)
f _{agg,reale}	Fattore di aggiustamento del consumo reale
Co _{reale,agg}	Consumo reale (effettivo) comprensivo del fattore di aggiustamento
Δ	Variazione percentuale

6. Interventi di riqualificazione energetica

Nel presente capitolo si riportano le opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica suggerite, con la valutazione ed identificazione delle potenziali aree di intervento, il riepilogo degli scenari di intervento simulati e il calcolo, per ciascuno scenario simulato, dei risparmi energetici conseguibili.

6.1 Individuazione delle potenziali aree di intervento

Le potenziali aree di intervento sono individuabili nel:

- involucro edilizio e infissi
- sistema di generazione ed emissione
- fonti rinnovabili

6.2 Interventi sull'involucro edilizio

Realizzazione di cappotto perimetrale con lana minerale da 16 cm, sostituzione di infissi con elementi aventi U_w minore o uguale a $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ e coibentazione solaio vs sottotetto con 20 cm di lana minerale

6.3 Interventi sugli impianti

Sostituzione dell'intero impianto mediante installazione di pompa di calore aria/acqua e impianto radiante a pavimento di tipo fresato in opera per il solo riscaldamento

6.4 Interventi sugli impianti elettrici

Installazione di lampade a led

6.5 Monitoraggio dei consumi

Installazione di contakilowatt per monitorare i principali consumi elettrici

6.6 Utilizzo di fonti rinnovabili

Realizzazione di campo fotovoltaico da 19,80 kWp

6.7 Scenari di intervento e analisi dei risparmi

6.7.1 Scenario 1 Coibentazione involucro e infissi

N.	Descrizione intervento
1	Realizzazione cappotto esterno - Zona climatizzata
2	Realizzazione cappotto esterno - Zona climatizzata
3	Realizzazione cappotto esterno - Zona climatizzata
4	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
5	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
6	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
7	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
8	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
9	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
10	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
11	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata

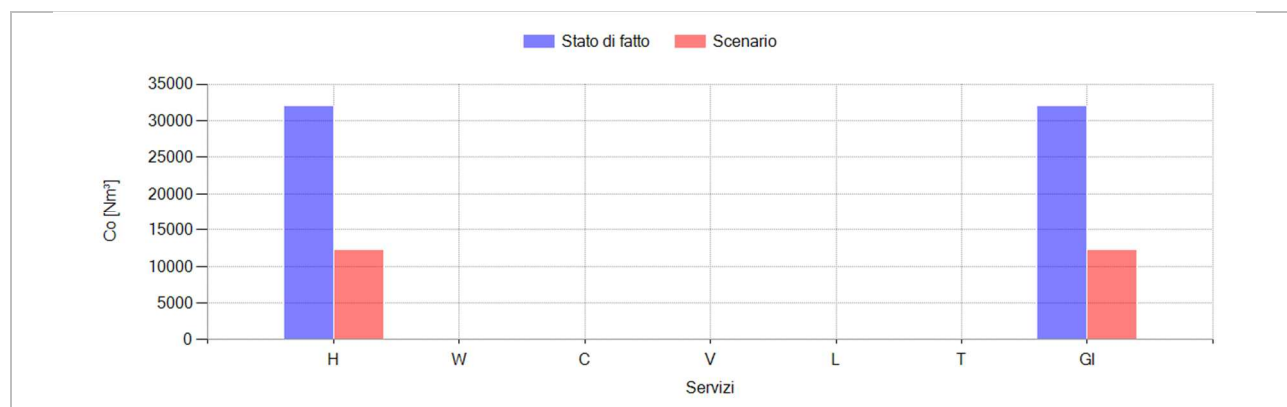
12	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
13	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
14	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
15	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
16	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
17	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
18	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
19	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
20	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
21	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
22	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
23	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
24	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
25	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
26	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato - Zona climatizzata

Edificio - Asilo Nido "La Tartaruga e La Cicogna"

Consumi vettori energetici

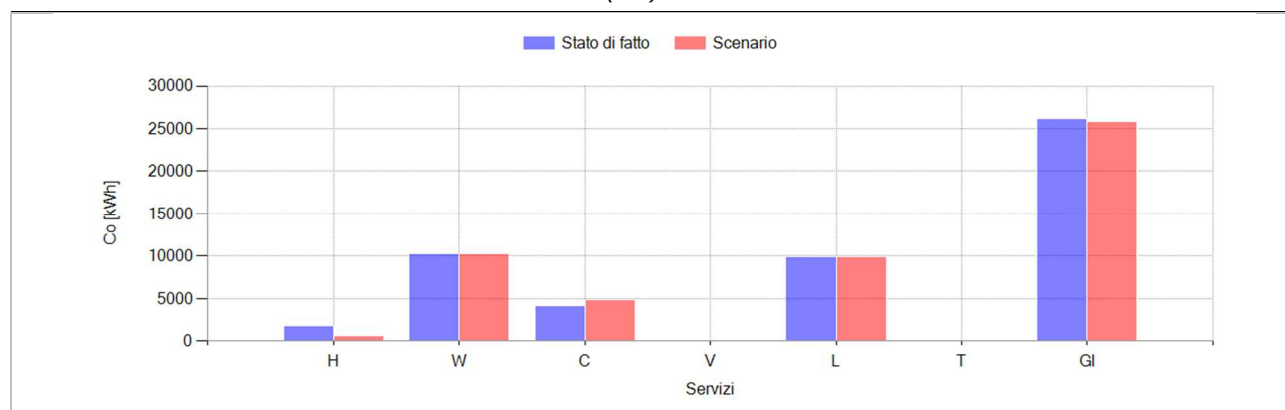
Vettore energetico Metano

Servizio	Stato di fatto [Nm ³]	Scenario [Nm ³]	Variazione [%]	
Riscaldamento (H)	32112	12226	-61,9	↓
Globale (GI)	32112	12226	-61,9	↓



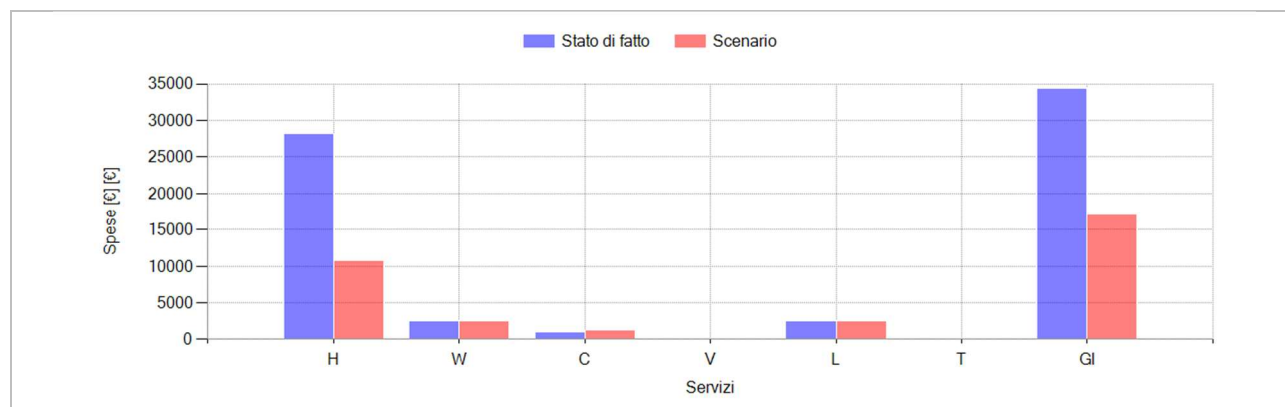
Vettore energetico Energia elettrica

Servizio	Stato di fatto [kWh]	Scenario [kWh]	Variazione [%]	
Riscaldamento (H)	1816	676	-62,8	↓
Acqua calda sanitaria (W)	10245	10245	0,0	
Raffrescamento (C)	4137	4876	17,9	↑
Illuminazione (L)	9974	9974	0,0	
Globale (GI)	26172	25771	-1,5	↓



Spese totali

Servizio	Stato di fatto [€]	Scenario [€]	Variazione [%]	
Riscaldamento (H)	28230,95	10745,00	61,9	↓
Acqua calda sanitaria (W)	2561,20	2561,20	0,0	
Raffrescamento (C)	1034,33	1219,12	-17,9	↑
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0	
Illuminazione (L)	2493,49	2493,49	0,0	
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0	
Globale (GI)	34319,96	17018,80	50,4	↓



6.7.2 Scenario 2 Riqualificazione impianto e FV

N.	Descrizione intervento
1	Installazione di pavimento radiante fresato
26	Installazione di pannelli solari fotovoltaici - Zona climatizzata
27	Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante pompa di calore ad alta efficienza - Zona climatizzata

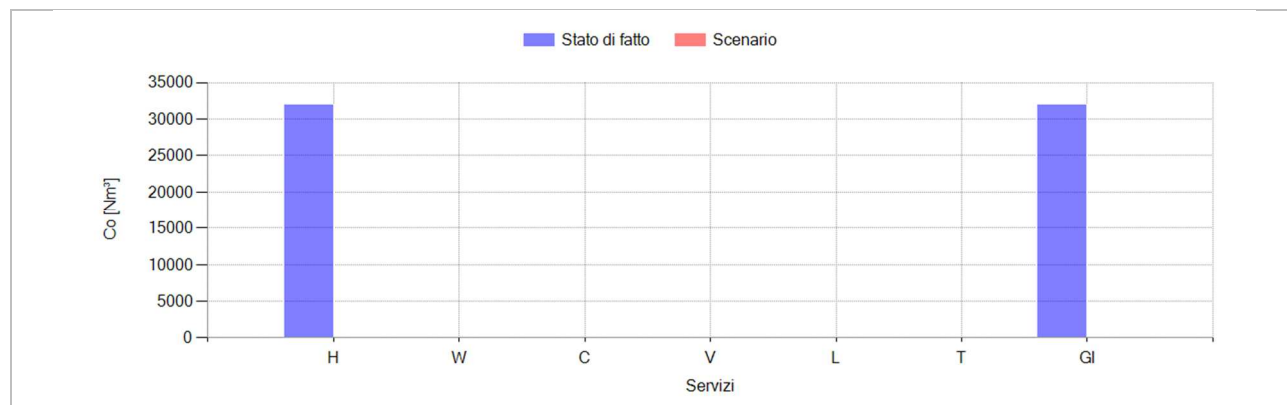
Edificio - Asilo Nido "La Tartaruga e La Cicogna"

Consumi vettori energetici

Vettore energetico Metano

Servizio	Stato di fatto [Nm³]	Scenario [Nm³]	Variazione [%]	
Riscaldamento (H)	32112	0	-100,0	↓

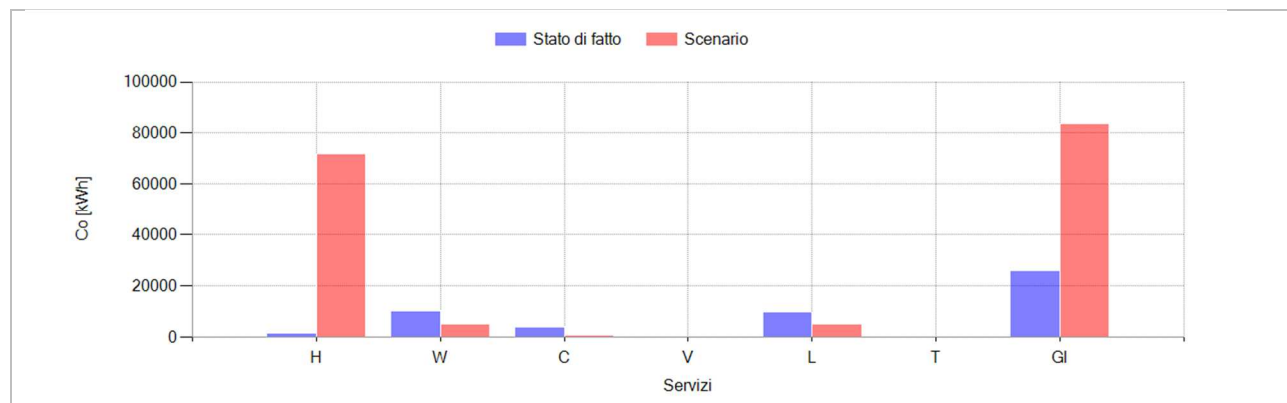
Globale (GI)	32112	0	-100,0	↓
--------------	-------	---	--------	---



Vettore energetico

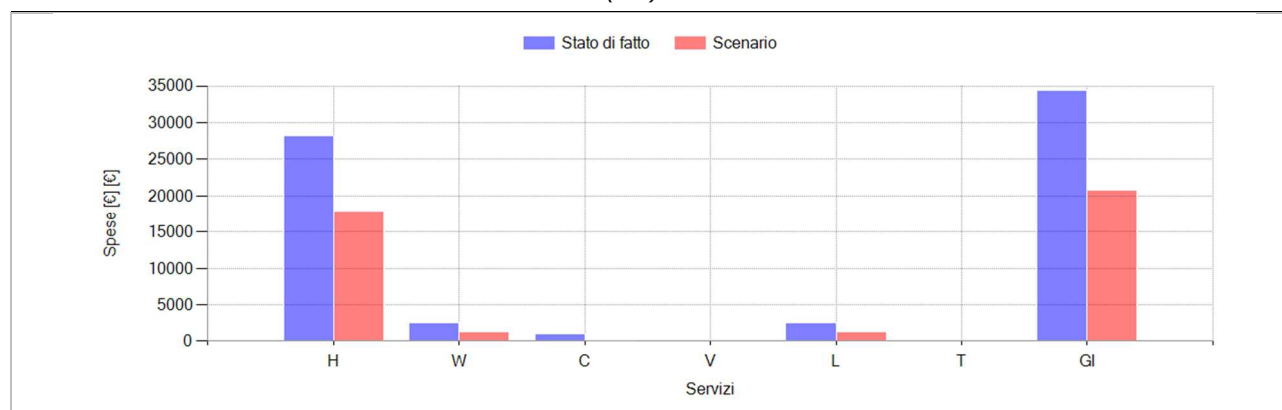
Energia elettrica

Servizio	Stato di fatto [kWh]	Scenario [kWh]	Variazione [%]	
Riscaldamento (H)	1816	72114	3872,1	↑
Acqua calda sanitaria (W)	10245	5286	-48,4	↓
Raffrescamento (C)	4137	991	-76,0	↓
Illuminazione (L)	9974	5344	-46,4	↓
Globale (GI)	26172	83735	219,9	↑



Spese totali

Servizio	Stato di fatto [€]	Scenario [€]	Variazione [%]	
Riscaldamento (H)	28230,95	18028,45	36,1	↓
Acqua calda sanitaria (W)	2561,20	1321,56	48,4	↓
Raffrescamento (C)	1034,33	247,73	76,0	↓
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0	
Illuminazione (L)	2493,49	1336,12	46,4	↓
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0	
Globale (GI)	34319,96	20933,87	39,0	↓



6.7.3 Scenario 3 Intervento complessivo

N.	Descrizione intervento
1	Realizzazione cappotto esterno - Zona climatizzata
2	Realizzazione cappotto esterno - Zona climatizzata
3	Realizzazione cappotto esterno - Zona climatizzata
4	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
5	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
6	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
7	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
8	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
9	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
10	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
11	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
12	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
13	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
14	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
15	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
16	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
17	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
18	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
19	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
20	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
21	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
22	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
23	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
24	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
25	Sostituzione serramenti - Zona climatizzata
26	Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante pompa di calore ad alta efficienza - Zona climatizzata
27	Installazione di pannelli solari fotovoltaici - Zona climatizzata
28	Installazione di impianto radiante a pavimento
29	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato - Zona climatizzata

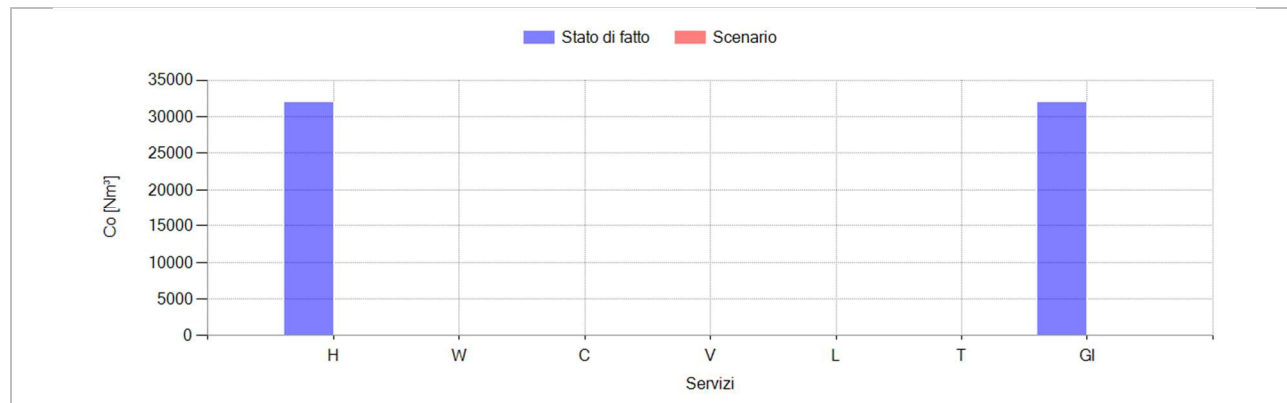
Edificio - Asilo Nido "La Tartaruga e La Cicogna"

Consumi vettori energetici

Vettore energetico

Metano

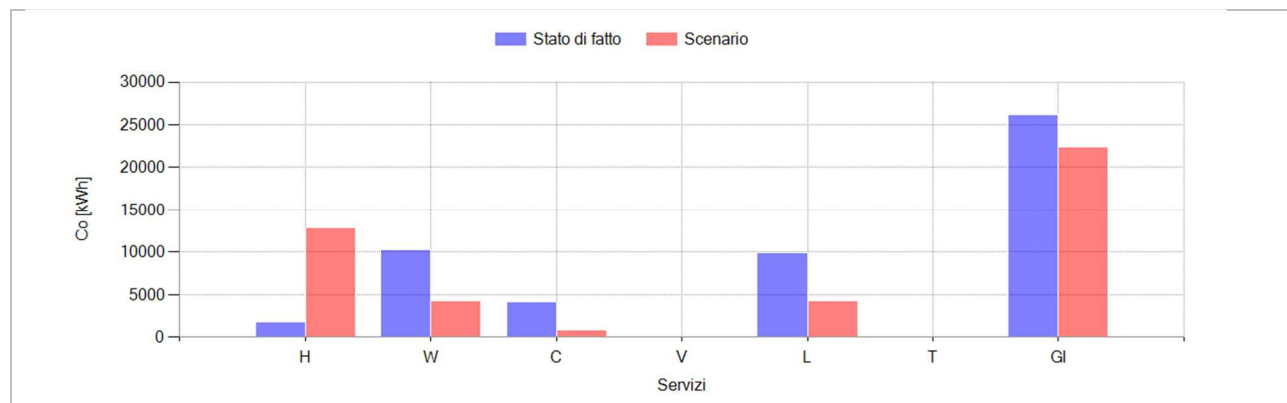
Servizio	Stato di fatto [Nm ³]	Scenario [Nm ³]	Variazione [%]	
Riscaldamento (H)	32112	0	-100,0	↓
Globale (GI)	32112	0	-100,0	↓



Vettore energetico

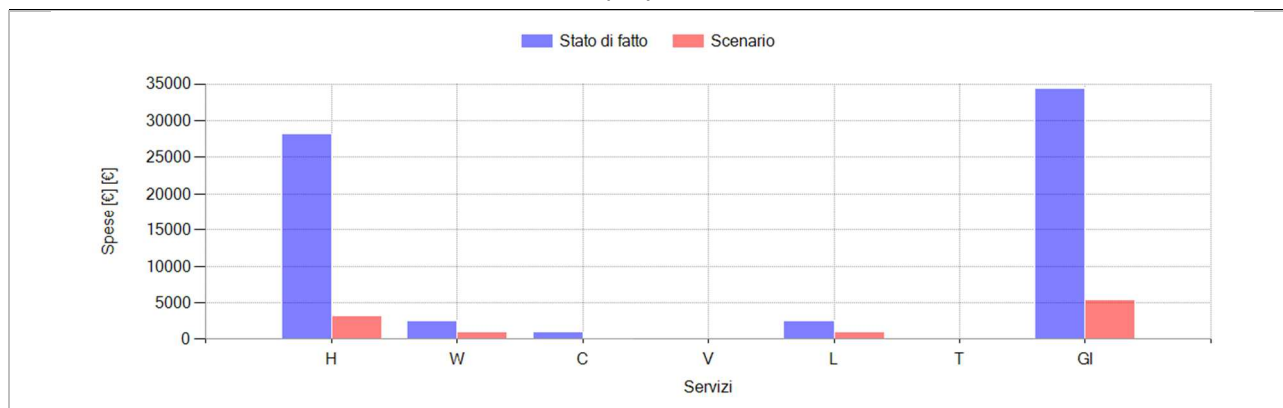
Energia elettrica

Servizio	Stato di fatto [kWh]	Scenario [kWh]	Variazione [%]	
Riscaldamento (H)	1816	12894	610,2	↑
Acqua calda sanitaria (W)	10245	4248	-58,5	↓
Raffrescamento (C)	4137	926	-77,6	↓
Illuminazione (L)	9974	4322	-56,7	↓
Globale (GI)	26172	22390	-14,4	↓



Spese totali

Servizio	Stato di fatto [€]	Scenario [€]	Variazione [%]	
Riscaldamento (H)	28230,95	3223,56	88,6	↓
Acqua calda sanitaria (W)	2561,20	1062,06	58,5	↓
Raffrescamento (C)	1034,33	231,51	77,6	↓
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0	
Illuminazione (L)	2493,49	1080,47	56,7	↓
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0	
Globale (GI)	34319,96	5597,60	83,7	↓



7. Analisi costi e benefici degli interventi

7.1 Verifica di sussistenza delle condizioni di accesso ai benefici fiscali

L'intervento ipotizzato viene proposto nell'ambito di un bando di finanziamento regionale; diversamente gli interventi sull'involucro e sull'impianto potrebbero rientrare negli interventi incentivanti dal conto termico

7.2 Analisi costi-benefici degli interventi

Analisi economica Secondo UNI EN 15459

Nr.	Scenario	C _{tot,in} [€]	R _{risp} [€]	T _{reff} [anni]	TIR [%]	VAN [€]	IP
1	Coibentazione involucro e infissi	199165,92	17301,16	13	-	184311,11	0,93
2	Riqualificazione impianto e FV	180000,00	13386,10	0	-	-529,85	0,00
3	Intervento complessivo	379165,92	28722,36	17	-	148323,64	0,39

Legenda:

C_{tot,in} Costo totale iniziale (investimento)
R_{risp} Ricavo annuale per risparmio consumi
T_{reff} Tempo di ritorno effettivo
TIR Tasso interno di rendimento
VAN Valore attuale netto dell'operazione
IP Indice di profitto

7.3 Individuazione degli interventi più significativi

Si ritengono significativi gli interventi sopra descritti

7.4 Energia primaria, emissioni e classi energetiche

7.4.1 Scenario 1 Coibentazione involucro e infissi

Edificio - Asilo Nido "La Tartaruga e La Cicogna"

Indice di prestazione non rinnovabile EP_{ren}

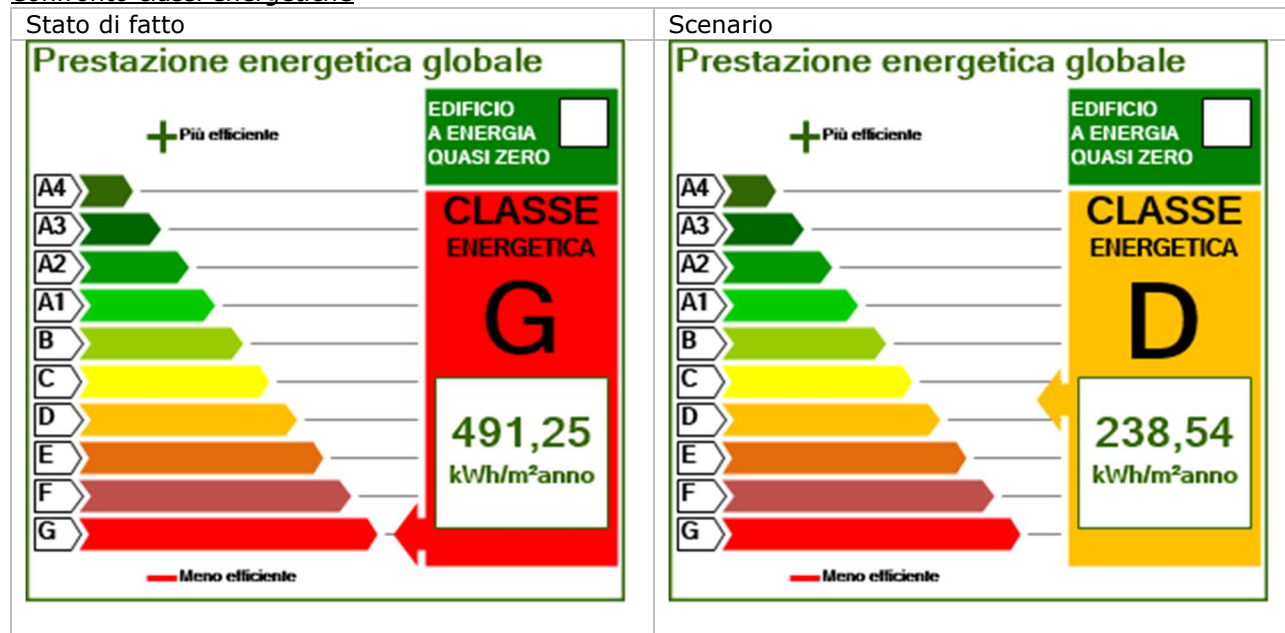
Servizio	Stato di fatto [kWh/m²]	Scenario [kWh/m²]	Variazione [%]	
Riscaldamento (H)	445,70	169,66	-61,9	↓
Acqua calda sanitaria (W)	26,29	26,29	0,0	
Raffrescamento (C)	10,62	12,51	17,9	↑
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0	
Illuminazione (L)	25,59	25,59	0,0	
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0	
Globale	508,20	234,06	-53,9	↓

Emissioni di CO₂

Servizio	Stato di fatto [kg/anno]	Scenario [kg/anno]	Variazione [%]	
Riscaldamento (H)	67864,78	25832,21	-61,9	↓
Acqua calda sanitaria (W)	4712,60	4712,60	0,0	
Raffrescamento (C)	1903,17	2243,18	17,9	↑
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0	
Illuminazione (L)	4588,01	4588,01	0,0	

Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0	
Globale	79068,57	37376,01	-52,7	↓

Confronto classi energetiche



7.4.2 Scenario 2 Riqualificazione impianto e FV

Edificio - Asilo Nido "La Tartaruga e La Cicogna"

Indice di prestazione non rinnovabile EP_{nren}

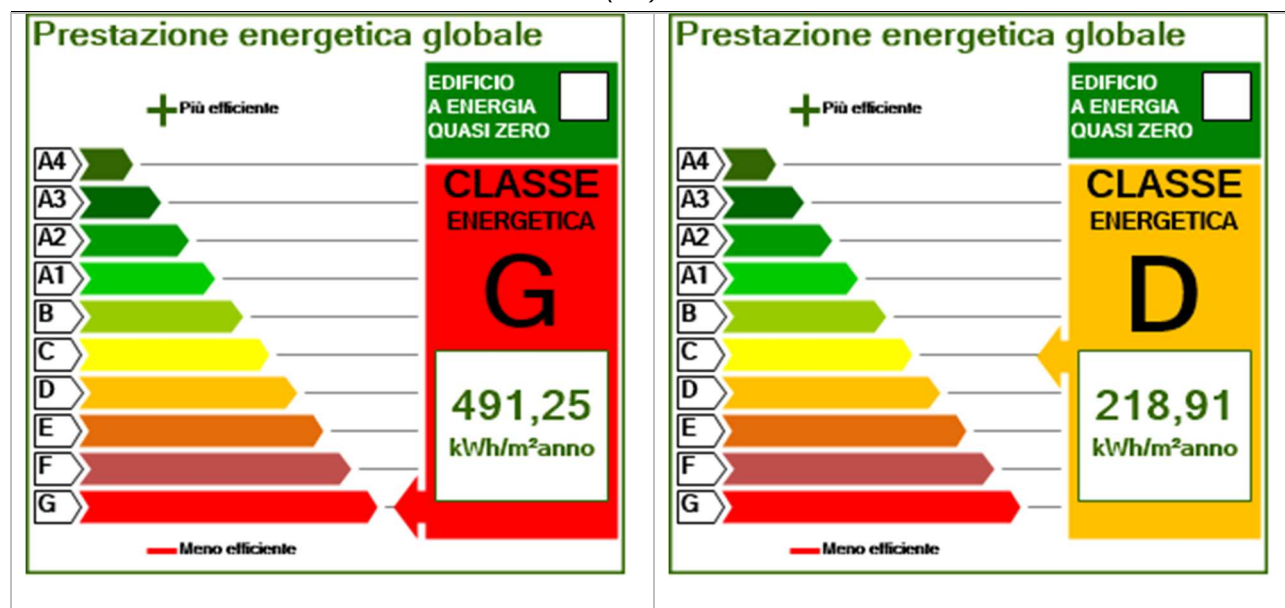
Servizio	Stato di fatto [kWh/m²]	Scenario [kWh/m²]	Variazione [%]	
Riscaldamento (H)	445,70	185,05	-58,5	↓
Acqua calda sanitaria (W)	26,29	13,57	-48,4	↓
Raffrescamento (C)	10,62	2,54	-76,0	↓
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0	
Illuminazione (L)	25,59	13,71	-46,4	↓
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0	
Globale	508,20	214,88	-57,7	↓

Emissioni di CO₂

Servizio	Stato di fatto [kg/anno]	Scenario [kg/anno]	Variazione [%]	
Riscaldamento (H)	67864,78	33172,36	-51,1	↓
Acqua calda sanitaria (W)	4712,60	2431,68	-48,4	↓
Raffrescamento (C)	1903,17	455,83	-76,0	↓
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0	
Illuminazione (L)	4588,01	2458,46	-46,4	↓
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0	
Globale	79068,57	38518,32	-51,3	↓

Confronto classi energetiche

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



7.4.3 Scenario 3 Intervento complessivo

Edificio - Asilo Nido "La Tartaruga e La Cicogna"

Indice di prestazione non rinnovabile EP_{nren}

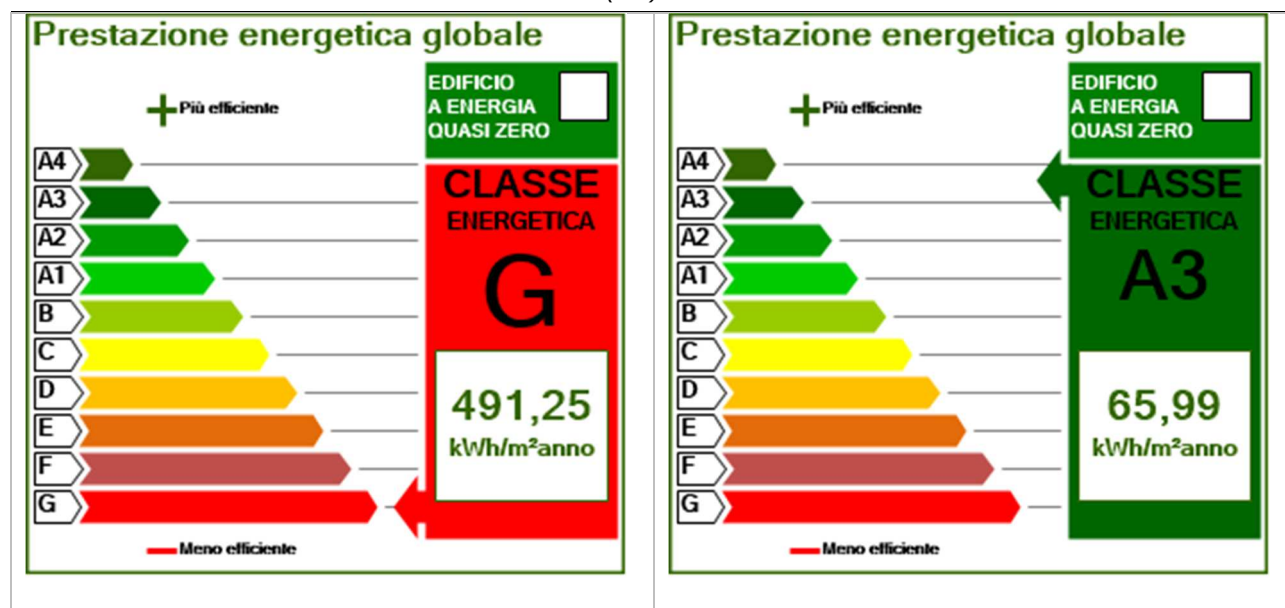
Servizio	Stato di fatto [kWh/m²]	Scenario [kWh/m²]	Variazione [%]	
Riscaldamento (H)	445,70	33,09	-92,6	↓
Acqua calda sanitaria (W)	26,29	10,90	-58,5	↓
Raffrescamento (C)	10,62	2,38	-77,6	↓
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0	
Illuminazione (L)	25,59	11,09	-56,7	↓
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0	
Globale	508,20	57,46	-88,7	↓

Emissioni di CO₂

Servizio	Stato di fatto [kg/anno]	Scenario [kg/anno]	Variazione [%]	
Riscaldamento (H)	67864,78	5931,36	-91,3	↓
Acqua calda sanitaria (W)	4712,60	1954,19	-58,5	↓
Raffrescamento (C)	1903,17	425,99	-77,6	↓
Ventilazione (V)	0,00	0,00	0,0	
Illuminazione (L)	4588,01	1988,06	-56,7	↓
Trasporto (T)	0,00	0,00	0,0	
Globale	79068,57	10299,58	-87,0	↓

Confronto classi energetiche

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



8 Conclusioni

8.1 Sintesi dell'attuale livello di consumo

Consumi attuali dell'edificio (stagione media)

Vettore energetico	H	w	C	V	L	T	Contatore
Metano	18027	-	-	-	-	-	1 Contatore gas
Energia elettrica	1374	14390	5406	-	13850	-	2 Contatore Energia Elettrica

Legenda:

H	Riscaldamento
W	Acqua calda sanitaria
C	Raffrescamento
V	Ventilazione
L	Illuminazione
T	Trasporto di cose o persone

8.2 Sintesi dei principali interventi di risparmio energetico considerati

Elenco degli scenari di intervento

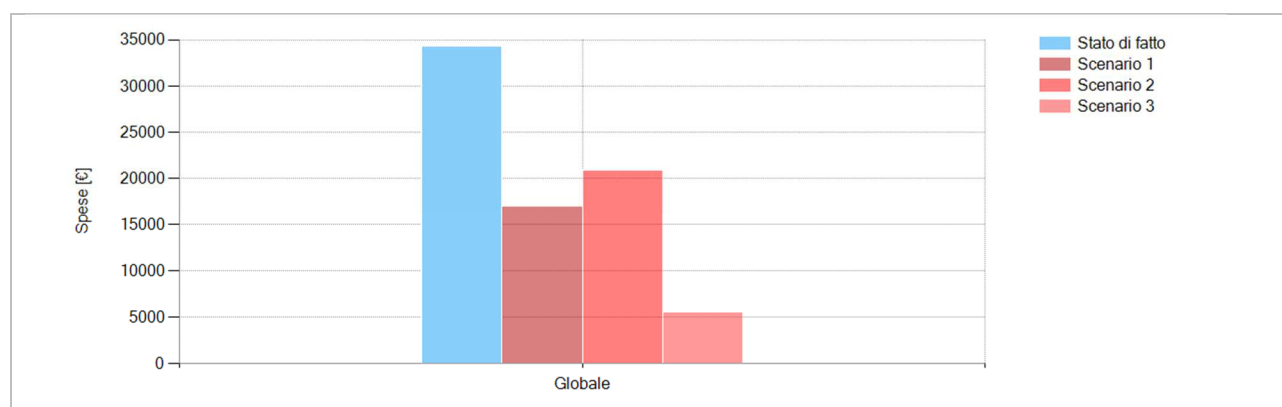
Scenario	Costo totale [€]
1 Coibentazione involucro e infissi	199165,92
2 Riqualificazione impianto e FV	180000,00
3 Intervento complessivo	379165,92

8.3 Tabelle riassuntive: situazione attuale e possibili risparmi

Edificio - Asilo Nido "La Tartaruga e La Cicogna"

Spese totali

Scenario	Stato di fatto [€]	Scenario [€]	Variazione [%]	
1 Coibentazione involucro e infissi	34319,96	17018,80	50,4	↓
2 Riqualificazione impianto e FV	34319,96	20933,87	39,0	↓
3 Intervento complessivo	34319,96	5597,60	83,7	↓

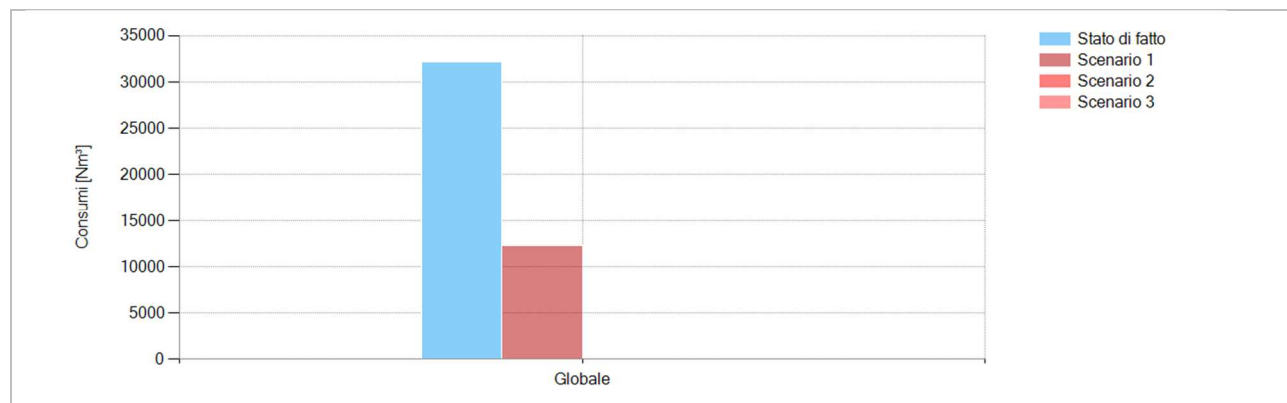


Consumi

Vettore energetico

Metano

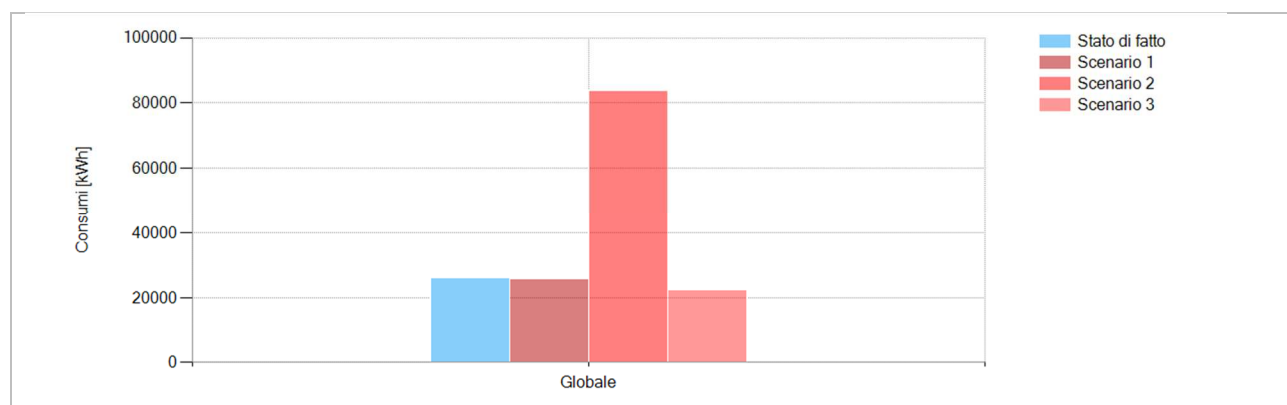
Scenario	Stato di fatto [Nm ³]	Scenario [Nm ³]	Variazione [%]	
1 Coibentazione involucro e infissi	32111,55	12226,35	-61,9	↓
2 Riqualificazione impianto e FV	32111,55	0,00	-100,0	↓
3 Intervento complessivo	32111,55	0,00	-100,0	↓



Vettore energetico

Energia elettrica

Scenario	Stato di fatto [kWh]	Scenario [kWh]	Variazione [%]	
1 Coibentazione involucro e infissi	26171,58	25771,17	-1,5	↓
2 Riqualificazione impianto e FV	26171,58	83735,47	219,9	↑
3 Intervento complessivo	26171,58	22390,40	-14,4	↓



8.4 Tempo di ritorno per ogni misura di risparmio

Scenario	T _r [anni]	T _{r,det} [anni]
1 Coibentazione involucro e infissi	11,51	11,51
2 Riqualificazione impianto e FV	13,45	13,45
3 Intervento complessivo	13,20	13,20

Legenda:

T_r Tempo di ritorno semplice senza detrazioni

T_{r,det} Tempo di ritorno semplice con detrazioni