

# Asilo nido “CENTO FIORI” e Scuola dell’infanzia “PRIMAVERA”

E1272

P.ZZA VITTIME DI BOLOGNA 10

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA  
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA  
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

**CASaA**  
architetti

# **Asilo nido “CENTO FIORI” e Scuola dell’infanzia “PRIMAVERA”**

**E1272**

**P.ZZA VITTIME DI BOLOGNA 10**

**RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA**

**FONDO KYOTO - SCUOLA 3**

**Luglio/2018**

**COMUNE DI GENOVA**

**STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER**

Comune di Genova – Area Tecnica – Struttura di Staff Energy Manager

Via Di Francia 1 – 18° Piano Matitone – 16149 – Genova

Tel 010 5573560 – 5573855; [energymanager@comune.genova.it](mailto:energymanager@comune.genova.it); [www.comune.genova.it](http://www.comune.genova.it)

CASa Associati

Via Cetto Ciglia 54 – 65128 – Pescara

Tel: 085 4311109 – 349 5394754 – [info@casaassociati.it](mailto:info@casaassociati.it)

## REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

<b>Revisione</b>	<b>Data</b>	<b>Realizzazione</b>	<b>Revisione</b>	<b>Approvazione</b>	<b>Descrizione</b>
[A]	[16/04/2018]	Roberta Campanella	Marco Santomauro	Carmela Palmieri	[Prima emissione]
		Andrea Ciarcelluti	Pierluigi Fecondo		
		Gregorio Cocciarficco			
[B]	[22/05/2018]	Roberta Campanella	Marco Santomauro	Carmela Palmieri	[Seconda emissione]
		Andrea Ciarcelluti	Pierluigi Fecondo		
		Gregorio Cocciarficco			
[C]	[19/06/2018]	Roberta Campanella	Marco Santomauro	Carmela Palmieri	[Terza emissione]
		Andrea Ciarcelluti	Pierluigi Fecondo		
		Gregorio Cocciarficco			
[D]	[27/07/2018]	Roberta Campanella	Marco Santomauro	Carmela Palmieri	[Pubblicazione]
		Andrea Ciarcelluti	Pierluigi Fecondo		
		Gregorio Cocciarficco			

Nell'ambito del servizio di Audit e Diagnosi Energetica, denominato Fondo Kyoto - Scuola 3, il presente documento si pone l'obiettivo di supportare la redazione del rapporto di diagnosi energetica attraverso la predisposizione di un modello di relazione standardizzato. Qualsiasi parere, suggerimento d'investimento o giudizio su fatti, persone o società contenuti all'interno di questo documento è di esclusiva responsabilità del soggetto terzo che lo utilizza per emanare tale parere, suggerimento o giudizio.

Il Comune di Genova non si assume alcuna responsabilità per le conseguenze che possano scaturire da qualsiasi uso di questo documento da parte di terzi. Questo documento contiene informazioni riservate e di proprietà intellettuale esclusiva. E' vietata la riproduzione totale o parziale, in qualsiasi forma o mezzo e di qualsiasi parte del presente documento senza l'autorizzazione scritta da parte del Comune di Genova.

## INDICE

## PAGINA

INDICE.....	I
EXECUTIVE SUMMARY .....	1
<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
1.1 PREMESSA .....	4
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA .....	4
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	4
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL’EDIFICIO.....	5
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO .....	6
1.6 STRUTTURA DEL REPORT .....	9
<b>2 DATI DELL’EDIFICIO.....</b>	<b>10</b>
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO .....	10
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D’USO .....	10
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL’IMMOBILE INTERESSATE DAGLI ’INTERVENTI.....	12
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	12
<b>3 DATI CLIMATICI .....</b>	<b>14</b>
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	14
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	15
3.3 ANALISI DELL’ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO .....	15
<b>4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI .....</b>	<b>17</b>
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL’INVOLUCRO EDILIZIO.....	17
4.1.1 <i>Involucro opaco</i> .....	17
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i> .....	18
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	20
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i> .....	20
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i> .....	21
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i> .....	22
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i> .....	24
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA .....	26
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE .....	26
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE .....	27
<b>5 CONSUMI RILEVATI .....</b>	<b>29</b>
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	29
5.1.1 <i>Energia termica</i> .....	29
5.1.2 <i>Energia elettrica</i> .....	32
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI .....	37
<b>6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....</b>	<b>41</b>
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO .....	41
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i> .....	42
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i> .....	43
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	44
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	45
<b>7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO.....</b>	<b>47</b>
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI .....	47
7.1.1 <i>Vettore termico</i> .....	47
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i> .....	52
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL’ANALISI.....	55
7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	55
7.4 BASELINE DEI COSTI.....	56



<b>8</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA .....</b>	<b>58</b>
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI .....	58
8.1.1	<i>Involucro edilizio .....</i>	58
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento.....</i>	62
8.1.3	<i>Impianto produzione acqua calda sanitaria .....</i>	68
8.1.4	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico .....</i>	68
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....</b>	<b>69</b>
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI .....	69
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI .....	71
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D’INTERVENTO E SCENARI D’INVESTIMENTO .....	78
9.3.1	<i>Scenario 1: IMPIANTO TERMICO.....</i>	81
9.3.2	<i>Scenario 2: INVOLUCRO E GENERATORE .....</i>	88
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>95</b>
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA .....	95
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI .....	95
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	96
	<b>ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....</b>	<b>A</b>
	<b>ALLEGATO B – ELABORATI GRAFICI .....</b>	<b>A</b>
	<b>ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA .....</b>	<b>A</b>
	<b>ALLEGATO D – REPORT DI INDAGINE ENDOSCOPICA.....</b>	<b>A</b>
	<b>ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI .....</b>	<b>A</b>
	<b>ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE .....</b>	<b>A</b>
	<b>ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA .....</b>	<b>A</b>
	<b>ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI.....</b>	<b>B</b>
	<b>ALLEGATO I – DATI CLIMATICI.....</b>	<b>B</b>
	<b>ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT.....</b>	<b>B</b>
	<b>ALLEGATO K – SCHEDE ORE.....</b>	<b>B</b>
	<b>ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI .....</b>	<b>B</b>
	<b>ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK.....</b>	<b>B</b>
	<b>ALLEGATO N – CD-ROM .....</b>	<b>B</b>

## EXECUTIVE SUMMARY

Caratteristiche dell’edificio oggetto della DE

Tabella 0.1 - Tabella riepilogativa dei dati dell’edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1980
Anno di ristrutturazione		A partire dal 2002 è stata avviata una graduale sostituzione degli infissi rimasta parziale
Zona climatica		[D]
Destinazione d'uso		E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	1.248
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	3.132
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	5.012
Rapporto S/V	[1/m]	0,63
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1248
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	15
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	1.263
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	500
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Generatore tradizionale
Emissioni CO2 di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	59,604
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1) (2)</sup>	[kWh <sub>th</sub> /anno]	160.258
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	11.779
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	52.694
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	12.339

Nota (1): Valori di Baseline

Nota (1): Per l’anno 2014 si è considerata anche la presenza di gasolio utilizzato per il riscaldamento

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Isolamento solaio di copertura
- EEM 2: Sostituzione infissi
- EEM 3: Installazione generatore di calore a condensazione
- EEM 4: Installazione circolatore inverter
- EEM 5: Installazione valvole termostatiche
- SCN 1: IMPIANTO TERMICO
- SCN 2: INVOLUCRO E IMPIANTO

Tabella 0.2 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica proposte e degli scenari ottimali, caso con incentivi

	CON INCENTIVI													
	%Δ <sub>E</sub>	%Δ <sub>CO2</sub>	ΔC <sub>E</sub>	ΔC <sub>MO</sub>	ΔC <sub>MS</sub>	I <sub>0</sub>	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno ]	[€/anno ]	[€/anno ]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	10,5	10,5	2.239	-	-	65.504	14,8	25,8	30	3.073	4,6	0,05	-	-
EEM 2	8,4	8,4	1.781	-	-	113.059	29,0	39,7	30	-28.469	0,0	-0,25	-	-
EEM 3	29,0	29,0	6.163	1.804	479	38.435	3,3	3,7	15	58.970	25,7	1,53	-	-
EEM 4	3,1	3,1	698	-	-	4.750	6,8	8,3	15	2.467	11,4	0,52	-	-
EEM 5	6,8	6,8	1.467	-	-	3.648	2,6	2,8	15	10.658	36,4	2,92	-	-

SCN 1	38,3	38,3	8.159	1.804	479	46.833	6,26	6,61	-	14.323	29,04	30,58	1,055	2,444
SCN 2	48,4	48,4	10.312	1.804	479	216.998	11,12	11,30	-	10.380	20,87	4,78	1,046	1,050

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

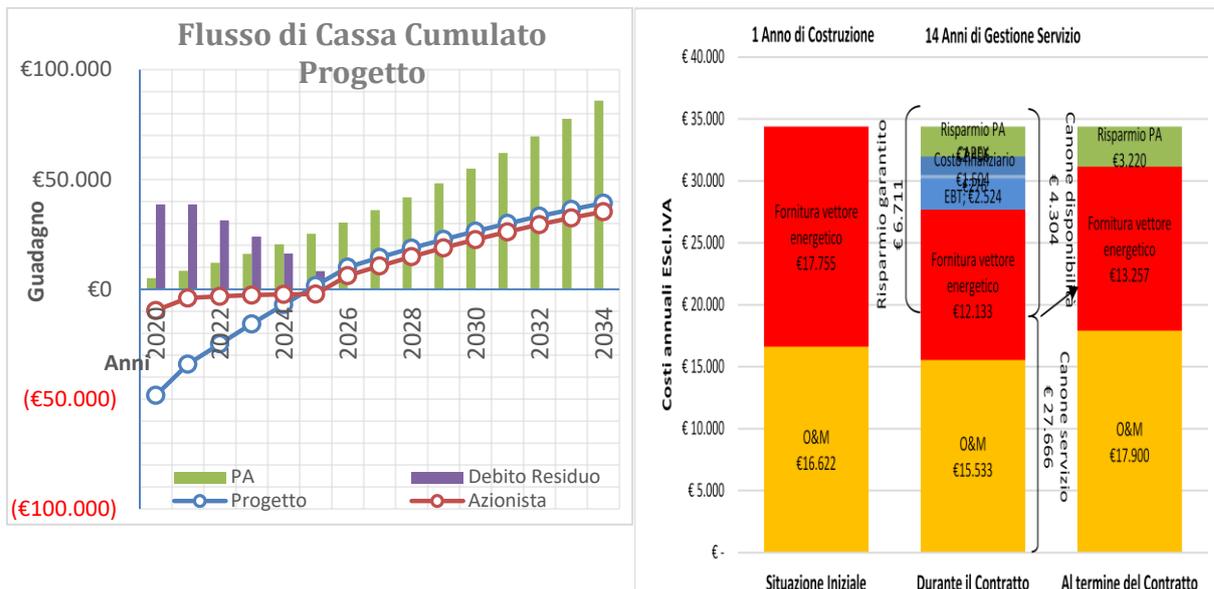
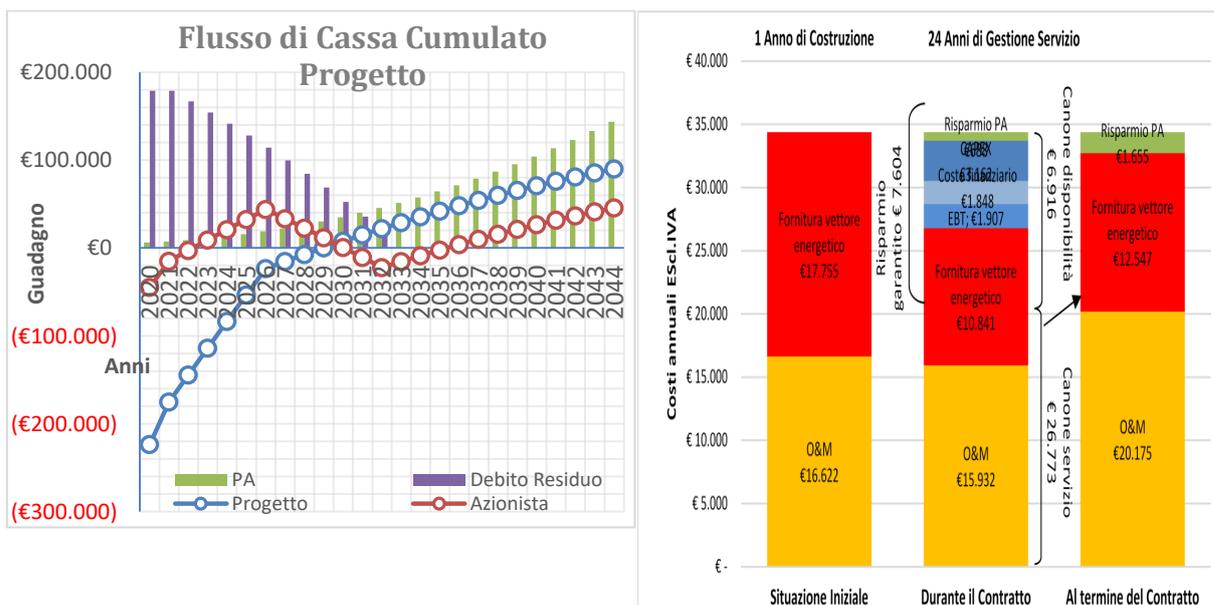


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



Dall’analisi effettuata emerge che è possibile effettuare il miglioramento energetico in condizioni standard di almeno tre classi energetiche da G a D attraverso gli scenari proposti e concernenti le specifiche tecniche riportate.

Gli interventi proposti mirano, oltre rendere più efficiente il sistema involucro-impianto, a risolvere anche criticità dal punto di vista edilizio ed impiantistico, con particolare riferimento alle gravi condizioni di obsolescenza del generatore ed altre parti dell’impianto termico.

Lo scenario più favorevole in termini economico-finanziari risulta essere quello che prevede l’efficientamento dell’impianto termico mediante la sostituzione del generatore calore, l’installazione di circolatori con giri variabili e l’installazione di valvole termostatiche ai terminali di emissione.



**Per quanto concerne il risparmio di CO2 equivalente si stima un riduzione complessiva di 26.319 kg CO2.**

**In termini di energia primaria, nello scenario migliore dal punto di vista energetico sarebbe possibile risparmiare 138.141 kWh.**

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

Il Comune di Genova, in attuazione alle politiche di miglioramento dell’efficienza energetica degli edifici pubblici di sua proprietà, ha individuato negli edifici scolastici, la possibilità di intervenire, ai fini di ridurre i gli attuali consumi, in quanto tali edifici risultano essere particolarmente energivori.

Con DGC n. 225 del 17/09/2015 l’amministrazione ha pertanto partecipato al bando ministeriale denominato “Fondo Kyoto Scuole 3” attraverso il quale, con decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 26 Agosto 2016 n.197/CLE, è stato riconosciuto al Comune di Genova un finanziamento a tasso agevolato pari a € 1.127.506,00 per l’elaborazione delle **Diagnosi energetiche (DE)** di 204 edifici scolastici necessarie per la programmazione futura degli interventi di riqualificazione energetica degli edifici stessi.

Nell’attività di realizzazione delle DE si è fatto riferimento alla normativa tecnica ed alla legislazione riportata al Capitolo 3 del Capitolato Tecnico per la “Procedura aperta per l’affidamento del servizio di audit e diagnosi energetiche relative agli edifici scolastici di proprietà del comune di Genova finanziate ai sensi dell’ex art.9 del d.l. 91/2014 “interventi urgenti per l’efficientamento energetico degli edifici scolastici e universitari pubblici”, (fondo Kyoto) - lotti 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9”

### 1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

Per DE del sistema edificio-impianto s’intende pertanto una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia con l’individuazione e l’analisi delle eventuali inefficienze o criticità energetiche di un edificio e degli impianti presenti al suo interno.

La presente DE si inserisce in questo contesto ed analizza, pertanto, le possibili soluzioni tecniche e contrattuali, che potrebbero portare alla realizzazione di interventi di miglioramento dell’efficienza energetica volti ad una riduzione dei consumi e ad un conseguente abbattimento delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

La DE è, inoltre, il principale strumento per la valutazione della fattibilità tecnica ed economica di **misure di miglioramento dell’efficienza energetica (Energy Efficiency Measures - EEM)** negli edifici e rappresenta un valido punto di partenza per la realizzazione di **contratti di prestazione energetica (Energy Performance Contract – EPC)**.

Scopo della DE è quindi la definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell’edificio superiore a due classi e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 o a 15 anni.

### 1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita da CASa Associati, il cui responsabile per il processo di audit è l’arch. Carmela Palmieri, soggetto certificato Esperto in Gestione dell’Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339.

Figura 1.1 - Vista dell’ingresso al nido “Cento Fiori”



In Tabella 1.1 sono riportati i nominativi di tutti i soggetti coinvolti nelle varie fasi di svolgimento della DE.

Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Carmela Palmieri Marco Santomauro Fabio Armillotta Pierluigi Fecondo Andrea Ciarcelluti Gregorio Cocciarficco		Sopralluogo in sito
Andrea Ciarcelluti Gregorio Cocciarficco		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Roberta Campanella		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Fabio Armillotta		Prove strumentali: Termografie ed endoscopie
Marco Santomauro	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Pierluigi Fecondo	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Carmela Palmieri	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

## 1.4 IDENTIFICAZIONE DELL’EDIFICIO

L’immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU sez. D F. 26 Mapp. 1932, è sito nel Comune di Genova e più precisamente a Rivarolo, in collina sul versante sinistro dove sorgono gli antichi borghi di Begato, Garbo e Fregoso e il moderno quartiere di edilizia popolare denominato “Valtorbella” (comunemente chiamato CIGE).

L’edificio del 1980 è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito ad asilo nido e scuola dell’infanzia.

Figura 1.2 – Ubicazione dell’edificio



Nella seguente tabella sono riportate le principali caratteristiche geometriche ed impiantistiche dell’edificio.

Tabella 1.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell’edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1980
Anno di ristrutturazione		A partire dal 2002 è stata avviata una graduale sostituzione degli infissi rimasta parziale
Zona climatica		[D]
Destinazione d'uso		E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	1.248
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	3.132
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	5.012
Rapporto S/V	[1/m]	0,63
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1248
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	15

Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	1.263
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	1.248
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	500
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Generatore tradizionale
Emissioni CO2 di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	59,604
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>tr</sub> /anno]	160.258
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	11.779
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	52.694
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	12.339

Nota (1): Valori di Baseline

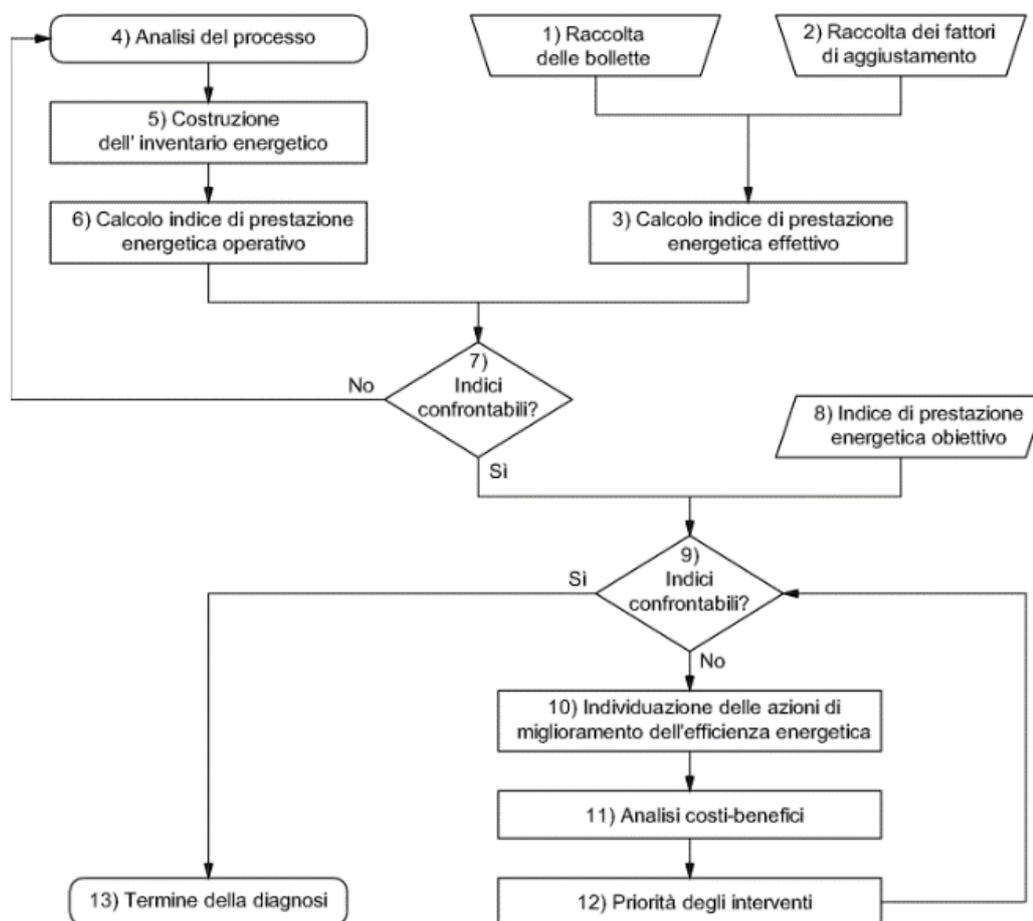
## 1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

La procedura di realizzazione della DE si è sviluppata nelle seguenti fasi operative:

- a) Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all’Allegato B – Elaborati grafici.
- b) Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull’immobile interessato dall’intervento;
- c) Visita agli edifici, effettuata in data 06/12/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- d) Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all’appendice A delle LGEE - Linee Guida per l’Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assistal, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all’Allegato J – Schede di audit;
- f) Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell’edificio, realizzata utilizzando il software commerciale TERMUS dell’ACCA Software versione 42.h in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n. 67 del 15/03/17 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all’Allegato F – Certificato CTI Software;
- g) Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell’edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- h) Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l’edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG<sub>real</sub>), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo dell’Università di Genova e riportati all’Allegato I – Dati Climatici;
- i) Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell’edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG<sub>real</sub>), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG<sub>rif</sub>);
- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;

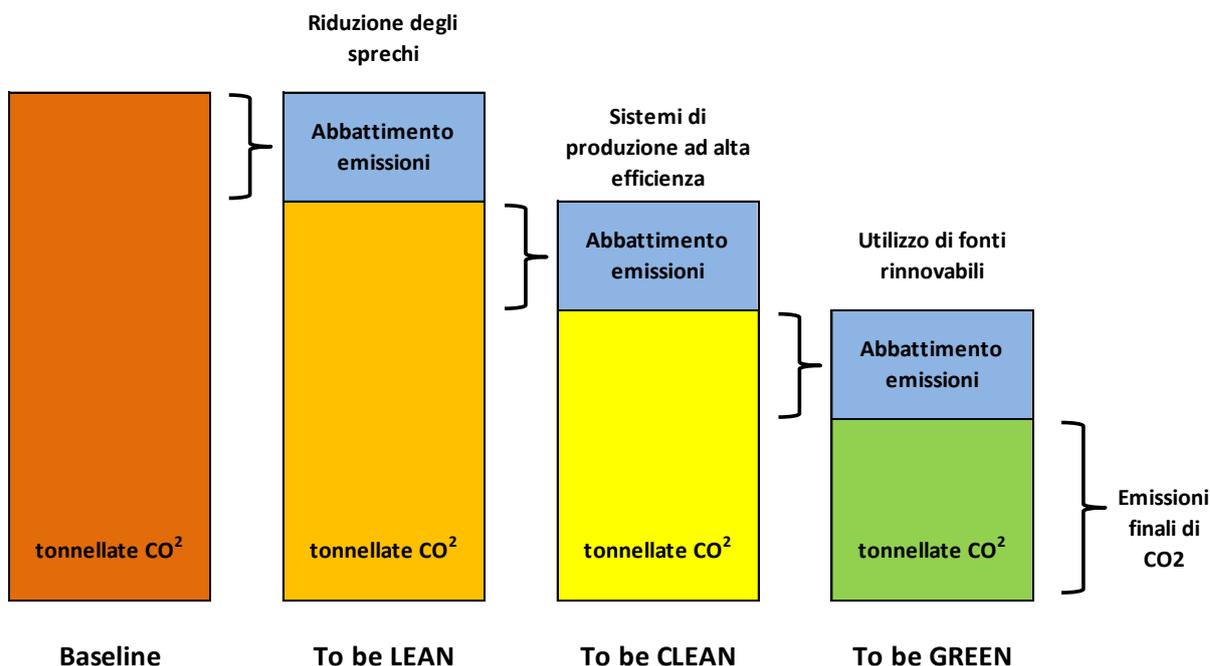
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- m) Simulazione del comportamento energetico dell’edificio a seguito dell’attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell’edificio superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiore uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
- o) Analisi costi-benefici e di redditività finanziaria derivanti dalla realizzazione delle EEM previste singolarmente, con riferimento ai principali indicatori finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- p) Valutazione economico-finanziaria dei due scenari ottimali previsti, a partire dal “baseline di costi” e con riferimento ai principali indicatori finanziari e di sostenibilità finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- q) Identificazione dell’eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso un Energy Performance Contract, con lo scopo di analizzare il possibile interesse nella realizzazione degli interventi studiati, tramite l’intervento di una ESCo;
- r) Realizzazione di una relazione tecnica descrittiva di dettaglio dell’analisi effettuata (Rapporto di DE);
- s) Realizzazione di un report dei Benchmark.

Figura 1.3 – Schema metodologia diagnosi energetica ai sensi della norma UNI CEI 16247



Per la definizione di soluzioni integrate, la priorità con cui sono state analizzate la combinazione di possibili EEM è quella definita dal modello di gerarchia energetica riportato in Figura 1.4

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica



Secondo tale modello possono essere definite delle strategie di intervento al fine di conseguire un efficace riduzione dei consumi energetici e conseguente abbattimento delle emissioni di CO<sub>2</sub>, secondo tre livelli consequenziali:

- **To be Lean:** Utilizzo di EEM che limitino gli sprechi ed ottimizzino il funzionamento del sistema edificio-impianto (es: illuminazione a led, coibentazione strutture, efficientamento serramenti, termoregolazione, variazioni nelle modalità di utilizzo, ecc.);
- **To be Clean:** Aumento dell'efficienza dei sistemi di produzione in loco dell'energia tramite lo sfruttamento di tecnologie ad alto rendimento (es: sostituzione generatore di calore con uno ad alta efficienza, chiller ad alta efficienza, teleriscaldamento, teleraffrescamento, cogenerazione);
- **To be Green:** Produzione di energia da fonti rinnovabili (es: pompe di calore, fotovoltaico, ecc.).

Secondo questo modello di gerarchia energetica non è raccomandato riqualificare gli impianti di generazione della climatizzazione e gli impianti rinnovabili se non a partire da rinnovate e ridotte condizioni del fabbisogno energetico, conseguenti all'adozione di EEM preliminari atte a ridurre il fabbisogno energetico primario.

Per tanto, nel caso di soluzioni integrate, dapprima si è valutata la fattibilità di ridurre gli sprechi mediante misure sull'involucro e sulla domanda d'utenza (anche relativamente ai sistemi di emissione, regolazione, distribuzione, accumulo), partendo dal baseline e a approdando a un nuovo valore di baseline ridotto, ("to Be Lean"). In seguito, da questo valore ridotto di baseline si è valutato il dimensionamento delle apparecchiature e il risparmio conseguibile dapprima dalla riqualificazioni degli impianti di generazione per la climatizzazione e, dopo, dall'installazione di tecnologie di generazione da fonti rinnovabili.

Una volta esaminate le possibili EEM si è realizzata una analisi economica delle stesse, ponendo particolare attenzione nella valutazione dei possibili sistemi incentivanti applicabili (Conto Termico, Titoli di Efficienza Energetica, ecc) individuando i principali indicatori economici d'investimento di seguito elencati:

- TRS (Tempo di rientro semplice);
- TRA (Tempo di rientro attualizzato);

- VAN (Valore attuale netto);
- TIR (Tasso interno di rendimento);
- IP (indice di profitto).

Inoltre per i soli scenari ottimali, si è provveduto alla formulazione del Piano Economico-Finanziario indicativo (PEF) ed alla valutazione della sostenibilità finanziaria, utilizzando i seguenti indicatori di bancabilità:

- DSCR (Debt Service Cover Ratio) medio di periodo;
- LLCR (Loan Life Cover Ratio) medio di periodo.

La definizione di bancabilità delle EEM viene associata agli scenari che realizzino valori positivi di DSCR nell’intorno di 1,3 e valori positivi di LLCR maggiori di 1.

Si è poi individuata una possibile tipologia di contratto che potesse rendere realizzabili le EEM identificate, ipotizzando la partecipazione di ESCo attraverso l’utilizzo di contratti EPC.

Dal punto di vista dell’individuazione dei capitali per la realizzazione delle misure, si è invece posta l’attenzione sulle varie alternative finanziarie, individuando nel **Finanziamento Tramite Terzi (FTT)** una valida opportunità, nel caso in cui la PA non abbia le risorse necessarie a sostenere gli investimenti per la riqualificazione energetica dell’edificio.

## 1.6 STRUTTURA DEL REPORT

Il presente rapporto di DE, con riferimento all’Appendice J della norma UNI CEI EN 16247-2:2014, è stato articolato nelle seguenti parti:

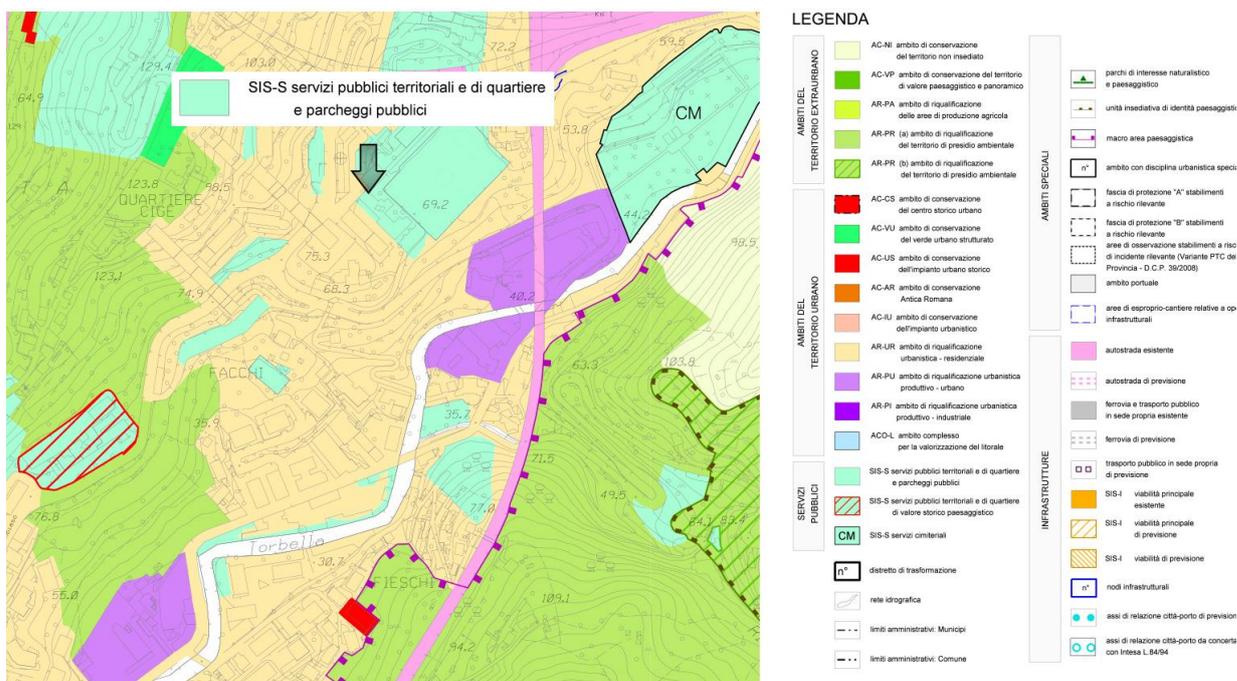
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell’edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei componenti del sistema edificio-impianto.
- Una terza parte contenente l’analisi dei consumi storici dell’edificio oggetto della DE, con la conseguente identificazione degli indici di prestazione energetica effettivi;
- Una quarta parte relativa alla definizione del modello energetico, e del procedimento di convalida dello stesso, al fine di renderlo conforme a quanto identificato nell’analisi dei consumi storici;
- Una quinta parte in cui sono descritte le caratteristiche tecniche ed i costi delle EEM proposte e gli scenari ottimali, individuabili tramite la valutazione dei risultati dell’analisi economico-finanziaria.
- Una parte conclusiva contenente i risultati dell’analisi ed i suggerimenti dell’Auditor per l’attuazione degli scenari proposti da parte della PA, definendo le opportune priorità di intervento.

## 2 DATI DELL'EDIFICIO

### 2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

Lo strumento urbanistico vigente, il P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 con entrata in vigore il 3/12/2015 (ultimo aggiornamento 25/10/17), classifica l'edificio oggetto della DE in zona SIS-S servizi pubblici territoriali e di quartiere e parcheggi pubblici.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



### 2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO

L'edificio in cui sono ubicati il nido d'infanzia Cento Fiori e la scuola per l'infanzia Primavera è situato sulle alture di Rivarolo nel quartiere residenziale Valtorbella, in una zona residenziale facilmente raggiungibile sia dai mezzi pubblici che privati. La scuola si trova in prossimità dell'impianto sportivo CIGE, che prende il nome dall'omonimo quartiere residenziale popolare dove è stato costruito.

L'edificio è stato realizzato nel 1980, in concomitanza con l'espansione urbanistica di questa zona, e nel tempo è stato oggetto solo di piccoli interventi sporadici in seguito a guasti o rotture di componenti. Dal 2002 è stata avviato un graduale cambio degli infissi in metallo esistenti rimasto incompleto.

Ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d'uso E.7 – Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli.

Ai fini dell'esecuzione degli interventi di efficientamento energetico non sarà necessario apportare varianti agli strumenti urbanistici né provvedere ad espropri o a variazioni di proprietà.

L'ipotesi di intervenire al fine di migliorare l'efficienza energetica dell'asilo è volta ad una diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, e rientra negli obiettivi prefissati dal Comune di Genova all'interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan), ma può anche essere considerata di interesse socio-culturale, poiché trattandosi di una struttura scolastica, sarebbe utile alla sensibilizzazione degli utenti alle tematiche di interesse ambientale ed energetico.

La scuola per l’infanzia Primavera, ogni anno, è frequentata da circa 125 bambini, suddivisi in cinque sezioni di età eterogenea, oltre a 10 insegnanti e 4 collaboratrici. Il nido Cento Fiori è frequentato da 44 bambini, suddivisi in due sezioni (piccoli e grandi), oltre a 10 insegnanti e 4 collaboratrici. Pertanto, oltre alla riduzione di emissioni climalteranti e alle finalità di sensibilizzazione sulle tematiche ambientali, è importante evidenziare come l’efficientamento dell’edificio e una corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto, comporterebbe il miglioramento delle condizioni di benessere percepite dai bambini e dagli operatori didattici, nonché la riduzione dei consumi specifici di energia termica ed elettrica.

L’edificio, oggetto della DE, si sviluppa su due piani: al primo è localizzata la scuola dell’infanzia con ingresso, aule, spazi gioco attrezzati, palestra per attività motoria, spazio adibito a laboratori grafico-pittorici e attività di piccolo gruppo, e servizi igienici; al piano terra è localizzato l’asilo nido. In ognuna delle due sezioni la sala pranzo è inserita in uno spazio multifunzionale, utilizzato anche per le attività ludico-educative. Data la presenza di superfici grandi con poche suddivisioni è stata adottata un’organizzazione polifunzionale delle stesse efficace in relazione alla scuola progettuale montessoriana. Ci sono due sale riposo, la cucina, la lavanderia, lo spogliatoio del personale e i servizi igienici. Il nido dispone di due grandi terrazzi posti rispettivamente nelle due sezioni. Anche la scuola per l’infanzia è dotata di due giardini esterni.

Figura 2.2 - Vista satellitare dell’edificio (Fonte: Google Earth)



Nella Tabella 2.1 sono riassunte le destinazioni d’uso delle varie aree e le relative superfici.

Le planimetrie utilizzate nella valutazione sono riportate in Allegato B – Elaborati grafici.

Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell’edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA <sup>(2)</sup>	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA <sup>(3)</sup>	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA <sup>(3)</sup>
Terra	Ingresso, aule didattiche, palestra, sala refettorio cucina, ufficio, sala medica, spogliatoio del personale e servizi igienici	[m <sup>2</sup> ]	899	914	-
Primo	Ingresso, ufficio, sala medica, spogliatoio del personale, lavanderia, cucina, spazi multifunzionali, stanze riposo e servizi igienici	[m <sup>2</sup> ]	349	349	-
TOTALE		[m <sup>2</sup> ]	1.248	1.263	-

Nota (2): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

Nota (3): Superficie utile valutata ai fini della creazione del modello energetico

### 2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL’IMMOBILE INTERESSATE DAGLI INTERVENTI

Dal punto di vista storico, in collina sul versante sinistro del torrente torbella sorgono gli antichi borghi di Begato, Garbo e Fregoso e il moderno quartiere di edilizia popolare denominato "Valtorbella" (comunemente chiamato CIGE), costruito negli anni ottanta nel periodo di espansione edilizia del secondo dopoguerra.

In particolare il CIGE si trova nella parte inferiore della val Torbella e, l’edificio degli anni 80, ospitante il nido d’infanzia “Cento Fiori” e la Scuola per l’infanzia “Primavera”, appartiene alla storia recente di questa zona e non è classificato come **bene di interesse Storico ed Artistico Particolarmente Importante**, pertanto, nell’analisi delle EEM non si è resa necessaria l’identificazione delle possibili interferenze con i vincoli presenti.

### 2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

Durante la fase di sopralluogo è stato possibile rilevare gli orari di effettivo funzionamento dell’edificio, intesi come gli orari di espletamento delle lezioni e gli orari di effettiva presenza del personale all’interno dell’edificio scolastico.

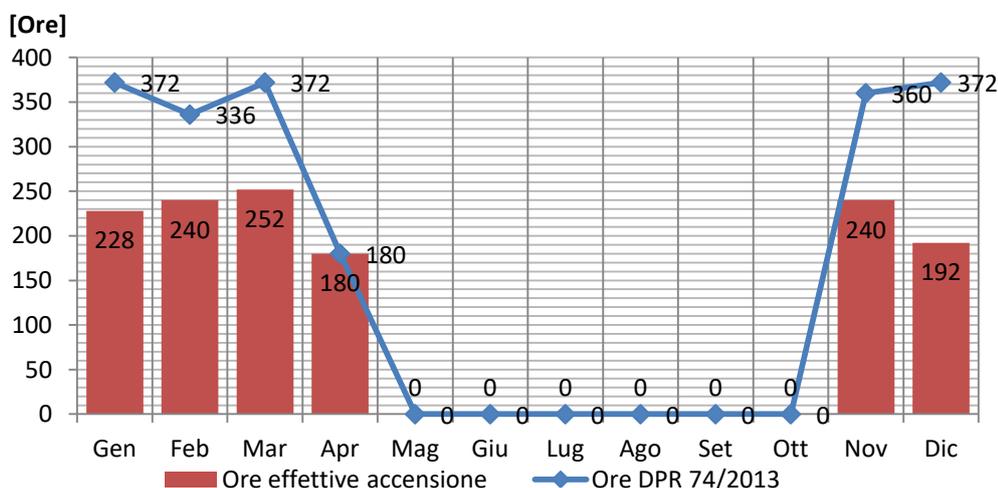
Gli orari di effettivo utilizzo dell’edificio sono stati ricavati tramite intervista al personale didattico e di servizio così come i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti.

Nella Tabella 2.2 sono pertanto riportati gli orari di funzionamento dell’edificio e gli orari di funzionamento degli impianti termici.

Tabella 2.2 – Orari di funzionamento dell’edificio e orari di funzionamento degli impianti termici.

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 14 Settembre al 31 Ottobre	dal martedì al venerdì	7.00 – 18.00	spento
	sabato e domenica	chiuso	spento
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	dal martedì al venerdì	7.00 – 18.00	6.00 – 18.00
	sabato e domenica	chiuso	spento
Dal 16 Aprile al 30 Giugno	dal martedì al venerdì	7.00 – 18.00	spento
	sabato e domenica	chiuso	spento
Dal 01 Luglio al 13 Settembre	tutti i giorni	chiuso	spento

Figura 2.3 – Andamento mensile delle ore effettive di utilizzo dell’impianto termico



Dall’analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle attività dell’asilo, ma dipendono anche dalla presenza di personale all’interno della struttura pertanto un’ora prima dell’arrivo dei bambini ed un’ora dopo l’edificio è occupato dal personale scolastico. L’impianto inoltre si accende un’ora prima dell’arrivo del personale.

Dal punto di vista manutentivo, attualmente le condizioni di Conduzione e Manutenzione (O&M) degli impianti a servizio dell’edificio scolastico oggetto della DE sono definite dal contratto Servizio Integrato Energia 3 che prevede l’affidamento ad un unico Gestore, del Servizio Energia, ovvero tutte le attività di gestione, conduzione e manutenzione degli impianti termici, compresa l’assunzione del ruolo di Terzo Responsabile, e di tutti gli impianti ad essi connessi.

Tale contratto è stato stipulato a partire da Ottobre 2016 ed ha una durata di 6 anni.

Precedentemente era presente un altro contratto di “Fornitura del servizio energia e manutenzione degli impianti termici e di condizionamento negli edifici di proprietà o di competenza del comune di Genova”, di durata 3 anni.

### 3 DATI CLIMATICI

#### 3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

L’edificio oggetto della DE è ubicato nel Comune di Genova, il quale ricade nella zona climatica D, a cui corrispondono 1435 **Gradi Giorno(GG)** (D.P.R. 412/93 - allegato A) ed una stagione di funzionamento degli impianti di riscaldamento compresa tra il 1 Novembre e il 15 Aprile con un periodo di accensione consentito degli impianti di 12 ore al giorno (DPR 74/2013).

Le medie mensili delle temperature esterne medie giornaliere caratteristiche del Comune, così come definite dalla norma UNI 10349:2016, sono riportate nella Tabella 3.1.

Tabella 3.1 – Temperature esterne giornaliere medie mensili [°C] (UNI 10349:2016)

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUGL	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
10,4	10,5	11,1	15,3	18,7	22,4	24,6	23,6	22,2	18,2	13,3	10,0

Tali temperature sopra indicate sono quelle utilizzate per la creazione del modello energetico termico, a cui corrispondono 1421 GG di riferimento, valutati in condizioni standard di utilizzo dell’edificio, come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile riportata in Tabella 3.1.

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell’impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell’impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 905 GG su 111 giorni effettivi di utilizzo dell’impianto di riscaldamento.

Tali GG sono valutati come la sommatoria estesa ai soli giorni di effettivo utilizzo degli impianti di riscaldamento nel periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile riportata in Tabella 3.1.

I GG così calcolati definiscono i  $GG_{rif}$  ai fini del processo di normalizzazione di cui al capitolo 5.1.1.

Tabella 3.2 – Profili mensili dei  $GG_{rif}$

Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	$GG_{rif}$	PROFILO DI INCIDENZA
<b>Gennaio</b>	31	10,4	31	298	20	20	192	21,22%
<b>Febbraio</b>	28	10,5	28	266	20	20	190	21,00%
<b>Marzo</b>	31	11,1	31	276	21	21	187	20,66%
<b>Aprile</b>	30	15,3	15	71	20	15	52	5,72%
<b>Maggio</b>	31	18,7	-	-	21	-	-	-
<b>Giugno</b>	30	22,4	-	-	20	-	-	-
<b>Luglio</b>	31	24,6	-	-	20	-	-	-
<b>Agosto</b>	31	23,6	-	-	-	-	-	-
<b>Settembre</b>	30	22,2	-	-	14	-	-	-
<b>Ottobre</b>	31	18,2	-	-	21	-	-	-
<b>Novembre</b>	30	13,3	30	201	20	20	134	14,81%
<b>Dicembre</b>	31	10,0	31	310	15	15	150	16,58%
<b>TOTALE</b>	<b>365</b>	<b>16,7</b>	<b>166</b>	<b>1421</b>	<b>212</b>	<b>111</b>	<b>905</b>	<b>100%</b>

### 3.2 DATI CLIMATICI REALI

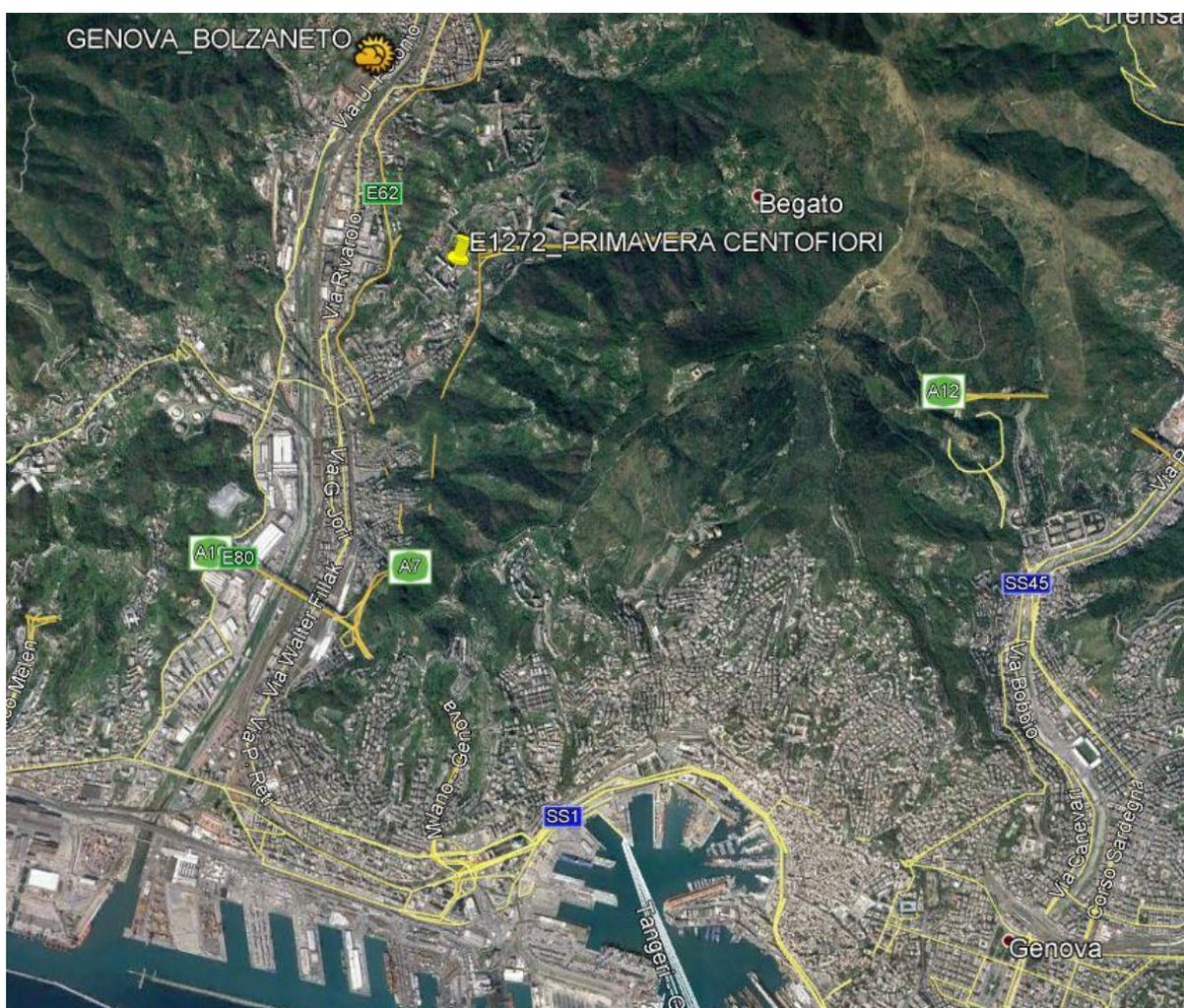
Ai fini della realizzazione dell’analisi energetica si è resa necessaria la definizione delle condizioni climatiche reali, ovvero dei GG calcolati in funzione della temperatura esterna media oraria del sito effettivamente rilevata, con lo scopo di creare una normalizzazione dei consumi in funzione delle caratteristiche climatiche della zona.

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica GENOVA-BOLZANETO (Long. 8° 53’ 44.196’’ – Lat. 44° 27’ 19.08’’ – Altezza sul livello del mare 47m).

In mancanza di specifiche tecniche relative alla tipologia di centralina climatica, si riporta di seguito il link di riferimento da cui sono stati estrapolati i dati climatici utilizzati per il calcolo dei gradi giorno: <http://www.cartografiarl.regione.liguria.it/SiraQualMeteo/script/PubAccessoDatiMeteo.asp>.

Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centralina in quanto è l’unica disponibile e fornita dalla PA per l’edificio oggetto della presente DE.

Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all’edificio oggetto di DE

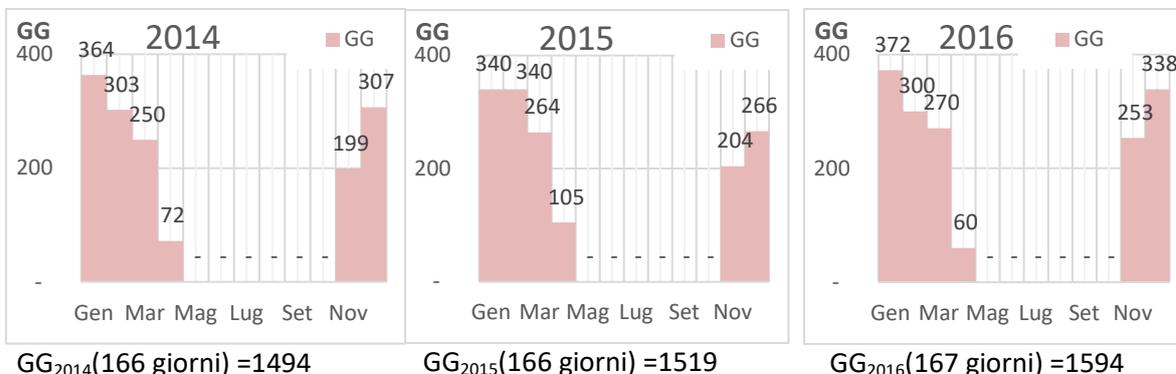


### 3.3 ANALISI DELL’ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO

Di seguito si riportano i valori mensili dei GG reali, calcolati in funzione delle temperature esterne medie orarie per il triennio di riferimento (2014 - 2015 – 2016), valutati come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle

sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile calcolata in funzione delle temperature orarie rilevate dalla centralina meteorologica.

Figura 3.2 - Andamento mensile dei GG reali per il triennio di riferimento

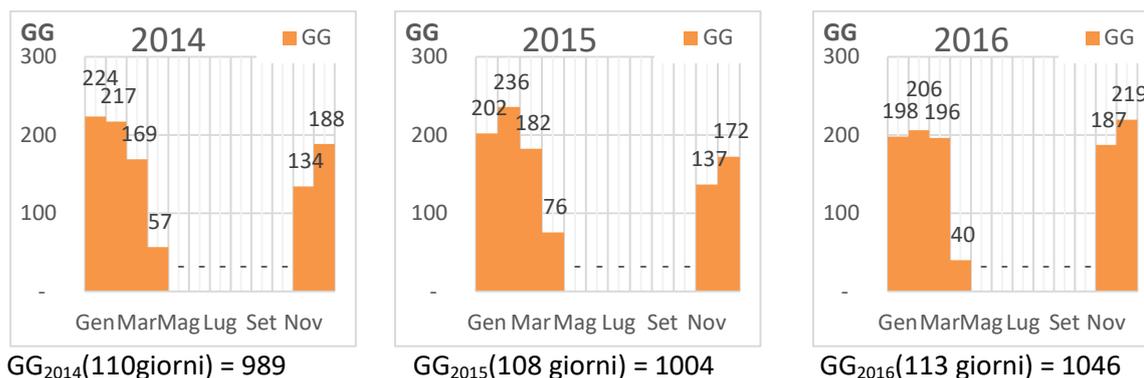


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell’impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell’impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore medio per le tre stagioni termiche analizzate di 1013 GG calcolati su 110 giorni effettivi di utilizzo dell’impianto di riscaldamento.

Tali GG sono valutati come la sommatoria estesa ai soli giorni di effettivo utilizzo degli impianti di riscaldamento nel periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile calcolata in funzione delle temperature orarie rilevate dalla centralina meteorologica.

I GG così calcolati definiscono i GG<sub>real</sub> ai fini del processo di normalizzazione di cui al capitolo 5.1.1.

Figura 3.3 - Andamento mensile dei GG reali, valutati in condizioni di effettivo utilizzo degli impianti, per il triennio di riferimento



Come si può notare dai grafici sopra riportati, l’andamento dei GG evidenzia l’innalzamento medio delle temperature esterne per il sito di riferimento e dunque la necessità di normalizzare i dati di consumo energetico.

## 4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

### 4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL’INVOLUCRO EDILIZIO

#### 4.1.1 Involucro opaco

L’involucro edilizio opaco che costituisce l’edificio è sostanzialmente composto da una muratura a cassetta con un pannello in c.a. esterno da 15 cm, un’intercapedine d’aria priva di isolamento e un secondo strato in cemento cellulare per uno spessore complessivo di 31 cm. La muratura è intonacata solo all’interno e all’esterno ha il c.a. a vista.

Al piano terra, le pareti esposte a nord sono state in passato oggetto di un intervento di isolamento con cappotto interno da 4 cm in EPS. La struttura è a telaio in cemento armato.

I solai sono privi di isolamento del tipo a predalles. Il solaio piano di copertura presenta una finitura in lastre grecate in fibrocemento. Il solaio piano dei terrazzi è pavimentato ma la pavimentazione è in cattivo stato.

Figura 4.1 - Particolare della muratura esterna



Figura 4.2 - Particolare della facciata nord est e della copertura

Questa soluzione realizzativa presenta elevate dispersioni termiche in corrispondenza dei numerosi ponti termici dell’edificio, soprattutto in corrispondenza dell’attacco degli infissi.

In alcuni ambienti del piano primo sono presenti muffe e condense dovute ad infiltrazioni di acqua dal terrazzo.

Forti criticità si segnalano in corrispondenza di tutti gli infissi per problemi di dispersioni e infiltrazioni di acqua.



Ai fini di un’identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell’involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l’utilizzo di termocamera ai sensi della norma UNI EN 13187: 2000 “Prestazione termica degli edifici. Rilevazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri edilizi. Metodo all’infrarosso”.
- Indagine endoscopica delle strutture a eseguito tramite videoendoscopio flessibile Eumig-6200, Monitor Type Boroscope.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Dispersioni dell’involucro edilizio in corrispondenza dei ponti termici della struttura.
- Dispersioni dell’involucro edilizio in corrispondenza dei sottofinestra.

Figura 4.2 – Rilievo termografico della parete del fronte nord est



I dettagli delle indagini diagnostiche effettuate sono riportate all’Allegato C – Report di indagine Termografica

Dalle analisi effettuate sono stati identificati i valori di trasmittanza dei componenti dell’involucro opaco riportati nella Tabella 4.1.

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m <sub>2</sub> K]	STATO DI CONSERVAZIONE
Solaio interpiano	SL01	[37,5]	[assente]	[1,69]	[Buono]
Solaio di copertura	SL02	[41,9]	[assente]	[1,69]	[mediocre]
Solaio controterra	SL03	[34,5]	[assente]	[2,02]	[discreto]
Parete esterna verticale	[MR01]	[31]	[assente]	[0,92]	[mediocre]
Parete vano tecnico	[MR02]	[11]	[assente]	[1,99]	[mediocre]
Parete esterna con cappotto interno	[MR07]	[35,5]	[EPS]	[0,45]	[buono]
Setto in c.a.	[MR08]	[16,5]	[assente]	[3,79]	[mediocre]

L’elenco completo dei componenti dell’involucro opaco, rilevati in sede di sopralluogo, e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 4.1 dell’ Allegato J – Schede di Audit.

#### 4.1.2 Involucro trasparente

L’involucro trasparente che costituisce l’edificio è composto sostanzialmente da due tipologie di serramenti: in ferro con vetro singolo e in alluminio senza taglio termico con vetro singolo. Gli infissi originari in ferro rossi, nel tempo sono stati parzialmente sostituiti con gli infissi in alluminio bianchi. Tuttavia la sostituzione è avvenuta mantenendo il telaio fisso rosso del vecchio infisso.

Non sono presenti sistemi di schermatura esterni. Tutti i serramenti presentano notevoli problematiche di tenuta all’aria e all’acqua, oltre che elevate dispersioni termiche.

Figura 4.3 - Particolari dei serramenti





Ai fini di un’identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell’involucro trasparente si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito sensi della norma UNI EN 13187:2000 “Prestazione termica degli edifici. Rilevazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri edilizi. Metodo all’infrarosso”.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Dispersioni termiche in corrispondenza dell’attacco parete-serramento;
- Dispersioni termiche di telaio e vetro.

Figura 4.4 – Rilievo termografico dei serramenti al piano primo del fronte sud ovest



Dalle analisi effettuate sono stati identificati i valori di trasmittanza dei componenti dell’involucro trasparente riportati nella Tabella 4.2.

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento ad un’anta	WN01	1.35x0.95	ferro	Vetro singolo	6,10	peissimo
Serramento a due ante	WN02	[2.70x1.10]	alluminio	Vetro singolo	5,69	mediocre
Serramento ad un’anta con divisorio	WN03	[1.35x1.20]	ferro	Vetro singolo	6,20	peissimo
Serramento a tre ante	WN04	[2.10x2.40]	alluminio	Vetro singolo	5,67	mediocre
Serramento a due ante	WN05	[1.40x2.40]	alluminio	Vetro singolo	5,67	mediocre
Serramento ad un’anta	WN06	[1.30x2.30]	alluminio	Vetro singolo	5,51	mediocre
Serramento a tre ante	WN07	[2.80x1.70]	alluminio	Vetro singolo	5,57	mediocre

Serramento a tre ante	WN08	[2.10x2.40]	ferro	Vetro singolo	5,53	peissimo
Serramento a due ante	WN09	[2.70x1.70]	ferro	Vetro singolo	5,98	peissimo
Serramento a tre ante	WN10	[4.20x0.95]	ferro	Vetro singolo	6,06	peissimo

L’elenco completo dei componenti dell’involucro trasparente, rilevati in sede di sopralluogo, e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 4.2 dell’Allegato J – Schede di Audit.

## 4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

L’impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da un sistema con fluido termovettore acqua, con presenza di un generatore di calore a basamento alimentato a gas metano, un gruppo di circolazione costituito da due pompe gemellari a giri fissi ed un sistema di emissione a radiatori.

### 4.2.1 Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito dalle seguenti tipologie di terminali:

- Radiatori su parete esterna non isolata;
- Radiatori su parete esterna isolata;
- Radiatori su parete interna.

E’ necessario sottolineare che al momento del sopralluogo i radiatori erano in funzione a pieno regime.

Figura 4.5 - Particolare del radiatore



I rendimenti di emissione desunti dal modello di calcolo delle DE sono i seguenti:

Tabella 4.3 - Rendimenti del sottosistema di emissione per le varie zone termiche

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Asilo Nido “Cento Fiori”	Radiatore su parete esterna non isolata	90%
Asilo Nido “Cento Fiori”	Radiatore su parete interna	93%
Scuola Infanzia “Primavera”	Radiatore su parete esterna isolata	93%
Scuola Infanzia “Primavera”	Radiatore su parete esterna non isolata	90%
Scuola Infanzia “Primavera”	Radiatore su parete interna	93%

Le caratteristiche dei terminali di emissione installati sono sintetizzate nella Tabella 4.4.

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei radiatori installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Terra	Su parete esterna non isolata	6	1,81	10,86	-	-
Terra	Su parete esterna non isolata	1	1,55	1,55	-	-
Terra	Su parete esterna non isolata	2	2,06	4,12	-	-
Terra	Su parete esterna isolata	4	1,81	7,24	-	-
Terra	Su parete esterna isolata	2	1,55	3,10	-	-
Terra	Su parete esterna isolata	2	2,06	4,12	-	-

Terra	Su parete esterna non isolata	4	1,70	6,80	-	-
Terra	Su parete esterna non isolata	1	1,44	1,44	-	-
Terra	Su parete esterna non isolata	1	0,84	0,84	-	-
Terra	Su parete interna	10	1,55	15,50	-	-
Terra	Su parete interna	6	1,81	10,86	-	-
Terra	Su parete interna	3	1,70	5,10	-	-
Terra	Su parete interna	1	1,29	1,29	-	-
Terra	Su parete interna	1	1,44	1,44	-	-
Terra	Su parete interna	1	1,04	1,04	-	-
Terra	Su parete interna	1	2,06	2,06	-	-
Primo	Su parete esterna non isolata	8	1,55	12,40	-	-
Primo	Su parete esterna non isolata	2	1,18	2,36	-	-
Primo	Su parete esterna non isolata	2	2,06	4,12	-	-
Primo	Su parete esterna non isolata	2	1,01	2,02	-	-
Primo	Su parete esterna non isolata	1	1,29	1,29	-	-
Primo	Su parete esterna non isolata	2	1,44	2,88	-	-
Primo	Su parete esterna non isolata	1	0,67	0,67	-	-
Primo	Su parete interna	3	1,55	4,65	-	-
Primo	Su parete interna	3	0,67	2,01	-	-
Primo	Su parete interna	1	1,44	1,44	-	-
Primo	Su parete interna	1	1,18	1,18	-	-
Primo	Su parete interna	1	1,29	1,29	-	-
<b>TOTALE</b>		<b>73</b>		<b>113,67</b>		

Nota(1): La potenza dei terminali di emissione è stata calcolata sulla base di quanto fornito dalla P.A. e verificata in sede di sopralluogo.

Nota(2): La differenza di temperatura tra i radiatori e ambiente è assunta pari a 22,75°C, in base a quanto rilevato in sede di sopralluogo.

L’elenco dei componenti del sottosistema di emissione per il riscaldamento degli ambienti, rilevati in sede di sopralluogo, e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.5 dell’Allegato J – Schede di Audit.

#### 4.2.2 Sottosistema di regolazione

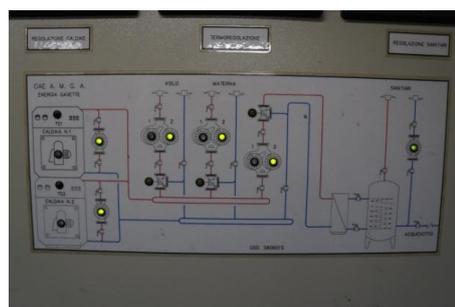
La regolazione del funzionamento dell’impianto avviene attraverso l’impostazione degli orari di funzionamento, che al momento del sopralluogo (periodo invernale) era impostata per funzionare dalle 6:00 alle 18:00 dal lunedì al venerdì.

Non sono presenti dei termostati ambiente a servizio del funzionamento dei radiatori.

Figura 4.6 - Particolare della centralina di termoregolazione

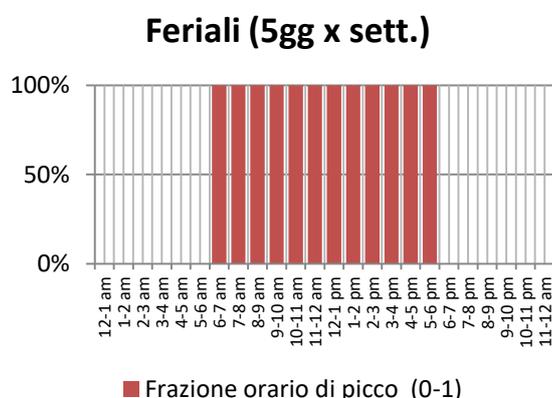


Figura 4.7 – Particolare della centralina di controllo in CT



Di seguito sono riportati i profili orari di funzionamento dell’impianto termico

Figura 4.8 - Profilo di funzionamento invernale dell’impianto per la zona termica Scuola Elementare



Il dettaglio dei profili orari di funzionamento, rilevati in sede di sopralluogo, è riportato nella Sezione 12 dell’Allegato J – Schede di Audit.

I rendimenti di regolazione desunti dal modello di calcolo delle DE sono riportati nella Tabella 4.5:

Tabella 4.5 - Rendimenti del sottosistema di regolazione per le varie zone termiche

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Scuola Infanzia “Primavera”	Climatica centralizzata on/off	86%
Asilo Nido “Cento Fiori”	Climatica centralizzata on/off	86%

L’elenco dei componenti del sottosistema di regolazione per il riscaldamento degli ambienti, rilevati in sede di sopralluogo, e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.5 dell’Allegato J – Schede di Audit.

#### 4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

- 1) Circuito primario di collegamento tra il generatore di calore e i collettori di mandata e ritorno.
- 2) Circuito di riscaldamento di collegamento tra i collettori in centrale termica e i terminali di emissione presenti negli ambienti dell’edificio.
- 3) Circuito Acqua calda sanitaria.

- 1) **Circuito primario:** sono presenti due pompe di circolazione.

Le caratteristiche dei circolatori a servizio del circuito primario sono riportate nella Tabella 4.6.

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

NOME	SERVIZIO	PORTATA [m <sup>3</sup> /h]	PREVALENZA [kPa]	POTENZA ASSORBITA [kW]
Circuito Primario P1	Circolazione interna	n.d.	n.d.	0,140 (1)
Circuito Primario P2	Circolazione interna	n.d.	n.d.	0,140 (1)
<b>TOTALE</b>				<b>0,280 (1)</b>

Nota (1): Valori ricavati dai dati di targa

Le temperature del fluido termovettore all’interno del circuito primario sono riportate nella Tabella 4.7.

Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA	TEMPERATURA CALCOLO
			°C	°C
Circuito primario	Mandata	Caldo	n.d.	80 (1)
	Ritorno	Caldo	n.d..	60 (1)

Nota (1): Valori utilizzati nel modello di calcolo

2) **Circuito di riscaldamento:** sono presenti due pompe di circolazione per la distribuzione dai collettori ai terminali di emissione.

- Zona: Scuola Infanzia “Primavera”;
- Zona: Asilo Nido “Cento Fiori”.

Le caratteristiche dei circolatori a servizio dei circuiti secondari sono riportate nella Tabella 4.8.

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito secondario

NOME		SERVIZIO	PORTATA	PREVALENZA	POTENZA ASSORBITA
			m <sup>3</sup> /h	kPa	kW
Scuola Infanzia “Primavera”	P3	Distribuzione fluido termovettore a radiatori	n.d.	n.d.	0,720 (1)
Asilo Nido “Cento Fiori”	P4	Distribuzione fluido termovettore a radiatori	n.d.	n.d.	0,360 (1)
<b>TOTALE</b>			n.d.	n.d.	1,08 (1)

Nota (1): Valori ricavati da dati di targa

Le temperature del fluido termovettore all’interno del circuito di riscaldamento sono riportate nella Tabella 4.9.

Tabella 4.9 – Temperature di mandata e ritorno del circuito secondario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA	TEMPERATURA CALCOLO
			°C	°C
Scuola Infanzia “Primavera”	Mandata	Caldo	55,2 (2)	80 (1)
	Ritorno	Caldo	42,1 (2)	60 (1)
Asilo Nido “Cento Fiori”	Mandata	Caldo	55,7 (2)	80 (1)
	Ritorno	Caldo	43,4 (2)	60 (1)

Nota (1): Valori utilizzati nel modello di calcolo; Nota (2): Valori ricavati in sede di sopralluogo

3) **Circuito ACS:** sono presenti due pompe di circolazione per il circuito di acqua calda sanitaria.

Le caratteristiche dei circolatori a servizio dei circuiti secondari sono riportate nella Tabella 4.10.

Tabella 4.10 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito secondario

NOME		SERVIZIO	PORTATA	PREVALENZA	POTENZA ASSORBITA
			m <sup>3</sup> /h	kPa	kW
Carico bollitore	P5	ACS	n.d.	n.d.	0,185 (1)
Ricircolo	P6	ACS	n.d.	n.d.	0,120 (1)
<b>TOTALE</b>			n.d.	n.d.	0,305 (1)

Nota (1): Valori ricavati da dati di targa

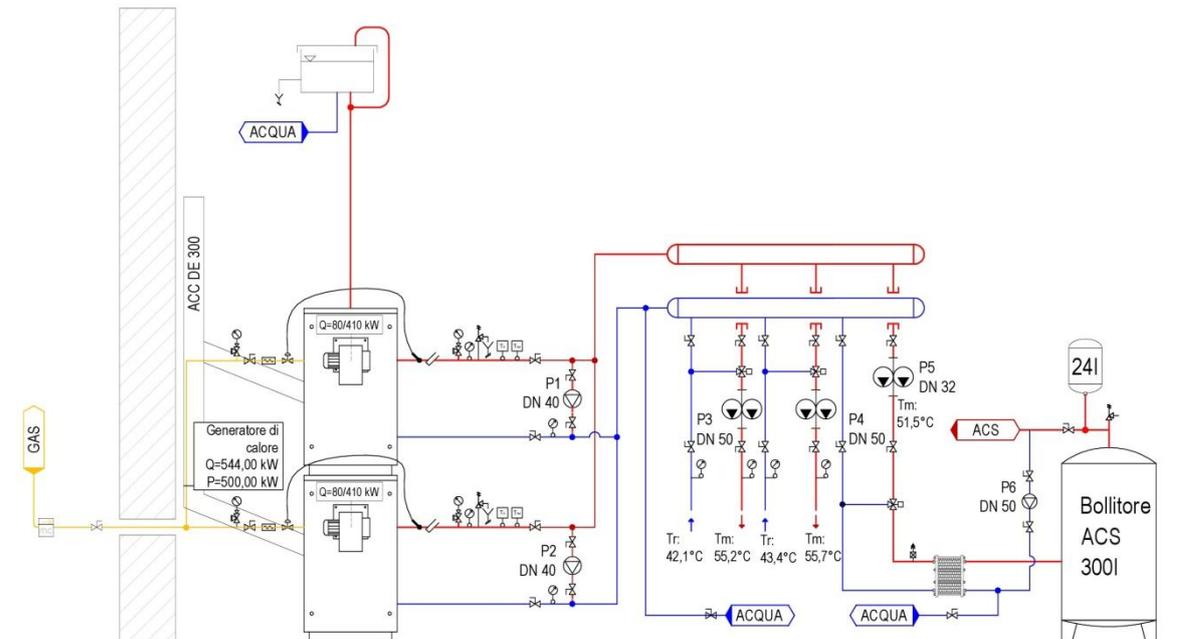
Le temperature del fluido termovettore all’interno del circuito di acqua calda sanitaria sono riportate nella Tabella 4.11.

Tabella 4.11 – Temperature di mandata e ritorno del circuito secondario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA	TEMPERATURA CALCOLO
			°C	°C
Carico bollitore	Mandata	Caldo	51,5 (2)	48 (1)

Nota (1): Valori utilizzati nel modello di calcolo; Nota (2): Valori ricavati in sede di sopralluogo

Figura 4.9 - Particolare dello schema di impianto



Al fine di rilevare le temperature sui singoli tratti all’interno della CT si è provveduto ad un rilievo puntuale mediante un termometro del tipo digitale senza contatto ad infrarossi con puntatore laser – CLASSE IIIA.

Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione è stato assunto nella DE pari al 88.0%. Tale rendimento è stato calcolato mediante il metodo previsto dalle norme UNI/TS 11300-2 prospetti 21-23.

L’elenco dei componenti del sottosistema di distribuzione per il riscaldamento degli ambienti, rilevati in sede di sopralluogo, e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.4 dell’Allegato J – Schede di Audit.

#### 4.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da un generatore a basamento con potenza termica nominale pari a 500,00 kW, potenza termica al focolare pari a 544,00 kW di produzione ICI modello, REX DUAL 50.

A servizio del generatore di calore sono presenti n. 2 bruciatori alimentati a gas metano di marca Baltur, modello BTG 35P che hanno entrambi potenza nominale min/Max pari a 80/410 kW.

Figura 4.10 - Scorcio all’interno della centrale termica



Figura 4.11 - Dati di targa, Particolare del generatore di calore.



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella Tabella 4.12.

Tabella 4.12 - Riepilogo caratteristiche del generatore di calore

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]
Gen 1	Riscaldamento	ICI	REX DUAL 50	N.D.	544,00 (1)	92,95% (2)	0,020 (1)
Bru 1	Riscaldamento	Baltur	BTG 35P	2014	-	80/410 (1)	0,54 (1)
Bru 2	Riscaldamento	Baltur	BTG 35P	2014	-	80/410 (1)	0,54 (1)

Nota (1): Valori ricavati da dati di targa;

Nota (2): Valori desunti da scheda tecnica di generatore con caratteristiche simili e stesso periodo di costruzione.

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 76%.

Sul libretto di centrale, nella sezione relativa alle prove fumi, sono stati rilevati e confrontati i rendimenti di combustione del generatore installato. Il valore del rendimento di combustione alla data del 27/11/2017 è pari a 93,2%

Si sottolinea che secondo quanto rilevato in sede di sopralluogo il generatore funziona regolarmente.

L’elenco dei componenti del sottosistema di generazione per il riscaldamento degli ambienti rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.1 dell’Allegato J – Schede di Audit.

#### 4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Il consumo di acqua calda sanitaria è relativamente ridotto data la destinazione d’uso dell’edificio.

La produzione è eseguita tramite il medesimo generatore deputato al riscaldamento.

Da questo, in centrale termica, viene alimentato un accumulo da 300 litri con scambiatore a serpentino di produzione Fiorini.

Figura 4.12 - Particolare del bollitore d’accumulo per ACS della capacità di 300 litri



I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell’impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.13.

Tabella 4.13 – Rendimenti dell’impianto di produzione acqua calda sanitaria

SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE	SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE	SOTTOSISTEMA DI RICIRCOLO	SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO	SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE	RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE
100% (1)	93% (1)	n.d.	n.d.	41% (1)	17% (1)

Nota (1) Valori ricavati dal modello di calcolo.

L’elenco dei componenti dell’impianto di produzione acqua calda sanitaria rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 7 dell’Allegato J – Schede di Audit.

#### 4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

Le utenze sottese all’impianto elettrico, oltre a quelle precedentemente descritte, sono costituite essenzialmente da utenze locali quali PC ed altri dispositivi in uso del personale e delle attività specifiche della destinazione d’uso.

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella Tabella 4.14.

Tabella 4.14 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Scuola Infanzia “Primavera”	Ventilatore a parete	5	30	150	800
	Distributore caffè	1	1350	1350	800
	PC	1	220	220	500
	Stampante	1	80	80	500
	Stampante Multifunzione	1	600	600	500

	Stufa elettrica	2	2000	4000	2200
	Congelatore a pozzetto	1	1500	1500	5520
	Cappa	1	300	300	500
	Frigorifero	1	380	380	5520
	Lavastoviglie	1	1500	1500	500
Asilo Nido “Cento Fiori”	Frigorifero	1	380	380	5520
	PC	1	220	220	800
	Stampante	1	80	80	800
	Lavatrice	2	5.500	11.000	650
	Asciugatrice	1	3.200	3.200	650
	Ventilatore a soffitto	9	100	900	1000

L’elenco delle altre utenze elettriche rilevate in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 11 dell’Allegato J – Schede di Audit.

#### 4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L’impianto di illuminazione è costituito prevalentemente da lampade di tipo tubolare, a basso consumo di diversa dimensione in funzione della tipologia di utilizzo dei locali:

Le principali tipologie di corpi illuminanti sono di seguito elencati:

- Lampade tubolari a neon installate a soffitto nelle aule, nei corridoi e nei servizi igienici;
- Lampade di emergenza LED;
- Lampada a basso consumo esterna;
- Faro alogeno installato all’esterno.

Figura 4.13 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule



L’elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella Tabella 4.15.

Tabella 4.15 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONA TERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Scuola Infanzia “Primavera”	Tubolare	24	18 (1x18)	432
	Tubolare	32	36 (1x36)	1152
	Tubolare	4	72 (2x36)	288
	Tubolare	24	58 (1x58)	1392
	Tubolare	1	116 (2x58)	116
	Lamp. LED Emergenza	3	11	33
Esterno	Lamp. basso consumo	1	40	40

	Proiettore alogeno	1	200	200
Asilo Nido “Cento Fiori”	Tubolare	20	18 (1x18)	360
	Tubolare	10	36 (1x36)	360
	Tubolare	11	58 (1x58)	638
	Tubolare	1	72 (2x36)	72
	Tubolare	1	116 (2x58)	116
Totale				5199

L’elenco completo dei corpi illuminanti rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 10 dell’Allegato J – Schede di Audit.

Figura 4.14 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati all’ingresso della scuola dell’infanzia



Figura 4.15 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati lungo i corridoi della scuola dell’infanzia



Figura 4.16 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati lungo i corridoi dell’asilo nido



Figura 4.17 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati all’interno di un’aula dell’asilo nido



## 5 CONSUMI RILEVATI

### 5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA

L’analisi dei consumi storici termici ed elettrici dell’edificio oggetto della DE è stata effettuata facendo riferimento al triennio 2014, 2015 e 2016.

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Gasolio;
- Energia elettrica.

#### 5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura, la produzione di ACS e la produzione di cibi è il Gas Metano (ad eccezione del 2014 quando era ancora presente una caldaia alimentata a gasolio).

Nella Tabella 5.1 sono riportati i valori di Potere Calorifico Inferiore (PCI) forniti dalla norma UNI TS 11300-2:2014 ed utilizzati ai fini della conversione in kWh.

Tabella 5.1 – Valori di PCI utilizzati ai fini della conversione in kWh

TIPO COMBUSTIBILE	PCI [kWh/kg]	DENSITÀ [kWh/Sm <sup>3</sup> ]	PCI [kWh/Nm <sup>3</sup> ]	FATTORE DI CONVERSIONE [Sm <sup>3</sup> /Nm <sup>3</sup> ]	PCI [kWh/Sm <sup>3</sup> ]
Metano	n/a	n/a	9,94 (*)	1,0549	9,42
Gasolio	11,87 (*)	0,85	n/a	n/a	10,09

Nota (\*) Fonte: Prospetto B.19 UNI TS 11300-2:2014

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di 2 contatori i quali risultato a servizio dei seguenti utilizzi:

- Centrale termica per il riscaldamento degli ambienti della scuola materna Primavera;
- Centrale termica per il riscaldamento degli ambienti dell’asilo nido Centofiori;
- Caldaia per la produzione di acqua calda sanitaria;
- Usi cottura.

L’effettiva ubicazione dei contatori è rappresentata nelle planimetrie riportate all’Allegato B – Elaborati.

L’analisi dei consumi storici di Gas metano si basa sulla base de m<sup>3</sup> di gas rilevati dalla società di distribuzione nel triennio di riferimento.

Tali consumi sono riportati nella Tabella 5.2 con indicazione dei PDR di riferimento.

Tabella 5.2 - Consumi annuali di energia termica per il triennio di riferimento – Dati forniti dalla società di distribuzione

PDR	Utilizzo	2014		2015	2016	2014	2015	2016
		[litri]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
16220050540691	Riscaldamento e produzione di ACS	12.000	391	19.661	14.239	124.754	185.210	134.131
3270003048603	Usi cottura	-	564	634	534	5.312	5.974	5.026
3270003048502	Usi cottura	-	894	808	620	8.421	7.608	5.837

Parallelamente all’analisi dei consumi storici forniti dalla società di distribuzione si è provveduto alla valutazione dei consumi fatturati nel triennio di riferimento.

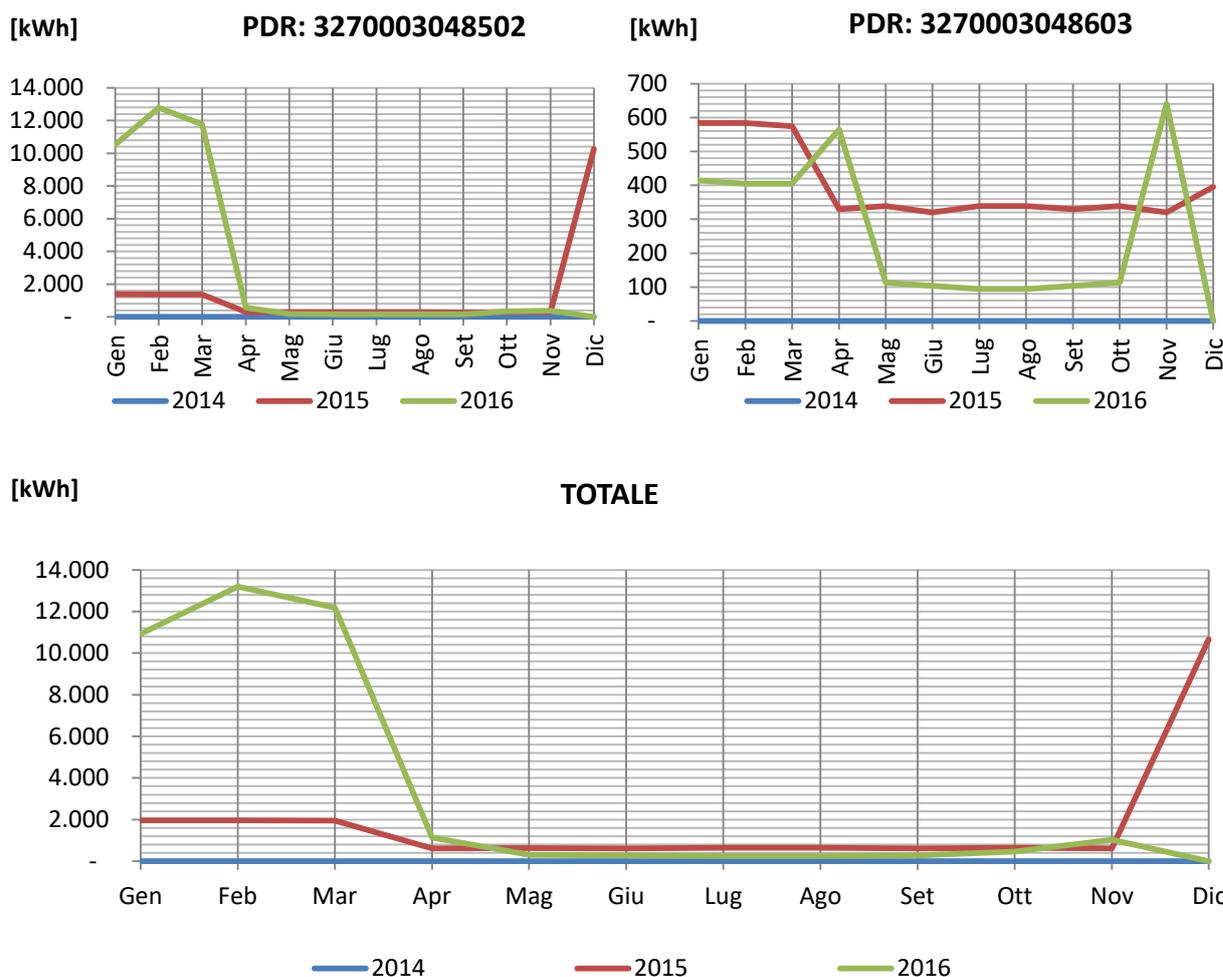
I consumi fatturati dalla società di fornitura sono riportati nella Tabella 5.3.

Tabella 5.3 - Consumi mensili di energia termica per il triennio di riferimento – Dati fatturati da società di fornitura

PDR: 3270003048502	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	147	1 116	-	1 385	10 513
Febbraio	-	146	1 358	-	1 375	12 792
Marzo	-	146	1 250	-	1 375	11 775
Aprile	-	31	61	-	292	575
Maggio	-	31	20	-	292	188
Giugno	-	31	18	-	292	170
Luglio	-	32	17	-	301	160
Agosto	-	32	17	-	301	160
Settembre	-	30	18	-	283	170
Ottobre	-	32	37	-	301	349
Novembre	-	31	41	-	292	386
Dicembre	-	1 091	-	-	10 277	-
<b>Totale</b>	-	<b>1 780</b>	<b>3 953</b>	-	<b>16 768</b>	<b>37 237</b>
PDR: 3270003048603	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	62	44	-	584	414
Febbraio	-	62	43	-	584	405
Marzo	-	61	43	-	575	405
Aprile	-	35	60	-	330	565
Maggio	-	36	12	-	339	113
Giugno	-	34	11	-	320	104
Luglio	-	36	10	-	339	94
Agosto	-	36	10	-	339	94
Settembre	-	35	11	-	330	104
Ottobre	-	36	12	-	339	113
Novembre	-	34	68	-	320	641
Dicembre	-	42	-	-	396	-
<b>Totale</b>	-	<b>509</b>	<b>324</b>	-	<b>4 795</b>	<b>3 052</b>

L’andamento dei consumi mensili fatturati è riportato nei grafici in Figura 5.1.

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati



Dall’analisi effettuata è emerso che il prelievo termico del triennio è caratterizzato da un valore minimo pari a 10,0 smc, e un valore di massimo prelievo 1.358,0 smc. A tal riguardo si precisa che la presenza di numerosissime misure stimate e non rilevate, non sempre poi conguagliate, rende tali dati a volte non molto aderenti al reale utilizzo dell’edificio.

Considerando che i consumi di gas metano a servizio degli impianti di riscaldamento degli ambienti sono soggetti a variazioni dovute all’andamento degli effettivi dati climatici che hanno caratterizzato il triennio di riferimento, si è reso necessario riportare tali consumi ad un comportamento normalizzato e non più strettamente dipendente dalle caratteristiche climatiche dell’anno a cui si riferiscono, con lo scopo di ottenere un consumo destagionalizzato che possa poi essere utilizzato per effettuare la taratura del modello energetico di cui al capitolo 6.1.

Per effettuare tale processo di normalizzazione si sono utilizzati i GG reali del triennio di riferimento ed i GG di riferimento come valutati al Capitolo 3, definendo il fattore di normalizzazione  $\bar{a}_{rif}$  come di seguito riportato:

$$\bar{a}_{rif} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{real,i}}{\sum_{i=1}^n GG_{real,i}}$$

Dove:

$GG_{real,i}$  = Gradi giorno valutati considerando le temperature esterne reali, nell’anno *i-esimo*, così come definiti al Capitolo 3.2;

*n* = numero di annualità di cui si hanno a disposizione i consumi.

$Q_{real,i}$  = Consumo termico reale per riscaldamento dell’edificio nell’anno *i-esimo*, kWh/anno.

Tale consumo è stato valutato scorporando, dal consumo complessivo del contatore che alimenta la centrale termica, il contributo per la produzione di acqua calda sanitaria valutato considerando il modello termico realizzato secondo le UNI TS 11300 e stimato dunque pari a circa il 14%; inoltre sono stati considerati gli altri contributi dovuti agli usi di cottura della mensa, calcolati sulla base dei consumi rilevati dai due contatori dedicati.

E’ ora quindi possibile valutare il consumo destagionalizzato, come di seguito riportato:

$$Q_{baseline} = \bar{a}_{rif} \times GG_{rif} + \bar{Q}_{ACS} + \bar{Q}_{ALTRO}$$

$GG_{rif}$  = Gradi giorno di riferimento utilizzati nella modellazione dell’edificio, così come definiti al Capitolo 3.1;

$\bar{Q}_{ACS}$  = Consumo termico reale per ACS dell’edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per l’ACS nel triennio di riferimento;

$\bar{Q}_{ALTRO}$  = Consumo termico reale per eventuali altri utilizzi dell’edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per altri usi, nel triennio di riferimento.

Si sottolinea che ai fini della normalizzazione e della successiva validazione del modello energetico si utilizzeranno per la definizione dei consumi reali,  $Q_{real,ir}$  i consumi di gas metano forniti dalla società di distribuzione.

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG <sub>REALI</sub>	GG <sub>RIF</sub>	CONSUMO REALE RISC.		$\alpha_{rif}$	CONSUMO NORMALIZZATO A 905 GG	CONSUMO ACS	CONSUMO ALTRO	
	SU 110 GIORNI	SU 110 GIORNI	[Smc]	[litri gasolio]					[kWh]
2014	989	905	336	10.320	107.315	108,6	98.203	17.466	13.733
2015	1.004	905	16.909	-	159.281	158,7	143.578	25.929	13.582
2016	1.046	905	12.246	-	115.390	110,3	99.762	18.778	10.863
<b>Media</b>	<b>1.013</b>	<b>905</b>	<b>9.830</b>	<b>3.440</b>	<b>127.345</b>	<b>125,7</b>	<b>113.730</b>	<b>20.724</b>	<b>12.726</b>

Si sono pertanto definiti per il calcolo della Baseline i parametri riportati nella Tabella 5.5:

Tabella 5.5 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[Kwh]
$\bar{Q}_{ACS}$	20.274
$\bar{Q}_{ALTRO}$	12.726
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	113.730
<b><math>Q_{baseline}</math></b>	<b>147.298</b>

### 5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di un contatore il quale risulta a servizio dei seguenti utilizzi:

- Scuola dell’infanzia Primavera;
- Asilo Nido Centofiori.

L’effettiva ubicazione dei contatori è rappresentata nelle planimetrie riportate all’Allegato B – Elaborati.

L’elenco delle fatture analizzate è riportato all’ Allegato A – Elenco documentazione fornita dalla committenza.

L’analisi dei consumi storici di energia elettrica si basa sulla base dei kWh ottenuti dai dati di fatturazione rilevati nel triennio di riferimento.

Tali consumi annuali sono riportati nella Tabella 5.6 con indicazione dei POD di riferimento.

Tabella 5.6 – Elenco POD e relativi consumi annuali per il triennio di riferimento

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E00096765	Scuola dell’infanzia e Nido Centofiori	49.777	53.231	46.334	49.781
<b>TOTALE</b>		<b>49.777</b>	<b>53.231</b>	<b>46.334</b>	<b>VALORE MEDIO FATTURATO 49.781</b>

Come si evince dalla Tabella 5.6 i consumi ricavati dall’analisi delle fatture, confrontati con i consumi annuali elaborati e forniti dalla PA ed identificati per l’edificio oggetto della DE all’interno del file “kyotoBaseline-EXXXX”, presentano alcune differenze come di seguito riassunto:

- Per il 2014 l’analisi delle fatture ha prodotto un dato coincidente; (valore desunto dal file “kyotoBaseline-EXXXX”: 49.777 kWh)
- Per il 2015 l’analisi delle fatture ha prodotto un dato inferiore dell’1% circa; (valore desunto dal file “kyotoBaseline-EXXXX”: 53.656 kWh)
- Per il 2016 l’analisi delle fatture ha prodotto un dato inferiore del 15% circa. (valore desunto dal file “kyotoBaseline-EXXXX”: 54.650 kWh)

Il dato medio desumibile dall’analisi delle fatture si discosta dunque dal dato di fornito dalla PA di circa il 5% in meno (valore desunto dal file “kyotoBaseline-EXXXX”: 52.694 kWh).

Considerando che lo scostamento fra il dato ottenuto a seguito dell’analisi della fatturazione e quello fornito dalla PA nel file “kyotoBaseline-EXXXX” è inferiore al 10%, si è deciso di utilizzare il dato fornito dalla PA per la validazione del modello energetico. Pertanto, si assume come valore di baseline 52.694 kWh.

Tabella 5.7 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento

POD: IT001E00096765	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	2.622	916	1.368	4.906
Feb - 14	2.507	928	1.199	4.634
Mar - 14	2.556	998	1.356	4.910
Apr - 14	2.155	831	1.284	4.270
Mag - 14	2.137	957	1.260	4.354
Giu - 14	1.680	768	1.319	3.767
Lug - 14	1.612	773	1.162	3.547
Ago - 14	663	518	923	2.104
Set - 14	2.028	757	1.094	3.879
Ott - 14	2.415	849	1.148	4.412
Nov - 14	2.218	842	1.321	4.381
Dic - 14	2.182	899	1.532	4.613
Totale	24.775	10.036	14.966	49.777

POD: IT001E00096765	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	2 556	1 135	1 599	5 290
Feb - 15	2 467	972	1 271	4 710
Mar - 15	2 409	965	1 406	4 780
Apr - 15	2 249	849	1 426	4 524
Mag - 15	2 137	888	1 302	4 327
Giu - 15	1 940	818	1 283	4 041
Lug - 15	1 636	797	1 310	3 743
Ago - 15	698	510	995	2 203
Set - 15	2 205	885	1 305	4 395
Ott - 15	2 648	1 106	1 282	5 036
Nov - 15	2 716	1 123	1 610	5 449
Dic - 15	2 448	868	1 417	4 733
<b>Totale</b>	<b>26 109</b>	<b>10 916</b>	<b>16 206</b>	<b>53 231</b>
POD: IT001E00096765	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	2 492	964	1 442	4 898
Feb - 16	2 413	855	1 043	4 311
Mar - 16	2 631	911	1 143	4 685
Apr - 16	2 372	812	988	4 172
Mag - 16	2 321	768	1 027	4 116
Giu - 16	1 726	666	1 022	3 414
Lug - 16	1 455	711	1 124	3 290
Ago - 16	614	422	754	1 790
Set - 16	1 750	710	1 017	3 477
Ott - 16	2 095	807	1 018	3 920
Nov - 16	2 436	760	1 005	4 201
Dic - 16	2 158	780	1 122	4 060
<b>Totale</b>	<b>24 463</b>	<b>9 166</b>	<b>12 705</b>	<b>46 334</b>

Dall’analisi effettuata è stato possibile definire i profili mensili dei consumi elettrici di Baseline, valutati come la media dei valori mensili analizzati nel triennio di riferimento.

Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8 bis.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.557	1.005	1.470	5.031
Febbraio	2.462	918	1.171	4.552
Marzo	2.532	958	1.302	4.792
Aprile	2.259	831	1.233	4.322
Maggio	2.198	871	1.196	4.266
Giugno	1.782	751	1.208	3.741
Luglio	1.568	760	1.199	3.527
Agosto	658	483	891	2.032
Settembre	1.994	784	1.139	3.917

## E1272 – Asilo nido “Cento Fiori” e Scuola dell’infanzia “Primavera”

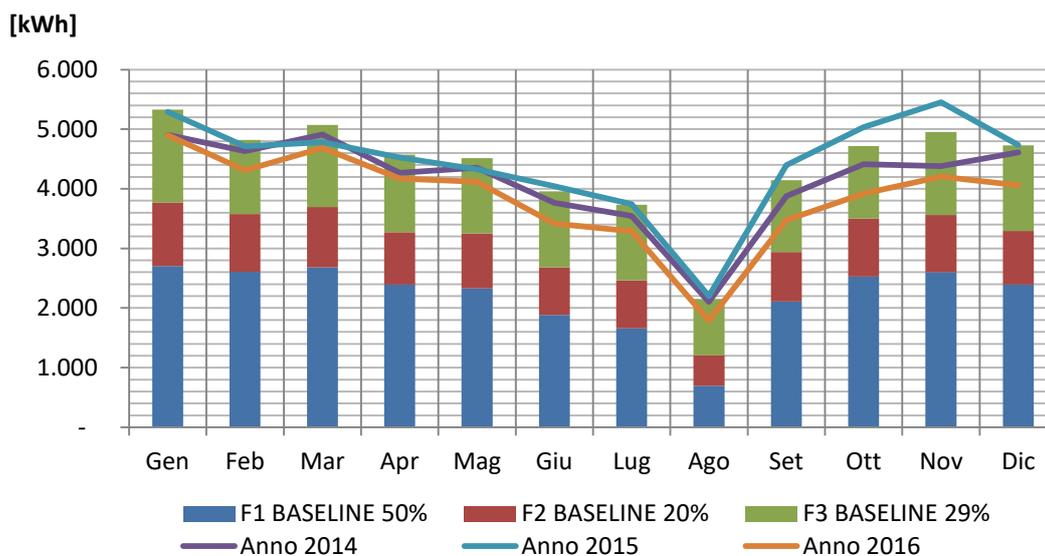
Ottobre	2.386	921	1.149	4.456
Novembre	2.457	908	1.312	4.677
Dicembre	2.263	849	1.357	4.469
<b>Totale</b>	<b>25.116</b>	<b>10.039</b>	<b>14.626</b>	<b>49.781</b>

Tabella 5.8 bis – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.706	1.064	1.556	5.326
Febbraio	2.606	972	1.240	4.818
Marzo	2.680	1.014	1.378	5.072
Aprile	2.391	879	1.305	4.575
Maggio	2.327	922	1.266	4.515
Giugno	1.886	795	1.279	3.960
Luglio	1.659	805	1.269	3.733
Agosto	697	512	943	2.151
Settembre	2.111	830	1.205	4.146
Ottobre	2.526	975	1.217	4.717
Novembre	2.600	961	1.389	4.951
Dicembre	2.395	899	1.436	4.730
<b>Totale</b>	<b>26.586</b>	<b>10.627</b>	<b>15.482</b>	<b>52.694</b>

L’andamento dei consumi elettrici mensili nel triennio di riferimento e di Baseline è riportato nei grafici in Figura 5.2.

Figura 5.2 – Confronto tra i profili mensili elettrici reali e i valori di Baseline per il triennio di riferimento



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti coerenti con l’utilizzo del fabbricato. La presenza di una base di consumo sempre presente anche in assenza di utilizzo dell’immobile potrebbe essere imputata ad alcune fra le seguenti cause:

- Presenza di attrezzature elettriche, come peraltro già definite nel paragrafo 4.4 e dettagliatamente nella tabella 4.14, che potrebbero non essere staccate dalla rete quando la scuola è chiusa come ad esempio i distributori automatici, i pc e le stampanti lasciati in standby o i consumi residui dell’ascensore;
- Presenza di punti luce interni che rimangono accesi;
- Presenza di punti luce esterni che vengono accesi anche nei periodi in cui l’edificio non è utilizzato;
- Utilizzo da parte di utenti terzi dell’edificio.

I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti congruenti alla destinazione d’uso dell’edificio.

Non è stato possibile rilevare il prelievo di potenza massima in quanto, come mostrato nella figura seguente, il dato di prelievo di potenza non è disponibile sul sito E-distribuzione per il POD in esame.

POD: IT001E00096765 | Indirizzo Fornitura: V MOZART,SN - 16159 GENOVA | **ATTIVO**

### Dettaglio - Le Mie Letture

Il servizio Le Mie Letture permette di consultare o scaricare le letture associate ad un POD per il periodo di riferimento scelto. Le letture reali rappresentano il dato rilevato dal distributore sul contatore alla data di riferimento della lettura. Le letture stimate sono calcolate dal distributore ai sensi della delibera AEEGSI 65/12. I dati non comprendono le autoletture, le letture cioè comunicate dal Cliente al Venditore. Per visualizzare le letture è sufficiente inserire inizio periodo, fine periodo, utilizzando l'apposito calendario e premere il pulsante Esegui. È possibile vedere le letture fino a un anno indietro per non più di 6 mesi alla volta.

### Periodo Visualizzazione

Inizio Periodo: 14/06/2017 | Fine Periodo: 31/10/2017 | **Esegui**

Visualizzazione e Download | [Invia mail con file dati](#) | [Scarica file](#)

Data Lettura	Codice Misuratore	Matricola Misuratore	Costante Misuratore	Tipo Dato	Energia Attiva Fascia 1 (kWh)	Energia Attiva Fascia 2 (kWh)	Energia Attiva Fascia 3 (kWh)	Energia Reattiva Fascia 1 (kVARh)	Energia Reattiva Fascia 2 (kVARh)	Energia Reattiva Fascia 3 (kVARh)	Potenza Fascia 1 (kW)	Potenza Fascia 2 (kW)	Potenza Fascia 3 (kW)
30/06/2017	04E1F5521	00015224	1	REALE	240611	97659	247225	114728	56727	152749	-	-	-
31/07/2017	04E1F5521	00015224	1	REALE	241930	98245	248069	115385	57050	153298	-	-	-
31/08/2017	04E1F5521	00015224	1	REALE	242500	98587	248670	115727	57292	153786	-	-	-
30/09/2017	04E1F5521	00015224	1	REALE	244504	99282	249546	116705	57656	154305	-	-	-
31/10/2017	04E1F5521	00015224	1	REALE	246804	100066	250525	117784	58046	154873	-	-	-

**Legenda:**

**Letture reali:** lettura rilevata dal distributore alla data indicata

**Letture stimate:** lettura calcolata dal distributore.

## 5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI

L'esito della DE deve inoltre consentire la valutazione del fabbisogno energetico caratteristico del sistema edificio-impianto ed individuare gli indicatori specifici di performance energetica ed ambientale caratteristici della prestazione energetica dell'edificio, rispetto ai consumi energetici reali.

I fattori di emissione di CO<sub>2</sub> utilizzati sono riportati nella Tabella 5.9 - Fattori di emissione di CO<sub>2</sub>.

Tabella 5.9 - Fattori di emissione di CO<sub>2</sub>.

COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	kgCO <sub>2</sub> /kWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
Gasolio	* 0,267

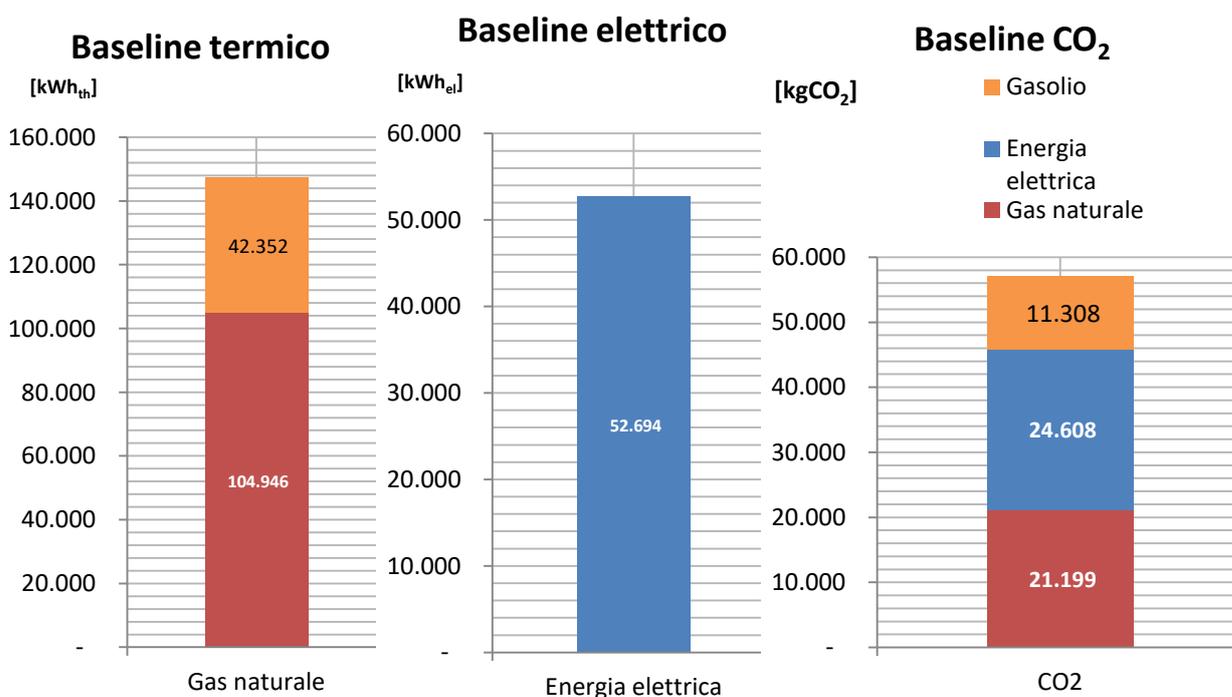
\* da “Linee Guida Patto dei Sindaci” per anno 2010

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>, come riportato nella Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>, e nella Figura 5.3.

Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO <sub>2</sub> /MWh]	[tCO <sub>2</sub> ]
Energia elettrica	52.694	* 0,467	24,608
Gas naturale	104.946	* 0,202	21,199
Gasolio	42.352	* 0,267	11,308

Figura 5.3 – Rappresentazione grafica della Baseline dei consumi e delle emissioni di CO<sub>2</sub>.



Ai fini del calcolo degli indici di performance è necessario effettuare la conversione dei consumi di baseline in energia primaria, utilizzando i fattori di conversione indicati dal Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 “Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici” nell’Allegato 1-Tabella 1.

Tabella 5.11 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

COMBUSTIBILE	F <sub>P,nren</sub>	F <sub>P,ren</sub>	F <sub>P,tot</sub>
Gas naturale	1,05	0	1,05
Energia elettrica da rete	1,95	0,47	2,42
Gasolio	1,07	0	1,07

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline di cui al Capitolo 5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.12.

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	1.248	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	1.263	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	5.012	m <sup>3</sup>

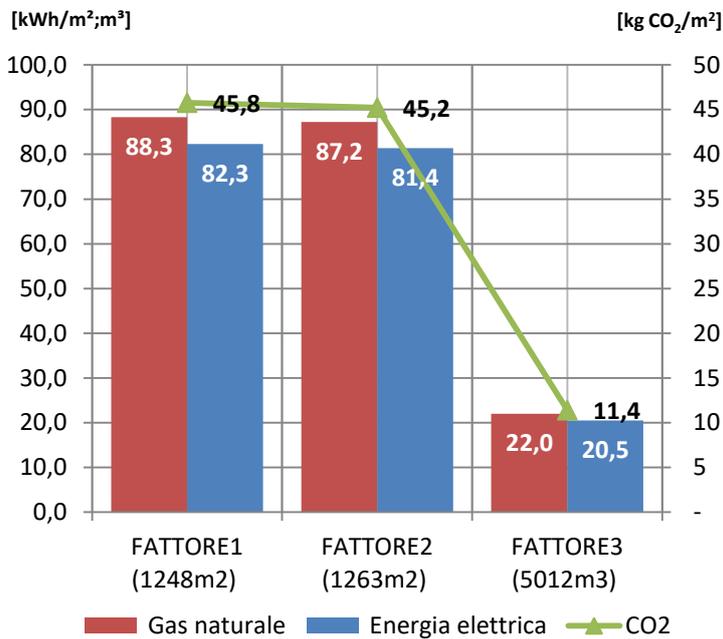
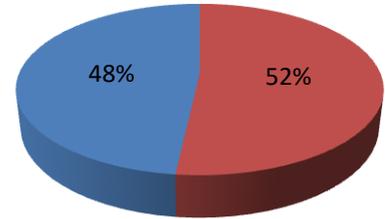
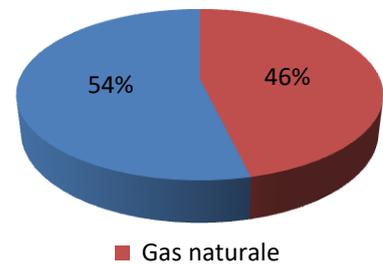
Nella Tabella 5.13 e nella Tabella 5.14 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell’Allegato J – Schede di Audit.

Tabella 5.13 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all’energia primaria totale

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>3</sup> ]	[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	104.946	1,05	110.193	88,3	87,2	22,0	16,99	16,78	4,23
Gasolio	42.352	1,07	45.317	36,3	35,9	9,0	9,06	8,95	2,26
Energia elettrica	52.694	2,42	127.519	102,2	101,0	25,4	19,72	19,48	4,91
<b>TOTALE</b>			<b>283.029</b>	<b>227</b>	<b>224</b>	<b>56</b>	<b>46</b>	<b>45</b>	<b>11</b>

Tabella 5.14 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all’energia primaria non rinnovabile

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>3</sup> ]	[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	104.946	1,05	110.193	88,3	87,2	22,0	16,99	16,78	4,23
Gasolio	42.352	1,07	45.317	36,3	35,9	9,0	9,06	8,95	2,26
Energia elettrica	52.694	1,95	102.753	82,3	81,4	20,5	19,72	19,48	4,91
<b>TOTALE</b>			<b>258.263</b>	<b>207</b>	<b>204</b>	<b>52</b>	<b>46</b>	<b>45</b>	<b>11</b>

Figura 5.4 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO<sub>2</sub> valutati in funzione della superficie utile riscaldata

 Figura 5.5 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO<sub>2</sub>
**Ripartizione % energia primaria**

**Ripartizione % emissioni CO<sub>2</sub>**


Trattandosi di edifici scolastici, in particolare si sono determinati i due seguenti indici, definiti all’interno delle Linee Guida ENEA- FIRE “Guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole”

L’indicatore introdotto dalla Guida ENEA-FIRE si basa sui consumi di energia per gas naturale normalizzati in funzione dei seguenti fattori di aggiustamento:

- Fattore di forma dell’edificio, rapporto fra superficie disperdente e volume riscaldato S/V (fattore F<sub>e</sub>);
- Ore di occupazione dell’edificio scolastico (fattore F<sub>h</sub>);
- Gradi Giorno convenzionali della località (1435 GG) così come definiti D.P.R. 412/93 - allegato A
- Volume riscaldato (V<sub>risc</sub>).

La formula definita è sotto riportata:

$$IEN_R = \frac{\text{Consumo\_annuo\_riscaldamento} \times F_e \times F_h \times 1000}{GG \times V_{risc}}$$

L’indicatore di performance energetico definito dalla Guida ENEA – FIRE per i consumi di energia elettrica è un semplice indicatore normalizzato sui seguenti fattori:

- Superficie lorda ai piani dell’edificio A<sub>p</sub>;
- Fattore F<sub>h</sub> relativo all’orario di occupazione, così come precedentemente

La formula per il calcolo dell’indice è la seguente:

$$IEN_E = \frac{\text{Consumo\_energia\_elettrica} \times F_h}{A_p}$$

Tabella 5.15 – Indicatori di performance energetici

COMBUSTIBILE	IEN <sub>R</sub>			IEN <sub>E</sub>		
	Wh/(m <sup>3</sup> GG anno)			Wh/(m <sup>2</sup> anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	13,86	19,90	14,52	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	28,79	31,04	30,48

La valutazione dei consumi energetici specifici (IEN) calcolati per la scuola in esame avviene paragonandoli ai consumi specifici di riferimento relativi ad un campione significativo della realtà nazionale.

Nelle tabelle che seguono sono riportati i consumi specifici di riferimento organizzati per tipologia scolastica e per classe di merito rispetto alla qualità energetica.

In particolare la classe di merito della scuola in esame si individua in base alla collocazione nelle tabelle di riferimento dello IEN calcolato; tali parametri sono riportati nell’Allegato M – Report di Benchmark.

Tabella 5.16 – Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per riscaldamento

	Wh <sub>t</sub> / m <sup>3</sup> x GG x anno		
	Buono	Sufficiente	Insufficiente
<b>Materne</b>	<b>minore di 18,5</b>	da 18,5 a 23,5	maggiore di 23,5
<b>Elementari</b>	<b>minore di 11,0</b>	da 11,0 a 17,5	maggiore di 17,5
<b>Medie, Secondarie Sup.</b>	<b>minore di 11,5</b>	da 11,5 a 15,5	maggiore di 15,5

Tabella 5.17 – Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica

	kWh <sub>e</sub> / m <sup>2</sup> x anno		
	Buono	Sufficiente	Insufficiente
<b>Materne</b>	<b>minore di 11,0</b>	da 11,0 a 16,5	<b>maggiore di 16,5</b>
<b>Elementari, Medie, Secondarie Sup. tranne Ist.Tecn.Ind. e Ist.Prof.Ind.</b>	<b>minore di 9,0</b>	da 9,0 a 12,0	maggiore di 12,0
<b>Ist.Tecn. Ind., Ist. Prof. Ind.</b>	<b>minore di 12,5</b>	da 12,5 a 15,5	maggiore di 15,5

## 6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

### 6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti è stato necessario predisporre un modello energetico (termico ed elettrico) redatto ai sensi della normativa regionale e nazionale vigente per il calcolo della prestazione energetica degli edifici.

Relativamente all’involucro edilizio esso è stato determinato considerando le composizioni e gli spessori di ciascun elemento opaco e trasparente, i ponti termici e in generale tutti gli elementi che concorrono alla determinazione delle dispersioni e dunque del fabbisogno in accordo alle Norme UNI-TS 11300-1:2014 per il calcolo della prestazione energetica degli edifici.

Gli impianti termici ed elettrici sono stati simulati considerando le caratteristiche dei vari sottosistemi impiantistici presenti, secondo quanto previsto dalle norme UNI-TS 11300-2:2014, UNI-TS 11300-3:2010, UNI-TS 11300-4:2016, UNI-TS 11300-5:2016 e UNI-TS 11300-6:2016.

La creazione di un modello energetico dell’edificio oggetto della DE ha fornito come output un profilo di fabbisogno energetico valutato in condizioni standard di utilizzo dell’edificio come definite dal prospetto 2 della norma UNITS 11300 parte 1, considerando le temperature esterne come definite dalla norma UNI 10349:2016 e con una durata del periodo di riscaldamento come da DPR 74/2013

Nella Tabella 6.1 sono riportati gli indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione dell’edificio.

Tabella 6.1 – Indicatori di performance energetica e ambientali ricavati dalla modellazione (valutazione in modalità standard di utilizzo)

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl,nren}$	kWh/mq anno	371,017	365,232
Climatizzazione invernale	$EP_H$	kWh/mq anno	283,781	281,865
Produzione di acqua calda sanitaria	$EP_w$	kWh/mq anno	72,866	71,788
Ventilazione	$EP_v$	kWh/mq anno	-	-
Raffrescamento	$EP_c$	kWh/mq anno	-	-
Illuminazione artificiale	$EP_L$	kWh/mq anno	14,369	11,578
Trasporto di persone e cose	$EP_T$	kWh/mq anno	-	-
Emissioni equivalenti di CO2	$CO_{2eq}$	Kg/mq anno	78,753	76,845

Gli indici di prestazione energetica sopra riportati corrispondono ad un quantitativo annuo di vettore energetico consumato, riportato nella Tabella 6.2

Tabella 6.2 – Consumo di vettore energetico ricavato dalla modellazione (valutazione in modalità standard di utilizzo)

FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE [kWh/anno]
Gas Naturale	43.083 [m3/anno]	426.134
Energia Elettrica	15.371 [kWh/anno] + 34.197 [kWh/anno]	49.568

Il modello di calcolo utilizzato deve essere validato attraverso il confronto dei fabbisogno energetici risultati dal modello con i consumi energetici di baseline, secondo il seguente criterio di congruità:

$$\frac{|E_{teorico} - E_{baseline}|}{E_{teorico}} \times 100 \leq 5\%$$

Dove:

- $E_{teorico}$  è il fabbisogno teorico di energia dell’edificio, come calcolato dal software di simulazione;
  - Nel caso di consumo termico,  $E_{teorico}$  è assunto pari al fabbisogno di energia per la combustione ( $Q_{gn,in}$ ) così come definito dalla norma UNI TS 11300 parte 2;
  - Nel caso di consumo elettrico,  $E_{teorico}$  è assunto pari al fabbisogno complessivo di energia elettrica prelevata dalla rete ( $EE_{in}$ ) valutata come sommatoria dei contributi riportati nella Tabella 6.3;
- $E_{baseline}$  è il consumo energetico reale di baseline dell’edificio assunto rispettivamente pari al  $Q_{baseline}$  e a  $EE_{baseline}$

Tale criterio di congruità deve, pertanto, essere soddisfatto sia per il consumo termico, che per il consumo elettrico.

Tabella 6.3 – Elenco dei fabbisogni che contribuiscono alla valutazione del fabbisogno complessivo di energia elettrica prelevata dalla rete

FABBISOGNO	Corrispondenza UNI TS 11300 [kWhel]
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per la produzione di ACS	$E_{W, aux, gn}$
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per il riscaldamento	$E_{H, aux, gn}$
Fabbisogno di energia elettrica dell’impianto di ventilazione meccanica e dei terminali di emissione	$E_{ve, el} + E_{aux, e}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari di distribuzione (Riscaldamento e ACS)	$E_{W, aux, d} + E_{W, aux, d}$
Fabbisogno di energia elettrica per l’illuminazione interna dell’edificio	$E_{L, int}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari degli impianti di climatizzazione	$Q_{c, aux}$
Fabbisogno di energia elettrica per i sistemi di trasporto (+ eventuali altri carichi interni)	$E_T + E_{altro}^{(*)}$
Perdite al trasformatore	$E_{trasf}^{(*)}$
Energia elettrica esportata dall’impianto a fonti rinnovabili	$E_{exp, el}$

Nota (\*) Tale contributo non è definito all’interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall’Auditor facendo riferimento alle targhe degli apparecchi, ai tempi di utilizzo degli stessi ed i relativi coefficienti di contemporaneità.

### 6.1.1 Validazione del modello termico

A seguito della realizzazione del modello valutato secondo le modalità “Standard” di utilizzo (Asset Rating), si è provveduto ad effettuare una modellazione dell’edificio in modalità “Adattata all’utenza” (Tailored Rating) così come definita al prospetto 2 della UNI TS 11300-1:2014.

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell’edificio considerando le effettive condizioni d’uso dello stesso.

Nella Tabella 6.4 sono riportati gli indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione dell’edificio in modalità “Adattata all’utenza”.

Tabella 6.4 – Indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all’utenza)

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl, nren}$	kWh/mq anno	156,6723	150,6372
Climatizzazione invernale	$EP_H$	kWh/mq anno	91,6215	90,0825
Produzione di acqua calda sanitaria	$EP_w$	kWh/mq anno	47,6258	46,5140

Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	-	-
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	-	-
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	17,4249	14,0408
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	-	-
Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	38,265	34,150

Gli indici di prestazione energetica sopra riportati corrispondono ad un quantitativo annuo di vettore energetico consumato, riportato nella Tabella 6.5. Inoltre si fa presente che gli indici calcolati sono paragonabili a quelli calcolati nelle tabelle 5.13 e 5.14. Le incongruenze nell’ordine del 10% sono riconducibili alla porzione di energia elettrica imputabile alle FEM così come calcolate nel paragrafo 4.5 e non inserite all’interno del modello di calcolo.

Tabella 6.5 – Consumo di vettore energetico ricavato dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all’utenza)

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO
	[m3/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	15.857	149.377
Energia Elettrica		50.232

La validazione del modello energetico termico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline (Q<sub>baseline</sub>) così come definito al precedente capitolo 5.1.1 ed il fabbisogno teorico (Q<sub>teorico</sub>) derivante dalla modellazione energetica.

Tabella 6.6 – Validazione del modello energetico termico (valutazione adattata all’utenza)

Q <sub>teorico</sub>	Q <sub>baseline</sub>	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
149.377	147.298	1,4%

Dall’analisi effettuata è emerso che il modello valutato in “Modalità adattata all’utenza” risulta validato.

### 6.1.2 Validazione del modello elettrico

La validazione del modello energetico elettrico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline (EE<sub>baseline</sub>) così come definito al precedente capitolo 5.1.2 ed il fabbisogno teorico (EE<sub>teorico</sub>) derivante dalla modellazione energetica.

Tabella 6.7 – Validazione del modello energetico elettrico (valutazione in modalità adattata all’utenza)

EE <sub>teorico</sub>	EE <sub>baseline</sub>	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
50.232	52.694	4,7%

Dall’analisi effettuata è emerso che il modello risulta validato.

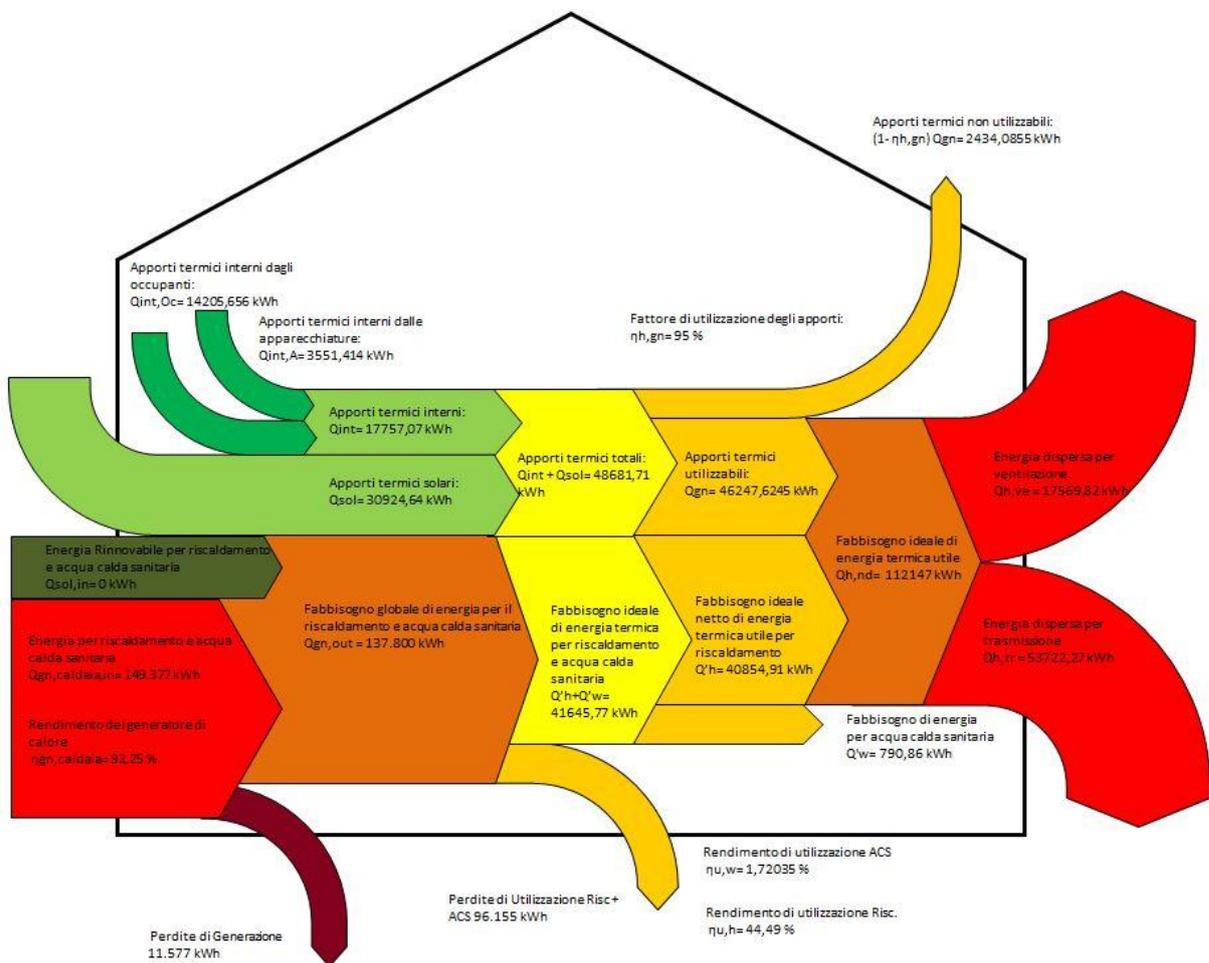
## 6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si è reso necessario predisporre i risultati della modellazione energetica nella forma di un bilancio energetico che descriva l’andamento dei flussi energetici caratteristici dell’edificio in modo da valutare in maniera puntuale i consumi specifici, le criticità e gli interventi da considerare, sia per quanto riguarda il bilancio termico, sia per quanto riguarda il bilancio elettrico.

A conclusione della procedura di calcolo del fabbisogno di energia primaria, i risultati del bilancio energetico sono quindi stati rappresentati mediante diagrammi di Sankey.

I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato in Figura 6.1

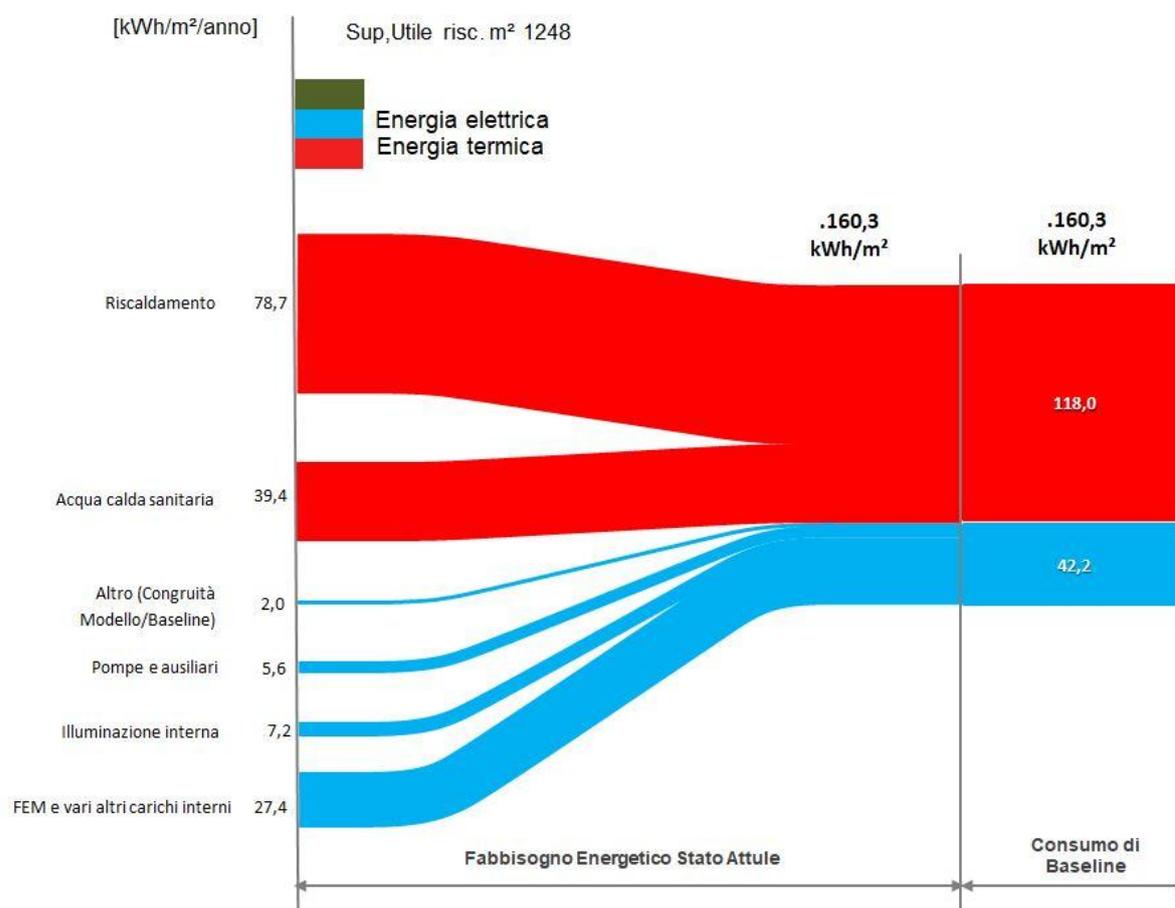
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio allo stato attuale



Dall’analisi del diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio è possibile notare che le perdite di generazione sono notevoli e che le dispersioni per trasmissione sono più del triplo delle perdite per ventilazione.

E’ quindi possibile creare un bilancio energetico complessivo dell’edificio, riportato nella Figura 6.2.

Figura 6.2 – Bilancio energetico complessivo dell’edificio allo stato attuale



I consumi specifici rappresentati a bilancio sono valori indicizzati in kWh/(m<sup>2</sup> anno), sulla base delle superfici utili delle zone riscaldate.

Il contributo definito come “Altro – Congruità” è valutato in due modi differenti a seconda che i consumi teorici ricavati dalla modellazione siano sovrastimati o meno rispetto alla Baseline.

Nel caso in cui i consumi teorici ricavati dalla modellazione siano sovrastimati rispetto alla Baseline, i consumi specifici riportati nel diagramma vengono rappresentati come dei consumi normalizzati al baseline.

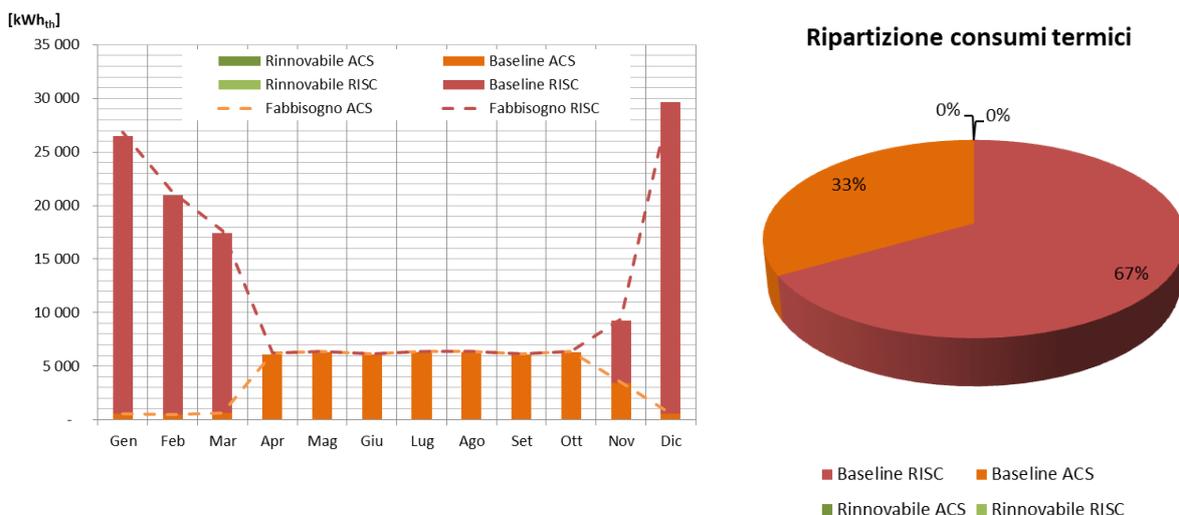
Nel caso in cui, invece i consumi teorici siano inferiori rispetto alla Baseline il termine “Altro – Congruità” rappresenta la differenza per eccesso tra i consumi specifici di Baseline ed i consumi teorici.

### 6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici di Baseline in funzione dei diversi utilizzi presenti all’interno dell’edificio oggetto della DE. Tale profilo può essere confrontato con il profilo mensile del che si otterrebbe tramite la normalizzazione dei consumi di Baseline attraverso l’utilizzo dei GG di riferimento di cui al Capitolo 3.1.

Il confronto tra i due profili è riportato in Figura 6.3.

Figura 6.3 – Confronto tra il profilo mensile del Baseline Termico e il profilo mensile dei GG rif



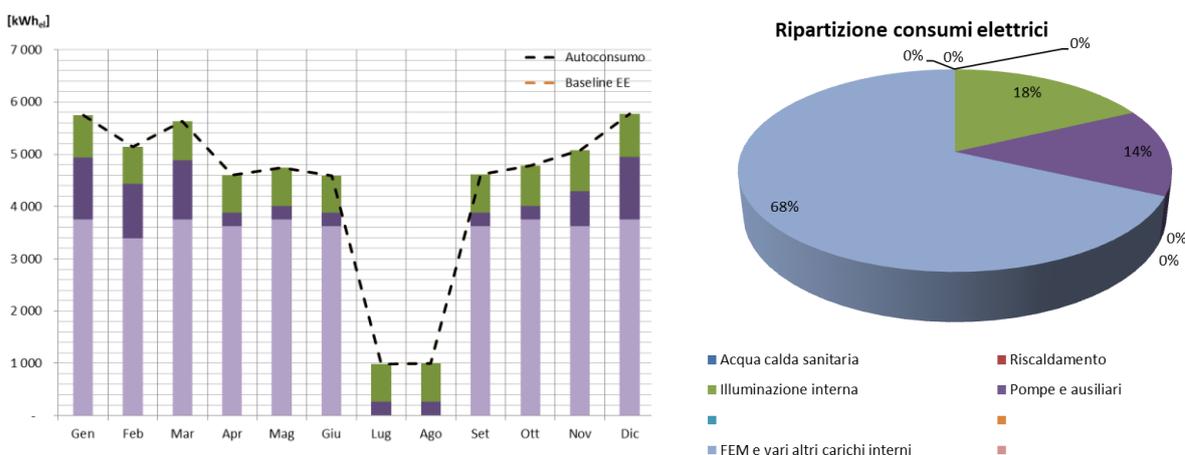
Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi al riscaldamento degli ambienti, pertanto gli interventi migliorativi proposti, andranno ad interessare principalmente tali componenti.

Anche relativamente all’analisi dei fabbisogni di energia elettrica, la ripartizione tra i vari utilizzi è stata effettuata in funzione degli esiti della modellazione. Si precisa inoltre che alla categoria “FEM e vari altri carichi interni” è stato attribuito il valore di 34.197 kWh, valore derivato dall’utilizzo delle apparecchiature elettriche presenti all’interno della scuola per i tempi stimati e definiti in tabella 4.13 (Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche).

Si è inoltre effettuato un confronto grafico tra i profili mensili ottenuti dalla modellazione elettrica ed i profili mensili di Baseline.

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.4.

Figura 6.4 – Andamento mensile dei consumi elettrici ricavati dalla modellazione energetica, ripartiti tra i vari utilizzi



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi delle attrezzature caratterizzanti l’utilizzo dell’edificio. In particolare si rileva che in esso sono presenti ben due cucine e due lavanderie distinte.

## 7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

### 7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

L’analisi dei costi relativi alla fornitura dei vettori energetici dell’edificio riguarda le annualità per le quali sono stati rilevati i consumi storici, pertanto si assumono come periodo di riferimento gli anni 2014 – 2015 – 2016.

#### 7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico avviene tramite tre contratti differenti per i tre PDR presenti all’interno dell’edificio, come di seguito elencato:

- PDR 1 – 16220050540691: contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Non è stato quindi possibile effettuare un’analisi dei costi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA ;
- PDR 2 – 3270003048502: contratto di fornitura del solo vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E’ stato quindi possibile effettuare un’analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura;
- PDR 3 – 3270003048603: contratto di fornitura del solo vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E’ stato quindi possibile effettuare un’analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

Nella Tabella 7.1 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico per gli anni di riferimento.

Tabella 7.1 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore termico per il triennio di riferimento

PDR:3270003048502	2014	2015		2016	
Indirizzo di fornitura	VIA WOLFGANG AMADEUS MOZART 1, PI. A 16159 - GENOVA (GE)				
Dati di intestazione fattura	N.D.	Comune di Genova GE	Comune di Genova GE	Comune di Genova GE	Comune di Genova GE
Società di fornitura	N.D.	IREN MERCATO SPA	ENI SPA DIVISIONE GAS & POWER	ENI SPA DIVISIONE GAS & POWER	Energetic S.p.A.
Inizio periodo fornitura	N.D.	01/01/2015	01/04/2015	01/01/2016	01/04/2016
Fine periodo fornitura	N.D.	31/03/2015	31/12/2015	31/03/2016	31/12/2016
Classe del contatore	N.D.	G004 (EX 0030)	G0004	G0004	G0004
Tipologia di contratto	N.D.	PUNTO DI RICONSEGNA PER SERVIZIO PUBBLICO	Utente con attività di servizio pubblico	Utente con attività di servizio pubblico	Punto di riconsegna per usi diversi
Opzione tariffaria (*)	N.D.	Costo indicizzato	Costo indicizzato	Costo indicizzato	Costo indicizzato
Valore del coefficiente correttivo dei consumi	N.D.	1,023328	1,023328	1,023328	1,023328
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile	N.D.	38,190MJ/MC	38,190MJ/MC	38,190MJ/MC	38,190MJ/MC
Prezzi di fornitura del combustibile (*)	N.D.	0,04548 €/kWh	0,02822 €/kWh	0,02714 €/kWh	0,02075 €/kWh

PDR:3270003048603	2014	2015		2016	
Indirizzo di fornitura	VIA WOLFGANG AMADEUS MOZART 1, PI. A 16159 - GENOVA (GE)				
Dati di intestazione fattura	N.D.	Comune di Genova GE	Comune di Genova GE	Comune di Genova GE	Comune di Genova GE
Società di fornitura	N.D.	IREN MERCATO SPA	ENI SPA DIVISIONE GAS & POWER	ENI SPA DIVISIONE GAS & POWER	Energetic S.p.A.
Inizio periodo fornitura	N.D.	01/01/2015	01/04/2015	01/01/2016	01/04/2016
Fine periodo fornitura	N.D.	31/03/2015	31/12/2015	31/03/2016	31/12/2016

Classe del contatore	N.D.	G004 (EX 0030)	G0004	G0004	G0004
Tipologia di contratto	N.D.	PUNTO DI RICONSEGNA PER SERVIZIO PUBBLICO	Utente con attività di servizio pubblico	Utente con attività di servizio pubblico	Punto di riconsegna per usi diversi
Opzione tariffaria (*)	N.D.	Costo fisso	Costo fisso	Costo fisso	Costo fisso
Valore del coefficiente correttivo dei consumi	N.D.	1,023328	1,023328	1,023328	1,023328
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile	N.D.	38,190MJ/MC	38,190MJ/MC	38,190MJ/MC	38,190MJ/MC
Prezzi di fornitura del combustibile (*)	N.D.	0,04548 €/kWh	0,04548 €/kWh	0,02654 €/kWh	0,02654 €/kWh

Nota (\*) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (\*): con prezzo di fornitura s’intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l’uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

Nella Tabella 7.2 e nella Tabella 7.3 si riporta l’andamento del costo del vettore termico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti.

Tabella 7.2 – Andamento del costo del vettore termico nel triennio di riferimento

PDR: 3270003048502	QUOTA ENERGIA FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Totale	-	-	-	-	-	-	-	-
PDR: 3270003048502	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	63	4	34	32	29	162	1 385	0,117
Febbraio	63	4	34	32	29	161	1 375	0,117
Marzo	63	4	34	32	29	161	1 375	0,117
Aprile	9	4	4	6	5	27	292	0,094
Maggio	9	4	4	6	5	27	292	0,094
Giugno	9	4	4	6	5	27	292	0,094
Luglio	9	4	4	6	5	28	301	0,092
Agosto	9	4	4	6	5	28	301	0,092
Settembre	8	4	4	6	5	26	283	0,093
Ottobre	9	4	4	7	5	28	301	0,093

## E1272 – Asilo nido “Cento Fiori” e Scuola dell’infanzia “Primavera”

Novembre	8	4	4	7	5	27	292	0,094
Dicembre	288	4	101	231	137	760	10 277	0,074
<b>Totale</b>	<b>545</b>	<b>46</b>	<b>232</b>	<b>377</b>	<b>264</b>	<b>1 464</b>	<b>16 768</b>	<b>0,087</b>
<b>PDR: 3270003048502</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2016</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[KWH]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gennaio	279	4	159	195	140	777	10 513	0,074
Febbraio	350	4	194	238	173	958	12 792	0,075
Marzo	323	4	178	219	159	882	11 775	0,075
Aprile	12	3	3	5	5	27	575	0,046
Maggio	4	3	2	4	3	16	188	0,084
Giugno	4	3	2	4	3	15	170	0,086
Luglio	4	3	2	3	3	14	160	0,088
Agosto	4	3	2	3	3	14	160	0,088
Settembre	4	3	2	4	3	15	170	0,087
Ottobre	7	3	5	7	5	26	349	0,076
Novembre	8	3	6	8	5	29	386	0,075
Dicembre	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>997</b>	<b>31</b>	<b>555</b>	<b>689</b>	<b>500</b>	<b>2 772</b>	<b>37 237</b>	<b>0,074</b>

Tabella 7.3 – Andamento del costo del vettore termico nel triennio di rierimento

<b>PDR: 3270003048603</b>	<b>QUOTA ENERGIA FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2014</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[KWH]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gennaio	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicembre	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>PDR: 3270003048603</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2015</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[KWH]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gennaio	27	4	14	14	13	71	584	0,122
Febbraio	27	4	14	14	13	71	584	0,122
Marzo	26	4	14	13	13	70	575	0,122
Aprile	15	4	8	8	8	42	330	0,128

## E1272 – Asilo nido “Cento Fiori” e Scuola dell’infanzia “Primavera”

Maggio	15	4	8	8	8	43	339	0,128
Giugno	15	4	8	7	7	41	320	0,129
Luglio	15	4	8	8	8	43	339	0,128
Agosto	15	4	8	8	8	43	339	0,128
Settembre	15	4	8	8	8	42	330	0,128
Ottobre	15	4	8	8	8	43	339	0,128
Novembre	15	4	8	7	7	41	320	0,129
Dicembre	18	4	10	9	9	50	396	0,126
<b>Totale</b>	<b>218</b>	<b>46</b>	<b>118</b>	<b>111</b>	<b>109</b>	<b>602</b>	<b>4 795</b>	<b>0,126</b>
<b>PDR: 3270003048603</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2016</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[KWH]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gennaio	11	4	6	8	6	35	414	0,084
Febbraio	11	4	6	8	6	34	405	0,084
Marzo	11	4	6	8	6	34	405	0,084
Aprile	15	3	9	11	8	45	565	0,079
Maggio	3	3	2	2	2	11	113	0,101
Giugno	3	3	2	2	2	11	104	0,104
Luglio	3	3	1	2	2	10	94	0,107
Agosto	3	3	1	2	2	10	94	0,107
Settembre	3	3	2	2	2	11	104	0,104
Ottobre	3	3	2	2	2	11	113	0,101
Novembre	17	3	10	12	9	50	641	0,078
Dicembre	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>81</b>	<b>31</b>	<b>46</b>	<b>57</b>	<b>47</b>	<b>262</b>	<b>3 052</b>	<b>0,086</b>

Per le forniture di gas metano gestite tramite il Contratto di Servizio Energia SIE3, non essendo disponibile la fatturazione, è stato considerato il costo unitario del vettore termico definito dall’Autorità per l’energia elettrica il gas e il sistema idrico (AEEGSI).

Nel grafico in Figura 7.1 è riportato l’andamento del costo unitario del vettore termico nel triennio di riferimento e per le mensilità dell’anno 2017 per cui è stato possibile ricavare i costi unitari forniti dall’AEEGSI.

Figura 7.1 – Andamento del costo unitario del vettore termico per il triennio di riferimento e per il 2017

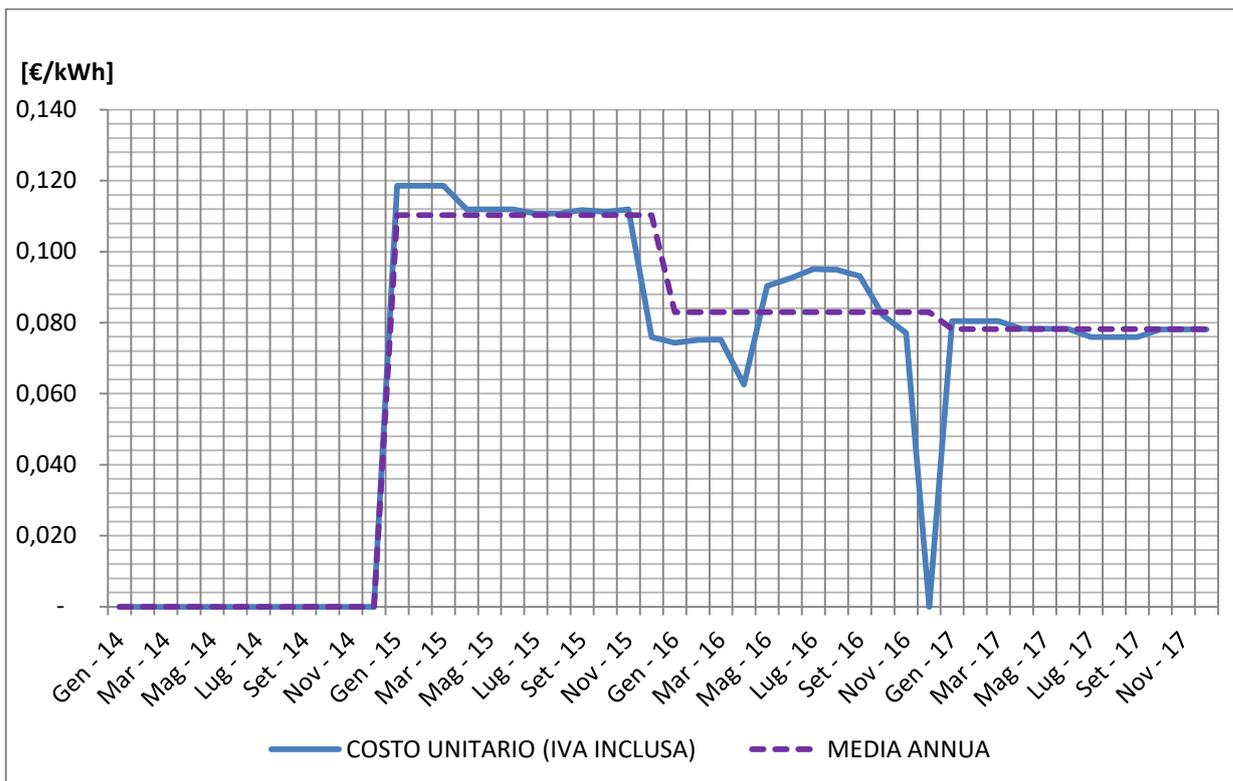
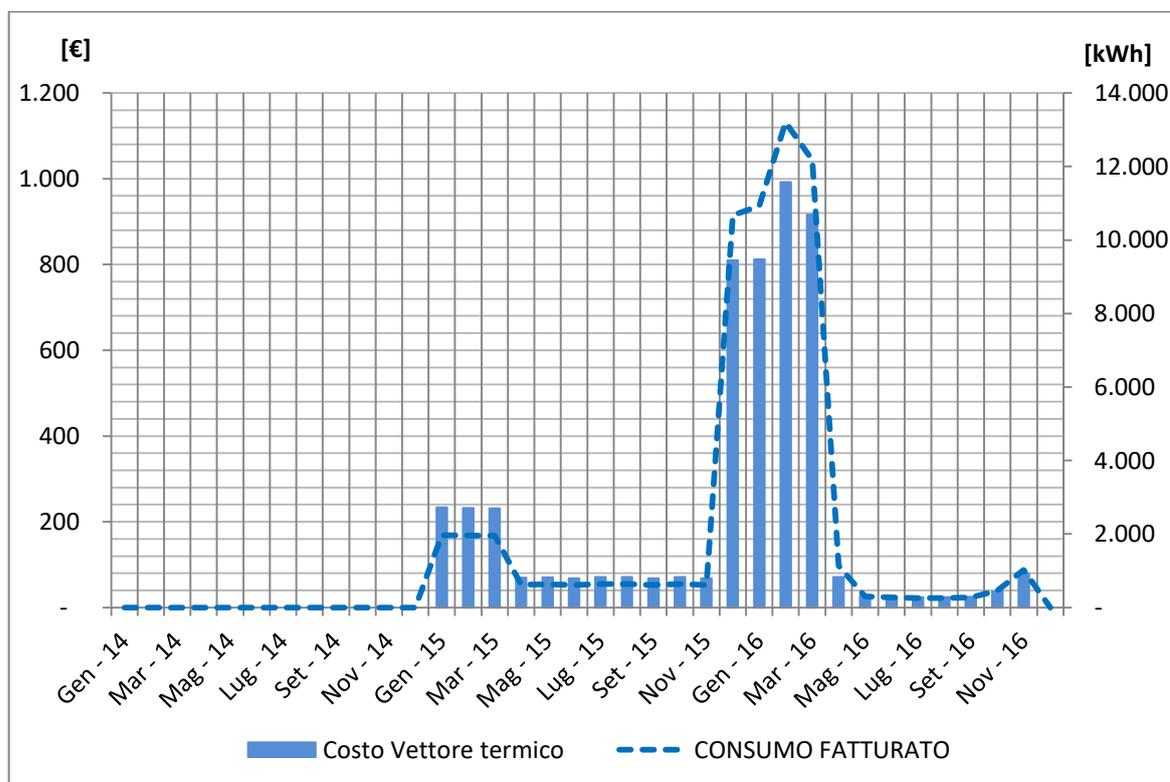


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia termica



Dall’analisi effettuata risulta evidente che l’andamento dei costi è notevolmente influenzato dalla notevolissima presenza di fatture con presenza di consumi stimati e non sempre conguagliate in modo da poter ripartire gli stessi in maniera coerente con l’utilizzo dell’edificio.

### 7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite un contratto per il POD presente all’interno dell’edificio, come di seguito elencato:

- POD 1 – IT001E00096765: contratto di fornitura del vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E’ stato quindi possibile effettuare un’analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

Nella Tabella 7.4 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore elettrico per gli anni di riferimento.

Tabella 7.4 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di riferimento

POD: IT001E00096765	2014		2015		2016	
Indirizzo di fornitura	VIA PIETRO BORSIERI 11 - GENOVA (GE)					
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova GE	Comune di Genova GE	Comune di Genova GE	Comune di Genova GE	Comune di Genova GE	
Società di fornitura	Edison	Edison	GALA	GALA	IREN Mercato S.p.a.	
Inizio periodo fornitura	01/01/2014	01/01/2015	01/04/2015	01/01/2016	01/04/2016	
Fine periodo fornitura	31/12/2014	31/03/2015	31/12/2015	31/03/2016	31/12/2016	
Potenza elettrica impegnata	24,00 kW	20,00 kW	20,00 kW	20,00 kW	20,00 kW	
Potenza elettrica disponibile	24,00 kW	24,00 kW	24,00 kW	24,00 kW	24,00 kW	
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	Forniture in BT (escluso IP)	BTA6	BTA6	CONSIP13 VERDE - L0390	
Opzione tariffaria <sup>(1)</sup>	Tri-oraria	Tri-oraria	Tri-oraria	Tri-oraria	Tri-oraria	
Prezzi del fornitura dell’energia elettrica <sup>(2)</sup>	0,07169 €/kWh	0,07199 €/kWh	0,03729 €/kWh	0,03185 €/kWh	0,04671 €/kWh	

Nota (1) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (2): con prezzo di fornitura s’intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l’uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

Nella Tabella 7.5 si riporta l’andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti.

Tabella 7.5 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento

POD: IT001E00096 765	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
	FISSA	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 14	355	52	437	61	199	1.105	4.906	0,225
Feb – 14	337	54	416	58	190	1.056	4.634	0,228
Mar – 14	355	58	437	61	200	1.111	4.910	0,226
Apr – 14	307	50	399	53	178	987	4.270	0,231
Mag – 14	313	51	406	54	182	1.007	4.354	0,231
Giu – 14	266	44	361	47	158	877	3.767	0,233
Lug – 14	252	42	346	44	151	835	3.547	0,235
Ago – 14	145	25	237	26	95	528	2.104	0,251
Set – 14	280	45	370	48	164	907	3.879	0,234

## E1272 – Asilo nido “Cento Fiori” e Scuola dell’infanzia “Primavera”

Ott – 14	321	52	422	55	187	1.036	4.412	0,235
Nov – 14	315	51	419	55	185	1.025	4.381	0,234
Dic – 14	324	68	438	58	-	887	4.613	0,192
<b>Totale</b>	<b>3.569</b>	<b>592</b>	<b>4.688</b>	<b>622</b>	<b>1.888</b>	<b>11.359</b>	<b>49.777</b>	<b>0,228</b>
<b>POD: IT001E00096 765</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA  PARTE FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA  PARTE VARIABILE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO  (IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2015</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[KWH]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gen – 15	379	62	473	66	98	1 079	5 290	0,204
Feb – 15	341	56	428	59	88	973	4 710	0,207
Mar – 15	344	57	433	60	89	983	4 780	0,206
Apr – 15	195	51	412	57	71	786	4 524	0,174
Mag – 15	176	49	397	54	68	743	4 327	0,172
Giu – 15	167	45	376	51	64	703	4 041	0,174
Lug – 15	143	37	359	47	59	645	3 743	0,172
Ago – 15	84	22	237	28	37	408	2 203	0,185
Set – 15	169	43	425	55	69	761	4 395	0,173
Ott – 15	163	50	481	63	76	833	5 036	0,165
Nov – 15	181	40	509	68	80	879	5 449	0,161
Dic – 15	155	38	456	59	71	778	4 733	0,164
<b>Totale</b>	<b>2 498</b>	<b>552</b>	<b>4 985</b>	<b>665</b>	<b>870</b>	<b>9 571</b>	<b>53 231</b>	<b>0,180</b>
<b>POD: IT001E00096 765</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA  PARTE FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA  PARTE VARIABILE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO  (IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2016</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[KWH]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gen – 16	151	51	437	61	70	770	4 898	0,157
Feb – 16	119	45	392	54	61	671	4 311	0,156
Mar – 16	172	48	420	59	70	769	4 685	0,164
Apr – 16	136	69	389	52	65	711	4 172	0,170
Mag – 16	147	66	382	51	65	712	4 116	0,173
Giu – 16	130	56	331	43	56	616	3 414	0,180
Lug – 16	146	71	321	41	58	637	3 290	0,194
Ago – 16	67	39	204	22	33	366	1 790	0,204
Set – 16	155	73	336	43	61	668	3 477	0,192
Ott – 16	221	61	372	49	70	773	3 920	0,197
Nov – 16	267	67	391	53	78	856	4 201	0,204
Dic – 16	245	64	363	51	72	794	4 060	0,196
<b>Totale</b>	<b>1 958</b>	<b>710</b>	<b>4 337</b>	<b>579</b>	<b>758</b>	<b>8 342</b>	<b>46 334</b>	<b>0,180</b>

Nel grafico in Figura 7.3 è riportato l’andamento del costo unitario del vettore elettrico nel triennio di riferimento e per le mensilità dell’anno 2017 per cui è stato possibile ricavare i costi unitari forniti dall’AEEGSI.

Figura 7.3 – Andamento del costo unitario del vettore elettrico per il triennio di riferimento e per il 2017

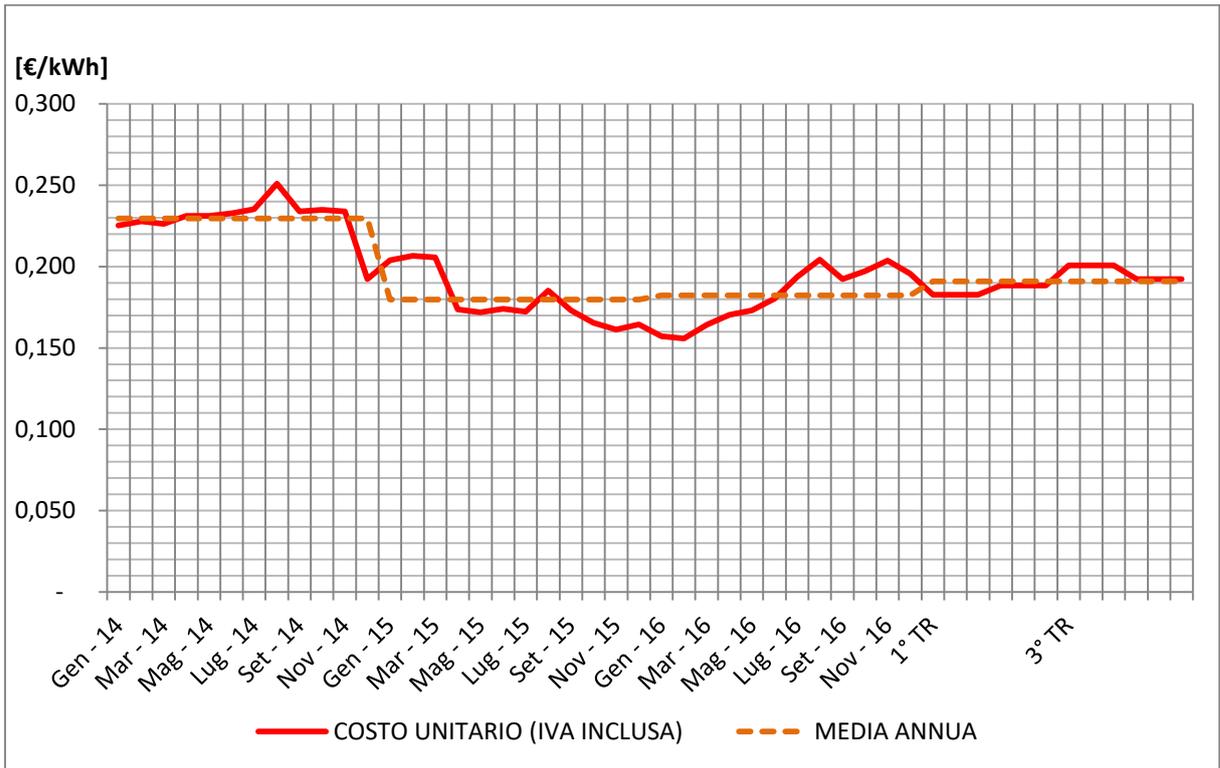
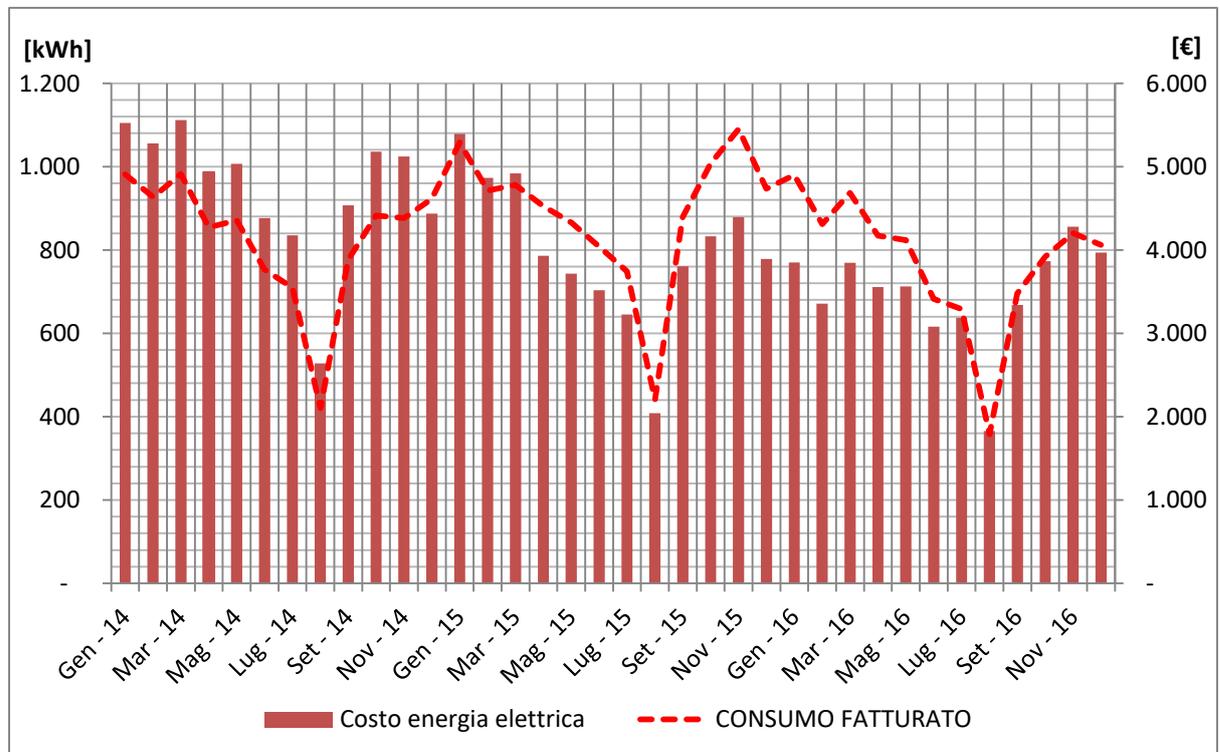


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia elettrica



## 7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL’ANALISI

La valutazione dei costi consente l’individuazione delle tariffe utili – intesi come costi unitari o complessivi al netto della sola IVA – per la realizzazione dell’analisi costi-benefici.

Nella Tabella 7.6 sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati.

Tabella 7.6 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]
2014	n.d.	n.d.	n.d.	49.777	11.359	0,228	n.d.
2015	21.562	2.066	0,096	53.231	9.571	0,180	11.637
2016	40.289	3.035	0,075	46.334	8.342	0,180	11.377
2017	-	-	0,0789	-	-	0,189	-
<b>Media</b>	<b>30.926</b>	<b>2.551</b>	<b>0,083</b>	<b>49.781</b>	<b>9.757</b>	<b>0,194</b>	<b>11.507</b>

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.7.

Tabella 7.7 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell’energia termica	Valore relativo all’ultimo anno a disposizione	C <sub>UQ</sub>	0,079 [€/kWh]
Costo unitario dell’energia elettrica	Valore relativo all’ultimo anno a disposizione	C <sub>UEE</sub>	0,191 [€/kWh]

Tutti i costi indicati sono da considerarsi al lordo dell’IVA.

## 7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI

Il contratto di conduzione e manutenzione dell’impianto termico definisce per l’edificio oggetto della DE un canone annuale relativo alla conduzione e gestione dell’impianto termico, comprensiva della manutenzione ordinaria, preventiva, programmata e straordinaria, relativa ai seguenti impianti:

- L1-042-112: servizio SIE3

Facendo riferimento al capitolo 5 del Capitolato Tecnico della convenzione per l’affidamento del servizio integrato energia per le pubbliche amministrazioni ai sensi dell’art. 26 legge n. 488/1999 e s.m.i. e dell’art. 58 legge n. 388/2000, dove sono descritte nel dettaglio le caratteristiche del servizio di “Gestione, Conduzione e Manutenzione”, si deduce che i servizi compresi all’interno della componente manutentiva riguardano:

- 1) Gestione e conduzione degli impianti, comprensivo del servizio di terzo responsabile;
- 2) Manutenzione ordinaria degli impianti:
  - Manutenzione Preventiva,
  - Manutenzione Correttiva a guasto (con servizio di reperibilità e pronto intervento);
- 3) Manutenzione straordinaria:
  - Interventi di adeguamento normativo;
  - Interventi di riqualificazione energetica.

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 34.455,72 €.

Nel caso di impianti su cui è attivo il Servizio A all’interno del vigente contratto SIE3, i costi di manutenzione C<sub>M</sub> sono stimati come segue:

$$C_M = C_{SIE3} - C_Q;$$

e sono ripartiti in una quota ordinaria ( $C_{MO}$ ) e in una quota straordinaria ( $C_{MS}$ ) come segue:

$$C_{MS} = 0.21 \times C_M$$

$$C_{MO} = 0.79 \times C_M$$

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.8.

Tabella 7.8 – Valori di costo manutentivi individuati per il calcolo della Baseline

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	$C_{MO}$	18.040 [€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	$C_{MS}$	4.795 [€/anno]

Tutti i costi indicati sono da considerarsi al lordo dell’IVA.

## 7.4 BASELINE DEI COSTI

I costi unitari dei vettori energetici precedentemente individuati, devono essere moltiplicati per i consumi normalizzati di baseline al fine di definire la baseline dei costi energetici, che verrà utilizzata per la definizione dei risparmi economici conseguibili a seguito della realizzazione delle EEM proposte.

La Baseline dei Costi è quindi definita come la somma della componente di costo di riferimento per la fornitura dei vettori energetici pre-intervento e la componente di costo di riferimento per la gestione e manutenzione ordinaria e straordinaria pre-intervento.

Per la componente energetica vale la seguente formula:

$$C_E = Q_{baseline} \times Cu_Q + EE_{baseline} \times Cu_{EE}$$

La Baseline dei Costi per il sistema edificio/impianti pre-intervento è pertanto uguale a:

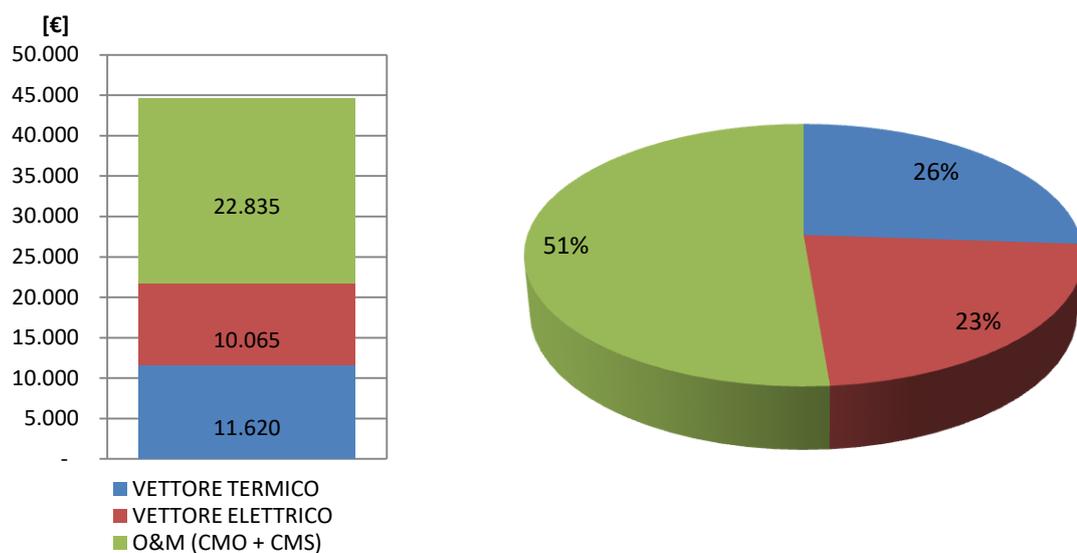
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un  $C_E$  pari a € 21.685 e un  $C_{baseline}$  pari a € 44.521

Tabella 7.9 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )		TOTALE	
$Q_{baseline}$	$Cu_Q$	$C_Q$	$EE_{baseline}$	$Cu_{EE}$	$C_{EE}$	$C_M$	$C_{MO}$	$C_{MS}$	$CQ+CEE+CM$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
147.298	0,079	11.620	52.694	0,191	10.065	22.835	18.040	4.795	44.521

Figura 7.5 – Baseline dei costi e loro ripartizione



## 8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

### 8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

#### 8.1.1 Involucro edilizio

##### EEM1: Isolamento termico copertura

###### Generalità

La misura prevede l’isolamento termico del solaio di copertura tramite la stesura di un materassino in materiale isolante posato direttamente sul solaio e rivestito con uno strato di guaina bituminosa.

L’isolamento termico della copertura consente di ottenere notevoli benefici proporzionali al grado di isolamento e alla superficie di intervento. Fra questi una riduzione dei consumi energetici invernali ed estivi e migliori condizioni di comfort abitativo invernale ed estivo nei locali sottostanti; inoltre mantenendo al caldo gli strati costituenti la struttura si riducono i rischi di condensazione interstiziale e superficiale.

Uniformando la temperatura superficiale interna, l’isolamento termico produce anche l’effetto estetico di evitare la sporcatatura differente di travetti e pignatte.

Figura 8.1 – Particolare del solaio di copertura



###### Caratteristiche funzionali e tecniche

L’isolamento termico in estradosso del solaio di copertura sarà eseguito mediante feltro in lana di roccia a bassa densità. Di seguito un elenco di alcune caratteristiche:

- Prestazioni termiche: la disponibilità di spessori elevati permette di ottenere un notevole comfort abitativo sia invernale che estivo.
- Controllo del vapore: la carta kraft politenata che ricopre un lato del feltro svolge la funzione di freno vapore, utile in particolari condizioni termo igrometriche.
- Stabilità dimensionale: il pannello non subisce variazioni dimensionali o prestazionali al variare delle condizioni igrometriche dell’ambiente.

Tale misura può ridurre il consumo di energia termica in modo significativo (10-15%).

###### Descrizione dei lavori

Dopo aver opportunamente pulito da impurità il piano di posa si procede alla posa, con continuità, di pannelli ben accostati tra loro a giunti sfalsati per costituire il primo strato. Dopo aver terminato con il primo strato si procede alla stesura del secondo strato di isolante facendo attenzione a sfalsare i giunti rispetto al sottostante strato. Infine si procede all’impermeabilizzazione mediante uno strato di guaina bituminosa.

###### Prestazioni raggiungibili

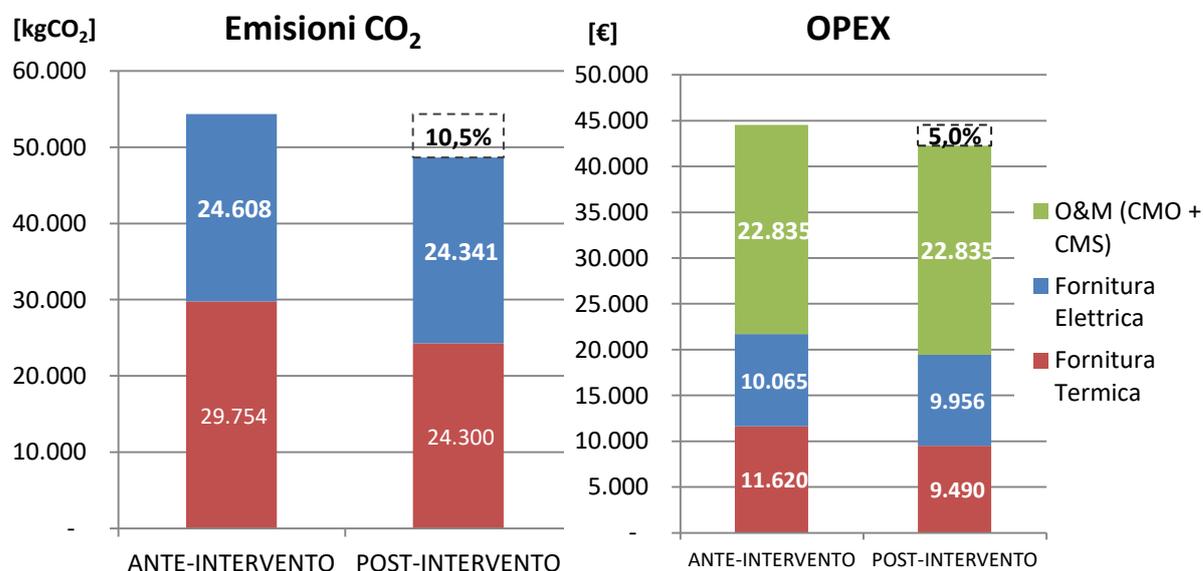
I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione della EEM1 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – UNI TS 11300

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza termica	W/m <sup>2</sup> K	1,552	0,265	<b>82,9%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	149.377	121.994	<b>18,3%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	50.232	49.688	<b>1,1%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	147.298	120.296	<b>18,3%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	52.694	52.123	<b>1,1%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.754	24.300	<b>18,3%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	24.608	24.341	<b>1,1%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>54.362</b>	<b>48.641</b>	<b>10,5%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	11.620	9.490	<b>18,3%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	10.065	9.956	<b>1,1%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>21.685</b>	<b>19.446</b>	<b>10,3%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	18.040	18.040	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	4.795	4.795	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>22.835</b>	<b>22.835</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>44.521</b>	<b>42.282</b>	<b>5,0%</b>
Classe energetica	[-]	G	G	-

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,074 [€/kWh] per il vettore termico e 0,234 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Nota (2) La classe energetica indicata si riferisce alle condizioni adattate.

Figura 8.2 – EEM1: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline

## EEM2: Sostituzione infissi

### Generalità

La misura prevede la sostituzione di tutti gli infissi attualmente presenti nell’edificio al fine di ridurre le dispersioni termiche attraverso l’involucro trasparente.

L’installazione di infissi in PVC con vetrocamera e trattamento basso emissivo consente di ridurre le dispersioni per trasmissione dell’involucro trasparente, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico e alla riduzione dei consumi termici per la climatizzazione invernale.

Figura 8.3 – Particolare infissi in legno da sostituire



### Caratteristiche funzionali e tecniche

L’installazione di infissi in PVC richiede la valutazione delle prestazioni energetiche dello stato di conservazione della finestra esistente, al fine di individuare la fattibilità tecnica e la convenienza economica dell’intervento.

Tale misura può ridurre la trasmissione dell’involucro trasparente in modo significativo (20-25%).

### Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia del prodotto rispetto alle specifiche tecniche.

La manutenzione deve essere realizzata con tecniche e prodotti compatibili con la resistenza chimica, fisica e meccanica del materiale e devono essere seguite le procedure di pulizia indicate dai produttori.

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.12 e nella Figura 8.24.

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Sostituzione infissi

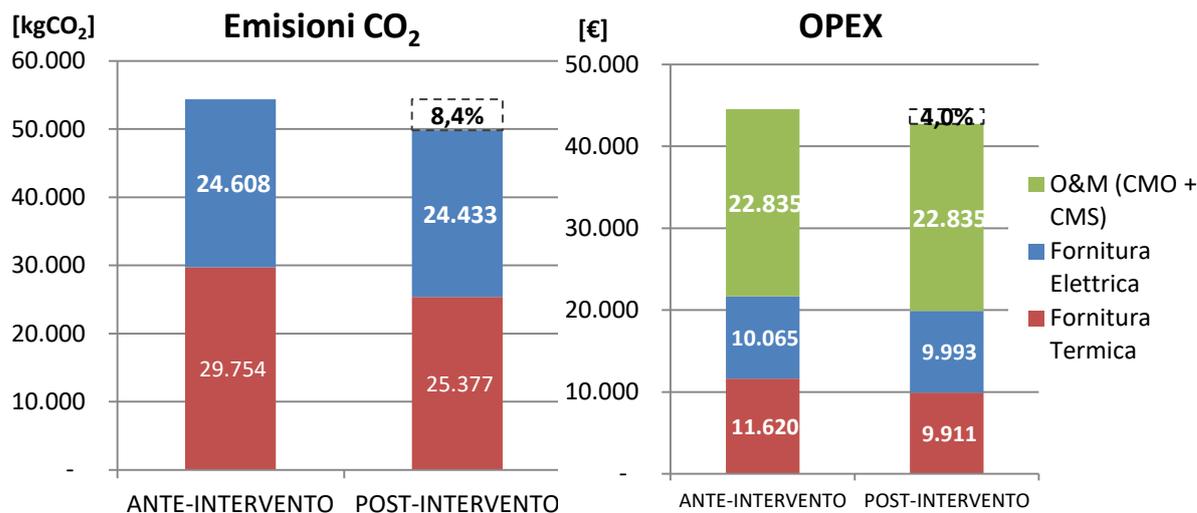
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM2 (trasmissione termica)	W/m <sup>2</sup> K	5,7	1,604	<b>71,9%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	149.377	127.403	<b>14,7%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	50.232	49.875	<b>0,7%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	147.298	125.630	<b>14,7%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	52.694	52.319	<b>0,7%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.754	25.377	<b>14,7%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	24.608	24.433	<b>0,7%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>54.362</b>	<b>49.810</b>	<b>8,4%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	11.620	9.911	<b>14,7%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	10.065	9.993	<b>0,7%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>21.685</b>	<b>19.904</b>	<b>8,2%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	18.040	18.040	<b>0,0%</b>

$C_{MS}$	[€]	4.795	4.795	0,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	22.835	22.835	0,0%
OPEX	[€]	44.521	42.740	4,0%
Classe energetica	[-]	G	G	-

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,074 [€/kWh] per il vettore termico e 0,234 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Nota (2) La classe energetica indicata si riferisce alle condizioni adattate.

Figura 8.4 – EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



## 8.1.2 Impianto riscaldamento

### EEM3: Caldaia a condensazione

#### Generalità

La misura prevede l’installazione di tre caldaie modulari murali a condensazione a servizio dell’impianto di riscaldamento al fine di garantire rendimenti del sistema di generazione maggiori ed in linea con il nuovo quadro normativo.

L’installazione di un generatore modulare a gas a condensazione consente di ridurre il consumo di combustibile per il riscaldamento e la produzione di ACS grazie al principio della condensazione associato alla modulazione di tali nuovi generatori.

Figura 8.5 – Particolare della centrale termica



#### Caratteristiche funzionali e tecniche

L’installazione di una caldaia a condensazione richiede la valutazione delle prestazioni dello stato di conservazione della rete di distribuzione e della possibilità di installare valvole regolatrici della portata sui corpi scaldanti, al fine di individuare la fattibilità tecnica e la convenienza economica dell’intervento.

Tale misura può ridurre il consumo di energia termica in modo significativo (20-30%).

La potenza termica utile e la portata termica del nuovo generatore devono essere scelte in funzione ed in relazione all’attuale configurazione dell’impianto termico, alla potenza del generatore attualmente installato ed alla possibilità di avere fabbisogni inferiori a seguito di altri tipi di intervento di efficientamento energetico.

#### Descrizione dei lavori

La posa del nuovo generatore deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche ed una dichiarazione secondo quanto stabilito dalla normativa vigente in materia (DM 37/08).

#### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.3 e nella Figura 8.6.

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Sostituzione del generatore di calore

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM3 (rendimento generatore)	-	92	107	<b>-16,3%</b>
$Q_{teorico}$	[kWh]	149.377	70.131	<b>53,1%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	50.232	50.240	<b>0,0%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	147.298	69.155	<b>53,1%</b>
$EE_{baseline}$	[kWh]	52.694	52.702	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.754	13.969	<b>53,1%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	24.608	24.612	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>54.362</b>	<b>38.581</b>	<b>29,0%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	11.620	5.456	<b>53,1%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	10.065	10.067	<b>0,0%</b>

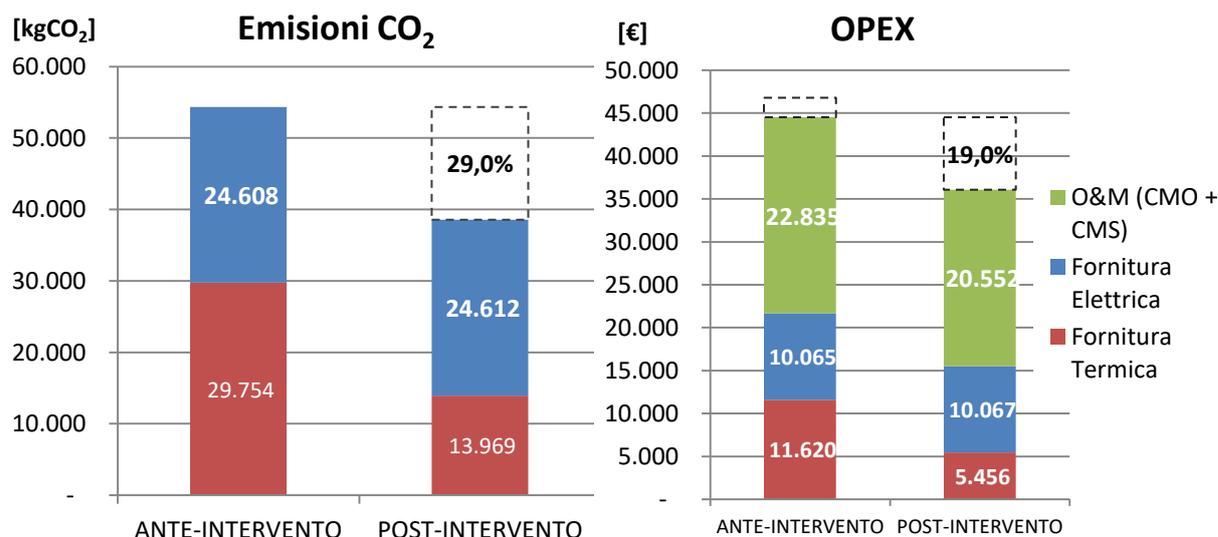
Fornitura Energia, C <sub>E</sub>	[€]	21.685	15.522	28,4%
C <sub>MO</sub>	[€]	18.040	16.236	10,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	4.795	4.316	10,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	22.835	20.552	10,0%
OPEX	[€]	44.521	36.074	19,0%
Classe energetica	[-]	G	G	-

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,074 [€/kWh] per il vettore termico e 0,234 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Nota (2) La classe energetica indicata si riferisce alle condizioni adattate.

La riduzione dei costi di manutenzione O&M è dovuta al fatto che la potenza del gruppo termico installato a seguito dell’intervento proposto è inferiore a quella dell’attuale, sulla base del quale è stato stimato il canone di manutenzione secondo quanto appreso dal servizio calore del Comune di Genova. Inoltre, come indicato in una *Guida all’efficienza energetica negli edifici scolastici* (ENEA, M.A.T.T.M, M.I.U.R. e Presidenza del Consiglio dei Ministri), si evidenzia che i costi di O&M non sono inferiori al 20% della somma dei costi di approvvigionamento di combustibile ed energia elettrica.

Figura 8.6 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



## EEM4: Pompe a portata variabile

### Generalità

La misura prevede l’installazione di una pompa di circolazione di tipo elettronico a giri variabili (inverter). L’intervento sarà realizzato mediante la sostituzione delle due pompe di circolazione a giri fissi, con una nuova pompa di circolazione gemellare a giri variabili controllata elettronicamente da inverter e grado di protezione minimo IP55.

Portata, prevalenza e diametro di allaccio saranno verificate e confermate dalle condizioni idrostatiche di lavoro dell’attuale rete di distribuzione.

L’installazione di un circolatore elettronico a velocità variabile permette di ottimizzare tutte le prestazioni dell’impianto anche in termini di energia elettrica necessaria per l’alimentazione degli organi ausiliari. Inoltre viene prolungata la vita della pompa stessa.

Figura 8.7 – Particolare pompe di circolazione



### Caratteristiche funzionali e tecniche

Tale misura può ridurre il consumo di energia elettrica (5-10%).

### Descrizione dei lavori

La posa del nuovo circolatore deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche ed una dichiarazione secondo quanto stabilito dalla normativa vigente in materia (DM 37/08).

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione della EEM4 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.28.

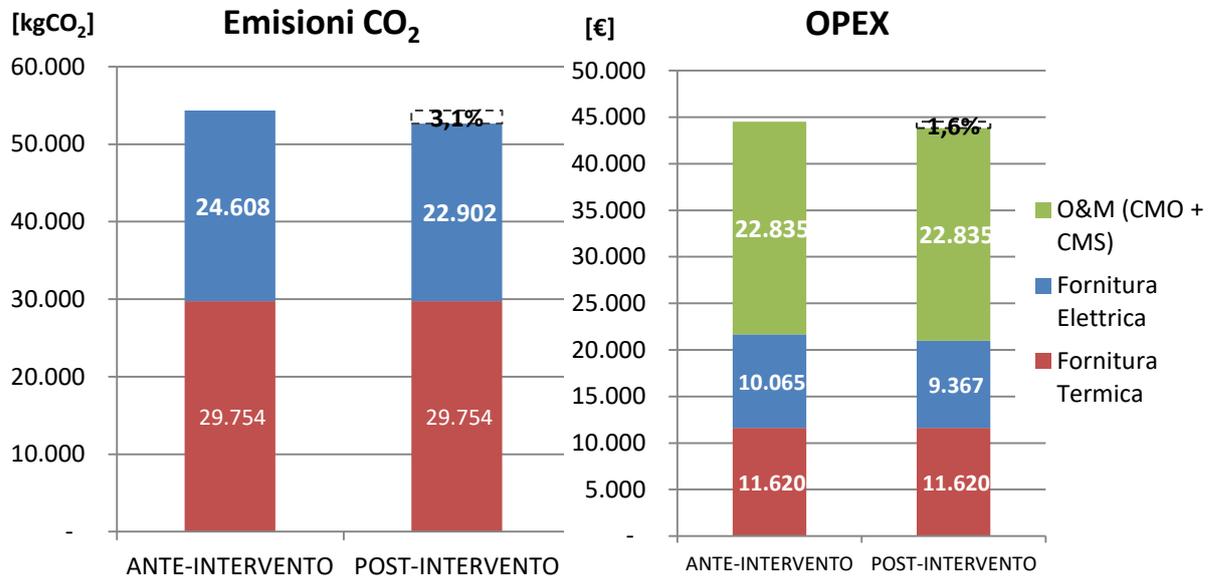
Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Installazione pompa inverter

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Assorbimento elettrico	W	275	100	<b>63,6%</b>
$Q_{teorico}$	[kWh]	149.377	149.377	<b>0,0%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	50.232	46.749	<b>6,9%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	147.298	147.298	<b>0,0%</b>
$EE_{baseline}$	[kWh]	52.694	49.040	<b>6,9%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.754	29.754	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	24.608	22.902	<b>6,9%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>54.362</b>	<b>52.656</b>	<b>3,1%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	11.620	11.620	<b>0,0%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	10.065	9.367	<b>6,9%</b>
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>21.685</b>	<b>20.987</b>	<b>3,2%</b>
$C_{MO}$	[€]	18.040	18.040	<b>0,0%</b>
$C_{MS}$	[€]	4.795	4.795	<b>0,0%</b>
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>22.835</b>	<b>22.835</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>44.521</b>	<b>43.823</b>	<b>1,6%</b>
Classe energetica	[-]	G	G	-

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,074 [€/kWh] per il vettore termico e 0,234 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Nota (2) La classe energetica indicata si riferisce alle condizioni adattate.

Figura 8.8 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



## EEM5: Valvole termostatiche

### Generalità

La misura prevede l’installazione di valvole termostatiche su tutti i radiatori presenti all’interno dell’edificio.

Le valvole termostatiche sono tipicamente impiegate per la regolazione del fluido ai radiatori degli impianti di riscaldamento. Abbinata a un comando termostatico o elettrotermico, mantengono costante, al valore impostato, la temperatura ambiente del locale in cui sono installate. In questo modo si evitano indesiderati incrementi di temperatura e si ottengono consistenti risparmi energetici.

Queste valvole sono dotate di un particolare codolo con tenuta idraulica in gomma che permette il collegamento al radiatore in modo veloce e sicuro, senza l’ausilio di altro mezzo sigillante.

Figura 8.9 – Particolare terminali di emissione



### Caratteristiche funzionali e tecniche

In base al tipo di corpo scaldante, al diametro e materiale del tubo saranno predisposte le seguenti tipologie di valvole termostatiche con i relativi detentori:

- Valvola termostatica per radiatori predisposta per comandi termostatici ed elettrotermici. Attacchi a squadra per tubo ferro 3/8”, 1/2” e 3/4”. Attacco al radiatore 3/8” e 1/2” M con codolo fornito di guarnizione di tenuta in EPDM, 3/4” con codolo senza guarnizione di tenuta. Corpo in ottone. Cromato. Cappuccio in ABS bianco RAL 9010. Doppia tenuta sull’asta di comando con O-Ring in EPDM. Campo di temperatura d’esercizio 5÷100°C. Pressione massima d’esercizio 10 bar.
- Valvola termostatica per radiatori predisposta per comandi termostatici ed elettrotermici. Attacchi diritti per tubo ferro 3/8”, 1/2” e 3/4”. Attacco al radiatore 3/8” e 1/2” M con codolo fornito di guarnizione di tenuta in EPDM, 3/4” M con codolo senza guarnizione di tenuta. Corpo in ottone. Cromato. Cappuccio in ABS bianco RAL 9010. Doppia tenuta sull’asta di comando con O-Ring in EPDM. Campo di temperatura d’esercizio 5÷100°C. Pressione massima d’esercizio 10 bar.
- Valvola termostatica per radiatori predisposta per comandi termostatici ed elettrotermici. Attacchi a squadra per tubo rame e plastica semplice e multistrato 23 p.1,5 M. Attacco al radiatore 3/8” e 1/2” M con codolo fornito di guarnizione di tenuta in EPDM. Corpo in ottone. Cromato. Cappuccio in ABS bianco RAL 9010. Doppia tenuta sull’asta di comando con O-Ring in EPDM. Campo di temperatura d’esercizio 5÷100°C. Pressione massima d’esercizio 10 bar.
- Valvola termostatica per radiatori predisposta per comandi termostatici ed elettrotermici. Attacchi diritti per tubo rame e plastica semplice e multistrato 23 p.1,5 M. Attacco al radiatore 3/8” e 1/2” M con codolo fornito di guarnizione di tenuta in EPDM. Corpo in ottone. Cromato. Cappuccio in ABS bianco RAL 9010. Doppia tenuta sull’asta di comando con O-Ring in EPDM. Campo di temperatura d’esercizio 5÷100°C. Pressione massima d’esercizio 10 bar.
- Detentore. Attacchi a squadra, per tubo rame, plastica semplice e multistrato. Attacchi tubazione 23 p.1,5 e 3/4” M. Attacco al radiatore 3/8” o 1/2” M con codolo fornito di guarnizione di tenuta in EPDM. Corpo in ottone. Cromato. Cappuccio bianco RAL 9010 in ABS.

Tenuta verso l’esterno costituita da O-Ring in EPDM sull’asta di comando. Campo di temperatura d’esercizio  $5\pm 100^{\circ}\text{C}$ . Pressione massima d’esercizio 10 bar.

- Detentore. Attacchi diritti, per tubo rame, plastica semplice e multistrato. Attacchi tubazione 23 p.1,5 e 3/4” M. Attacco al radiatore 3/8” o 1/2” M con codolo fornito di guarnizione di tenuta in EPDM. Corpo in ottone. Cromato. Cappuccio bianco RAL 9010 in ABS. Tenuta verso l’esterno costituita da O-Ring in EPDM sull’asta di comando. Campo di temperatura d’esercizio  $5\pm 100^{\circ}\text{C}$ . Pressione massima d’esercizio 10 bar.

Tutte le valvole termostatiche sono dotate di coperchio antimanomissione e anti vandalismo.

Tale misura può ridurre il consumo di energia termica (10-15%).

### Descrizione dei lavori

La posa delle valvole deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche ed una dichiarazione secondo quanto stabilito dalla normativa vigente in materia (DM 37/08). Inoltre si dovrà provvedere ad un lavaggio dell’intero impianto per evitare che le impurità depositatesi nel corso degli anni vadano a danneggiare le componenti delle nuove valvole.

### Prestazioni raggiungibili

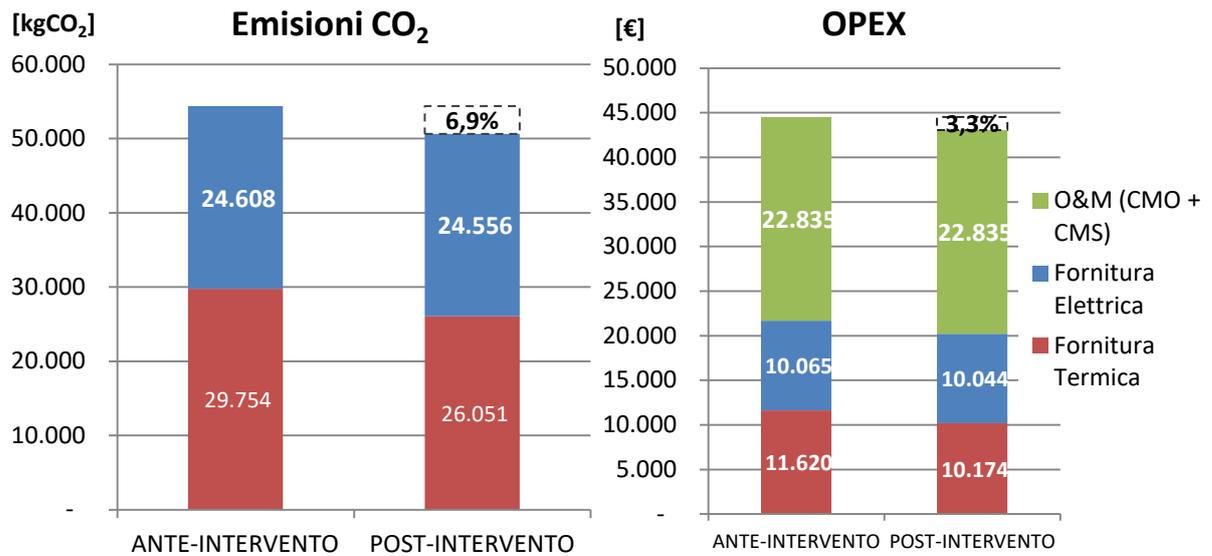
I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione della EEM5 sono riportati nella Tabella 8.15 e nella Figura 8.210.

Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM5 – Installazione valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento di regolazione	-	88	99	-12,5%
$Q_{\text{teorico}}$	[kWh]	149.377	130.787	12,4%
$EE_{\text{teorico}}$	[kWh]	50.232	50.127	0,2%
$Q_{\text{baseline}}$	[kWh]	147.298	128.967	12,4%
$EE_{\text{Baseline}}$	[kWh]	52.694	52.583	0,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.754	26.051	12,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	24.608	24.556	0,2%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>54.362</b>	<b>50.608</b>	<b>6,9%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	11.620	10.174	12,4%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	10.065	10.044	0,2%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>21.685</b>	<b>20.218</b>	<b>6,8%</b>
$C_{MO}$	[€]	18.040	18.040	0,0%
$C_{MS}$	[€]	4.795	4.795	0,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>22.835</b>	<b>22.835</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>44.521</b>	<b>43.054</b>	<b>3,3%</b>
Classe energetica	[-]	G	G	-

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,074 [€/kWh] per il vettore termico e 0,234 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Nota (2) La classe energetica indicata si riferisce alle condizioni adattate.

Figura 8.10 – EEM5: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline

### 8.1.3 Impianto produzione acqua calda sanitaria

Si fa presente che per l’edificio in esame il fabbisogno di ACS è soddisfatto da un sistema combinato per la produzione del calore. Ne consegue che l’efficientamento dell’impianto di riscaldamento comporta l’efficientamento anche del sistema di produzione dell’ACS.

### 8.1.4 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

Si precisa che utilizzando i costi unitari dell’area di riferimento tali interventi non risultano economicamente convenienti nemmeno combinati in scenari con altri interventi.

Inoltre si fa presente che, data la normativa vigente in materia di classificazione energetica, riducendo la potenza installata dei corpi illuminanti (come nel caso dell’utilizzo di tecnologia LED) non è quasi mai possibile determinare un salto di due classi energetiche, anzi la classe energetica dell’edificio peggiora. Tale criticità sarebbe risolvibile combinando tale EEM con altri più energeticamente prestanti ma, come già precisato i costi non renderebbero conveniente l’intero scenario.

## 9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

### 9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

#### EEM1: Isolamento solaio copertura

Nella Tabella 9.1 è riportata l’analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella posa di un doppio pannello isolante in lana di vetro da applicare all’estradosso del solaio di copertura.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l’ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto:

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Isolamento solaio di copertura

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO [€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Pannello in lana di vetro da 10 cm	Liguria 2017	1000	€/mq	11,943	11.943,00 €	2.627,46 €	14.570,46 €
Posa di pannello isolante	Liguria 2017	1000	€/mq	4,221	4.221,00 €	928,62 €	5.149,62 €
Guaina bituminosa	Milano	1000	€/mq	22,18	22.180,00 €	4.879,60 €	27.059,60 €
Posa di guaina bituminosa	Liguria 2017	1000	€/mq	10,467	10.467,00 €	2.302,74 €	12.769,74 €
Costi per la sicurezza					1.464,33 €	322,15 €	1.786,48 €
Costi per la progettazione					3.416,77 €	751,69 €	4.168,46 €
<b>TOTALE</b>					<b>53.692,10 €</b>	<b>11.812,26 €</b>	<b>65.504,36 €</b>
<b>Incentivi</b>	<b>Conto termico</b>					<b>[€]</b>	<b>26.202</b>
<b>Durata incentivi</b>						<b>[Anni]</b>	<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>						<b>[€/anno]</b>	<b>5.240</b>

#### EEM2: Sostituzione infissi

Nella Tabella 9.12 è riportata l’analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella sostituzione degli infissi presenti con nuovi in PVC e vetrocamera con rivestimento basso emissivo.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l’ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto:

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – Infissi in PVC

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO [€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Rimozione infissi	Liguria 2017	240	€/mq	12,159	2.918,16 €	642,00 €	3.560,16 €
Fornitura infissi in PVC	Liguria 2017	240	€/mq	296,01	71.042,40 €	15.629,33 €	86.671,73 €
Posa in opera infissi	Liguria 2017	240	€/mq	42,858	10.285,92 €	2.262,90 €	12.548,82 €
Costi per la sicurezza					2.527,39 €	556,03 €	3.083,42 €
Costi per la progettazione					5.897,25 €	1.297,40 €	7.194,65 €
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>					<b>92.671,13 €</b>	<b>20.387,65 €</b>	<b>113.058,78</b>
<b>Incentivi</b>	<b>Conto termico</b>					<b>[€]</b>	<b>45.224</b>
<b>Durata incentivi</b>						<b>[Anni]</b>	<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>						<b>[€/anno]</b>	<b>9.045</b>

### EEM3: Sostituzione generatore di calore

Nella Tabella 9.13 è riportata l’analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nell’installazione di due generatori modulari a gas a condensazione.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l’ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto:

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – Generatore a condensazione

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Rimozione vecchio generatore	CCIAA RE	1	cad	3660,525	3.660,53 €	805,32 €	4.465,84 €
Posa in opera di caldaia a condensazione	Liguria 2017	3	cad	299,196	897,59 €	197,47 €	1.095,06 €
Caldaia a condensazione da 150 kW	Liguria 2017	3	cad	8027,325	24.081,98 €	5.298,03 €	29.380,01 €
Costi per la sicurezza					859,20 €	189,02 €	1.048,23 €
Costi per la progettazione					2.004,81 €	441,06 €	2.445,86 €
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>					<b>31.504,10 €</b>	<b>6.930,90 €</b>	<b>38.435,00 €</b>
<b>Incentivi</b>	<b>Conto termico</b>					[€]	15.374
<b>Durata incentivi</b>						[Anni]	5
<b>Incentivo annuo</b>						[€/anno]	<b>3.075</b>

### EEM4: Installazione circolatore a giri variabili

Nella Tabella 9.14 è riportata l’analisi dei costi relativi alle EEM 4, che consiste nell’installazione di un circolatore elettronico a giri variabili (inverter).

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4 – Circolatore inverter

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Posa in opera di nuovo circolatore	Liguria 2017	2	cad	45,054	90,11 €	19,82 €	109,93 €
Fornitura di circolatore inverter DN40 gemellare	Liguria 2017	2	cad	1724,832	3.449,66 €	758,93 €	4.208,59 €
Costi per la sicurezza					106,19 €	23,36 €	129,56 €
Costi per la progettazione					247,78 €	54,51 €	302,30 €
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>					<b>3.893,75 €</b>	<b>856,62 €</b>	<b>4.750,37 €</b>

### EEM5: Installazione di valvole termostatiche

Nella Tabella 9.15 è riportata l’analisi dei costi relativi alle EEM 5, che consiste nell’installazione di valvole termostatiche su tutti i corpi scaldanti dell’edificio.

Tabella 9.5 – Analisi dei costi della EEM5 – Valvole termostatiche

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Valvole termostatiche	Liguria 2017	73	cad	37,233	2.718,01 €	597,96 €	3.315,97 €
Costi per la sicurezza					81,54 €	17,94 €	99,48 €
Costi per la progettazione					190,26 €	41,86 €	232,12 €
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>					<b>2.989,81 €</b>	<b>657,76 €</b>	<b>3.647,57 €</b>

## 9.2 ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

L’analisi di convenienza delle singole EEM analizzate è stata svolta tramite la valutazione dei principali indicatori economici d’investimento secondo il metodo dei flussi di cassa, valutando chiaramente i valori dei costi, ricavi, flussi di cassa e redditività.

Si è inoltre posta particolare attenzione nella valutazione dei possibili sistemi incentivanti applicabili agli scenari (Conto Termico, Titoli di Efficienza Energetica, ecc.), con la quantificazione dell’importo incentivabile e l’analisi dei flussi di cassa e degli indicatori finanziari con e senza il contributo degli incentivi considerati.

Gli indicatori economici d’investimento utilizzati sono:

- TRS (tempo di ritorno semplice);
- TRA (tempo di ritorno attualizzato);
- VAN (valore attuale netto);
- TIR (tasso interno di rendimento)
- IP (indice di profitto);

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

$$TRS = \frac{I_0}{\overline{FC}}$$

Dove:

- $I_0$  è il valore dell’investimento iniziale;
- $\overline{FC}$  è il flusso di cassa medio annuale, calcolato come la media aritmetica sugli anni di vita utile della somma algebrica dei costi e dei benefici generati dall’investimento.

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

$$TRA = \frac{I_0}{\overline{FC}_{att}}$$

Dove:

- $I_0$  è il valore dell’investimento iniziale;
- $\overline{FC}_{att}$  è il flusso di cassa attualizzato medio annuale, calcolato come la media aritmetica sugli anni di vita utile della somma algebrica dei costi e dei benefici generati dall’investimento, opportunamente attualizzati tramite il tasso di attualizzazione.

$$FC_{att,n} = FC_n \frac{(1+f)^n (1+f')^n}{(1+R)^n} \approx FC_n \frac{1}{(1+i)^n}$$

Dove:

- $FC_n$  è il flusso di cassa all’anno n-esimo;
- $f$  è il tasso di inflazione;
- $f'$  è la deriva dell’inflazione;
- $R$  è il tasso di sconto;
- $i = R - f - f'$  è il tasso di attualizzazione;
- $\frac{1}{(1+i)^n}$  è il fattore di annualità ( $FA_n$ ).

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{FC_n}{(1+i)^n} - I_0$$

Dove:

- $n$  sono gli anni di vita tecnica per la tecnologia di ciascuna EEM, o, 15 anni per lo SCN1, o, 25 anni per SCN2;

4) Tasso Interno di Rendimento (TIR), è il valore di  $i$  che rende il VAN = 0.

5) Indice di Profitto (IP):

$$IP = \frac{VAN}{I_0}$$

I tassi di interesse utilizzati per le operazioni di attualizzazione e analisi economico sono i seguenti:

- Tasso di sconto:  **$R = 4\%$**
- Tasso di inflazione relativa al costo dei vettori energetici e dei servizi di manutenzione:  **$f = 0.5\%$**
- Deriva dell’inflazione relativa al costo dei vettori energetici  **$f'_{ve} = 0.7\%$**  e dei servizi di manutenzione  **$f'_m = 0\%$**

I risultati dell’analisi economica tramite flussi di cassa sono poi stati rappresentati mediante tipici grafici a farfalla, dal quale è possibile evincere i flussi di cassa cumulati di progetto, l’investimento capitale iniziale,  $I_0$ , e il TRS.

Analogamente la rappresentazione grafica dei flussi di cassa cumulati attualizzati permetterà la visualizzazione del TRA e del VAN.

Di seguito si riportano i flussi di cassa ed i risultati dell’analisi di convenienza delle singole EEM proposte.

Il dettaglio dei calcoli è riportato all’ Allegato B – Elaborati.

**EEM1: Isolamento solaio copertura**

L’analisi di convenienza effettuata per la EEM 1 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.6 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM1– Isolamento solaio copertura

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 65.504
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni 3
Vita utile	n	anni 30
Incentivo annuo	B	€/anno 5.240
Durata incentivo	$n_B$	anni 5
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS 25,7	14,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA 42,9	25,8
Valore attuale netto	VAN - 20.257	3.073
Tasso interno di rendimento	TIR 0,9%	4,6%
Indice di profitto	IP -0,31	0,05

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle Figura 9.1 e Figura 9.2.

Figura 9.1 –EEM1: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

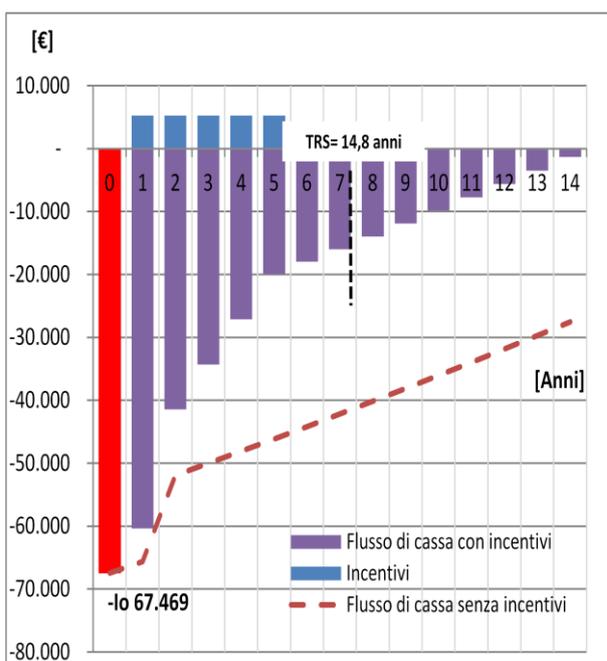
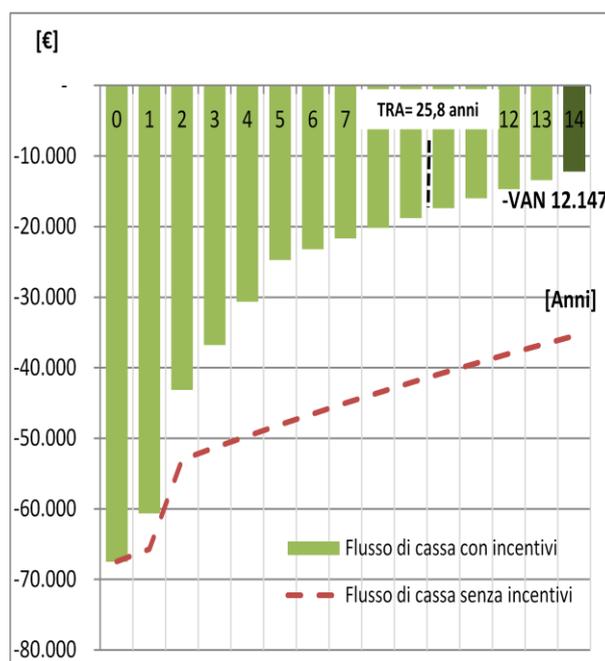


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento singolarmente non risulta economicamente conveniente.

**EEM2: Sostituzione infissi**

L’analisi di convenienza effettuata per la EEM 2 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.7 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM2– Sostituzione infissi

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€	113.059
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	9.045
Durata incentivo	$n_B$	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	49,0	29,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	73,2	39,7
Valore attuale netto	VAN	- 68.735	- 28.469
Tasso interno di rendimento	TIR	-3,6%	0,0%
Indice di profitto	IP	-0,61	-0,25

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle Figura 9.3 e Figura 9.4

Figura 9.3 –EEM2: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

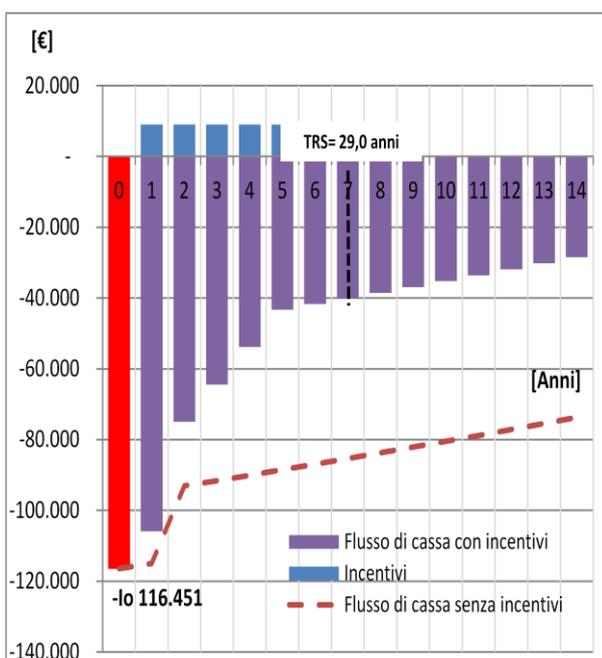
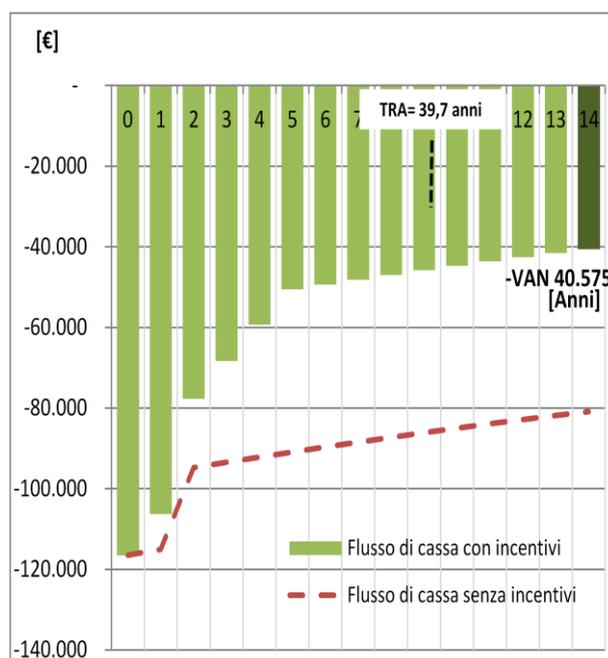


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento singolarmente non risulta economicamente conveniente.

**EEM3: Generatore di calore a condensazione**

L’analisi di convenienza effettuata per la EEM 3 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.8 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM3– Generatore di calore a condensazione

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 38.435
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	3
Vita utile	n	15
Incentivo annuo	B	€/anno 3.075
Durata incentivo	$n_B$	5
Tasso di attualizzazione	i	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRs	4,6 / 3,3
Tempo di rientro attualizzato	TRA	5,4 / 3,7
Valore attuale netto	VAN	45.281 / 58.970
Tasso interno di rendimento	TIR	19,2% / 25,7%
Indice di profitto	IP	1,18 / 1,53

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle Figura 9.5 e Figura 9.6

Figura 9.5 –EEM3: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

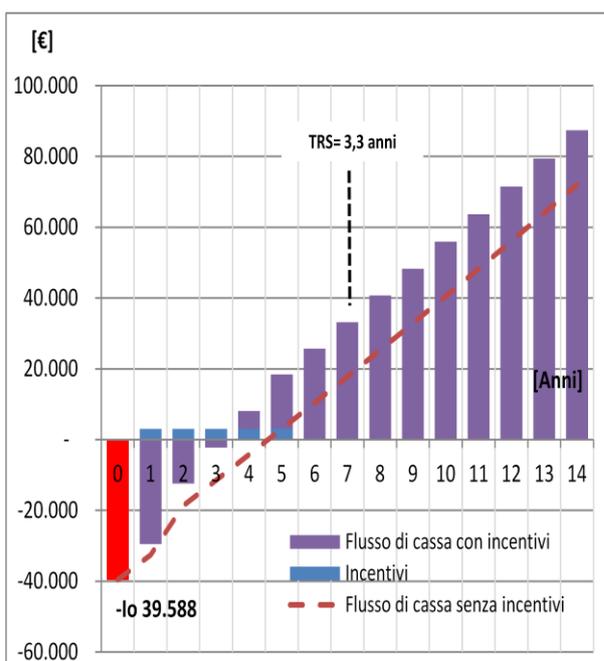
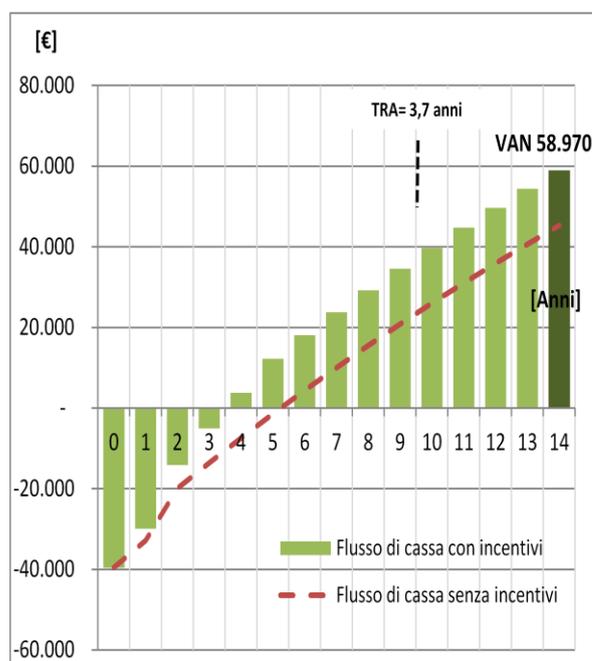


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento è economicamente conveniente con o senza incentivi.

**EEM4: Sostituzione circolatore**

L’analisi di convenienza effettuata per la EEM 4 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.9 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM4– Circolatore inverter

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 4.750
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	3
Vita utile	n	15
Incentivo annuo	B	€/anno -
Durata incentivo	$n_B$	5
Tasso di attualizzazione	i	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRs	6,8
Tempo di rientro attualizzato	TRa	8,3
Valore attuale netto	VAN	2.467
Tasso interno di rendimento	TIR	11,4%
Indice di profitto	IP	0,52

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle Figura 9.7 e Figura 9.8

Figura 9.7 –EEM4: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

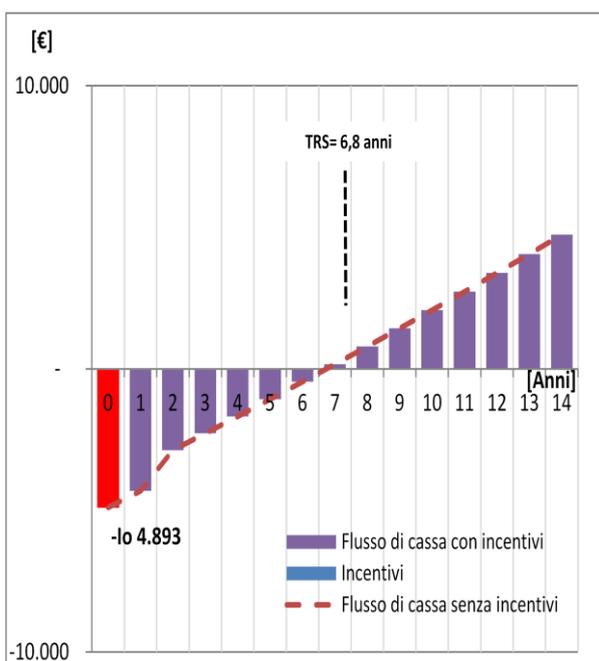
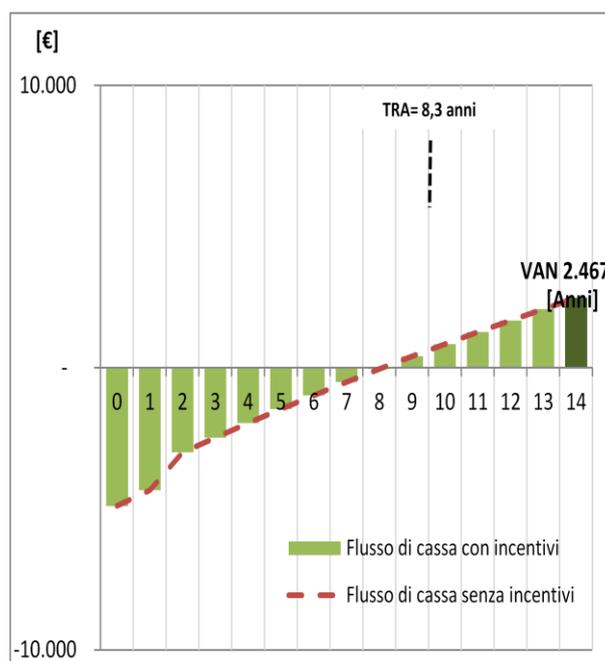


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento è economicamente conveniente.

**EEM5: Valvole termostatiche**

L’analisi di convenienza effettuata per la EEM 5 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.10 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM5– Valvole termostatiche

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 3.648
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	3
Vita utile	n	15
Incentivo annuo	B	€/anno -
Durata incentivo	$n_B$	5
Tasso di attualizzazione	i	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	2,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	2,8
Valore attuale netto	VAN	10.658
Tasso interno di rendimento	TIR	36,4%
Indice di profitto	IP	2,92

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle Figura 9.9 e Figura 9.10

Figura 9.9 –EEM5: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

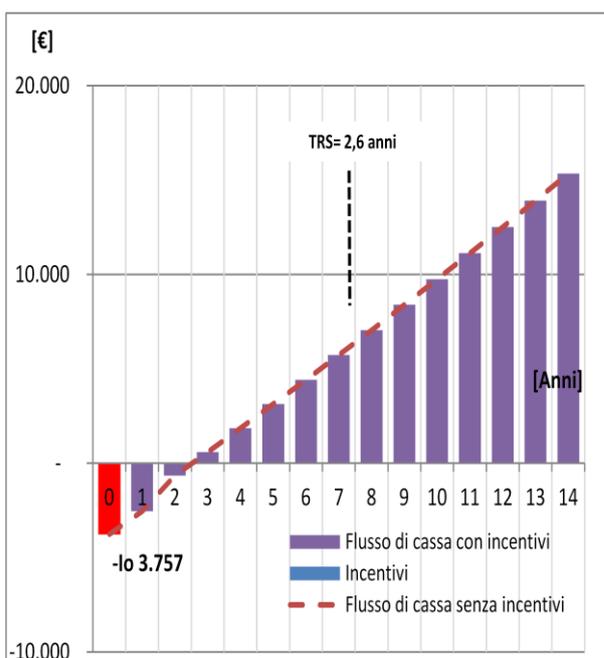
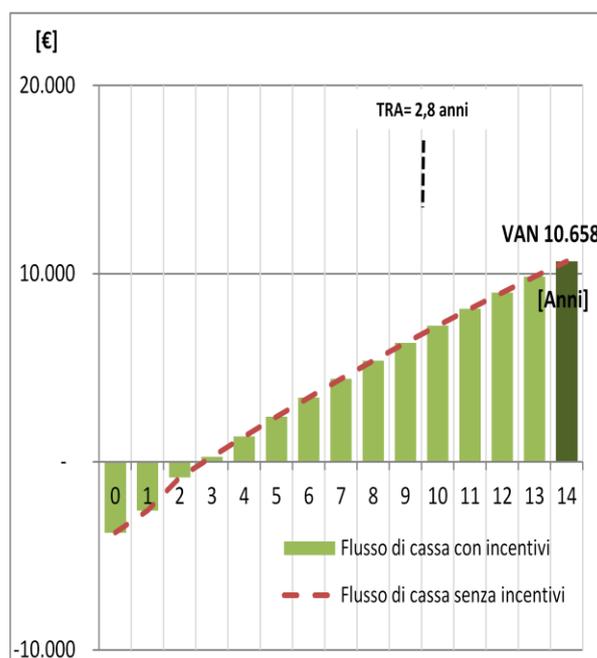


Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento è economicamente conveniente.

## Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.1111 e Tabella 9.12.

Tabella 9.11 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

SENZA INCENTIVI												
	% $\Delta_E$	% $\Delta_{CO_2}$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	10,5	10,5	2.239	-	-	65.504	25,7	42,9	30	-20.257	0,9	-0,31
EEM 2	8,4	8,4	1.781	-	-	113.059	49,0	73,2	30	-68.735	-3,6	-0,61
EEM 3	29,0	29,0	6.163	1.804	479	38.435	4,4	5,4	15	45.281	19,2	1,18
EEM 4	3,1	3,1	698	-	-	4.750	6,8	8,3	15	2.467	11,4	0,52
EEM 5	6,8	6,8	1.467	-	-	3.648	2,6	2,8	15	10.658	36,4	2,92

Oltre agli indicatori finanziari precedentemente descritti, i parametri elencati in tabella sono i seguenti:

- % $\Delta_E$  è il valore percentuale di riduzione dei consumi energetici rispetto al baseline energetico complessivo (termico + elettrico);
- % $\Delta_{CO_2}$  è il valore percentuale di riduzione delle emissioni di CO2 rispetto al baseline dell'emissioni complessivo (termico + elettrico);
- $\Delta C_E$  è il risparmio economico annuo attribuibile alla riduzione dei consumi energetici (termico + elettrico); assume valori positivi;
- $\Delta C_{MO}$  è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo per la gestione e la manutenzione ordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- $\Delta C_{MS}$  è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo previsto per la manutenzione straordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- $I_0$  è il valore dell'investimento iniziale per la realizzazione dell'intervento; assume valori negativi;

Dall'analisi dei risultati emerge che non tutti gli interventi proposti sono economicamente convenienti ed in particolare che l'indice di profitto maggiore è presentato dall'installazione delle valvole termostatiche.

Tabella 9.12 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

CON INCENTIVI												
	% $\Delta_E$	% $\Delta_{CO_2}$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	10,5	10,5	2.239	-	-	65.504	14,8	25,8	30	3.073	4,6	0,05
EEM 2	8,4	8,4	1.781	-	-	113.059	29,0	39,7	30	-28.469	0,0	-0,25
EEM 3	29,0	29,0	6.163	1.804	479	38.435	3,3	3,7	15	58.970	25,7	1,53
EEM 4	3,1	3,1	698	-	-	4.750	6,8	8,3	15	2.467	11,4	0,52
EEM 5	6,8	6,8	1.467	-	-	3.648	2,6	2,8	15	10.658	36,4	2,92

Dall'analisi dei risultati emerge che tutti gli interventi proposti non sono economicamente convenienti e che gli unici interventi che presentano una differenza rilevante dovuta alla presenza dell'incentivo sono l'EEM1, l'EEM2 e l'EEM3.

## 9.3 IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO

A seguito dell'analisi delle singole misure di efficienza energetica è stato possibile la definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposti, di cui sia stata accertata la fattibilità tecnica ed economica, che consentano un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi.

La scelta degli scenari ottimale è quindi stata effettuata a partire dai risultati riportati nella tabella di cui sopra, tramite la comparazione di VAN ed IP dei diversi casi delle singole EEM, valutati per ciascun

scenario considerando una vita utile in termini di TRS accettabile e la sostenibilità finanziaria degli investimenti in termini di DSCR e LLCR.

Per fattibilità economica delle soluzioni integrate si intendere accettabili le soluzioni che verificano i seguenti scenari economici:

- Scenario ottimale 1, (SCN1), per il quale è verificato un tempo di ritorno semplice,  $TRS \leq 15$  anni;
- Scenario ottimale 2, (SCN2), per il quale è verificato un tempo di ritorno semplice,  $TRS \leq 25$  anni.

Il primo scenario ottimale, con tempi di ritorno del capitale investito maggiore, permetterà la formulazione di soluzione integrate che includono interventi sull’involucro degli edifici, o più in generale, interventi tipicamente caratterizzati da tempi di ritorno lunghi, laddove, nel caso del secondo scenario ci si aspetta che gli interventi proposti interessino maggiormente investimenti per gli impianti.

La valutazione della fattibilità tecnico-economica è stata effettuata al fine di una gestione diretta da parte della PA o indiretta mediante ESCO.

Nella formulazione del Piano Economico-Finanziario indicativo degli scenari ottimali, si è assunto che i capitali per la realizzazione degli interventi siano resi disponibili da un privato, con una ripartizione dell’investimento al 20% tramite mezzi propri (equity) ed all’80% tramite finanziamento terzi (debito). Nel calcolo del VAN di Progetto il tasso di attualizzazione  $i$  usato coincide con il WACC (costo medio ponderato del capitale) ed è posto pari al 4%, sulla base della seguente equazione:

$$WACC = Kd \times \frac{D}{D + E} \times (1 - \tau) + Ke \times \frac{E}{D + E}$$

Dove:

- $Kd$  è costo del debito, sarà ipotizzato pari a 3.82%
- $Ke$  è il costo dell’equity, ossia il rendimento atteso dall’investitore, sarà ipotizzato pari a 9.00%
- $D$  è il Debito, pari a 80% di  $I_0$
- $E$  è l’Equity, pari a 20% di  $I_0$
- $\frac{D}{D+E}$  è la leva finanziaria, sarà quindi pari a 80%
- $\tau$  è l’aliquota fiscale, posta pari al 27.9% essendo la somma dell’aliquota IRES, pari al 24%, e quella IRAP pari al 3,9%.

L’ultima dimensione di analisi è la valutazione della sostenibilità finanziaria. Infatti, non tutti gli investimenti economicamente convenienti risultano poi fattibili dal punto di vista finanziario. La sostenibilità finanziaria di un progetto può essere espressa anche in termini di bancabilità ricorrendo a degli indicatori capaci di valutare il margine di sicurezza su cui i soggetti finanziatori possono contare per essere garantiti sul puntuale pagamento del servizio del debito.

Per gli scenari ottimali, si è quindi proceduto ad una valutazione della sostenibilità finanziaria. Gli indicatori di bancabilità utilizzati sono:

- DSCR (Debt Service Cover Ratio) medio di periodo. Esprime la capacità dell’investimento di rimborsare il servizio del debito (capitale e interessi) per tutta la durata del finanziamento;
- LLCR (*Loan Life Cover Ratio*) medio di periodo. Esprime la capacità del progetto di generare flussi di cassa positivi dopo aver ripagato il servizio del debito.

Essi sono così definiti:

1) *Debt Service Cover Ratio* (DSCR):

$$DSCR = \frac{FCO_n}{K_n + I_t}$$

Dove:

- $FCO_n$  sono i flussi di cassa operativi nell’anno corrente n-esimo;
- $K_n$  è la quota capitale da rimborsare nell’anno n-esimo;
- $I_n$  è la quota interessi da ripagare nell’anno tn-esimo.

2) *Loan Life Cover Ratio* (LLCR):

$$LLCR = \frac{\sum_{n=s}^{s+m} \frac{FCO_n}{(1+i)^n} + R}{D_n}$$

Dove:

- $s$  è il periodo di valutazione dell’indicatore;
- $s+m$  è l’ultimo periodo di rimborso del debito;
- $FCO_n$  è il flusso di cassa per il servizio del debito;
- $D$  è il debito residuo (outstanding) al periodo t-esimo;
- $i$  è il tasso di attualizzazione dei flussi di cassa;
- $R$  è l’eventuale riserva a servizio del debito accumulata al periodo di valutazione (*Debt Reserve*).

Valori positivi (nell’intorno di 1,3) del DSCR indicano convenzionalmente la capacità dell’investimento di generare risorse sufficienti a ripagare il servizio del debito; valori maggiori di 1 del LLCR indicano la liquidità generata dal progetto dopo aver ripagato il debito. Pertanto, per la proposta di scenari ottimali bancabili sono stati considerati fattibili solo scenari che realizzino valori positivi di DSCR nell’intorno di 1,3 e valori positivi di LLCR maggiori di 1.

Nell’ambito della riqualificazione energetica degli edifici scolastici, il presente rapporto di DE sarà inoltre fondamentale per dotare la Pubblica Amministrazione (PA) di un’analisi tecnico-economica di dettaglio delle EEM identificate all’interno degli scenari ottimali, con lo scopo di consentire l’individuazione dei possibili strumenti di finanziamento delle stesse, sia tramite finanziamento proprio, sia tramite proposte di *Energy Performance Contract* (EPC) da parte di Società di Servizi Energetici (*Energy Service Company* – ESCO) abbinate all’istituto del Finanziamento Tramite Terzi (FTT). In tale ambito trova espressione l’applicazione del Partenariato Pubblico Privato (PPP).

Al fine di effettuare concretamente un’analisi finanziaria preliminare e verificare quindi gli aspetti di convenienza economica e sostenibilità finanziari degli scenari ottimali è stato presentato un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo per ogni scenario.

Infine, si è proceduto all’identificazione dell’eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di *Energy Performance Contract* (EPC).

Si sono quindi individuati i seguenti scenari, che forniscano i maggiori vantaggi in termini di riduzione dei costi e consumi energetici, nei tempi di ritorno accettabili sopra descritti.

- **Scenario 1: IMPIANTO TERMICO:** Tale scenario consiste nella realizzazione di EEM3, EEM4 ed EEM5, cioè nell’installazione di un generatore a condensazione, un circolatore elettronico a giri variabili e valvole termostatiche su tutti i corpi scaldanti.
- **Scenario 2: INVOLUCRO E GENERATORE:** Tale scenario consiste nella realizzazione di EEM1, EEM2 ed EEM3 cioè nell’isolamento del solaio di copertura, nella sostituzione di alcuni infissi e nell’installazione di un generatore a condensazione.

### 9.3.1 Scenario 1: IMPIANTO TERMICO

La realizzazione dello scenario 1 consiste nella combinazione delle EEM di seguito elencate:

Tabella 9.13 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA Al 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM3 Fornitura & Posa	28.640,09 €	6.300,82 €	34.940,91 €
EEM4 Fornitura & Posa	3.539,77 €	778,75 €	4.318,52 €
EEM5 Fornitura & Posa	2.718,01 €	597,96 €	3.315,97 €
Costi per la sicurezza	1.046,94 €	230,33 €	1.277,26 €
Costi per la progettazione	2.442,85 €	537,43 €	2.980,28 €
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>38.387,66 €</b>	<b>8.445,28 €</b>	<b>46.832,94 €</b>
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA) [€]
EEM3 O&M	16.236,04 €	4.315,91 €	20.551,94 €
EEM4 O&M	18.040,04 €	4.795,45 €	22.835,49 €
EEM5 O&M	18.040,04 €	4.795,45 €	22.835,49 €
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>16.236,04 €</b>	<b>4.315,91 €</b>	<b>20.551,94 €</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]	
Incentivi	Conto termico	18.733,18	€
Durata incentivi		5	Anni
Incentivo annuo		3.746,64	€/Anno

A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di Sankey relativo alle situazioni post-intervento.

Figura 9.11 – SCN1: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento

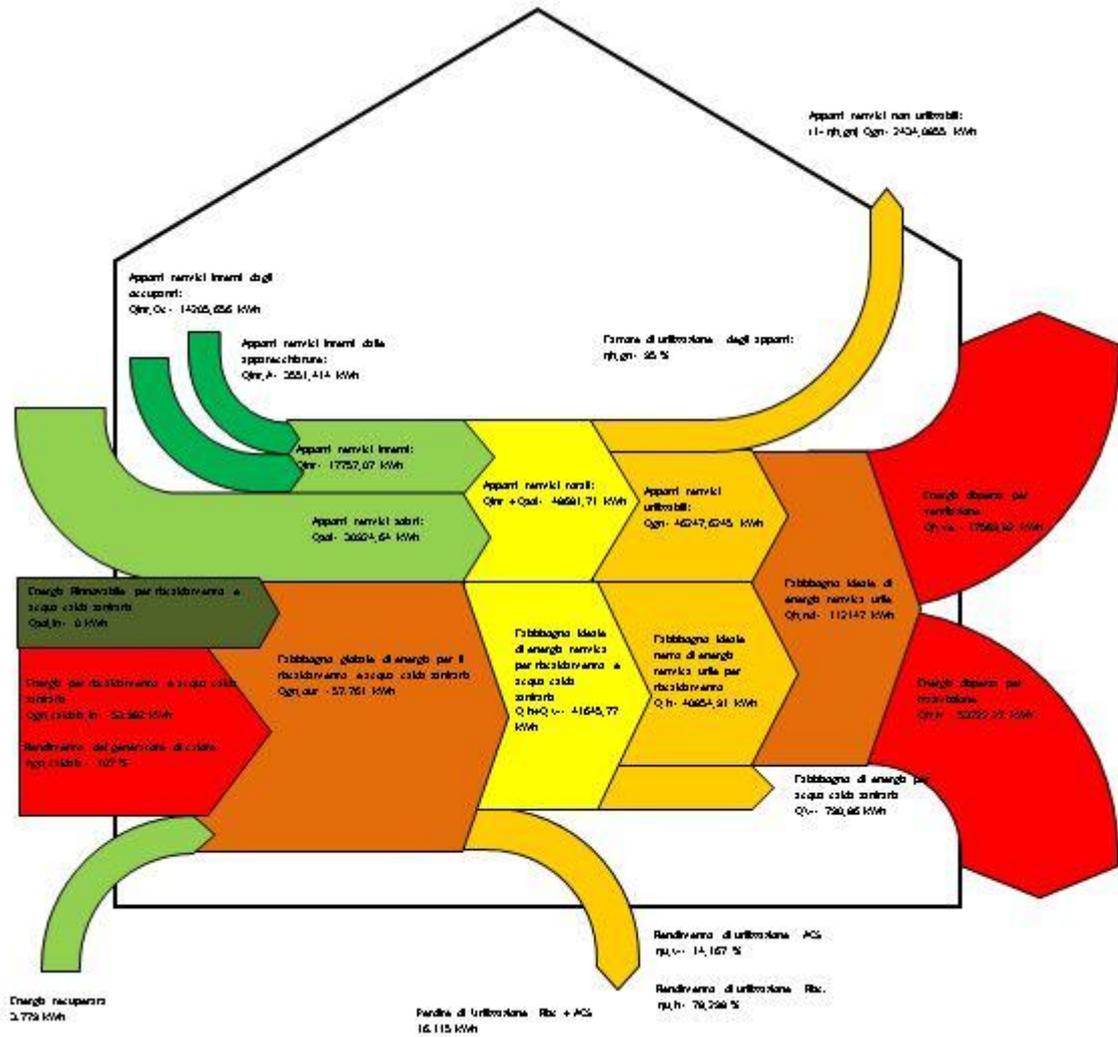
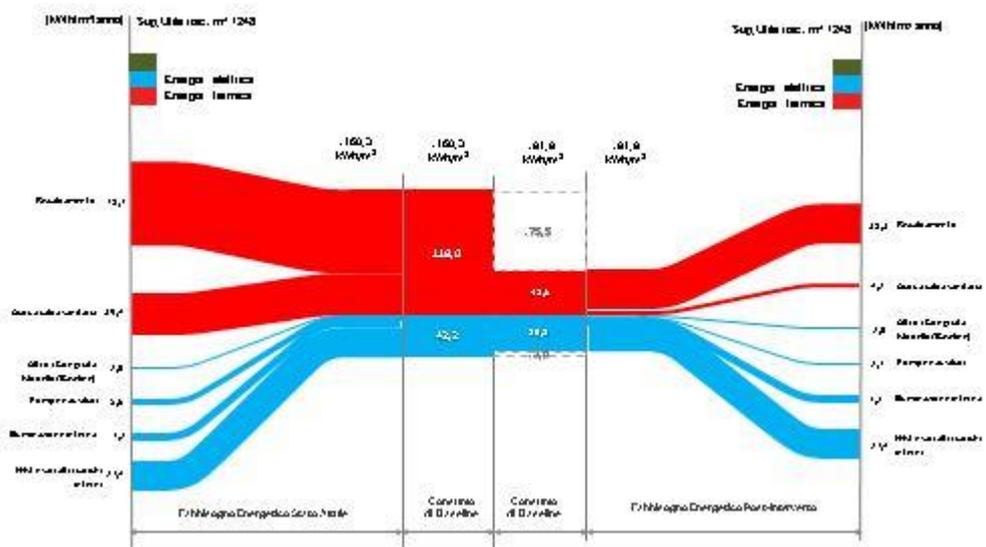


Figura 9.12 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento

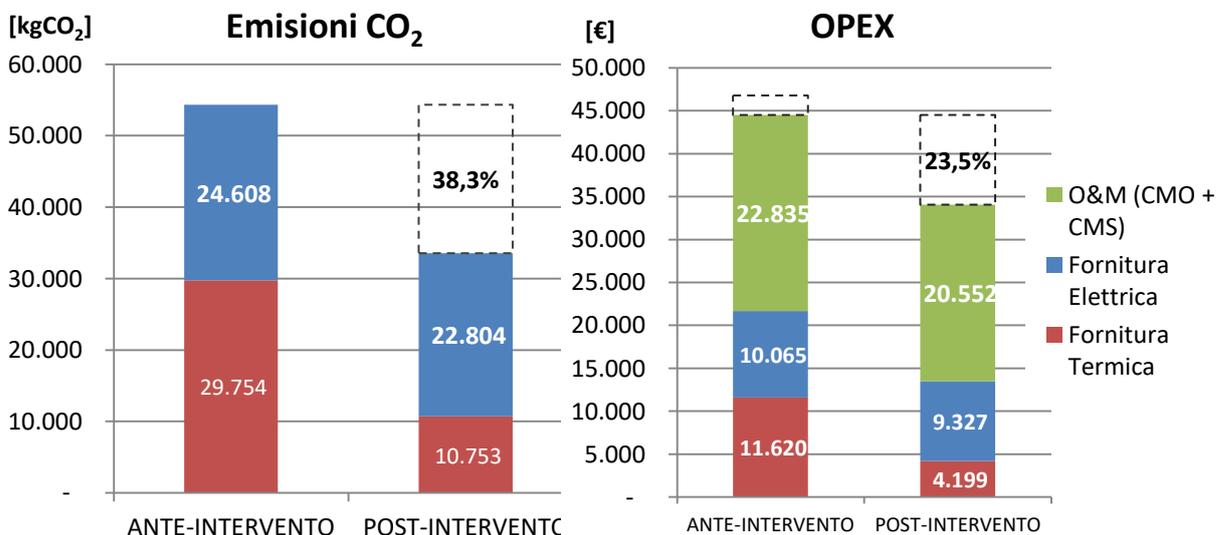


I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.14 e Figura 9.13

Tabella 9.14 – Risultati analisi SCN1 – IMPIANTO TERMICO

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM3 - Rendimento di generazione	[-]	92	107	-16,3%
EEM4 - Potenza assorbita	[W]	275	100	63,6%
EEM5 - Rendimento di regolazione	[-]	88	99	-12,5%
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	149.377	53.982	63,9%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	50.232	46.549	7,3%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	147.298	53.231	63,9%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	52.694	48.830	7,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.754	10.753	63,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	24.608	22.804	7,3%
<b>Emiss. CO2 Totale</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>54.362</b>	<b>33.556</b>	<b>38,3%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	11.620	4.199	63,9%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	10.065	9.327	7,3%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>21.685</b>	<b>13.526</b>	<b>37,6%</b>
Costo Manutenzione Ordinaria, C <sub>MO</sub>	[€]	18.040	16.236	10,0%
Costo Manutenzione Straordinaria, C <sub>MS</sub>	[€]	4.795	4.316	10,0%
Costo per O&M (C <sub>M</sub> = C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>22.835</b>	<b>20.552</b>	<b>10,0%</b>
OPEX	[€]	<b>44.521</b>	<b>34.078</b>	<b>23,5%</b>
Classe energetica	[-]	G	E	+2 classi

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,074 [€/kWh] per il vettore termico e 0,234 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 9.13 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline

E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario.

I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.15, Tabella 9.16 e Tabella 9.17 e nelle successive figure.

Tabella 9.15 – Parametri finanziari dell’analisi di redditività dello SCN1– IMPIANTO TERMICO

PARAMETRI FINANZIARI			
Anni Costruzione	$n_i$		<b>1</b>
Anni Gestione Servizio	$n_s$		<b>14</b>
Anni Concessione	$n$		<b>15</b>
Anno inizio Concessione	$n_0$		<b>2020</b>
Anni dell'ammortamento	$n_A$		<b>10</b>
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CdP}$		<b>2,00%</b>
Costo Capitale Azienda	<b>WACC</b>		<b>4,00%</b>
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$		<b>4,00%</b>
Inflazione ISTAT	$f$		<b>0,50%</b>
deriva dell'inflazione	$f'$		<b>0,70%</b>
%, interessi debito	$k_D$		<b>3,82%</b>
%, interessi equity	$k_E$		<b>9,00%</b>
Aliquota IRES	<b>IRES</b>		<b>24,0%</b>
Aliquota IRAP	<b>IRAP</b>		<b>3,9%</b>
Aliquota fiscale	$\tau$		<b>27,90%</b>
Anni debito (finanziamento)	$n_D$		<b>5</b>
Anni Equity	$n_E$		<b>14</b>
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_0$	€	<b>46.833</b>
Oneri Finanziari (costi indiretti)	<b>%Of</b>		<b>3,00%</b>
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	<b>Of</b>	€	<b>1.405</b>
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	<b>CAPEX</b>	€	<b>48.238</b>
%CAPEX a Debito	<b>D</b>		<b>80,0%</b>
%CAPEX a Equity	<b>E</b>		<b>20,00%</b>
Debito	$I_D$	€	<b>38.590</b>
Equity	$I_E$	€	<b>9.648</b>
Fattore di annualità Debito	<b>FA<sub>D</sub></b>		<b>4,55</b>
Rata annua debito	$q_D$	€	<b>8.490</b>
Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€	<b>42.451</b>
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	<b>INT<sub>D</sub>=q<sub>D</sub>*n<sub>D</sub>-D</b>	€	<b>3.861</b>

Tabella 9.16 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN1

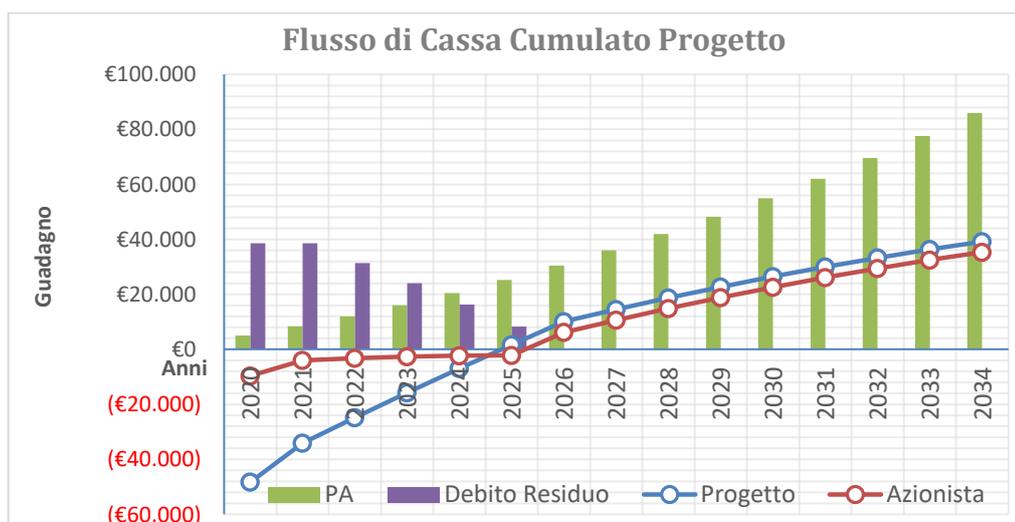
PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€	<b>17.755</b>
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€	<b>16.622</b>
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	<b>34.377</b>
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€	<b>-</b>
Riduzione% costi fornitura Energia	<b>%<math>\Delta C_E</math></b>		<b>37,6%</b>
Riduzione% costi O&M	<b>%<math>\Delta C_M</math></b>		<b>10,0%</b>
Obiettivo riduzione spesa PA	<b>%<math>C_{Baseline}</math></b>		<b>7,0%</b>
Risparmio annuo PA garantito	<b>45,6%</b>	€	<b>6.711</b>
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	<b>Risp.IM</b>	€	<b>2.406</b>
Risparmio PA durante la concessione	<b>14%</b>	€	<b>85.921</b>
Risparmio annuo PA al termine della concessione	<b>Risp.Term.</b>	€	<b>9.977</b>
N° di Canoni annuali	<b>anni</b>		<b>14</b>
Utile lordo della ESCO	<b>%CAPEX</b>		<b>73,26%</b>
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	€	<b>2.524</b>
Costi FTT €/anno IVA escl.	$C_{FTT}$	€	<b>276</b>

Costi CAPEX €/anno IVA escl.	$C_{CAPEX}$	€	1.504
Canone O&M €/anno	$CnM$	€	15.533
Canone Energia €/anno	$CnE$	€	12.133
Canone Servizi €/anno IVA escl.	$CnS$	€	27.666
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	$CnD$	€	4.304
Canone Totale €/anno IVA escl.	$Cn$	€	<b>31.971</b>
Aliquota IVA %	IVA		<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	$R_{IVA}$	€	8.445
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	$R_b$	€	18.733
Durata Incentivi, anni	$n_b$		<b>5</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno			<b>2022</b>

Tabella 9.17 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITÀ DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	<b>5,80</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	<b>6,51</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	€ <b>22.876</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	<b>TIR &gt; WACC</b>	<b>13,39%</b>
Indice di Profitto	IP	<b>48,85%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITÀ DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	<b>6,26</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	<b>6,61</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	€ <b>14.323</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b>TIR &gt; ke</b>	<b>29,04%</b>
Debit Service Cover Ratio	<b>DSCR &lt; 1,3</b>	<b>1,055</b>
Loan Life Cover Ratio	<b>LLCR &gt; 1</b>	<b>2,444</b>
Indice di Profitto Azionista	IP	<b>30,58%</b>

Figura 9.14 –SCN1: Flussi di cassa del progetto



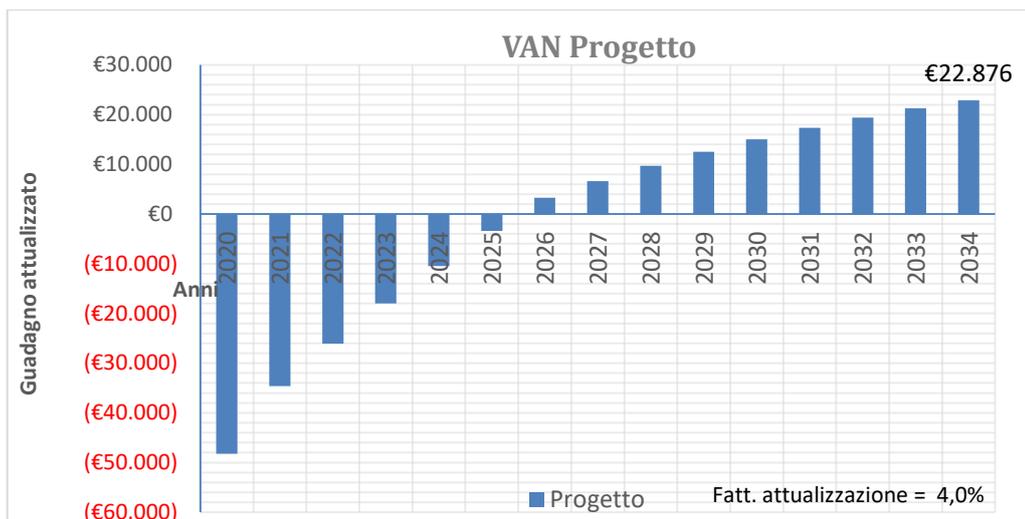
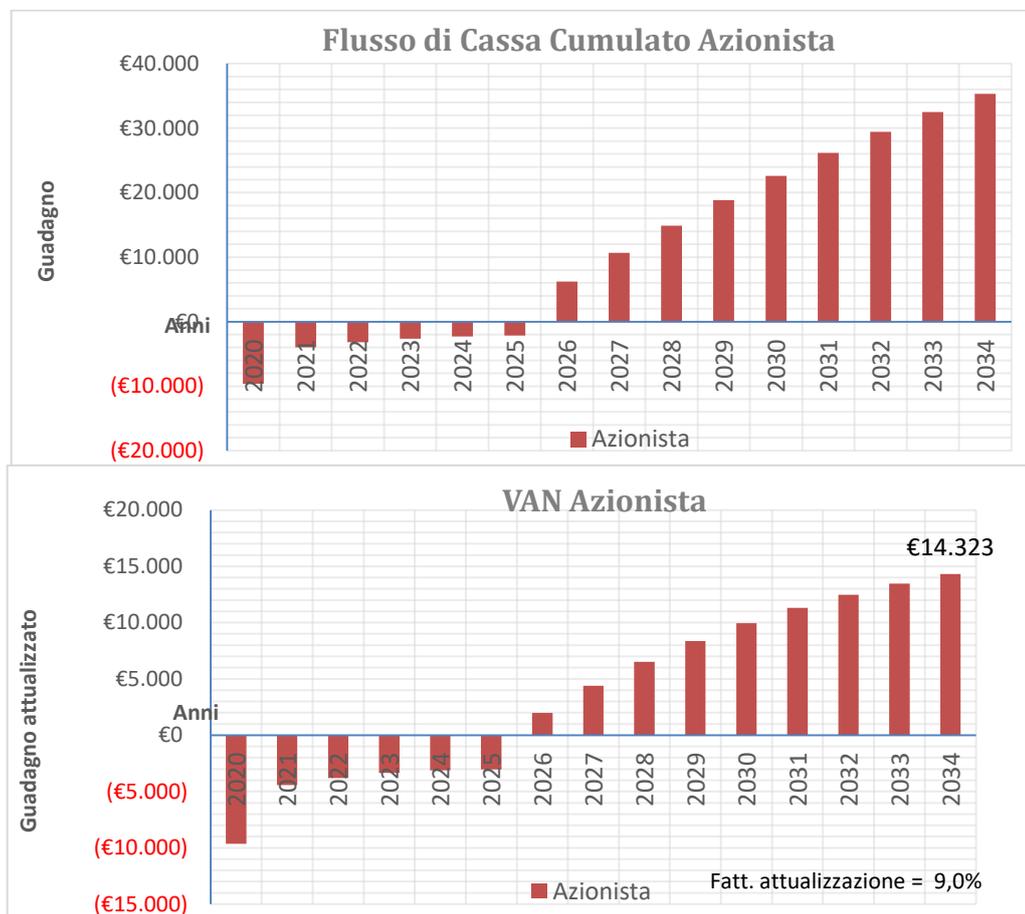
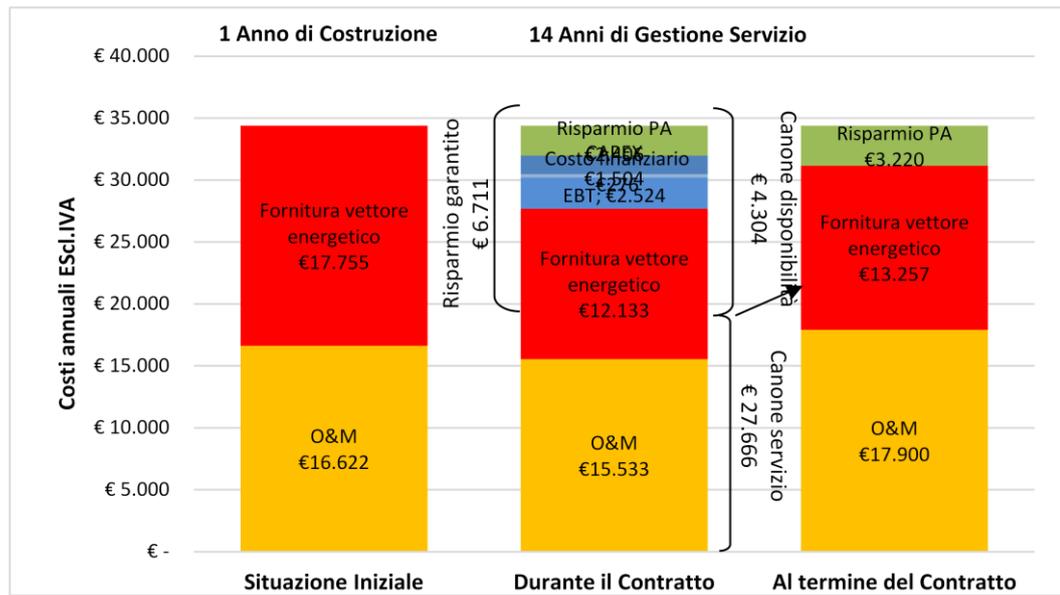


Figura 9.15 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Infine si è provveduto all’identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi (se applicabili) attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.16.

Figura 9.16 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



### 9.3.2 Scenario 2: INVOLUCRO E GENERATORE

La realizzazione dello scenario 2 consiste nella combinazione delle EEM di seguito elencate:

Tabella 9.18 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA Al 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM1 Fornitura & Posa	48.811,00 €	10.738,42 €	59.549,42 €
EEM2 Fornitura & Posa	84.246,48 €	18.534,23 €	102.780,71 €
EEM3 Fornitura & Posa	28.640,09 €	6.300,82 €	34.940,91 €
Costi per la sicurezza	4.850,93 €	1.067,20 €	5.918,13 €
Costi per la progettazione	11.318,83 €	2.490,14 €	13.808,97 €
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>177.867,32 €</b>	<b>39.130,81 €</b>	<b>216.998,14 €</b>
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA) [€]
EEM1 O&M	18.040,04 €	4.795,45 €	22.835,49 €
EEM2 O&M	18.040,04 €	4.795,45 €	22.835,49 €
EEM3 O&M	16.236,04 €	4.315,91 €	20.551,94 €
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>16.236,04 €</b>	<b>4.315,91 €</b>	<b>20.551,94 €</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]	
Incentivi	Conto termico	108.499,07	€
Durata incentivi		5	Anni
Incentivo annuo		21.699,81	€/Anno

A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di Sankey relativo alle situazioni post-intervento.



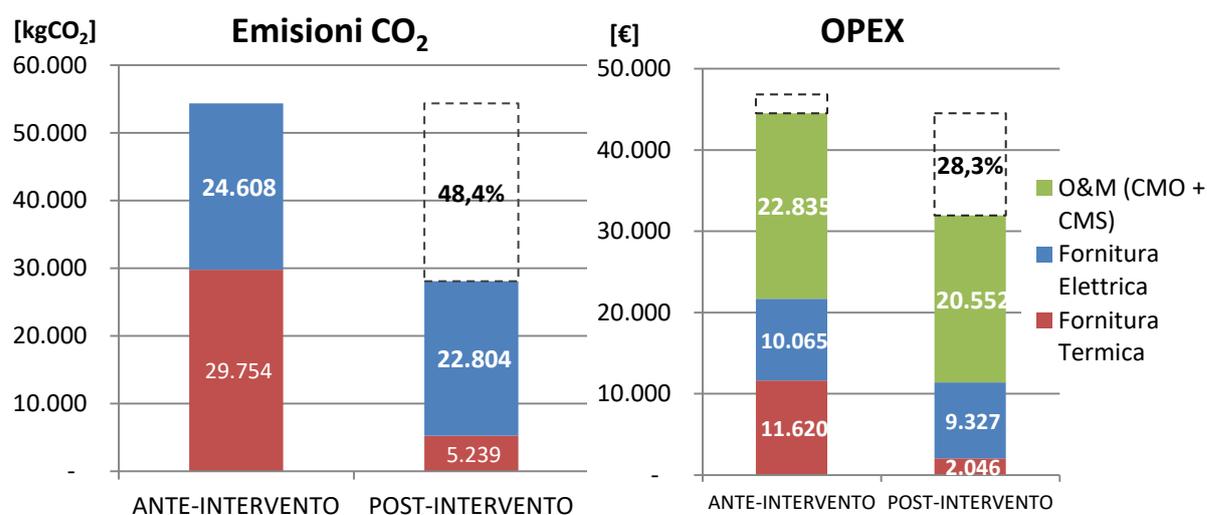
I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9.19 e nella Figura 9.19

Tabella 9.19 – Risultati analisi SCN2 – INVOLUCRO E GENERATORE

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM1 - Trasmittanza termica	[W/m <sup>2</sup> K]	1,552	0,265	<b>82,9%</b>
EEM2 - Trasmittanza termica	[W/m <sup>2</sup> K]	5,7	1,604	<b>71,9%</b>
EEM3 - Rendimento di generazione	[-]	92	107	<b>-16,3%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	149.377	26.303	<b>82,4%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	50.232	46.549	<b>7,3%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	147.298	25.937	<b>82,4%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	52.694	48.830	<b>7,3%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.754	5.239	<b>82,4%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	24.608	22.804	<b>7,3%</b>
<b>Emiss. CO2 Totale</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>54.362</b>	<b>28.043</b>	<b>48,4%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	11.620	2.046	<b>82,4%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	10.065	9.327	<b>7,3%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>21.685</b>	<b>11.373</b>	<b>47,6%</b>
Costo Manutenzione Ordinaria, C <sub>MO</sub>	[€]	18.040	16.236	<b>10,0%</b>
Costo Manutenzione Straordinaria, C <sub>MS</sub>	[€]	4.795	4.316	<b>10,0%</b>
Costo per O&M (C <sub>M</sub> = C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>22.835</b>	<b>20.552</b>	<b>10,0%</b>
OPEX	[€]	<b>44.521</b>	<b>31.925</b>	<b>28,3%</b>
Classe energetica	[-]	G	D	+3 classi

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,074 [€/kWh] per il vettore termico e 0,234 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 9.19 – SCN2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



E’ stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all’Allegato L – Piano Economico Finanziari scenari.

I risultati dell’analisi sono riportati nella Tabella 9.120, Tabella 9.21 e Tabella 9.22 e nelle successive figure.

Tabella 9.20 – Parametri finanziari dell’analisi di redditività dello SCN2– INVOLUCRO E GENERATORE

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	$n_i$	<b>1</b>
Anni Gestione Servizio	$n_s$	<b>24</b>
Anni Concessione	$n$	<b>25</b>
Anno inizio Concessione	$n_0$	<b>2020</b>
Anni dell’ammortamento	$n_A$	<b>10</b>
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CdP}$	<b>2,00%</b>
Costo Capitale Azienda	<b>WACC</b>	<b>4,00%</b>
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	<b>4,00%</b>
Inflazione ISTAT	$f$	<b>0,50%</b>
deriva dell’inflazione	$f'$	<b>0,70%</b>
%, interessi debito	$k_D$	<b>3,82%</b>
%, interessi equity	$k_E$	<b>9,00%</b>
Aliquota IRES	<b>IRES</b>	<b>24,0%</b>
Aliquota IRAP	<b>IRAP</b>	<b>3,9%</b>
Aliquota fiscale	$\tau$	<b>27,90%</b>
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	<b>12</b>
Anni Equity	$n_E$	<b>24</b>
Costi d’Investimento diretti, IVA incl.	$I_0$	€ <b>216.998</b>
Oneri Finanziari (costi indiretti)	<b>%Of</b>	<b>3,00%</b>
Costi d’Investimento indiretti, IVA incl.	<b>Of</b>	€ 6.510
Costi d’Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	<b>CAPEX</b>	€ <b>223.508</b>
%CAPEX a Debito	<b>D</b>	<b>80,0%</b>
%CAPEX a Equity	<b>E</b>	<b>20,00%</b>
Debito	$I_D$	€ 178.806
Equity	$I_E$	€ 44.702
Fattore di annualità Debito	<b>FA<sub>D</sub></b>	<b>9,62</b>
Rata annua debito	$q_D$	€ 18.596
Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 223.157
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	<b>INT<sub>D</sub>=q<sub>D</sub>*n<sub>D</sub>-D</b>	€ 44.350

Tabella 9.21 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN2

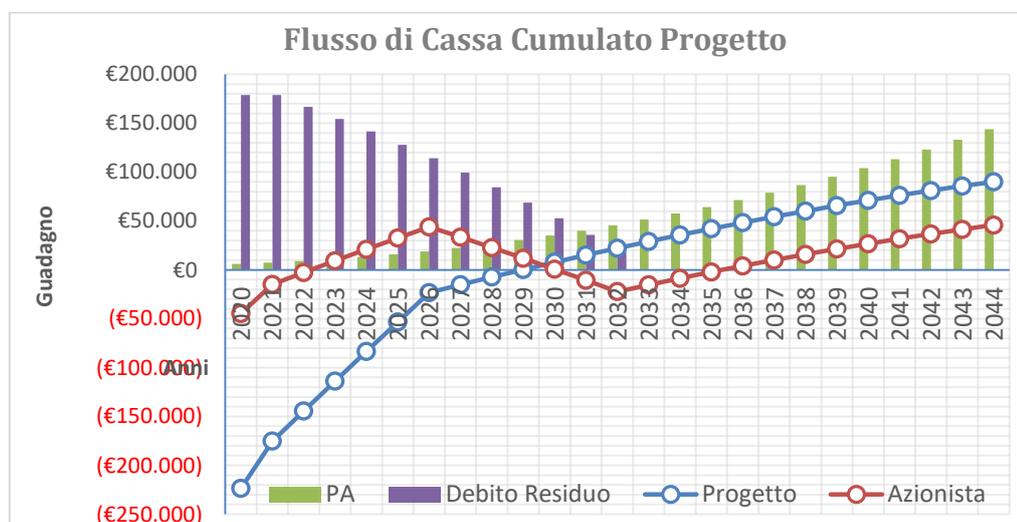
PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€ 17.755
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€ 16.622
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ <b>34.377</b>
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	<b>%ΔC<sub>E</sub></b>	<b>47,6%</b>
Riduzione% costi O&M	<b>%ΔC<sub>M</sub></b>	<b>10,0%</b>
Obiettivo riduzione spesa PA	<b>%C<sub>Baseline</sub></b>	<b>2,0%</b>
Risparmio annuo PA garantito	<b>45,6%</b>	€ <b>7.604</b>
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	<b>Risp.IM</b>	€ 688
Risparmio PA durante la concessione	<b>14%</b>	€ 143.844
Risparmio annuo PA al termine della concessione	<b>Risp.Term.</b>	€ 13.639
N° di Canoni annuali	<b>anni</b>	<b>24</b>

Utile lordo della ESCO	%CAPEX	<b>20,48%</b>
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C <sub>ESCO</sub>	€ 1.907
Costi FTT €/anno IVA escl.	C <sub>FTT</sub>	€ 1.848
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C <sub>CAPEX</sub>	€ 3.162
Canone O&M €/anno	CnM	€ 15.932
Canone Energia €/anno	CnE	€ 10.841
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€ 26.773
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€ 6.916
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€ <b>33.689</b>
Aliquota IVA %	IVA	<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	R <sub>IVA</sub>	€ 39.131
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R <sub>B</sub>	€ 108.499
Durata Incentivi, anni	n <sub>B</sub>	<b>5</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno		<b>2022</b>

Tabella 9.22 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN2

INDICATORI DI REDDITIVITÀ DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	<b>9,96</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	<b>17,20</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ <b>18.341</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	<b>5,43%</b>
Indice di Profitto	IP	<b>8,45%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITÀ DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	<b>11,12</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	<b>11,30</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ <b>10.380</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	<b>20,87%</b>
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	<b>1,046</b>
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	<b>1,050</b>
Indice di Profitto Azionista	IP	<b>4,78%</b>

Figura 9.20 –SCN2: Flussi di cassa del progetto



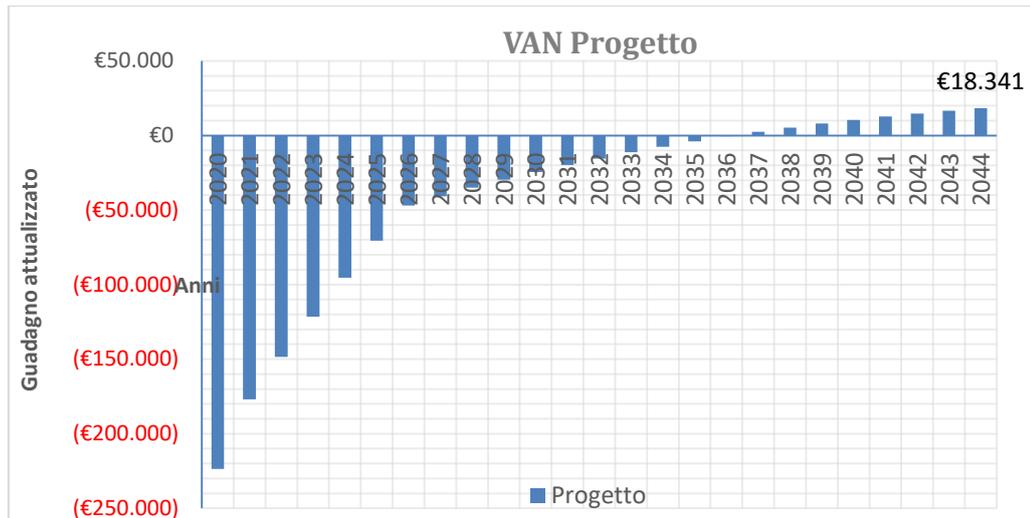
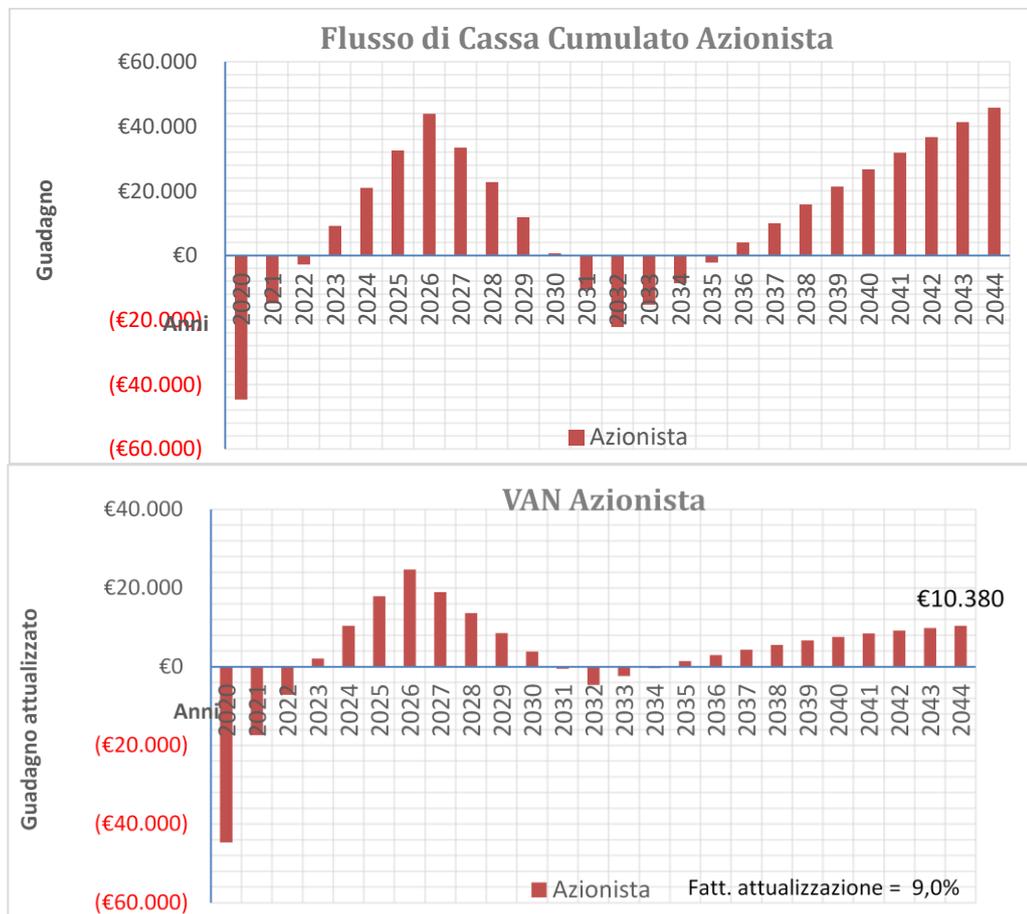
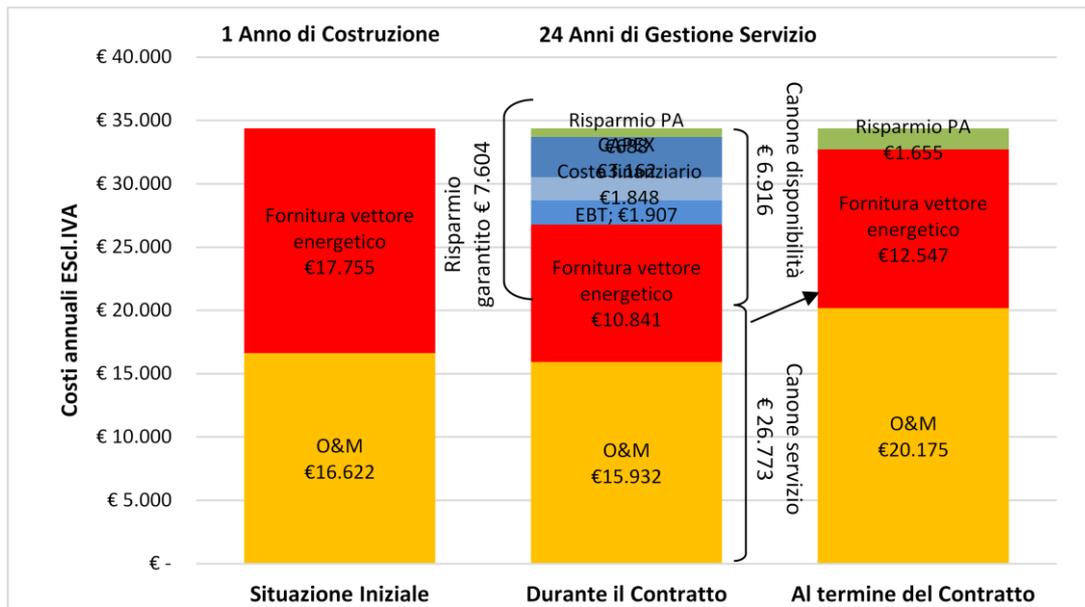


Figura 9.21 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



Infine si è provveduto all’identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi (se applicabili) attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.22.

Figura 9.22 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



## 10 CONCLUSIONI

### 10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

Si veda l’allegato report di benchmark.

### 10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

Sono stati individuati i seguenti scenari, che forniscano i maggiori vantaggi in termini di riduzione dei costi e consumi energetici, nei tempi di ritorno accettabili sopra descritti.

- **Scenario 1: IMPIANTO TERMICO:** Tale scenario consiste nella realizzazione di EEM3, EEM4 ed EEM5, cioè nell’installazione di un generatore a condensazione, un circolatore elettronico a giri variabili e valvole termostatiche su tutti i corpi scaldanti.
- **Scenario 2: INVOLUCRO E GENERATORE:** Tale scenario consiste nella realizzazione di EEM1, EEM2 ed EEM3 cioè nell’isolamento del solaio di copertura, nella sostituzione di alcuni infissi e nell’installazione di un generatore a condensazione.

#### Risultati analisi SCN1 – IMPIANTO TERMICO

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM3 - Rendimento di generazione	[-]	92	107	<b>-16,3%</b>
EEM4 - Potenza assorbita	[W]	275	100	<b>63,6%</b>
EEM5 - Rendimento di regolazione	[-]	88	99	<b>-12,5%</b>
$Q_{teorico}$	[kWh]	149.377	53.982	<b>63,9%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	50.232	46.549	<b>7,3%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	147.298	53.231	<b>63,9%</b>
$EE_{baseline}$	[kWh]	52.694	48.830	<b>7,3%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.754	10.753	<b>63,9%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	24.608	22.804	<b>7,3%</b>
<b>Emiss. CO2 Totale</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>54.362</b>	<b>33.556</b>	<b>38,3%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	11.620	4.199	<b>63,9%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	10.065	9.327	<b>7,3%</b>
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>21.685</b>	<b>13.526</b>	<b>37,6%</b>
Costo Manutenzione Ordinaria, $C_{MO}$	[€]	18.040	16.236	<b>10,0%</b>
Costo Manutenzione Straordinaria, $C_{MS}$	[€]	4.795	4.316	<b>10,0%</b>
Costo per O&M ( $C_M = C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>22.835</b>	<b>20.552</b>	<b>10,0%</b>
OPEX	[€]	<b>44.521</b>	<b>34.078</b>	<b>23,5%</b>
Classe energetica	[-]	G	E	+2 classi

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,074 [€/kWh] per il vettore termico e 0,234 [€/kWh] per il vettore elettrico.

## Risultati analisi SCN2 – INVOLUCRO E GENERATORE

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM1 - Trasmittanza termica	[W/m <sup>2</sup> K]	1,552	0,265	<b>82,9%</b>
EEM2 - Trasmittanza termica	[W/m <sup>2</sup> K]	5,7	1,604	<b>71,9%</b>
EEM3 - Rendimento di generazione	[-]	92	107	<b>-16,3%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	149.377	26.303	<b>82,4%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	50.232	46.549	<b>7,3%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	147.298	25.937	<b>82,4%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	52.694	48.830	<b>7,3%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	29.754	5.239	<b>82,4%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	24.608	22.804	<b>7,3%</b>
<b>Emiss. CO2 Totale</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>54.362</b>	<b>28.043</b>	<b>48,4%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	11.620	2.046	<b>82,4%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	10.065	9.327	<b>7,3%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>21.685</b>	<b>11.373</b>	<b>47,6%</b>
Costo Manutenzione Ordinaria, C <sub>MO</sub>	[€]	18.040	16.236	<b>10,0%</b>
Costo Manutenzione Straordinaria, C <sub>MS</sub>	[€]	4.795	4.316	<b>10,0%</b>
Costo per O&M (C <sub>M</sub> = C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>22.835</b>	<b>20.552</b>	<b>10,0%</b>
OPEX	[€]	<b>44.521</b>	<b>31.925</b>	<b>28,3%</b>
Classe energetica	[-]	G	D	+3 classi

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,074 [€/kWh] per il vettore termico e 0,234 [€/kWh] per il vettore elettrico.

## Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria degli scenari ottimali, caso con incentivi

	CON INCENTIVI												
	%Δ <sub>E</sub>	%Δ <sub>C<sub>oz</sub></sub>	ΔC <sub>E</sub>	ΔC <sub>MO</sub>	ΔC <sub>MS</sub>	I <sub>0</sub>	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
SCN 1	38,3	38,3	8.159	1.804	479	46.833	6,26	6,61	14.323	29,04	30,58	1,055	2,444
SCN 2	48,4	48,4	10.312	1.804	479	216.998	11,12	11,30	10.380	20,87	4,78	1,046	1,050

## 10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

Dall’analisi effettuata emerge che è possibile effettuare il miglioramento energetico in condizioni standard di almeno tre classi energetiche da G a D attraverso gli scenari proposti e concernenti le specifiche tecniche riportate.

Gli interventi proposti mirano, oltre rendere più efficiente il sistema involucro-impianto, a risolvere anche criticità dal punto di vista edilizio ed impiantistico, con particolare riferimento alle gravi condizioni di obsolescenza del generatore ed altre parti dell’impianto termico.

Lo scenario più favorevole in termini economico-finanziari risulta essere quello che prevede l’efficientamento dell’impianto termico mediante la sostituzione del generatore calore, l’installazione di circolatori con giri variabili e l’installazione di valvole termostatiche ai terminali di emissione.



**Per quanto concerne il risparmio di CO2 equivalente si stima un riduzione complessiva di 26.319 kg CO2.**

**In termini di energia primaria, nello scenario migliore dal punto di vista energetico sarebbe possibile risparmiare 138.141 kWh.**

## ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
Documentazione fornita dalla committenza	27/07/18	DE_Lotto .n5- E1272_rev D-ALLEGATO A_Documentazione fornita dalla committenza

## ALLEGATO B – ELABORATI GRAFICI

Titolo	Data	Nome file
Elaborati grafici	27/07/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev D-ALLEGATO B_ Elaborati grafici DE_Lotto. n5 – E1272_rev D-ALLEGATO B_Diagramma a blocchi impianto elettrico DE_Lotto. n5 – E1272_rev D-ALLEGATO B_Schema funzionale CT DE_Lotto. n5 – E1272_rev D-ALLEGATO B_Planimetria con posizione impianti e contatori DE_Lotto. n5-E1272_rev D_ALLEGATO B_Analisi fatture energia elettrica.xls DE_Lotto. n5-E1272_rev D_ALLEGATO B_Analisi fatture energia termica.xls DE_Lotto n.5-E1272_rev D-ALLEGATO B_Grafici_template.xls Kyotobaseline-E1272_rev10.xls

## ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Report di indagine termografica	27/07/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev D-ALLEGATO C_Report termografico

## ALLEGATO D – REPORT DI INDAGINE ENDOSCOPICA

Titolo	Data	Nome file
Report di indagine endoscopica	27/07/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev D-ALLEGATO D_Report endoscopico

## ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
Relazione di calcolo	27/07/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev D-ALLEGATO E_Relazione calcolo

## ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificato CTI	14/03/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev A-ALLEGATO F_Certificato-CTI-termus-40

## ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
APE stato di fatto	18/04/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev B-ALLEGATO G_APE stato di fatto
APE stato di fatto (con firma digitale)	18/04/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev B-ALLEGATO G_APE stato di fatto.P7M
Ricevuta invio APE	18/04/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev B-ALLEGATO G_RICEVUTA_invio APE_2018_12200
APE stato di fatto (XML)	18/04/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev B-ALLEGATO G_APE stato di fatto.XML
APE stato di fatto (XML) con forma digitale	18/04/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev B-ALLEGATO G_APE stato di fatto.XML.P7M

## ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE scenario 1	27/07/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev D-ALLEGATO H_ APE scenario 1
APE scenario 2	27/07/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev D-ALLEGATO H_ APE scenario 2

## ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
Dati climatici	27/07/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev D-ALLEGATO I_ Dati climatici

## ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
Schede di audit	27/07/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev D-ALLEGATO J_ schede di audit

## ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
Schede ORE	27/07/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev D-ALLEGATO K_ schede ORE

## ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
PEF scenari di intervento	27/07/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev D-ALLEGATO L_ PEF

## ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report di Benchmark	27/07/18	DE_Lotto. n5 – E1272_rev D-ALLEGATO M_ Report di Benchmark

## ALLEGATO N – CD-ROM