

# SCUOLA COMUNALE INFANZIA "GNECCO MASSA"

E.13

VIA ANTICA ROMANA DI QUINTO N. 130

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA  
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA  
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



# SCUOLA COMUNALE INFANZIA."GNECCO MASSA"

## E.13

VIA ANTICA ROMANA QUINTO N.130

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)

Environment Park.S.p.A  
via Livorno n.60 – 10144 Torino - Italia  
Tel: 011 2257536 – [stefano.dotta@envipark.com](mailto:stefano.dotta@envipark.com)



## REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	15/05/2018	Sergio Ravera Stefano Dotta Mauro Cornaglia Angela Baccaro Vincenzo Cuzzola	Sergio Ravera Daniela Di Fazio	Stefano Dotta	Prima Pubblicazione
B	19/07/2018	Sergio Ravera Stefano Dotta Mauro Cornaglia Angela Baccaro Vincenzo Cuzzola	Sergio Ravera Daniela Di Fazio	Stefano Dotta	Ultima Pubblicazione

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

<b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>I</b>
<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
1.1 PREMessa .....	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA .....	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	1
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO .....	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT .....	6
<b>2 DATI DELL'EDIFICIO.....</b>	<b>7</b>
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO .....	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO .....	7
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	8
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	10
<b>3 DATI CLIMATICI .....</b>	<b>12</b>
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	12
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	13
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO .....	13
<b>4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI .....</b>	<b>15</b>
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	15
4.1.1 <i>Involucro opaco</i> .....	15
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i> .....	16
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	18
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i> .....	18
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i> .....	19
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i> .....	19
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i> .....	20
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA .....	21
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE .....	22
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE .....	23
<b>5 CONSUMI RILEVATI .....</b>	<b>25</b>
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	25
5.1.1 <i>Energia termica</i> .....	25
5.1.2 <i>Energia elettrica</i> .....	29
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI .....	32
<b>6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....</b>	<b>36</b>
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO .....	36
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i> .....	37
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i> .....	38
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	38
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	40
<b>7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO .....</b>	<b>42</b>
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI .....	42
7.1.1 <i>Vettore termico</i> .....	42
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i> .....	47
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	50
7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	50
7.4 BASELINE DEI COSTI.....	51



<b>8</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA .....</b>	<b>53</b>
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI .....	53
8.1.1	<i>Involucro edilizio .....</i>	53
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento.....</i>	58
8.1.3	<i>Impianto produzione acqua calda sanitaria .....</i>	61
8.1.4	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico .....</i>	61
8.1.5	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili.....</i>	63
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....</b>	<b>65</b>
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI .....	65
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI .....	73
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO .....	82
9.3.1	<i>Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni .....</i>	84
9.3.2	<i>Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni .....</i>	90
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>97</b>
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA .....	97
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI .....	97
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	99
	<b>ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....</b>	<b>A</b>
	<b>ALLEGATO B – ELABORATI .....</b>	<b>A</b>
	<b>ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI.....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO I – DATI CLIMATICI.....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT.....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO K – SCHEDE ORE.....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK.....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO N – CD-ROM .....</b>	<b>1</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		1964
Anno di ristrutturazione		nn
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 (Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili)
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	428,64
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	1.218,06
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	2.174,54
Rapporto S/V	[1/m]	0,56
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	496,46
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	630,30
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	1.126,76
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	115
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	[-]
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO <sub>2</sub> di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	34.3
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>th</sub> /anno]	57939
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	4.971
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	18.162
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	3.839

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm
- EEM 2: Coibentazione dall'interno della copertura inclinata in latero-cemento con lana di roccia (sp=12cm) e cartongesso (sp=2cm).
- EEM 3: Sostituzione infissi con altri aventi U=1,66W/m<sup>2</sup>k
- EEM 4: Installazione sistemi di termoregolazione
- EEM 5: Installazione di sistemi di illuminazione a LED
- EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore
- EEM 7: Installazione impianto fotovoltaico
- SCN1: Isolamento a cappotto, coibentazione copertura, installazione di sistemi di termoregolazione, installazione di un nuovo generatore di calore
- SCN2: Isolamento a cappotto, coibentazione copertura, installazione di sistemi di termoregolazione, installazione di un nuovo generatore di calore, installazione impianto fotovoltaico



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>	n	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSC R	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	23	23.7	2.029	0	0	-42.582	30	10,9	16,7	11.296 ≥ 0	7	0,27	n/a	n/a
EEM 2	9,7	9,9	852	0	0	-19.797	30	11,9	18,8	3.771 ≥ 0	6,2	0,19	n/a	n/a
EEM 3	13,7	14	1.203	0	0	-73.528	30	47,7	71,5	-43.978 < 0	-3.4	-0.60	n/a	n/a
EEM 4	7,3	7,5	641	0	0	-2.396	15	3,80	4,37	3.970,54 > 0	24.1	1,66	n/a	n/a
EEM 5	3	2,9	271	0	0	-10.018	8	11.1	12.5	3718 < 0	10.1	-0.37	n/a	n/a
EEM 6	7,3	7,5	641,9	2.143	570	-14081	15	3,2	3,5	23.207 > 0	27,2	1,65	n/a	n/a
EEM 7	9,9	9,7	519	2.143	570	-11.366	20	3,7	4,2	26.945 > 0	25,8	2,37	n/a	n/a
SCN1 15 anni	38,5	39.5	2.642*	1671*	889*	-78855	-	3.23	3.75	6275 > 0	23.21	7.96	1.144	1.01
SCN 25 anni	47,1	47.8	3.238*	1671*	889*	-100239	-	3.56	9.7	12040 > 0	20,95	12	1,1	1,6

\*secondo il documento di F.A.Q. quesito 35 nelle analisi economiche e finanziarie degli scenari i risparmi economici sono considerati al netto dell'IVA

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

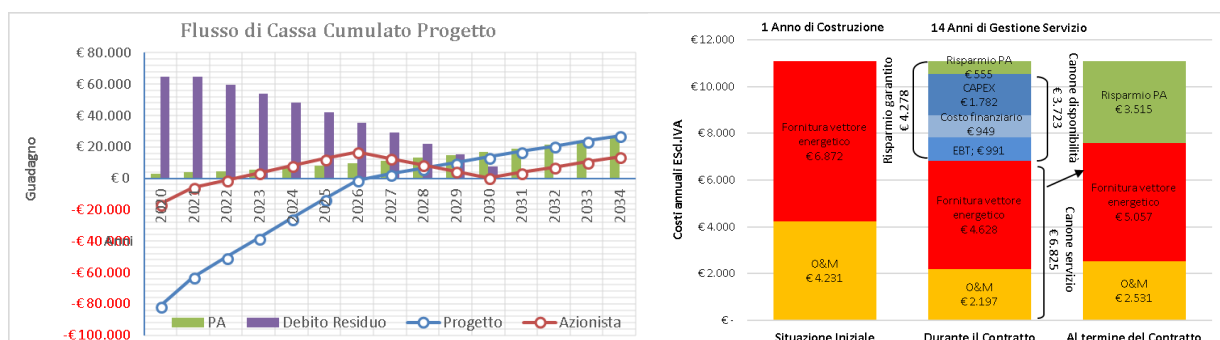
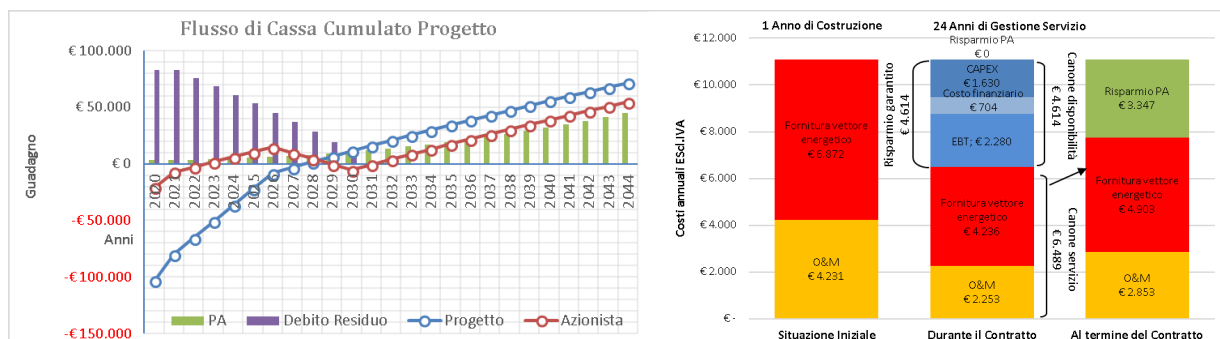


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



## 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 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 dalla Società Environment Park S.p.A, il cui responsabile per il processo di audit è l'Arch. Stefano Dotta, soggetto certificato Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339.

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta ad ovest





In **Errore**. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro. 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

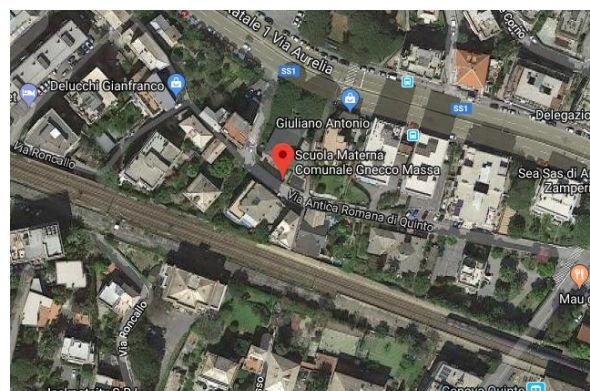
NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Sergio Ravera		Sopralluogo in sito
Mauro Cornaglia, Vincenzo Cuzzola		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Sergio Ravera		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Sergio Ravera	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Daniela Di Fazio	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Stefano Dotta	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica
Sergio Ravera		Sopralluogo in sito

## 1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU a seguito dei controlli effettuati dalla società di Audit è risultato avere le seguenti coordinate catastali: Sezione QUI F. 5 Mapp. 877 Sub. [-] è sito nel Comune di Genova e più precisamente nell'area del quartiere Quinto al mare.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a Scuola comunale d'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		1964
Anno di ristrutturazione		nn
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		[E.7 (Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili)]
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	428,62
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	1.218,06
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	2.174,54
Rapporto S/V	[1/m]	0,56
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	428,62
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	496,46
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	630,30
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	1.126,76
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	115

Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	[-]
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	34.3
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>th</sub> /anno]	57939
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	4.971
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	18162
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	3.839

Nota (1): Valori di Baseline

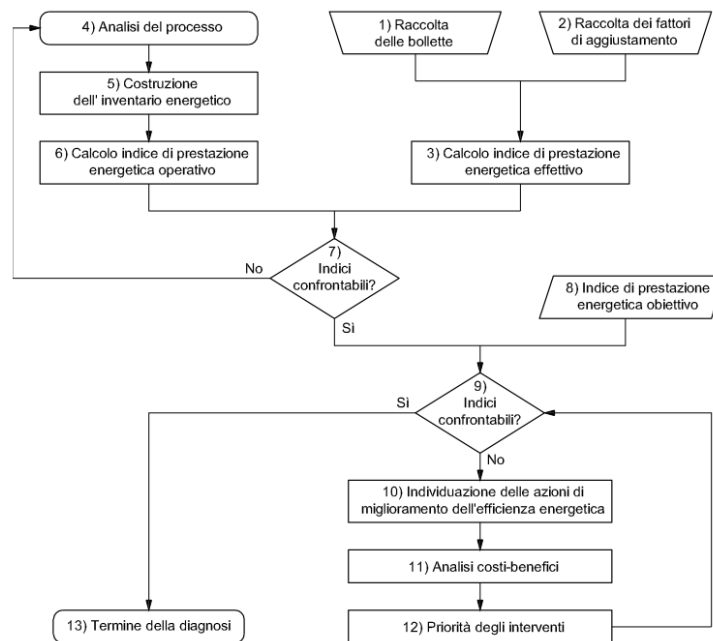
## 1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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; **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**
- 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 23/11/2017 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, Assista, 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 EDILCLIMA Versione EC700 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) Certificato CTI N.73 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 Genova Sant'Ilario 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;

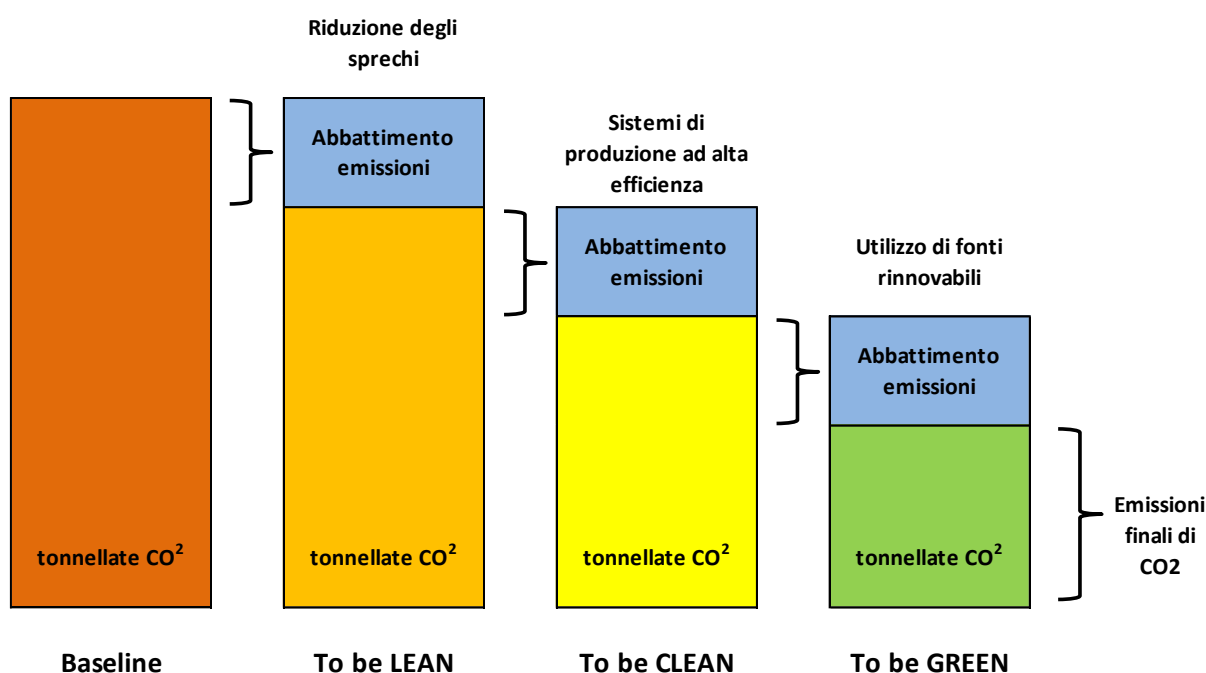
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
- o) Analisi 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, (fonte: London Plan 2011)



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 da 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 dalle 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:

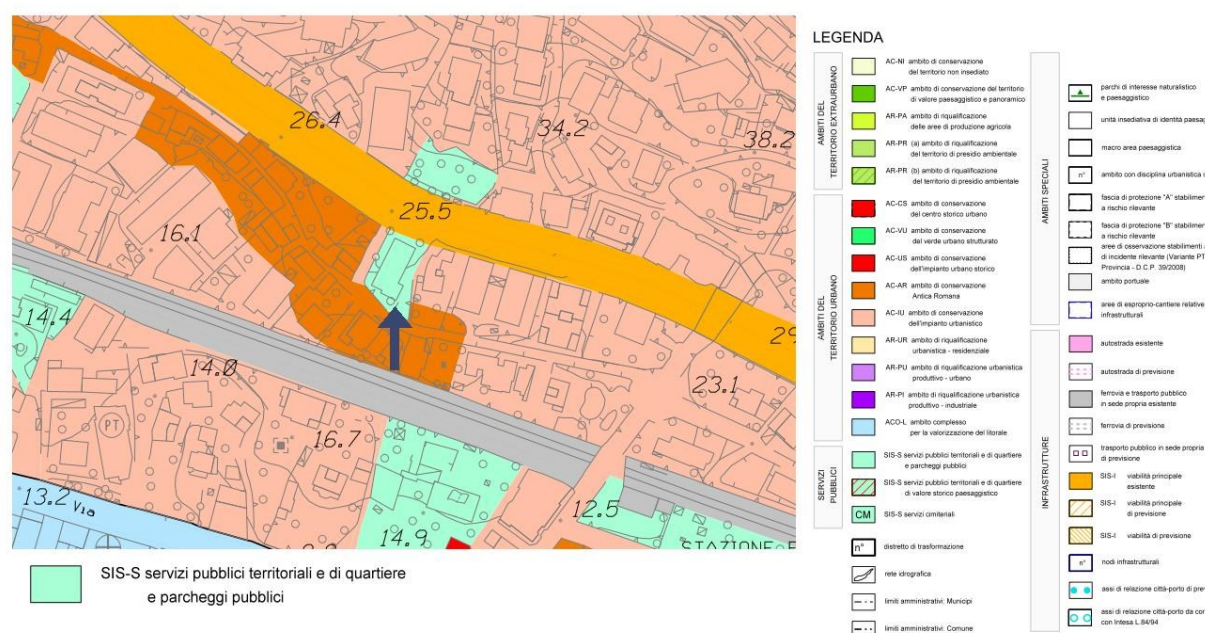
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei 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, classifica l'edificio oggetto della DE in zona SIS-S ambito che disciplina destinazioni d'uso quali: servizi pubblici e parcheggi pubblici. Tra le attività complementari disciplina anche le zone di connettività urbana funzionali per la riqualificazione e conservazione e parcheggi privati pertinenziali o liberi da asseveramento.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L'edificio è stato edificato nel 1964 ed ospita la Scuola Comunale per l'Infanzia "Gnecco Massa"; ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d'uso E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.

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

L'ipotesi di intervenire sull'edificio in oggetto al fine di migliorarne l'efficienza energetica è innanzitutto volta ad una diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, la quale rientra negli obiettivi prefissati dal Comune di Genova all'interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan), ma può anche essere considerata di notevole interesse socio-culturale al fine della sensibilizzazione l'utenza alle tematiche di interesse ambientale ed energetico.

L'edificio ospita un numero di utenti pari a circa n.115 unità (come da dati forniti dalla Segreteria Scolastica- il dato riguarda studenti, insegnanti e personale ATA). Si ritiene che la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto, comporterebbe il miglioramento delle condizioni di benessere percepite dagli utilizzatori, nonché alla corretta manutenzione dell'edificio, al fine di preservarlo al meglio in quanto bene di interesse collettivo.

Si può pertanto affermare che la riqualificazione energetica della scuola potrebbe portare ad una maggiore valorizzazione delle attività stesse di scolarizzazione che si svolgono all'interno del fabbricato.

L'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da due piani fuori terra, nei quali si sviluppano i locali destinati alle attività scolastiche.

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.

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



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	Aule	[m <sup>2</sup> ]	138,74	122,62	
	Cucina	[m <sup>2</sup> ]	36,90	30,35	
	Servizi/Spogliatoi	[m <sup>2</sup> ]	37,19	29,07	
Primo	Aule	[m <sup>2</sup> ]	168,18	140,21	
	Servizi/Spogliatoi	[m <sup>2</sup> ]	35,81	28,19	
	Rampa/Corridoio	[m <sup>2</sup> ]	79,64	70,08	
<b>TOTALE</b>		[m <sup>2</sup> ]	<b>496,46</b>	<b>420,50</b>	

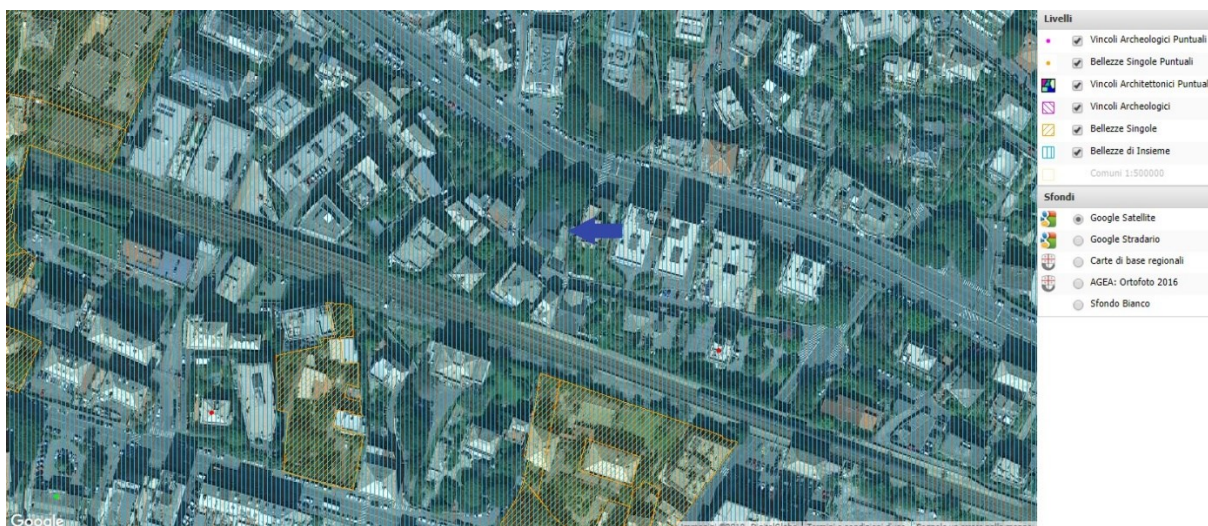
Nota (2): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

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

Quartiere della circoscrizione Levante e deve il nome alla collocazione sulla Via Aurelia antica di epoca romana (Quintus Milium – quinto miglio dalla città di Genova). E' stato un comune sino al 1926 quando fu annesso alla Grande Genova in cui l'economia agricola del borgo conobbe la spinta dello sviluppo "industriale". Il tessuto urbano è di rilevante importanza perché mantiene in alcuni tratti elementi di identità locali originarie prima dell'espansione del dopoguerra.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli






Una verifica effettuata sul portale della Regione Liguria dedicato agli edifici vincolati ( [www.liguriavincoli.it](http://www.liguriavincoli.it)). Sullo stabile insiste un vincolo di bellezza d'insieme (numero 070137) ma nessun vincolo architettonico sull'edificio.

Nell'analisi delle EEM si è quindi resa necessaria l'identificazione delle possibili interferenze con i vincoli presenti.

Tabella 2.2 - Misure di efficienza energetica individuate e valutazione delle interferenze con gli attuali vincoli

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA <sup>(4)</sup>	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm	nn		nn
EEM 2: Coibentazione solaio in latero-cemento della copertura con lana di roccia e cartongesso (sp=12+2cm)	nn		nn
EEM 3: Sostituzione infissi con altri aventi U=1,66W/m <sup>2</sup> k	nn		nn
EEM 4: Termoregolazione	Nn		Nn
EEM 5: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED	Nn		Nn
EEM 6: Sostituzione generatore di calore	Nn		Nn

Nota (4): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

Nessuna delle misure precedentemente indicate presenta interferenze con gli aspetti geologici, geotecnici, idraulici o idrogeologici della zona.



## 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.

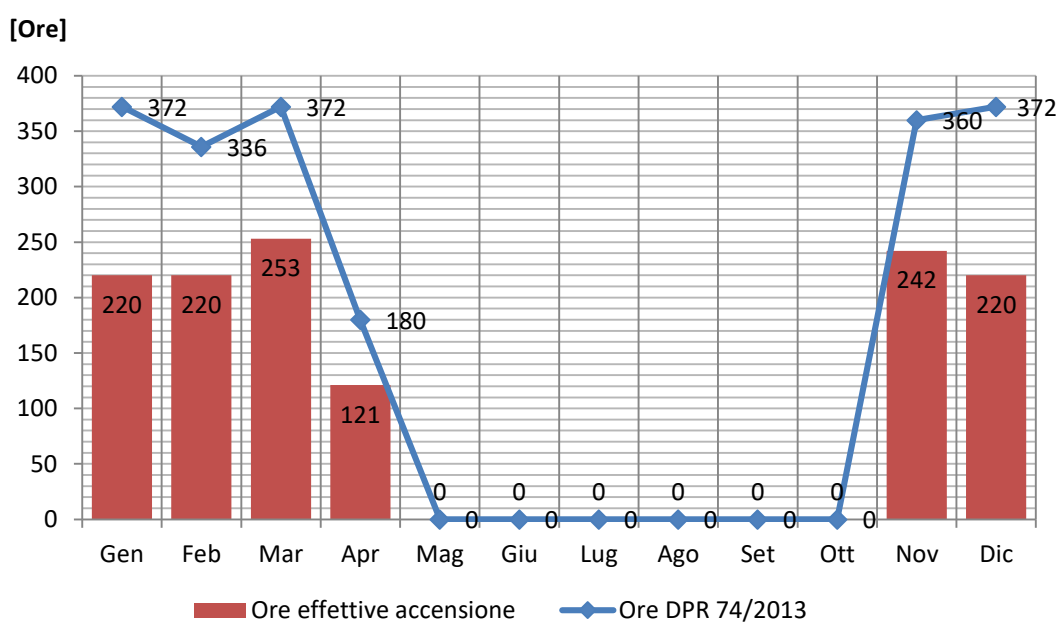
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ottenuti tramite colloquio col personale amministrativo e dirigente scolastica, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dagli uffici preposti del Comune di Genova.

Nella Tabella 2.3 sono pertanto riportati gli orari di funzionamento dell'edificio e gli orari di funzionamento degli impianti termici.

Tabella 2.3 – Orari di funzionamento dell'edificio e orari di funzionamento degli impianti termici.

PERIODO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	Dal lunedì al venerdì	7.30-17.30	7.00 – 18.00
Dal 16 Aprile al 30 Ottobre	Dal lunedì al venerdì	7.30-17.30	[-]

Figura 2.4 – Andamento mensile delle ore effettive di utilizzo dell'edificio



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale all'interno della struttura. Si rileva infatti un'accensione anticipata dell'impianto termico rispetto all'orario effettivo di utilizzo ed uno spegnimento prossimo all'orario di uscita del personale della struttura, al fine di garantire l'adeguata climatizzazione dell'edificio.

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.



## E13 – SCUOLA COMUNALE INFANZIA. "GNECCO MASSA"

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 988 GG calcolati su 116 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<sub>rif</sub> ai fini del processo di normalizzazione di cui al capitolo 5.1.1.

Tabella 3.2 – Profili mensili dei GG<sub>rif</sub>

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 <sub>rif</sub>	PROFILO DI INCIDENZA
Gennaio	31	10,4	31	298	20	20	192	19%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	190	19%
Marzo	31	11,1	31	276	23	23	205	21%
Aprile	30	15,3	15	71	11	11	54	6%
Maggio	31	18,7	-	-	22	-	-	-
Giugno	30	22,4	-	-	21	-	-	-
Luglio	31	24,6	-	-	21	-	-	-
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	-
Settembre	30	22,2	-	-	22	-	-	-
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	-
Novembre	30	13,3	30	201	22	22	147	15%
Dicembre	31	10,0	31	310	20	20	200	20%
<b>TOTALE</b>	<b>365</b>	<b>16,7</b>	<b>166</b>	<b>1421</b>	<b>223</b>	<b>116</b>	<b>988</b>	<b>100%</b>

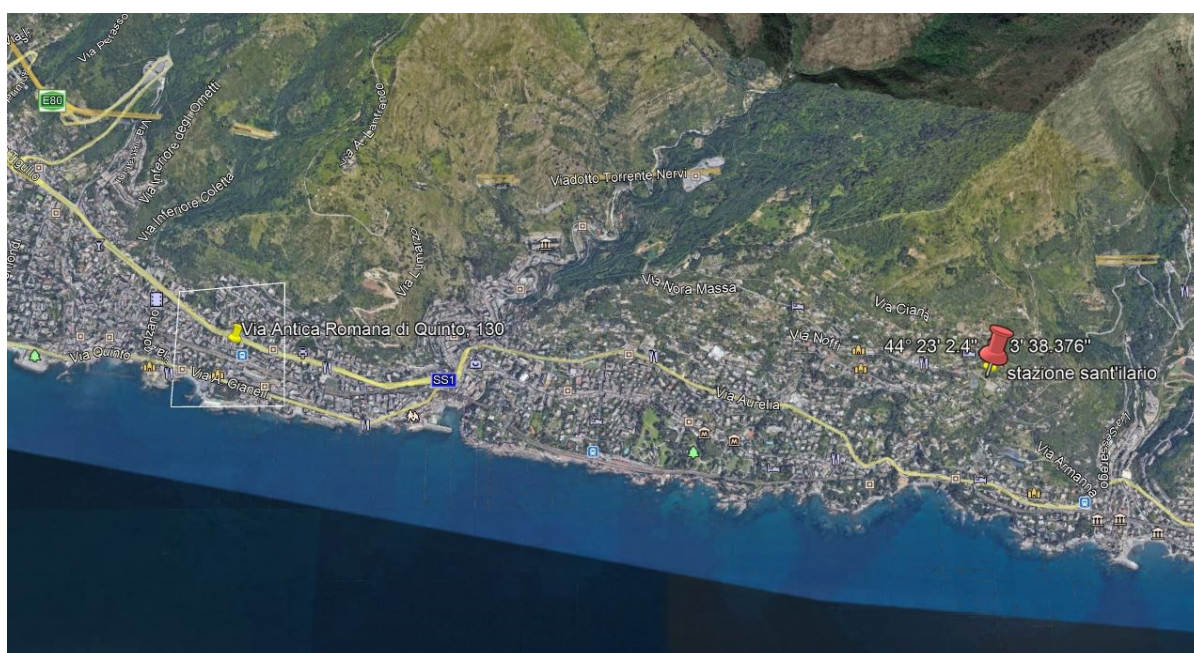
### 3.2 DATI CLIMATICI REALI

Ai fini della realizzazione dell'analisi energetica si è resa necessaria la definizione delle condizioni climatiche reali, ovvero dei GG calcolati in funzione delle temperature 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 installata presso Genova Sant'Ilario (44° 23' N 9° 3' E Altitudine 174 m).

Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centraline in quanto è ubicata in una zona limitrofa all'edificio oggetto della DE.

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

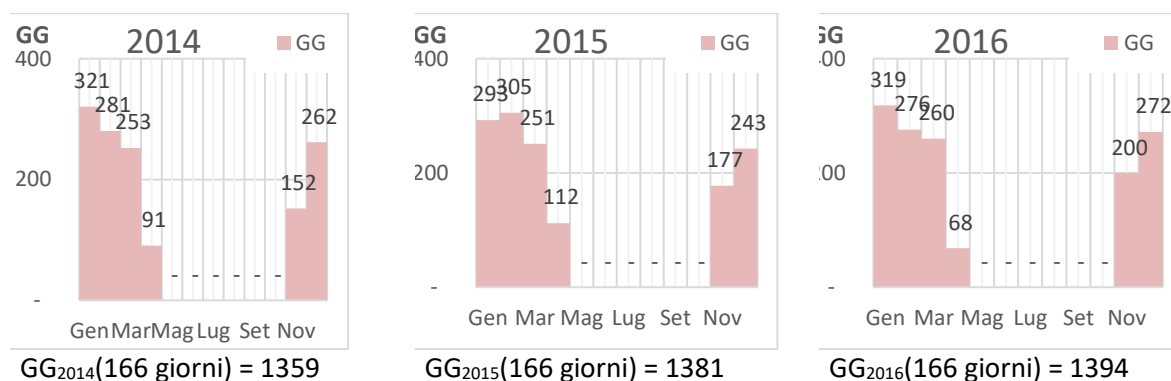


### 3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO

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

## E13 – SCUOLA COMUNALE INFANZIA. "GNECCO MASSA"

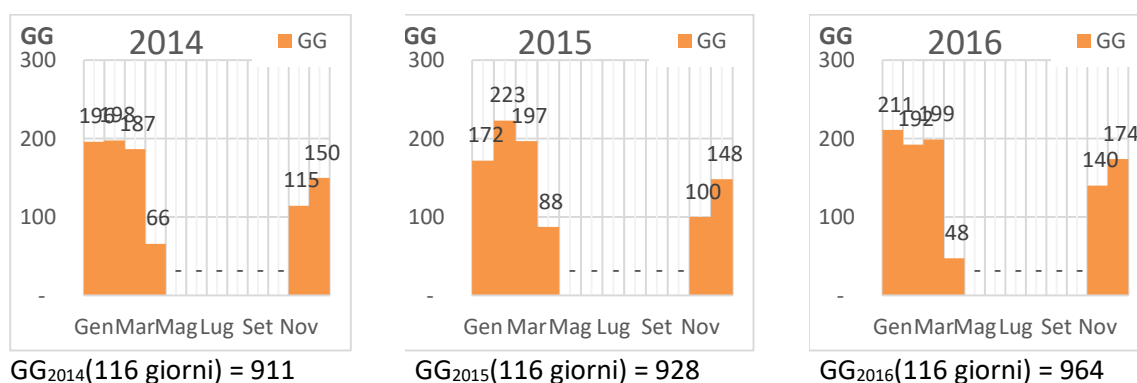


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 911, 928 e 964 GG calcolati su 116 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento, riferiti rispettivamente agli anni 2014, 2015 e 2016.

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



## 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 caratterizzato da una struttura a pilastri in cemento armato e muri esterni pieni finiti esternamente con uno strato di intonaco. L'edificio si sviluppa su due piani fuori terra comunicanti con una rampa/corridoio a tutta altezza in grado di permettere all'utenza di utilizzare l'intera struttura in assenza di barriere architettoniche.

La passerella è sostenuta da una struttura a pilastri in acciaio come documentato dalle foto riportate.

Il solaio inferiore disperde direttamente sul terreno (assenza di un livello interrato e/o vespaio). Il solaio superiore disperde in parte verso una porzione di sottotetto non riscaldato ed in parte direttamente verso l'esterno in corrispondenza della copertura inclinata a falde.

Figura 4.1 - Particolare dell'involucro opaco verticale



Figura 4.2 - Particolare della struttura in acciaio della passerella e dei solai disperdenti superiori in latero-cemento

Va inoltre sottolineato, sempre in riferimento all'involucro edilizio, che non trattandosi di un edificio di valenza storica si ritiene possibile procedere ad interventi di efficientamento dell'involucro stesso al fine di ridurre i consumi energetici e di migliorare il comfort ambientale interno.



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 termo camera FLIR ThermoCAM E45 secondo le seguenti modalità si sono misurate le condizioni climatiche esterne (Temperatura dell'aria e umidità relativa), rilevate le caratteristiche di emissività della superficie e la temperatura riflessa sulla superficie. Ci si posiziona davanti all'oggetto e si effettua la foto congiuntamente con la misura della distanza.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- In sede di sopralluogo è stata rilevata una temperatura esterna di poco inferiore a quella interna. Non si è potuto dunque raggiungere il delta termico minimo consigliato dalla norma UNI EN 13187:2000. Tali indagini eseguite in queste condizioni non hanno consentito di evidenziare difetti ed anomalie. Per le medesime ragioni non è stato possibile verificare il valore di trasmittanza termica dei componenti d'involucro mediante l'utilizzo di termoflussimetro. Pertanto per la determinazione della trasmittanza termica si è fatto riferimento alla UNI/TR 11552:2014 "Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici. Parametri termofisici".

In base al periodo di costruzione si è potuto definire con approssimabile certezza la tecnologia costruttiva dell'edificio.

I dettagli delle indagini diagnostiche effettuate sono riportati all'Allegato C – Report di indagine termografica ed all'Allegato D – Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali.

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/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Parete verticale	M1	35	Assente	1,535	Scadente
	M2	20	Assente	2,257	Scadente
	M3	35	Assente	2,812	Scadente
Pavimento	P1	43	Assente	0,408	Molto Scarso
Copertura	S1	31	Assente	1,390	Buono
	S2	30	Assente	1,573	Buono

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 da serramenti con telaio in legno e vetri singoli.

Lo stato di conservazione degli stessi è scarso e causa delle rilevanti infiltrazioni d'aria all'interno degli ambienti che generano elevate dispersioni termiche e creano un notevole disagio per gli utenti presenti all'interno dell'edificio. Il sopralluogo ha evidenziato un elevato numero di tipologie di infissi (per dimensioni) ma aventi quasi tutti le medesime caratteristiche "tecnologiche". Si riscontra la presenza di una grande parete vetrata sul fronte ovest (senza aperture di ventilazione) in grado di illuminare l'intera rampa interna e gli spazi di distribuzione dei due livelli terreno e primo.

Figura 4.3 - Particolare della vetrata e dei serramenti tipo



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 dettagliato di tutti i telai dei serramenti dell'edificio
- Misurazione diretta degli spessori dei vetri dei serramenti mediante spessivetro e misuratore laser per la corretta verifica dimensionale utilizzati in sede di sopralluoghi;
- Indisponibilità delle condizioni termiche ambientali alla realizzazione dell'indagine termografica che non hanno permesso la redazione del documento, così come descritto nel paragrafo dell'involucro opaco ed in modo più approfondito nell'Allegato C.

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 [LXH] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento verticale	W1	120x240	Legno	Vetro singolo	3,898	Scarso
Serramento verticale	W2	120x120	Legno	Vetro singolo	4,587	Scarso
Serramento verticale	W3	92x193	Legno	Vetro singolo	4,762	Scarso
Serramento verticale	W4	327x189	Legno	Vetro singolo	4,741	Scarso
Serramento verticale	W5	114x94	Legno	Vetro singolo	4,413	Scarso
Serramento verticale	W6	220x194	Legno	Vetro singolo	4,686	Scarso
Serramento verticale	W7	467x300	Alluminio	Vetro singolo	4,571	Scarso
Serramento verticale	W8	236x116	Legno	Vetro singolo	5,097	Scarso
Serramento verticale	W9	176x88	Legno	Vetro singolo	4,888	Scarso
Serramento verticale	W10	123x232	Alluminio	Opaca	2,500	Sufficiente
Serramento verticale	W11	90x90	Legno	Vetro singolo	4,244	Scarso
Serramento verticale	W12	270x90	Legno	Vetro singolo	4,798	Scarso
Vetrata verticale	W13	36x462	Legno	Vetro singolo	4,924	Buono
Serramento verticale	W14	600x60	Legno	Vetro singolo	4,661	Scarso
Serramento verticale	W15	112x60	Legno	Vetro singolo	4,602	Scarso
Serramento verticale	W16	480x90	Legno	Vetro singolo	4,908	Scarso
Serramento verticale	W17	600x100	Legno	Vetro singolo	4,961	Scarso
Serramento verticale	W18	240x90	Legno	Vetro singolo	4,959	Scarso
Serramento verticale	W19	600x196	Legno	Vetro singolo	5,036	Scarso
Serramento verticale	W20	120x120	Legno	Vetro singolo	4,396	Scarso
Serramento verticale	W21	153x200	Legno	Opaca	2,200	Scarso

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 una caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano ed asservita alla climatizzazione invernale dell'intero edificio.

### 4.2.1 Sottosistema di emissione

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

- Radiatori su parete esterna non isolata;

Durante il sopralluogo si sono rilevati n°27 radiatori funzionanti per una potenza nominale complessiva pari a 19.49 kW.

Si precisa che la potenza termica di ciascun terminale è stata ottenuta mediante documenti forniti dalla PA.

I radiatori risultano inoltre sprovvisti di valvole termostatiche.

Figura 4.4 - Particolare dei radiatori installati sulle pareti esterne degli ambienti



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
Scuola comunale d'infanzia "Gnecco Massa"	Radiatori a parete	92%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA [kW]	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA [kW]	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA [kW]	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA [kW]
Terra	Incassato a parete	13	0.82	10.71	-	-
Primo	incassato a parete	14	0.63	8.78	-	-
<b>TOTALE</b>		<b>27</b>	<b>0.72<sup>(5)</sup></b>	<b>19.49</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Nota (5): La potenza termica di ciascun terminale è stata ottenuta secondo le disposizioni della norma EN 442-2, considerando un delta T pari a 50 °C.

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 termico avviene attraverso l'impostazione degli orari di funzionamento e della curva climatica. La temperatura massima di mandata del sottosistema di generazione è fissata a 70°C.

Non sono state rilevate valvole termostatiche installate ai terminali di emissione né termostati ambiente asserviti alla regolazione dell'impianto termico.

Figura 4.5 - Particolare del pannello di controllo di dell'impianto termico



Figura 4.6 – Orologio generale a servizio dell'impianto termico



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 comunale d'infanzia "Gnecco Massa"	Climatica	96%

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 sistema di generazione ed il collettore caldo (fluido termovettore acqua);
- 2) Circuito secondario di mandata ai radiatori (fluido termovettore acqua);
- 3) Pompa di circolazione gemellare asservita al circuito primario;

**Circuito primario:** è presente una pompa di circolazione gemellare di mandata dell'acqua calda al collettore.

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 <sup>(6)</sup> [m <sup>3</sup> /h]	PREVALENZA <sup>(6)</sup> [kPa]	POTENZA ASSORBITA <sup>(7)</sup> [kW]
Scuola comunale d'infanzia "Gnecco Massa"	Lowara FCG 50-8T	mandata acqua calda a collettore	23	77	0.325
TOTALE			23	77	0.325

Nota (6): Valori ricavati da dati di targa

Nota (7): Valori ricavati in sede di sopralluogo

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 <sup>(8)</sup> °C	TEMPERATURA CALCOLO °C
Caldaia	Mandata	Caldo	65	63
	Ritorno	Caldo	50	50

Nota (8): Valori rilevati il giorno 18/12/2017 alle ore 16.00, in orario di utilizzo della scuola, con una temperatura esterna di circa 10°C

Per quanto riguarda le temperature del fluido termovettore caldo si è potuto notare un effettivo riscontro tra i valori considerati nel modello di calcolo e quelli rilevati in sede di sopralluogo.

**Circuito secondario:** sono presenti 4 valvole manuali di apertura/chiusura dei circuiti.

Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione pari al 95% è stato calcolato tramite la norma UNI TS 11300-2.

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 una centrale termica dotata di un'unica caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano, di produzione Unical modello P120 con bruciatore bistadio Baltur BTG 15P.

Figura 4.7 - Particolare della caldaia Unical P120

Figura 4.8 - Particolare del bruciatore Baltur BTG 15P



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche sistema di generazione

	Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE <sup>(9)</sup>	POTENZA TERMICA UTILE <sup>(9)</sup>	RENDIMENTO <sup>(10)</sup>	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA <sup>(10)</sup>
					[kW]	[kW]		[kW]
Gen 1	Riscaldamento	Unical	P120	1997	115	105	91.5	0.20

Nota (9): Valore ricavato tramite letture dei dati di targa rilevati in sede di sopralluogo

Nota (10): il valore riportato nella prova fumi dell'impianto risulta superiore a quello calcolato attraverso il modello energetico dell'edificio. Tale scostamento tra i valori di rendimento è dovuto alle differenti condizioni ambientali in cui è stata effettuata la prova fumi rispetto a quelle di calcolo del modello

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato calcolato nella DE tramite UNI TS 11300-2 ed è pari al 89.4%.

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 e/o 6.2 dell' Allegato J – Schede di audit.

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

La produzione di acqua calda sanitaria è eseguita tramite sistemi autonomi, indipendenti

Figura 4.9 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria

dall'impianto termico centralizzato asservito al riscaldamento. Sono presenti infatti 3 bollitori elettrici ad accumulo installati all'interno dei servizi igienici con una potenza complessiva di 4.2 kW.



I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.9.

Tabella 4.9 – 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%	92.6%	[-]	[-]	31%	28.7%

Nota (11) Valori di rendimento dei sottosistemi dell'impianto di produzione di ACS calcolati secondo UNI TS 11300-2

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 ventilatori a pale, stampanti ed un frigo.

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella Tabella 4.10.

Tabella 4.10 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Aule PT e Aule P1	Ventilatore	4	70	280	720
Aule PT	Stampante	1	1130	1130	504
Cucina PT	Frigo	1	750	750	6048

Ai fini di un'identificazione più precisa del funzionamento dei componenti impiantistici si è proceduto, in sede di sopralluogo, al rilevamento dei dati di targa dei singoli dispositivi e all'intervista dell'utenza per meglio comprenderne le modalità di utilizzo. Non si è ritenuto necessario procedere con attività diagnostiche degli impianti elettrici data la tipologia e l'uso degli stessi, come specificato nell'Allegato D – Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali.

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 da lampade a fluorescenza tubolari (neon).

Tale tipologia di corpi illuminanti sono installate a soffitto nelle zone di circolazione interna, aule, uffici e servizi igienici.

Figura 4.10 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nei locali dell'edificio



L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella Tabella 4.11.

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
			[W]	[W]
Aule PT	Lampada a fluorescenza	14	36	504
Cucina PT	Lampada a fluorescenza	1	18	18
Cucina PT	Lampada a fluorescenza	6	36	216
Servizi/Spogliatoi PT	Lampada a fluorescenza	3	36	108
Aule P1	Lampada a fluorescenza	14	36	504
Servizi/Spogliatoi P1	Lampada a fluorescenza	3	36	108
Rampa/Corridoi	Lampada a fluorescenza	7	36	252

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.

Durante la fase di sopralluogo si è provveduto a rilevare anche lo stato di conservazione dei corpi illuminanti, che si presentano in buone condizioni.

Si è inoltre verificata la presenza di luci di emergenza nei diversi locali della struttura.

Figura 4.11 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule



Figura 4.12 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati

nelle zone di circolazione interna



## 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 e la produzione di ACS è il Gas Metano. Per il solo anno 2014 si è impiegato il 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 (12) 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;
- Caldaia per la produzione di acqua calda sanitaria a servizio della mensa scolastica;

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 [mc]	2015 [mc]	2016 [mc]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
16220050595784	Riscaldamento	3.625	5.168	4.115	76.929	48.681	38.761



**E13 – SCUOLA COMUNALE INFANZIA. "GNECCO MASSA"**

03270000135978 Produzione ACS 666 572 732 6.274 5.386 6.898

Parallelamente all'analisi dei consumi storici forniti dalla società di distribuzione si è provveduto, esclusivamente per il PDR2, 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 ricavati da società di distribuzione (PDR1) e di fornitura (PDR2)

PDR: 16220050595784	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	968	909	18.871	9.117	8.560
Febbraio	-	1.319	774	16.289	12.423	7.294
Marzo	-	1.240	908	16.287	11.678	8.553
Aprile	-	244	95	2.296	2.299	893
Maggio	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	596	647	10.031	5.617	6.095
Dicembre	-	801	782	13.154	7.549	7.368
<b>Totale</b>	<b>-</b>	<b>5.168</b>	<b>4.115</b>	<b>76.929</b>	<b>48.683</b>	<b>38.763</b>
PDR: 03270000135978	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	-	1.297	-	-	12.218
Febbraio	-	-	1.096	-	-	10.324
Marzo	-	340	1.009	-	3.200	9.505
Aprile	-	-	41	-	-	386
Maggio	-	-	14	-	-	132
Giugno	-	724	34	-	6.820	320
Luglio	-	121	12	-	1.140	113
Agosto	-	113	12	-	1.064	113
Settembre	-	164	13	-	1.545	122
Ottobre	-	159	15	-	1.498	141
Novembre	-	812	81	-	7.649	763
Dicembre	-	1.219	128	-	11.483	1.206
<b>Totale</b>	<b>-</b>	<b>3.652</b>	<b>3.752</b>	<b>-</b>	<b>34.399</b>	<b>35.344</b>

Nota (13) per il PDR 1: Esclusivamente per l'anno 2014 si riporta in consumo in kWh come somma dei due consumi di metano e gasolio. Per il PDR2 mancano le fatturazioni dell'anno 2014.

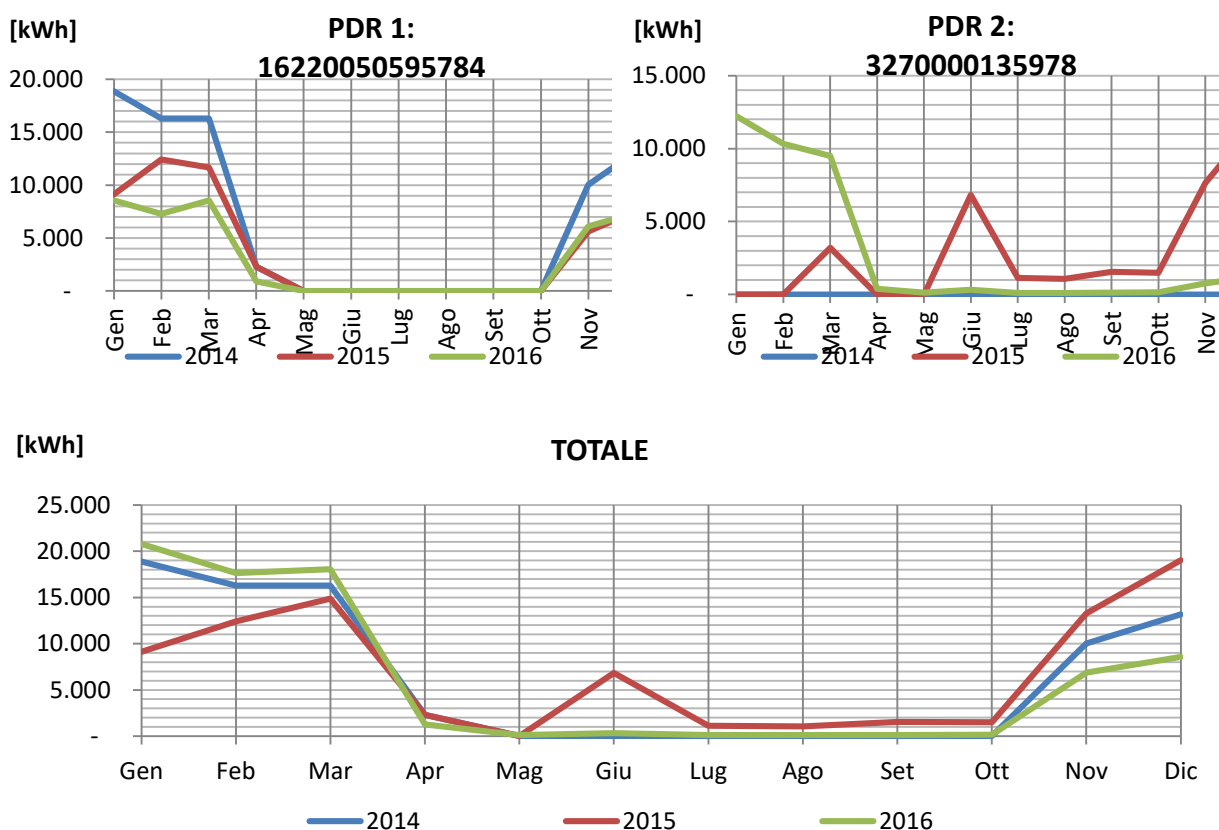
L'analisi dei consumi storici di Gas metano è stata effettuata, laddove possibile, in base alla disponibilità delle fatturazioni. L'esame del PDR 16220050595784 si basa sui m<sup>3</sup> di gas rilevati dalla società di distribuzione dell'impianto attraverso un contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la

conduzione e manutenzione degli impianti. Il consumo disponibile è di tipo annuale e non è stato quindi possibile effettuare un'analisi puntuale mensile dei consumi, ma come specificato dalla stazione appaltante "tali consumi dovranno essere riportati tra le varie mensilità in funzione dell'effettivo funzionamento stagionale degli impianti e dei Gradi Giorno reali".

Il PDR 03270000135978 si basa sulla base dei m<sup>3</sup> di gas rilevati dalla società di fornitura nel triennio di riferimento. Per il PDR2 non sono disponibili le fatture dell'anno 2014 e che i valori qui sopra inseriti fanno riferimento principalmente a letture stimate. Non sono state disposte, da parte dei fornitori, letture reali mensili (le uniche letture rilevate corrispondono ai cambi gestore nei mesi marzo/aprile e nella parte finale del 2016), per cui l'andamento proposto dalle tabelle e dai grafici non corrisponde con esattezza al reale consumo.

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 influenzato da consumi stimati del PDR 2 che non sono coerenti di anno in anno, con dei picchi nel mese di giugno 2015 e nei mesi invernali tra il 2015 e 2016 ed un andamento del 2015 opposto a quello del 2016. Ciò non rende attendibile il confronto ad un consumo "reale". Il PDR1 è stato strutturato in base al periodo di funzionamento ed i Gradi Giorno.

Confrontando l'andamento dei consumi con i GG<sub>real</sub> del triennio di riferimento si può notare che il consumo da baseline ottenuto come somma del PDR 1 e 2 si discosta da quello fornito dalla PA perché, con buona approssimazione, non corrisponde al reale prelievo.

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 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

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<sub>real,i</sub> = 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<sub>real,i</sub> = Consumo termico reale per riscaldamento dell'edificio nell'anno *i-esimo*, kWh/anno.

Tale consumo è stato valutato esclusivamente ad uso riscaldamento per il PDR1. L'acqua calda sanitaria utilizza sia un altro contatore gas che un altro vettore energetico.

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<sub>ref</sub> = 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. Tale contributo non è stato valutato in quanto i suddetti utilizzi non sono serviti da questo contatore.

Si sottolinea che ai fini della normalizzazione e della successiva validazione del modello energetico si utilizzeranno per la definizione dei consumi reali, Q<sub>real,i</sub>, i consumi di gas metano forniti dalla società di distribuzione.

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG <sub>REAL</sub> SU 116 GIORNI	GG <sub>RIF</sub> SU 116 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	$\alpha_{rif}$	CONSUMO NORMALIZZATO A 989 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	911	988		76.939		83.441	-	-
2015	928	988	5.164	48.659	52,5	51.815	-	-
2016	964	988	4.115	38.774	40,2	39.735	-	-
<b>Media</b>	<b>934</b>	<b>988</b>		<b>54.790</b>	<b>58,7</b>	<b>57.939</b>	-	-

Per la presenza combinata di gasolio e metano nel 2014 è stata riportata in tabella la somma in kWh dei due vettori energetici. Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da una generica diminuzione dei consumi: tale riduzione non è dovuta alla realizzazione di importanti interventi di efficientamento. Nel 2014 si è sostituito il vettore energetico convertendo la centrale termica da gasolio e metano. È possibile che queste riduzioni possano essere riconducibili ad un utilizzo diverso dei locali congiuntamente a fattori climatici.

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]
$\bar{Q}_{ACS}$	-
$\bar{Q}_{ALTRO}$	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	57.939
<b><math>Q_{baseline}</math></b>	<b>57.939</b>

### 5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 1 contatore il quale risulta a servizio dei seguenti utilizzi:

- Scuola comunale infanzia "G. Massa";

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

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]
IT001E00096601	Scuola infanzia	17.377	17.139	19.971	18.162
<b>TOTALE</b>		<b>17.377</b>	<b>17.139</b>	<b>19.971</b>	<b>18.162</b>

Tali consumi sono stati confrontati con i consumi annui elaborati e forniti dalla PA ed (identificati per l'edificio oggetto della DE all'interno del file kyotoBaseline-E13) e sono emerse le seguenti differenze:

2014 : 17.377 kWh (0%)

2015 : 19.637 kWh (-15%)

2016 : 21.381 kWh (-10%)

Media : 19.465 kWh (-7%)

I consumi rilevati dalla fatturazione sono mediamente più bassi del 7% rispetto quelli rilevati dalla PA. In questi consumi sono stati presi in considerazione i conguagli presenti in fatture successive.

L'individuazione della baseline elettrica di riferimento è calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per il triennio di riferimento.

Si è pertanto definito un consumo  $EE_{baseline}$  pari a 18.162 kWh, quello rilevato dall'Auditor nella fase di analisi della fatturazione.

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

POD: IT001E00096601	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.354	186	296	1.836
Febbraio	1.459	188	267	1.914
Marzo	1.430	243	303	1.976



## E13 – SCUOLA COMUNALE INFANZIA. "GNECCO MASSA"

Aprile	1.253	167	293	1.713
Maggio	1.274	181	290	1.745
Giugno	891	145	260	1.296
Luglio	87	58	103	248
Agosto	82	66	129	277
Settembre	1.131	187	269	1.587
Ottobre	1.176	159	216	1.551
Novembre	1.254	159	262	1.675
Dicembre	1.128	159	272	1.559
<b>Totale</b>	<b>12.519</b>	<b>1.898</b>	<b>2.960</b>	<b>17.377</b>
<b>POD: IT001E00096601</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2015</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gennaio	1.421	203	318	1.942
Febbraio	1.517	210	281	2.008
Marzo	1.179	164	248	1.591
Aprile	766	115	169	1.050
Maggio	1.264	207	314	1.785
Giugno	954	156	259	1.369
Luglio	87	61	108	256
Agosto	69	46	95	210
Settembre	767	138	225	1.130
Ottobre	1.459	254	317	2.030
Novembre	1.485	216	343	2.044
Dicembre	1.158	199	367	1.724
<b>Totale</b>	<b>12.126</b>	<b>1.969</b>	<b>3.044</b>	<b>17.139</b>
<b>POD: IT001E00096601</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2016</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gennaio	1.425	235	391	2.051
Febbraio	1.679	244	325	2.248
Marzo	1.419	292	407	2.118
Aprile	1.433	265	339	2.037
Maggio	1.425	233	356	2.014
Giugno	1.149	192	303	1.644
Luglio	120	94	160	374
Agosto	98	70	132	300
Settembre	1.211	227	311	1.749
Ottobre	1.267	192	263	1.722
Novembre	1.488	209	276	1.973
Dicembre	1.244	207	290	1.741
<b>Totale</b>	<b>13.958</b>	<b>2.460</b>	<b>3.553</b>	<b>19.971</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.

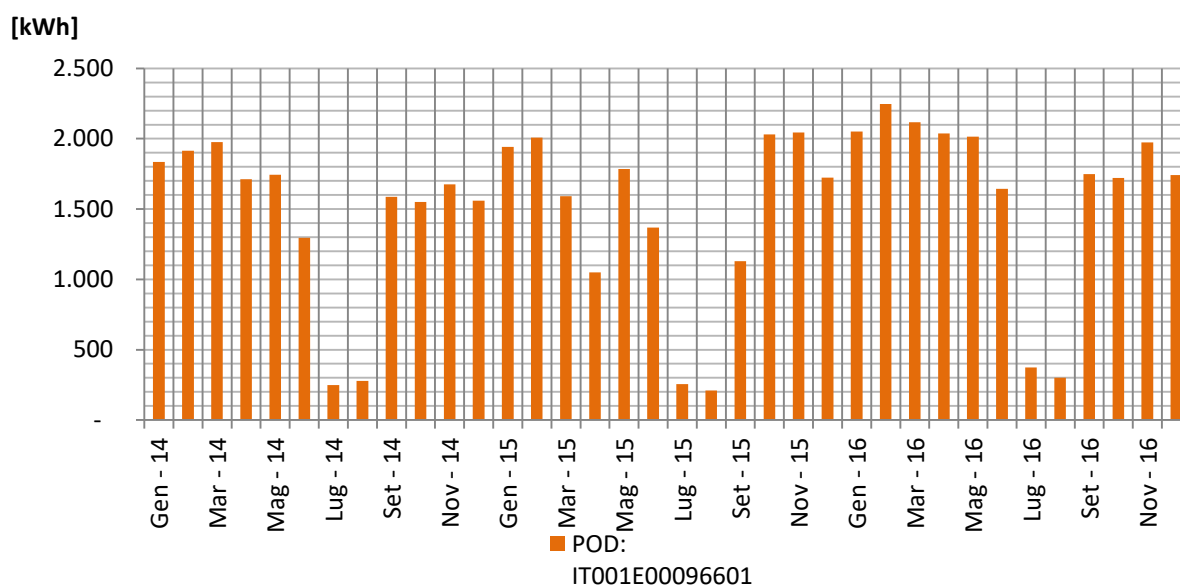
Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
----------	----	----	----	--------

	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.400	208	335	1.943
Febbraio	1.552	214	291	2.057
Marzo	1.343	233	319	1.895
Aprile	1.151	182	267	1.600
Maggio	1.321	207	320	1.848
Giugno	998	164	274	1.436
Luglio	98	71	124	293
Agosto	83	61	119	262
Settembre	1.036	184	268	1.489
Ottobre	1.301	202	265	1.768
Novembre	1.409	195	294	1.897
Dicembre	1.177	188	310	1.675
Totale	12.868	2.109	3.186	18.162

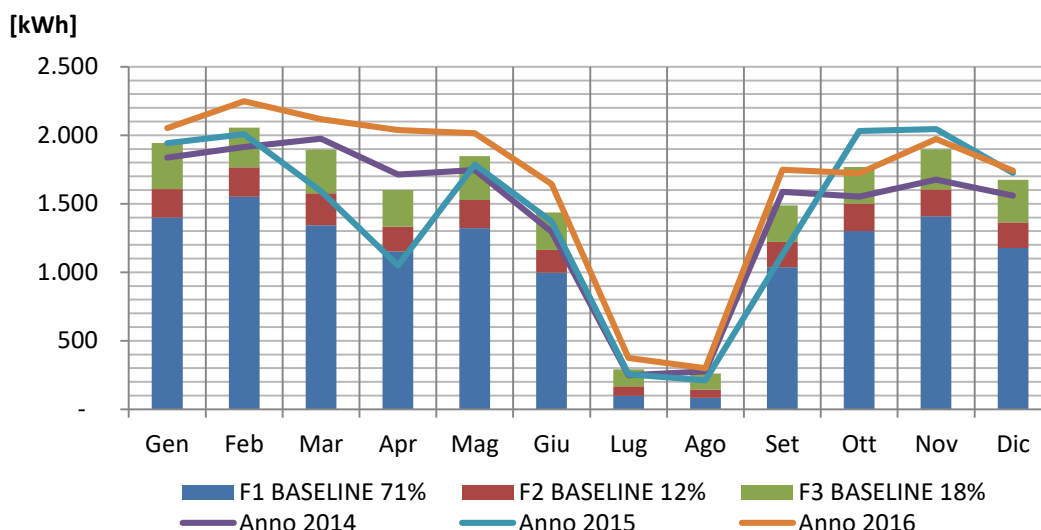
Il profilo così ottenuto è rappresentato nel grafico in Figura 5.2

Figura 5.2 – Profili mensili di Baseline riferimento



L'andamento dei consumi elettrici mensili nel triennio di riferimento e di Baseline è riportato nei grafici in Figura 5.3.

Figura 5.3 – Confronto tra i profili mensili reali per il triennio di riferimento ed i valori di Baseline



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti coerenti di anno in anno. I minimi consumi si hanno nei mesi estivi di luglio ed agosto quando l'attività della scuola è molto ridotta. Tale contributo può essere dovuto all'attività di segreteria e alla presenza di consumi in stand-by delle numerose apparecchiature presenti nella struttura, infatti le porzioni delle fasce orarie in F1, F2 ed E3 sono tra loro comparabili senza che una domini sulle altre così come accade invece negli altri mesi. In quest'ultimo caso il consumo maggiore si ha nella fascia diurna F1 la quale è sempre la componente prevalente.

Non è stato possibile rappresentare i profili giornalieri dei consumi elettrici accedendo alle informazioni fornite dalla società di distribuzione dell'energia elettrica, in quanto il contatore installato nella scuola ha una potenza minore di 55 kW, soglia necessaria per questo tipo di analisi. Pertanto non è stato possibile analizzare i profili giornalieri rappresentativi nelle diverse condizioni di utilizzo dell'edificio e di funzionamento dell'impianto.

## 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.

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

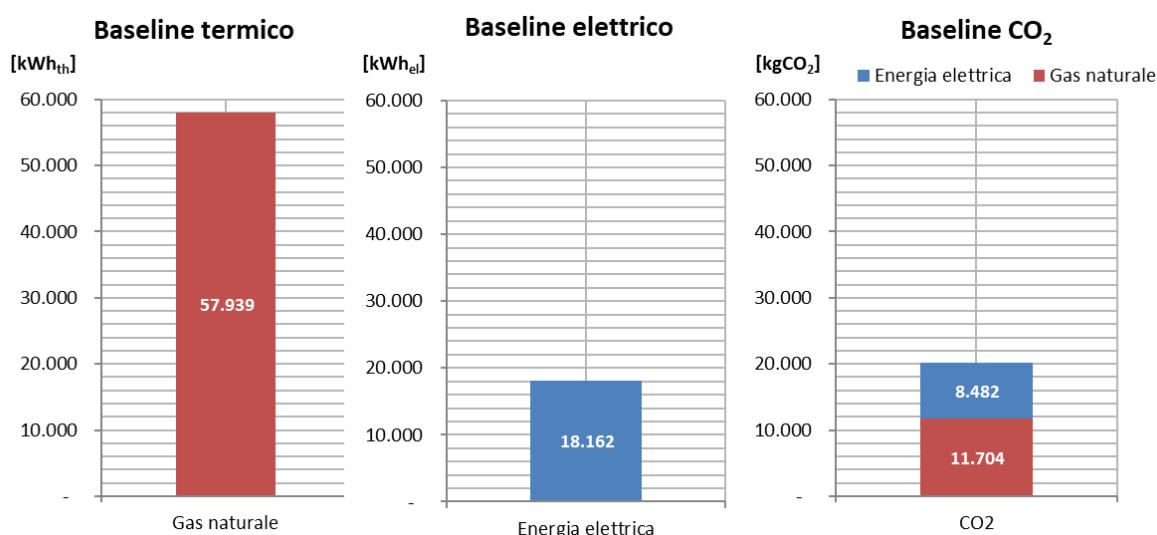
COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	tCO <sub>2</sub> /MWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202

\* 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>. Tabella 5.10 e nella Figura 5.4

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> ]
Gas naturale	57.939	0,202	11.704
Energia elettrica	18.162	0,467	8.482

Figura 5.4 – Rappresentazione grafica della Baseline 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,ren</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

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline di cui al Capitolo CONSUMI RILEVATI 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	428,64	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	428,64	m <sup>3</sup>
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	14.501,81	m <sup>3</sup>

Nella Tabella 5.13 e

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

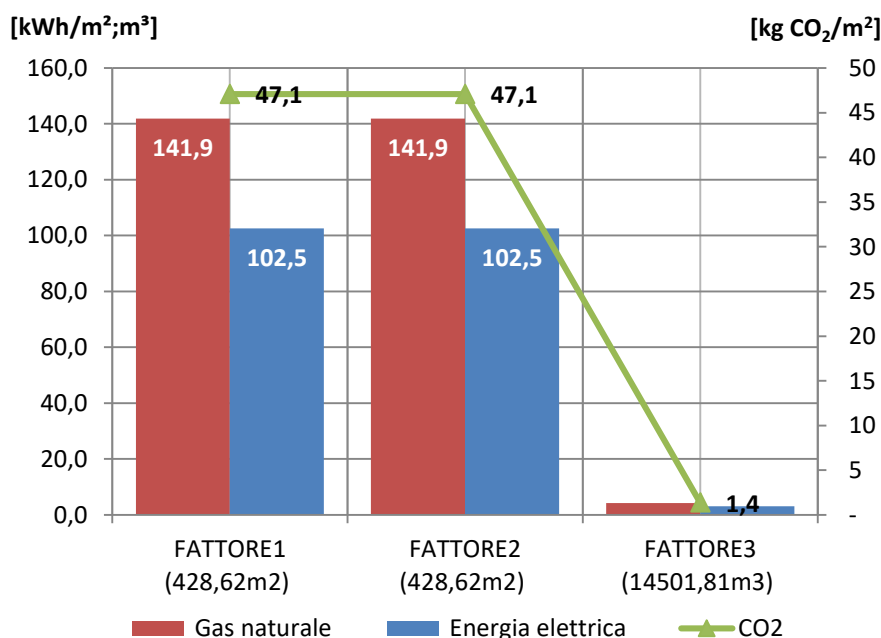


Tabella 5.13 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all'energia primaria totale.}]

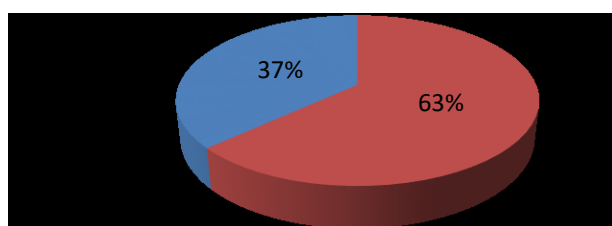
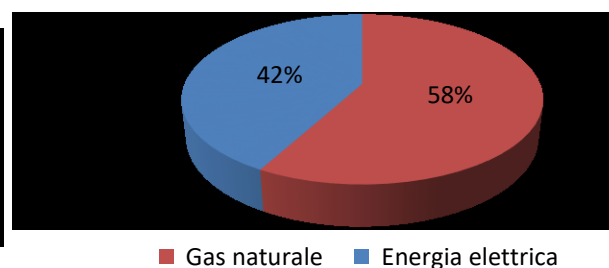
VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [kWh/m <sup>3</sup> ]	FATTORE 1 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	57.939	1,05	60.836	141,9	141,9	4,2	27,31	27,31	0,81
Energia elettrica	18.162	2,42	43.953	102,5	102,5	3,0	19,79	19,79	0,58
<b>TOTALE</b>			<b>104.789</b>	<b>244</b>	<b>244</b>	<b>7</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>1</b>

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN. [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [kWh/m <sup>3</sup> ]	FATTORE 1 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	57.939	1,05	60.836	141,9	141,9	4,2	27,31	27,31	0,81
Energia elettrica	18.162	1,95	35.417	82,6	82,6	2,4	19,79	19,79	0,58
<b>TOTALE</b>			<b>96.253</b>	<b>225</b>	<b>225</b>	<b>7</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>1</b>

Figura 5.5 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO<sub>2</sub> valutati in funzione della superficie utile riscaldataFigura 5.6 – Ripartizione % dei consumi specifici di energia primaria e delle relative emissioni di CO<sub>2</sub>

## Ripartizione % energia primaria

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

■ Gas naturale ■ Energia elettrica

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  $F_e$ );
- Ore di occupazione dell'edificio scolastico (fattore  $F_h$ );
- Gradi Giorno convenzionali della località (1435 GG) così come definiti D.P.R. 412/93 - allegato A
- Volume riscaldato ( $V_{risc}$ ).

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  $A_p$ ;
- Fattore  $F_h$  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>3</sup> anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	35,17	21,84	16,75	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	34,14	38,58	42,01

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo mediamente classi di merito Insufficiente per il riscaldamento ed Insufficiente per l'energia elettrica.

Si rimanda nell'allegato M il dettaglio riassuntivo di tutti gli indici di performance in condizioni standard ed adattati all'utenza.

## 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 e UNI-TS 11300-4:2016.

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		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	U.M.
Globale	$EP_{gl, nren}$	285.88	kWh/mq anno	303.27	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	$EP_H$	223.09	kWh/mq anno	225.34	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	$EP_w$	50.05	kWh/mq anno	62.11	kWh/mq anno
Ventilazione	$EP_v$	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Raffrescamento	$EP_c$	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	$EP_L$	12.74	kWh/mq anno	15.82	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	$EP_T$	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	$CO_{2eq}$	56.6	Kg/mq anno	60	Kg/mq anno

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)

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[Nm <sup>3</sup> /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	8778	91620
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Energia Elettrica	15854	30916

Il modello di calcolo utilizzato deve essere validato tramite confronto con la baseline energetica, secondo la presente scala di congruità:

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

Dove:

- $Q_{teorico}$  è il fabbisogno teorico dell'edificio, come calcolato dal software di simulazione, ed è assunto pari al fabbisogno di energia per la combustione ( $Q_{gn,in}$ ) così come definito dalla norma UNI TS 11300 parte 2;
- $Q_{baseline}$  è il consumo reale (destagionalizzato nel caso di climatizzazione), dell'edificio, definito dalla baseline energetica.

Tale raffronto deve essere realizzato sia per il consumo termico, che per il consumo elettrico.

### 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 l'orario di funzionamento effettivo dell'impianto termico e gli indici di occupazione reali dell'edificio.

Nella Tabella 6.5 sono riportati gli indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione dell'edificio in modalità "Adattata all'utenza".

Tabella 6.3 – Indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all'utenza)

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	U.M.
Globale non rinnovabile	$EP_{g,nren}$	204.01	kWh/mq anno	220.18	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	$EP_H$	141.22	kWh/mq anno	142.25	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	$EP_w$	50.05	kWh/mq anno	62.11	kWh/mq anno
Ventilazione	$EP_v$	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Raffrescamento	$EP_c$	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	$EP_L$	12.74	kWh/mq anno	15.82	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	$EP_T$	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO2	$CO_{2eq}$	39.9	Kg/mq anno	43	Kg/mq anno

Gli indici di prestazione energetica sopra riportati corrispondono ad un quantitativo annuo di vettore energetico consumato, riportato nella Tabella 6.4.

Tabella 6.4 – Consumo di vettore energetico ricavato dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all'utenza)

FORTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[Nm <sup>3</sup> /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	5.624	58.697,7
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Energia Elettrica	18.930	3.6914

La validazione del modello energetico termico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline ( $Q_{baseline}$ ) così come definito al precedente capitolo 5.1.1 ed il fabbisogno teorico ( $Q_{teorico}$ ) derivante dalla modellazione energetica.

Tabella 6.5 – Validazione del modello energetico termico (valutazione adattata all'utenza)

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
55.912	57.939	3,6%

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 ( $EE_{baseline}$ ) così come definito al precedente capitolo 5.1.2 ed il fabbisogno teorico ( $EE_{teorico}$ ) derivante dalla modellazione energetica.

Tabella 6.6 – Validazione del modello energetico elettrico (valutazione in modalità adattata all'utenza)

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
18.930	18.162	4,06%

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

## 6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

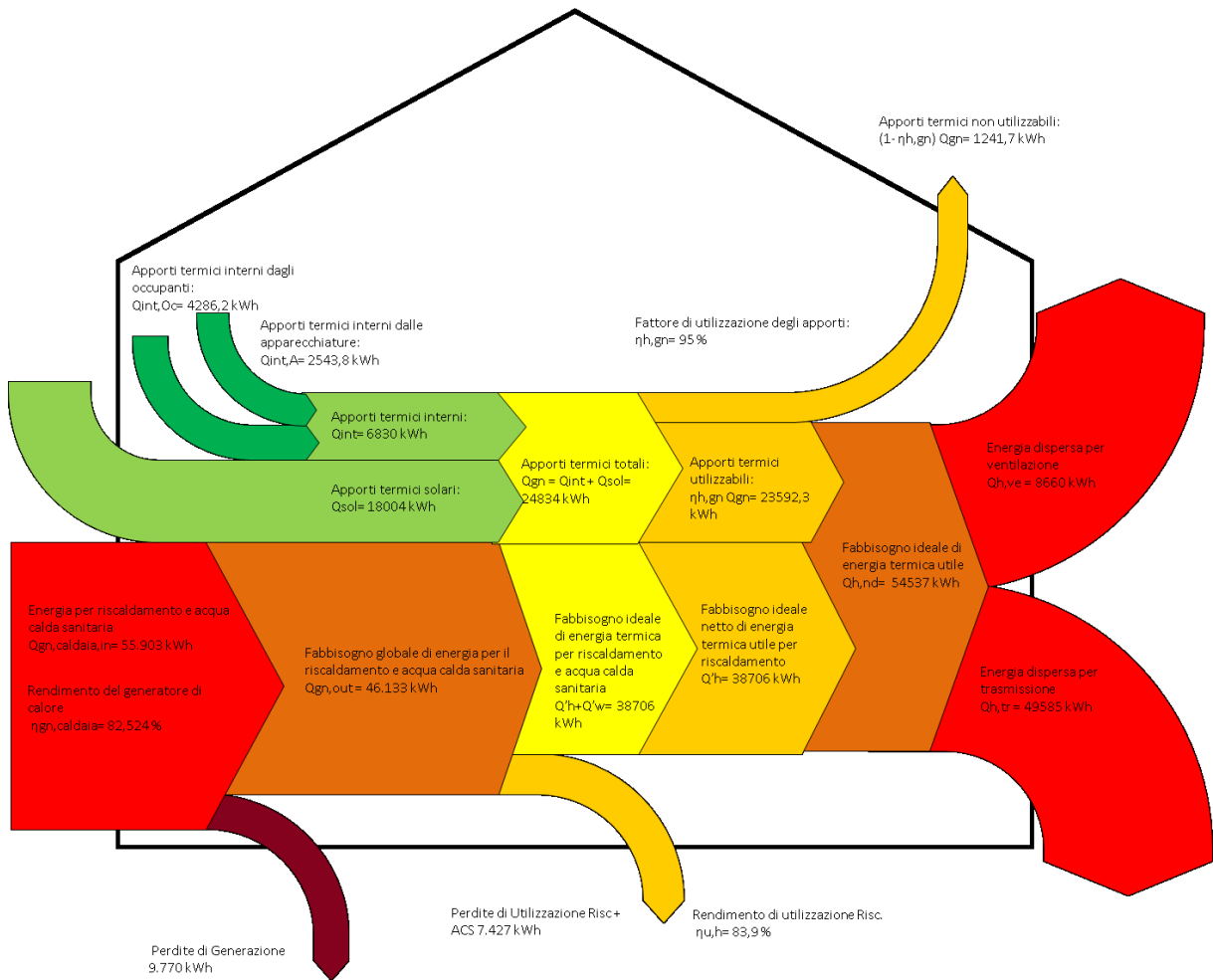
Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si è reso necessario predisporre i risultati della modellazione energetica nella forma di un bilancio energetico che descriva l'andamento dei flussi energetici caratteristici dell'edificio in modo da valutare in maniera puntuale 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 valori rappresentati a bilancio sono valori indicizzati in kWh/(m<sup>2</sup> anno), sulla base delle superfici utili delle zone riscaldate e/o climatizzate.

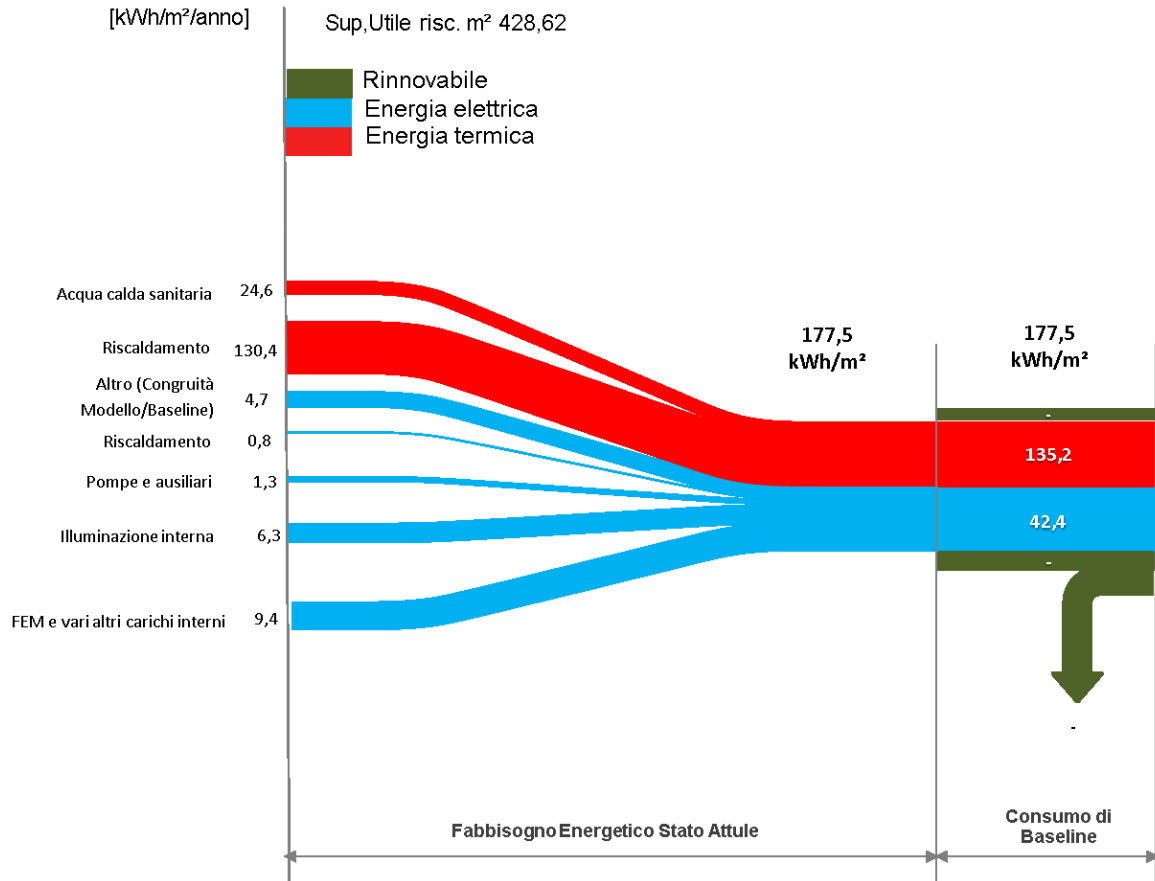
I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato in Figura 6.1

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



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

Figura 6.2 – Bilancio energetico complessivo dell'edificio

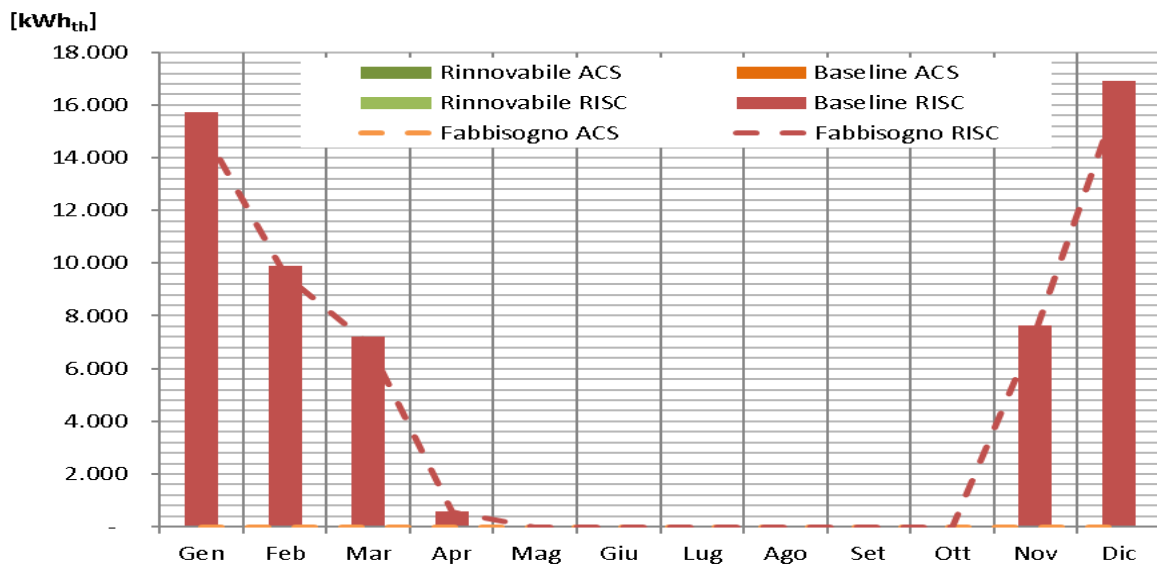


### 6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

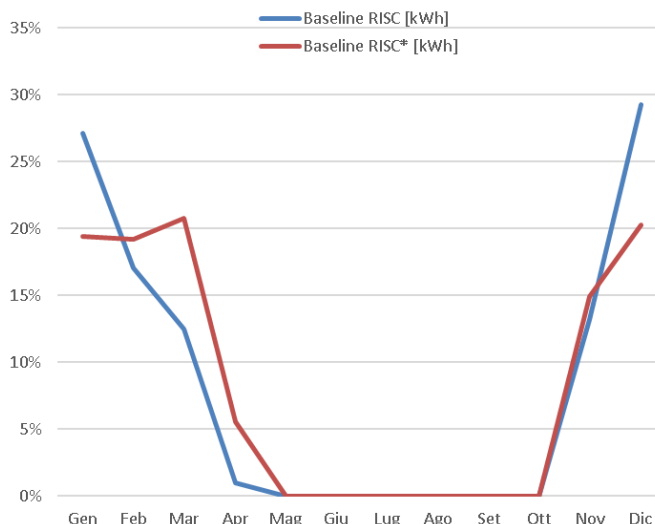
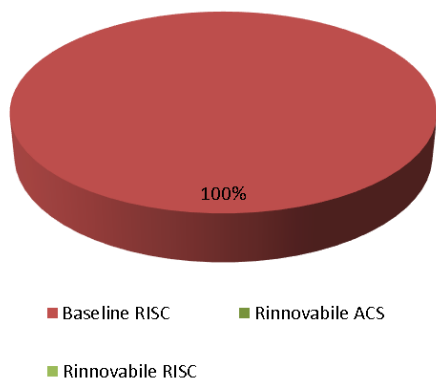
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici in funzione dei diversi utilizzi.

La ripartizione mensile dei fabbisogni energetici termici ricavati dalla modellazione ed il confronto tra il profilo mensile del Baseline Termico ed il profilo mensile dei GG<sub>rif</sub> sono riportate in figura 6.3

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



### Ripartizione consumi termici

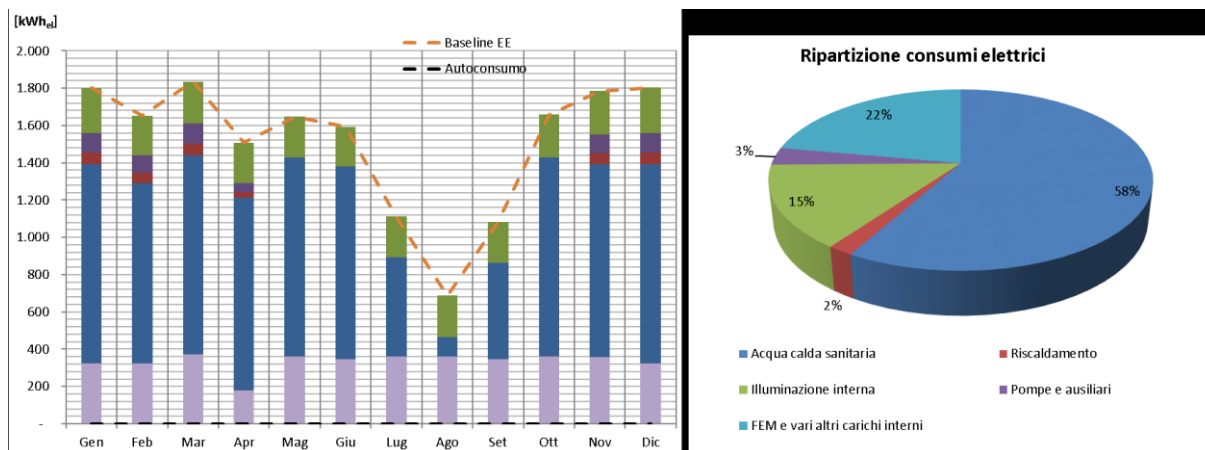


Si può notare come la totalità dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per la climatizzazione invernale dei locali, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti asserviti a tale servizio.

Si è inoltre effettuato un confronto grafico tra i profili mensili ottenuti dalla modellazione termica ed i profili mensili ottenuti tramite la ripartizione dei consumi annuali di Baseline, adibiti al riscaldamento degli ambienti, in funzione dei profili mensili dei GG<sub>rif</sub>.

La ripartizione dei fabbisogni energetici elettrici ricavati dalla modellazione è riportata in 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 al servizio di acqua calda sanitaria, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti asserviti a tale sistema.



## 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 due contratti differenti per i due PDR presenti all'interno dell'edificio, come di seguito elencato:

- PDR 1 – 16220050595784: 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 P ;
- PDR 2 – 3270000135978: 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: 03270000135978	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura		Via Antica Romana di Quinto 130 16166 Genova (GE)	Via Antica Romana di Quinto 130 16166 Genova (GE)
Società di fornitura		IREN MERCATO SPA	ENI
Inizio periodo fornitura		-	01/04/15
Fine periodo fornitura		31/03/14	31/03/16
Classe del contatore		Classe G006	Classe G0006
Tipologia di contratto		PUNTO DI RICONSEGNA PER SERVIZIO PUBBLICO	UTENZE CON ATTIVITA' DI SERVIZIO PUBBLICO
Opzione tariffaria (*)	-	-	-
Valore del coefficiente correttivo dei consumi		1,023328	1,023328
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile		9,42 kWh/smc	9,42 kWh/smc
Prezzi di fornitura del combustibile (*) (IVA INCLUSA) [€/smc]		<b>0,247</b>	<b>0,302</b>

Nota (14) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (15): 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.

Dalle informazioni riportate nella tabella si può desumere che per il PDR1 è stato stipulato un Contratto di Servizio Energia SIE3 per cui non è possibile reperire i dati. Per il PDR2 sono mancanti le fatturazioni dell'anno 2014. Si nota che ogni anno in corrispondenza del passaggio da una stagione termica all'altra è cambiato il fornitore del metano ed a sua volta anche il costo medio annuo di fornitura del combustibile.

Nella tabella Tabella 7.2 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: 016220050595784	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio						1.629	18.871	0,086
Febbraio						1.406	16.289	0,086
Marzo						1.406	16.287	0,086
Aprile						198	2.296	0,086
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						866	10.031	0,086
Dicembre						1.135	13.154	0,086
<b>Totale</b>	-	-	-	-	-	<b>6.639</b>	<b>76.929</b>	<b>0,086</b>
PDR: 016220050595784	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						830	9.117	0,091
Febbraio						1.132	12.423	0,091
Marzo						1.064	11.678	0,091
Aprile						209	2.299	0,091
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						512	5.617	0,091
Dicembre						688	7.549	0,091
<b>Totale</b>	-	-	-	-	-	<b>4.434</b>	<b>48.683</b>	<b>0,091</b>
PDR: 016220050595784	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio						802	8.560	0,094
Febbraio						684	7.294	0,094
Marzo						802	8.553	0,094
Aprile						84	893	0,094
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-



## E13 – SCUOLA COMUNALE INFANZIA. "GNECCO MASSA"

Ottobre	-	-	-
Novembre	571	6.095	0,094
Dicembre	691	7.368	0,094
<b>Totale</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>3.634</b>	<b>38.763</b>	<b>0,094</b>

PDR: 03270000135978	QUOTA ENERGIA	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	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
PDR: 03270000135978	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	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	146	11	45	52	27	281	3.200	0,088
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	205	12	90	142	88	537	6.820	0,079
Luglio	33	4	15	24	16	91	1.140	0,080
Agosto	31	4	14	22	15	86	1.064	0,080
Settembre	45	4	20	32	22	122	1.545	0,079
Ottobre	44	4	19	32	22	120	1.498	0,080
Novembre	224	4	94	172	109	602	7.649	0,079
Dicembre	336	4	141	258	163	902	11.483	0,079
<b>Totale</b>	<b>1.062</b>	<b>46</b>	<b>437</b>	<b>735</b>	<b>461</b>	<b>2.741</b>	<b>34.399</b>	<b>0,080</b>
PDR: 03270000135978	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	326	4	153	240	128	850	12.218	0,070
Febbraio	283	4	128	228	141	784	10.324	0,076
Marzo	260	4	117	214	131	725	9.505	0,076

**E13 – SCUOLA COMUNALE INFANZIA. "GNECCO MASSA"**

Aprile	8	3	6	8	25	50	386	0,129
Maggio	3	3	2	3	2	12	132	0,095
Giugno	7	3	4	7	4	25	320	0,077
Luglio	3	3	2	2	2	11	113	0,096
Agosto	3	3	2	2	2	11	113	0,096
Settembre	3	3	2	3	2	12	122	0,094
Ottobre	4	3	2	3	2	13	141	0,093
Novembre	19	3	9	16	10	57	763	0,075
Dicembre	30	3	15	25	16	88	1.206	0,073
<b>Totale</b>	<b>947</b>	<b>34</b>	<b>440</b>	<b>751</b>	<b>466</b>	<b>2.637</b>	<b>35.344</b>	<b>0,075</b>

PDR: 03270000135978	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Conguaglio Aprile energetic	13,23		9,64	13,25	7,9464	44,0664	66	0,667
Conguaglio Maggio energetic	4,55		2,53	4,44	11,52	23,04	23	1,001
Conguaglio luglio energetic	0,21		0,13	0,2	0,1188	0,6588	1	0,658
Conguaglio agosto energetic	0,2		0,13	0,2	0,1166	0,6466	1	0,646
Conguaglio settembre energetic	0,22		0,12	0,19	0,1166	0,6466	1	0,646
Conguaglio ottobre energetic	0,24		0,11	0,19	0,1188	0,6588	1	0,658
Conguaglio novembre energetic	1,81		0,9	1,57	0,9416	5,2216	8	0,652

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 dal file gas-MTutela\_Rev02, implementato sul file Grafici\_Template. Inoltre nella colonna "Totale" del PDR2 sono stati tenuti in considerazione tutti gli arrotondamenti ed eventuali somme scomputabili indicate sulle bollette. L'assenza di letture rilevate mensili dei consumi rende questa valutazione, almeno per il PDR2, efficace relativamente alla stagione intesa come quella di riscaldamento piuttosto che annuale.

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

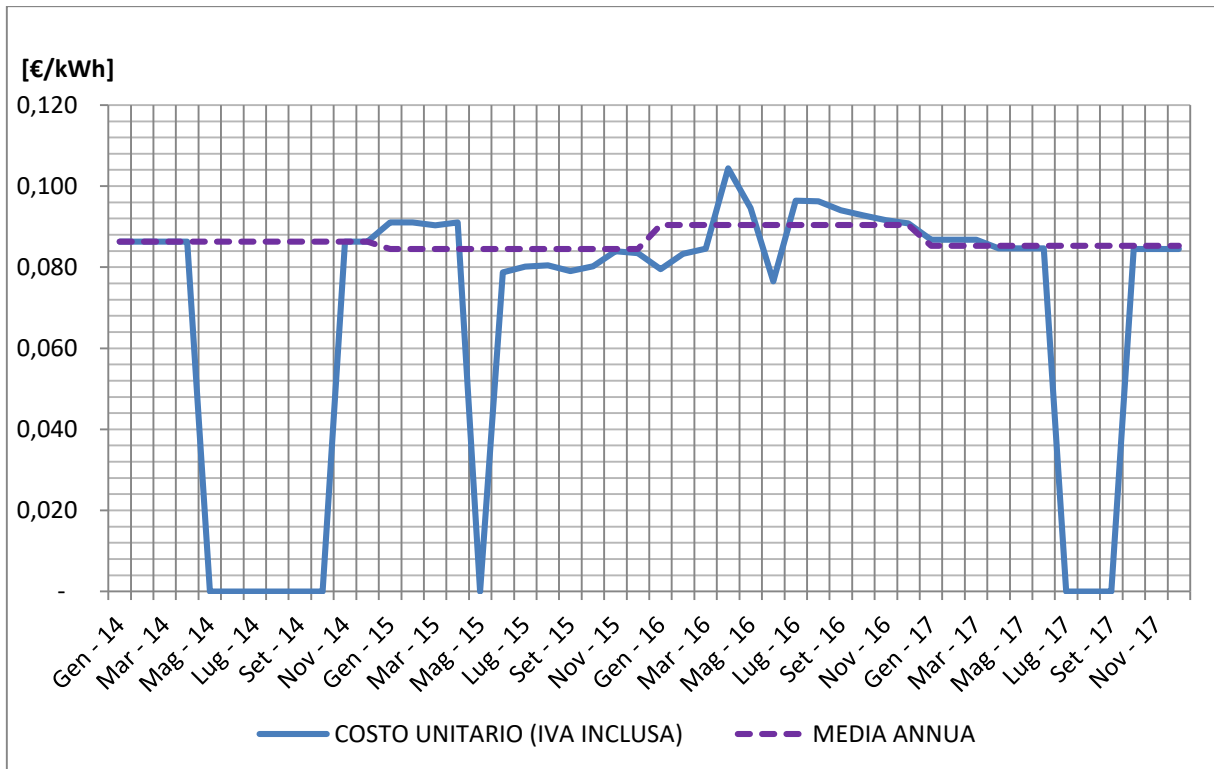
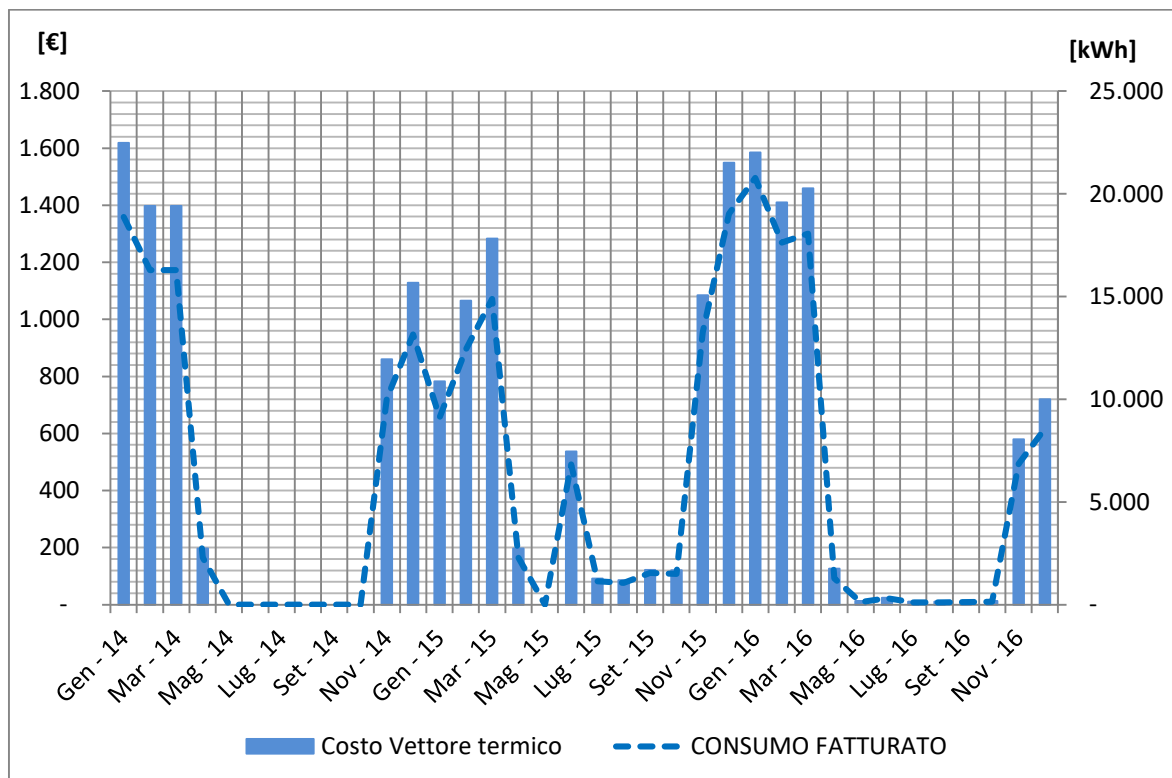


Figura 7.2– Andamento dei consumi e dei costi dell’energia termica



Dall’analisi effettuata risulta evidente che l’andamento dei costi è oscillante con picchi nei mesi della stagione di riscaldamento, essendo questa la componente dominante che ha come costo medio definito a monte così come indicato dalla stazione appaltante attraverso l’uso del foglio di calcolo fornito “gas-Mtutela\_Rev02”. L’andamento energetico è stato ricostruito così come descritto e suggerito dalla PA, dipendente dalla temperatura esterna. Per il PDR 2 i mesi estivi più significativi sono quelli dell’anno 2016 per il quale erano disponibili le letture rilevate dal fornitore.

### 7.1.2 Vettore elettrico

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

- POD 1 – IT001E0096601: 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 7.3 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico per gli anni di riferimento.

Tabella 7.3 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di riferimento

POD: IT001E0096601	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Via Romana Antica di Quinto n. 130 Genova (GE)	Via Romana Antica di Quinto n. 130 Genova (GE)	Via Romana Antica di Quinto n. 130 Genova (GE)
Società di fornitura	Edison	Gala	Iren
Inizio periodo fornitura	01/10/13	01/04/15	01/04/16
Fine periodo fornitura	31/03/15	31/03/16	-
Potenza elettrica impegnata	16,50 kW	15 kW	15 kW
Potenza elettrica disponibile	16,50 kW	16,5 kW	16,5 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)		BT, Allacciamento 380 V
Opzione tariffaria <sup>(1)</sup>	Trioraria	Trioraria	Trioraria
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica <sup>(2)</sup> [€/kWh]	0,092	0,073	0,085

Nota (14) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (15): 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.

Dalle informazioni riportate nella tabella si può desumere che per la fornitura dell'elettricità varia il gestore di anno in anno modificando a sua volta il prezzo tariffario medio.

Nella Tabella 7.4 si riporta l'andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti.

Tabella 7.4 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento

POD: IT001E0096601	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
Anno 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	81	13	145	14	25	281	1.134	0,248
Febbraio	151	25	200	24	40	583	2.616	0,223
Marzo	155	26	205	25	41	451	1.976	0,228
Aprile	134	30	189	21	37	412	1.713	0,240
Maggio	136	30	191	22	38	416	3.458	0,120
Giugno	100	22	151	16	29	318	1.296	0,246
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	19	4	77	3	10	116	277	0,417
Settembre	122	25	180	20	35	205	1.587	0,129



## E13 – SCUOLA COMUNALE INFANZIA. "GNECCO MASSA"

Ottobre	120	23	180	19	34	377	1.551	0,243
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicembre	116	23	181	19	34	374	1.559	0,240
<b>Totale</b>	<b>1.134</b>	<b>221</b>	<b>1.699</b>	<b>184</b>	<b>324</b>	<b>3.532</b>	<b>17.167</b>	<b>0,206</b>

POD: IT001E0096601	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	140	26	218	24	41	448	1.942	0,231
Febbraio	139	27	223	25	41	455	2.008	0,226
Marzo	141	28	233	27	43	472	2.129	0,222
Aprile	48	13	145	13	22	241	1.050	0,229
Maggio	53	15	160	15	24	269	1.231	0,218
Giugno	52	15	161	16	24	268	1.240	0,216
Luglio	66	-	166	16	25	273	1.275	0,214
Agosto	44	-	127	10	18	200	826	0,242
Settembre	8	-	73	2	8	91	178	0,512
Ottobre	44	14	169	16	24	267	1.244	0,215
Novembre	86	-	243	26	36	391	2.077	0,188
Dicembre	92	-	244	26	36	399	2.090	0,191
<b>Totale</b>	<b>912</b>	<b>138</b>	<b>2.164</b>	<b>216</b>	<b>343</b>	<b>3.773</b>	<b>17.290</b>	<b>0,218</b>

POD: IT001E0096601	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	62	-	172	17	25	276	1.399	62
Febbraio	101	-	252	30	38	421	2.366	101
Marzo	103	-	276	33	41	453	2.652	103
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	222	-	448	51	72	792	4.051	222
Giugno	99	-	192	21	31	342	1.644	99
Luglio	26	-	86	5	12	129	374	26
Agosto	19	-	80	4	10	113	300	19
Settembre	128	-	201	22	35	383	1.749	128
Ottobre	140	-	200	22	36	397	1.722	140
Novembre	177	-	221	25	42	462	1.973	177
Dicembre	149	-	201	22	37	409	1.741	149
<b>Totale</b>	<b>1.224</b>	<b>-</b>	<b>2.329</b>	<b>249</b>	<b>380</b>	<b>4.178</b>	<b>19.971</b>	<b>1.224</b>

POD: IT001E0096601	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Cong. Marzo 1	1	-	4	1	1	7	49	0,134
Cong. Marzo 2	112	-	-	-	11	123	-	-

Nel grafico in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** 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

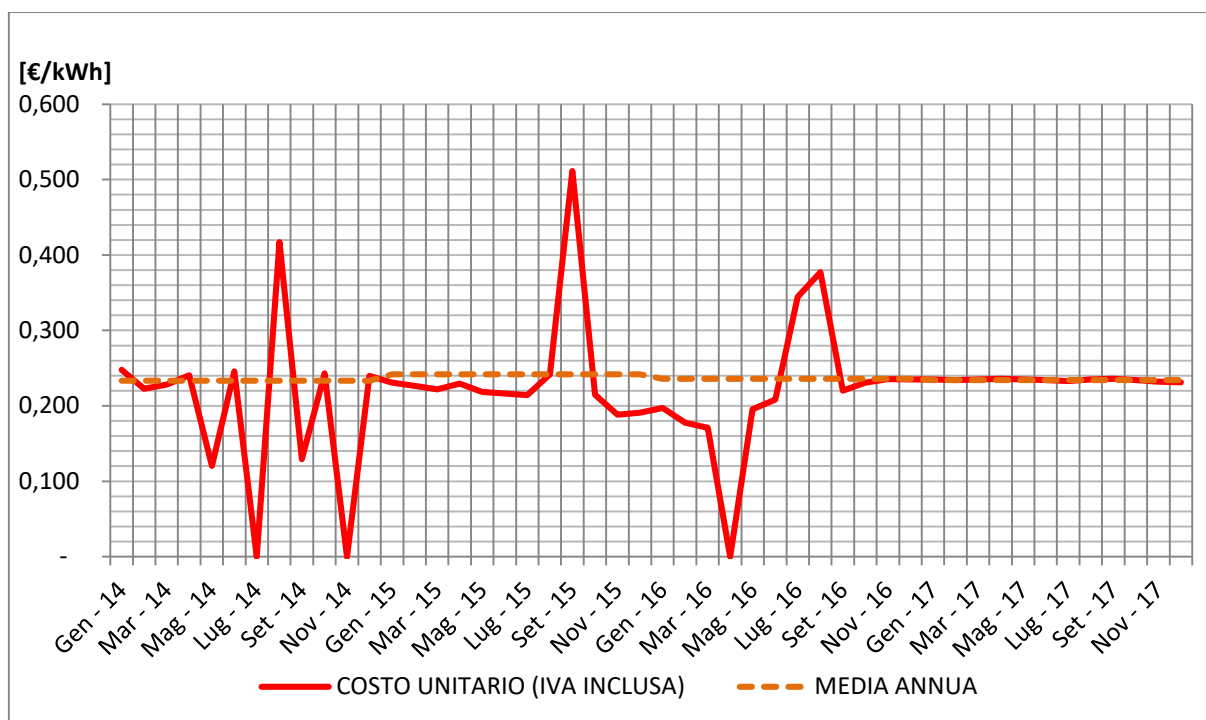
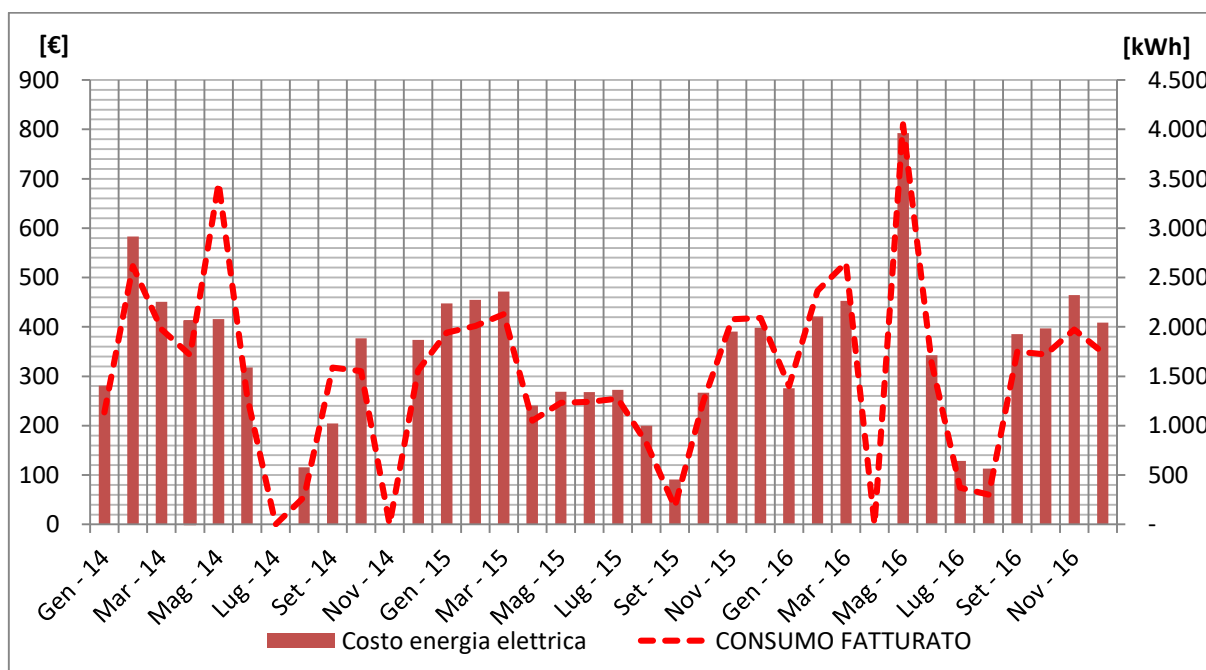


Figura 7.4– Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che per consumo fatturato s'intende quello indicato su ogni bolletta, che potrebbe contenere o meno conguagli anche di altri mesi. I reali consumi mensili (comprensivi dei conguagli posticipati) sono stati presi in considerazione nelle valutazioni energetiche dell'edificio descritte nel Capitolo 5.



Dall'analisi risulta che alti costi unitari si hanno in corrispondenza dei mesi estivi in cui si raggiungono i minimi consumi a fronte di un alto costo di servizi di rete.

## 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 7.5 sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati.

Tabella 7.5 - Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]
2014	76.929	6.639	0,086	17.167	3.532	0,21	10.172
2015	83.082	7.175	0,086	17.290	3.773	0,22	10.948
2016	74.107	6.271	0,085	19.971	4.178	0,21	10.449
2017			0,086			0,211	
Media	78.595	6.723	0,085	18.631	3.976	0,214	10.699

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.6.

Tabella 7.6 – 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	Cu <sub>Q</sub> 0,086	[€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	Cu <sub>EE</sub> 0,211	[€/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:

- L1-042-165: 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.

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 7.7.

Tabella 7.7 – Valori di costo 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	$C_{MO}$	4.286 [€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	$C_{MS}$	1.139 [€/anno]

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

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 5.425 € per la sola manutenzione mentre 10.396 € comprensivi della quota di energia termica.

#### 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:

$$C_E = Q_{baseline} \times C_{uQ} + EE_{baseline} \times C_{uEE}$$

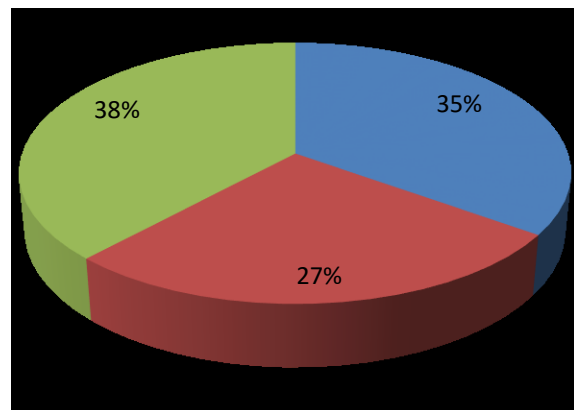
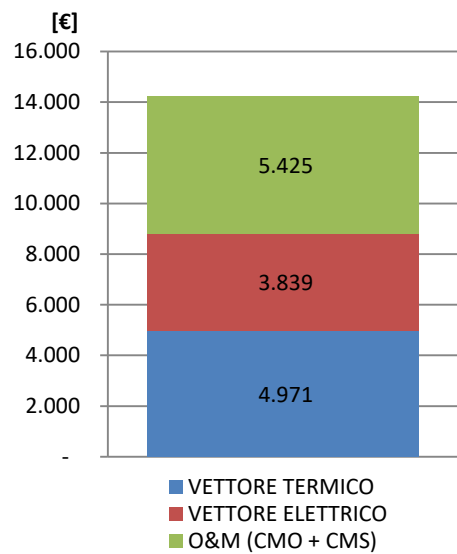
La Baseline dei Costi per il sistema edificio/impianti pre-intervento è pertanto uguale a:

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

Ne risulta quindi un  $C_E$  pari a 8.810€ e un  $C_{baseline}$  pari a 12.360€

Figura 7.5 – Confronto tra i costi medi e di baseline

Figura 7.6 – Ripartizione costi di baseline



## 8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

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

#### 8.1.1 Involucro edilizio

##### **EEM1: Coibentazione delle strutture opache - Coibentazione pareti verticali**

###### **Generalità**

La misura prevede di coibentare tutte le pareti dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=12cm).

L'efficientamento delle pareti consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro opaco, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali della scuola in uso sia al piano terreno, sia al primo piano.

Figura 8.1 - Particolare della muratura esterna



###### **Caratteristiche funzionali e tecniche**

Le murature a seguito dei lavori risulteranno efficienti sotto l'aspetto energetico e garantiranno una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti. Il cappotto contribuirà inoltre a garantire un miglioramento dell'estetica del fabbricato che a seguito dell'intervento si presenterà con delle facciate completamente rinnovate.

###### **Descrizione dei lavori**

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

Durante la posa dovranno essere rispettate alcune condizioni minime:

- la posa in opera dovrà essere effettuata a temperature dell'aria e del supporto comprese tra +5°C e +30°C
- le superfici devono essere pulite ed in caso contrario si dovrà procedere alla rimozione di polvere, sporco, tracce di disarmante, parti sfarinanti ed incoerenti, ecc. mediante lavaggio con acqua pulita a bassa pressione (max 200 bar)
- Verificare la planarità del supporto ed eventualmente livellare con malta d'intonaco o in alternativa con intonaco premiscelato impastato con miscela e acqua in rapporto 1:3. In corrispondenza di sporgenze specifiche, tipo cordoli in cls o elementi di laterizio fuori piombo, asportare le parti in eccesso

Le fasi di posa prevedono:

- FASE 1 Partenza con realizzazione della zoccolatura
- FASE 2 stesura del collante
- FASE 3 posa del pannello isolante
- FASE 4 tassellatura
- FASE 5 esecuzione spigoli ed angoli
- FASE 6 rasatura con rete

### Prestazioni raggiungibili

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

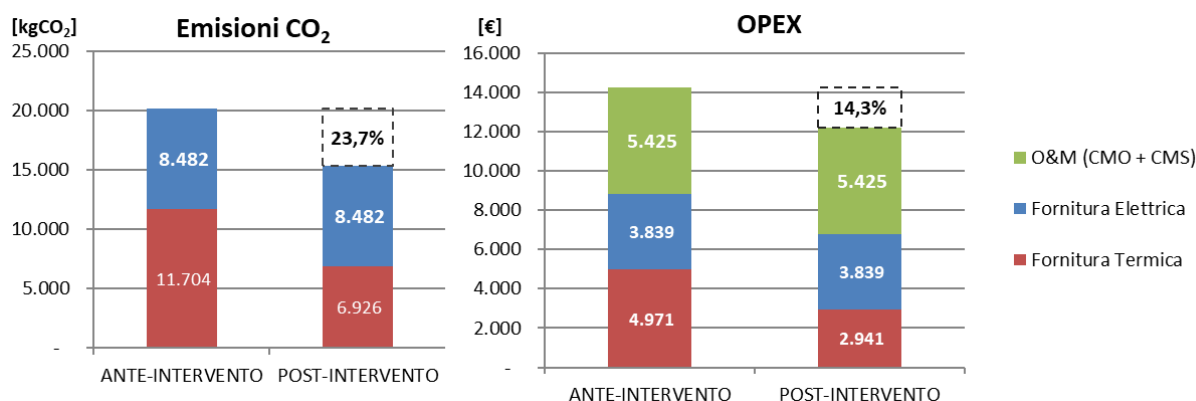
Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Coibentazione delle strutture opache - Coibentazione pareti verticali

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 [Trasmittanza media componenti]	[W/m <sup>2</sup> K]	1,43	0,22	<b>84,6%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	55.903	33.080	<b>40,8%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	18.930	18.930	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	57.939	34.285	<b>40,8%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	18.162	18.162	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.704	6.926	<b>40,8%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.482	8.482	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>20.185</b>	<b>15.407</b>	<b>23,7%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.971	2.941	<b>40,8%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.839	3.839	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>8.810</b>	<b>6.781</b>	<b>23,0%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	4.286	4.286	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.139	1.139	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>5.425</b>	<b>5.425</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>12.360</b>	<b>10.331</b>	<b>16,4%</b>
Classe energetica	[-]	F	D	+2 classi

Nota (16) 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 quello elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,086 [€/kWh] per il vettore termico e 0,211 [€/kWh] per il vettore elettrico (IVA inclusa).

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



## **EEM2: Coibentazione delle strutture opache - Coibentazione copertura**

### **Generalità**

La misura prevede di coibentare il solaio di copertura inclinato in latero-cemento dall'interno con lana di roccia (sp=12cm) e finitura in cartongesso (sp=2cm).

L'efficientamento dell'orizzontamento consente di ridurre le dispersioni dell'involucro opaco portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo dell'intero edificio.

Figura 8.3 - Particolare del solaio disperdente



### **Caratteristiche funzionali e tecniche**

L'orizzontamento a seguito dei lavori risulterà efficiente sotto l'aspetto energetico e garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti alla struttura in oggetto in particolare quelli localizzati al piano superiore.

### **Descrizione dei lavori**

La posa dell'isolante e la finitura in cartongesso deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche.

### **Prestazioni raggiungibili**

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Coibentazione delle strutture opache - Coibentazione copertura

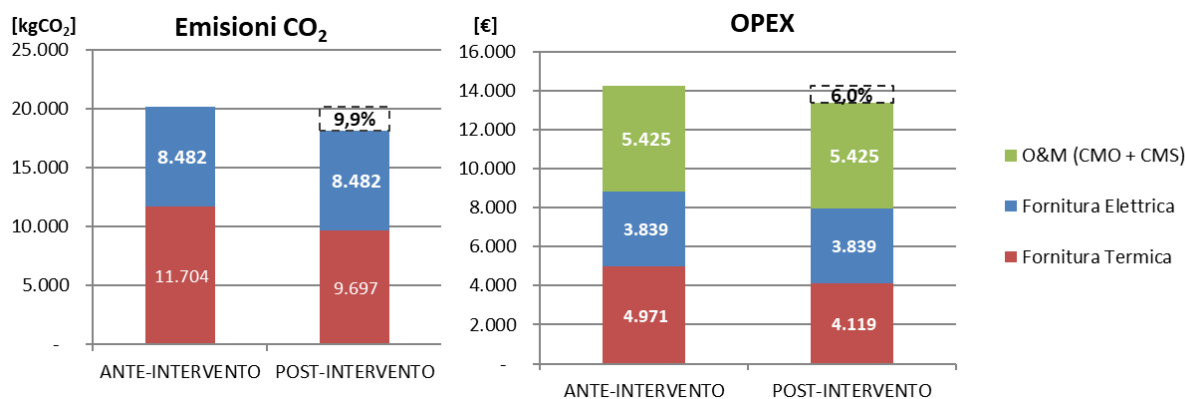
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM2 [Trasmittanza media componenti]	[W/m <sup>2</sup> K]	1,47	0,23	<b>84,4%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	55.903	46.320	<b>17,1%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	18.930	18.930	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	57.939	48.007	<b>17,1%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	18.162	18.162	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.704	9.697	<b>17,1%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.482	8.482	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>20.185</b>	<b>18.179</b>	<b>9,9%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.971	4.119	<b>17,1%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.839	3.839	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>8.810</b>	<b>7.958</b>	<b>9,7%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	4.286	4.286	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.139	1.139	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>5.425</b>	<b>5.425</b>	<b>0,0%</b>

OPEX	[€]	12.360	11.508	6,9%
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classe

Nota (16) 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 quello elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,086 [€/kWh] per il vettore termico e 0,211 [€/kWh] per il vettore elettrico

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



### **EEM3: Efficientamento dei serramenti**

#### **Generalità**

Si ipotizza di realizzare una sostituzione dei serramenti esistenti con altri aventi  $U_w=1,66$  W/(m<sup>2</sup>\*K).

L'efficientamento delle finestre consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro trasparente, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali della scuola. L'intervento permetterebbe di risolvere il problema delle infiltrazioni di umidità all'interno dell'edificio.

Figura 8.5 - Particolare dei serramenti esistenti



#### **Caratteristiche funzionali e tecniche**

La sostituzione dei serramenti garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno di tutti i locali della scuola e della palestra di pertinenza.

#### **Descrizione dei lavori**

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato nel rispetto della norma UNI 11673-1:2017 ed in particolare

Le metodologie descritte dalla norma sono finalizzate alla verifica delle prestazioni dei giunti d'installazione e della loro coerenza alle prestazioni dei serramenti. In particolare la progettazione dei giunti d'installazione dovrà essere affrontata sui seguenti livelli:

- isolamento termico (analisi della presenza di isoterme critiche sulla superficie interna del sistema di posa in opera oggetto di verifica; analisi della temperatura media mensile minima per cui non sussistono le condizioni per la formazione di muffe sulla superficie interna dell'edificio in prossimità del giunto primario e/o secondario unicamente dipendente dal sistema di posa in opera; analisi del ponte termico lineare);
- isolamento acustico;

- permeabilità all'aria;
- resistenza meccanica al carico del vento e ai carichi propri;
- resistenza all'effrazione;
- durabilità e manutenibilità;
- composti organici volatili (VOC / COV) indoor e sostenibilità;
- comportamento termo-igrometrico e traspirabilità del giunto;
- requisiti base dei materiali di sigillatura e riempimento;
- compatibilità tra tipologie di sigillanti fluidi e substrati;
- prestazioni degli accessori e componenti.

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

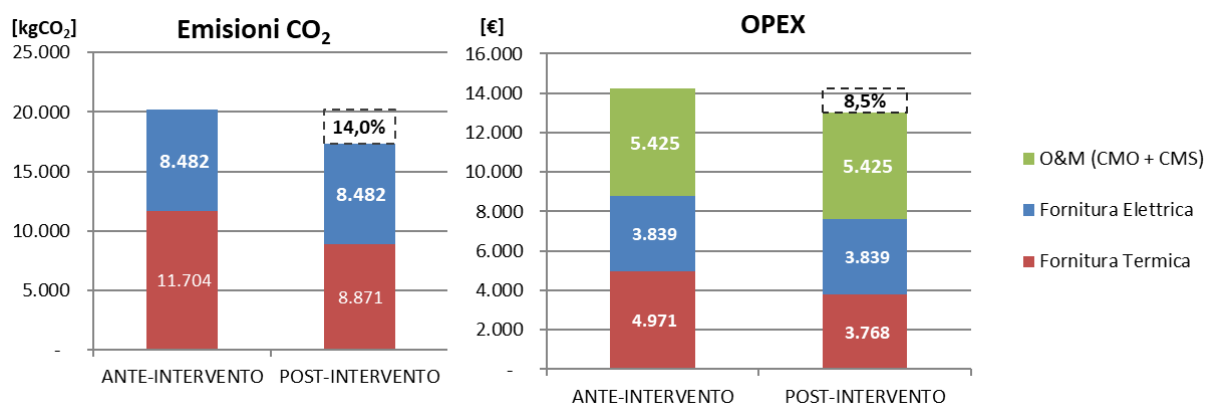
Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Efficiamento dei serramenti

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM3 [Trasmittanza media componenti]	[W/m <sup>2</sup> K]	4	1,66	<b>58,5%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	55.903	42.374	<b>24,2%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	18.930	18.930	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	57.939	43.917	<b>24,2%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	18.162	18.162	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.704	8.871	<b>24,2%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.482	8.482	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>20.185</b>	<b>17.353</b>	<b>14,0%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.971	3.768	<b>24,2%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.839	3.839	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>8.810</b>	<b>7.607</b>	<b>13,7%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	4.286	4.286	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.139	1.139	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>5.425</b>	<b>5.425</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>12.360</b>	<b>11.157</b>	<b>9,7%</b>
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classe

Nota (16) 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 quello elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,086 [€/kWh] per il vettore termico e 0,211 [€/kWh] per il vettore elettrico

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





## 8.1.2 Impianto riscaldamento

### EEM4: Termoregolazione

#### Generalità

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sottosistema di regolazione si può ottenere mediante l'installazione di valvole termostatiche che permettono di regolare la temperatura ambiente all'interno di un edificio.

Raggiungendo poi la temperatura impostata sulla testina essa la mantiene costantemente per tutta la durata di accensione, riducendo gli sprechi di energia e conseguente discomfort degli utenti.

Figura 8.7 - Particolare dei radiatori esistenti



#### Caratteristiche funzionali e tecniche

Il sistema di termoregolazione è composto di tre parti:

- Valvola termostatica: che regola la portata del fluido in entrata nei radiatori,
- Testina: con la sua regolazione consente di gestire la temperatura ambiente,
- Detentore: cordolo che chiude il circuito del fluido del termosifone.

Tali componenti lavorano insieme e regolano la portata dell'acqua calda in ingresso al termosifone, tale da garantire la temperatura ambiente di set-point impostata.

L'intervento prevede l'installazione del sistema completo di ogni sua parte compatibilmente con le caratteristiche dei terminali di emissione.

Tali dispositivi prevedono una sensibilità del 0,5 °C controllando puntualmente la temperatura interna dei singoli ambienti, garantiscono un miglior comfort termico per l'utente e una migliore gestione dell'impianto termico.

#### Descrizione dei lavori

Si prevede l'installazione di n°27 unità, una per ciascun radiatore presente nei diversi locali dell'edificio.

#### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.8.

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Termoregolazione

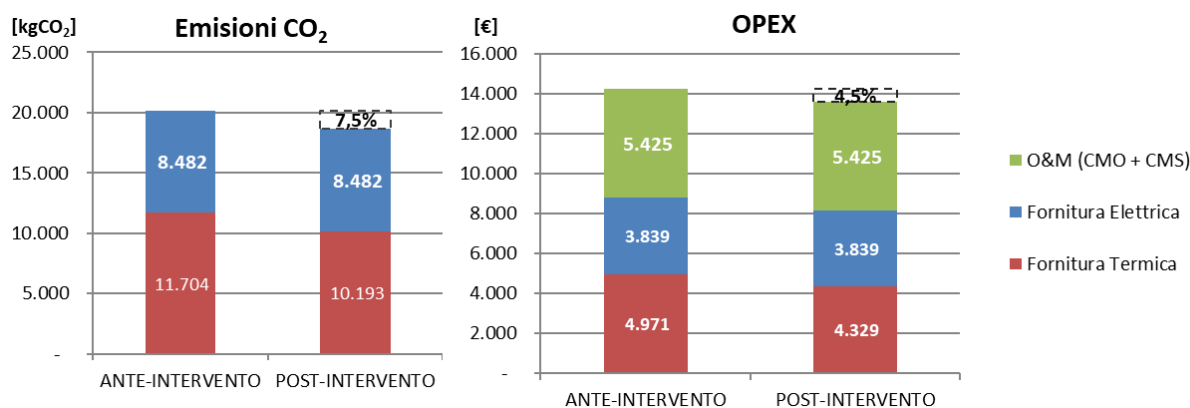
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM4 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	-3,1%
$Q_{teorico}$	[kWh]	55.903	48.686	12,9%
$EE_{teorico}$	[kWh]	18.930	18.930	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	57.939	50.459	12,9%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	18.162	18.162	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.704	10.193	12,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.482	8.482	0,0%

Emiss. CO2 TOT	[kgCO <sub>2</sub> ]	20.185	18.675	7,5%
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.971	4.329	12,9%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.839	3.839	0,0%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>8.810</b>	<b>8.168</b>	<b>7,3%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	4.286	4.286	0,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	1.139	1.139	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	5.425	5.425	0,0%
OPEX	[€]	12.360	11.718	5,2%
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classi

Nota (16) 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 quello elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,086 [€/kWh] per il vettore termico e 0,211 [€/kWh] per il vettore elettrico

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



## EEM6: Efficiamento generatore di calore

### Generalità

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sottosistema di generazione si può ottenere mediante la sostituzione del generatore attuale, ormai obsoleto, con un generatore più efficiente.

Si propone, pertanto, la rimozione dell'attuale caldaia e l'installazione di una caldaia a gas metano a condensazione con elevata efficienza. Nella fase degli scenari tale intervento viene applicato già con misure "to be Lean". In particolar modo le strategie in "to be Clean" così create sono impostate in previsione degli scenari a 15 e 25 anni perché includono nella fase "to be Lean" opportunità d'intervento differenti in funzione dei loro tempi di ritorno.

Si è ipotizzata una riduzione del 50% dei costi di manutenzione dovuti alla ridotta necessità di ricorrere alla sostituzione delle componenti su un nuovo generatore ipotizzando anche di usufruire, per i primi anni, della garanzia sul prodotto.

### Caratteristiche funzionali e tecniche

La sostituzione dell'attuale generatore di calore di tipo tradizionale con un nuovo generatore a condensazione di pari potenza che permette di ottenere valori di efficienza più elevati, riducendo il consumo di gas metano in ingresso al sottosistema di generazione e ottimizzarne la conversione in energia termica.

La caldaia a gas installata ha una potenza nominale al focolare di 115 kW che risultano sovradimensionati data la volumetria dello stabile ed in base alla diagnosi energetica prodotta. In

questa fase viene sostituita con una di pari potenza rimandando negli scenari a 15 e 25 anni l'installazione di un generatore con potenza inferiore, tenendo in considerazione la potenza complessiva dei terminali di emissione e il fattore di ripresa dell'edificio.

### Descrizione dei lavori

L'intervento proposto prevede le seguenti operazioni:

- smantellamento del vecchio generatore a gas;
- installazione nuovo generatore a condensazione alimentato a gas metano e del bruciatore;
- rifacimento tubazioni in centrale termica e coibentazione delle stesse;
- adeguamento impianto di distribuzione gas internamente alla Centrale Termica;
- intubamento della canna fumaria con condotto di evacuazione fumi in pressione;
- Adeguamento quadro elettrico di alimentazione ed impianto interno della centrale termica;
- Installazione del sistema di programmazione settimanale.

Figura 8.9 - Particolare del generatore di calore attuale



### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM6 sono riportati nella Tabella 8.1 (e nella Figura 8.2 (scenario 15 anni).

Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM6- Efficientamento generatore di calore, scenario a 15 anni

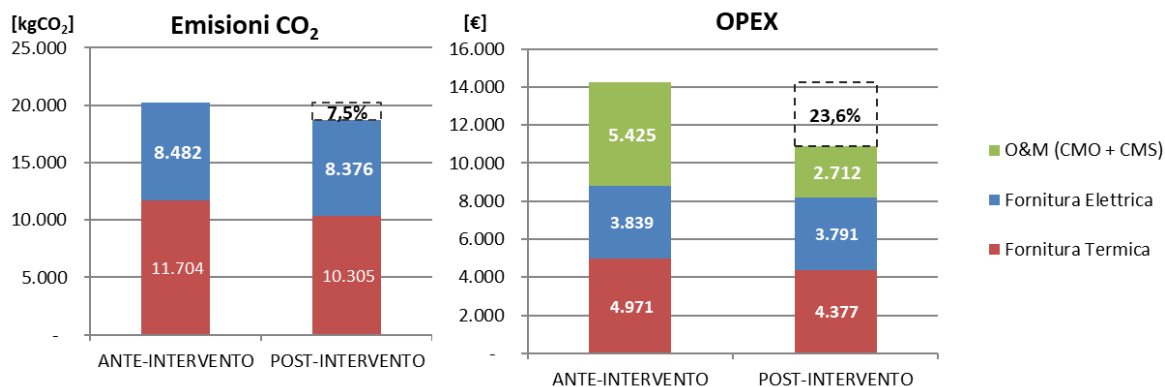
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM6 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	82,50%	94,20%	<b>-14,2%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	55.903	49.223	<b>11,9%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	18.930	18.694	<b>1,2%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	57.939	51.015	<b>11,9%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	18.162	17.936	<b>1,2%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.704	10.305	<b>11,9%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.482	8.376	<b>1,2%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>20.185</b>	<b>18.681</b>	<b>7,5%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.971	4.377	<b>11,9%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.839	3.791	<b>1,2%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>8.810</b>	<b>8.168</b>	<b>7,3%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	4.286	2.143	<b>50,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.139	570	<b>50,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>5.425</b>	<b>2.712</b>	<b>50,0%</b>
OPEX	[€]	<b>12.360</b>	<b>9.943</b>	<b>19,6%</b>
Classe energetica	[-]	D	C	<b>+3 classi</b>

Nota (16) 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 quello elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,086 [€/kWh] per il vettore termico e : 0,211 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.10 – EEM6: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



### 8.1.3 Impianto produzione acqua calda sanitaria

L'impianto di produzione di acqua calda sanitaria è costituito da una caldaia a metano e da boiler elettrici. Il consumo di acqua calda sanitaria è limitato e dipende dall'uso dei locali in cui sono installati. Per questa ragione non si è tenuto necessario effettuare simulazioni per questa specifica tipologia d'intervento.

### 8.1.4 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

#### EEM5: Efficiamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

##### Generalità

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sistema di illuminazione si può ottenere mediante la sostituzione degli attuali corpi illuminanti con un sistema di illuminazione a LED.

##### Caratteristiche funzionali e tecniche

L'attuale sistema di illuminazione è costituito da tubi al neon con potenza variabile tra i 18 ed i 36 W. Si propone di efficientare tale sistema mediante l'installazione di lampade tubolari a LED in tutti i locali della struttura.

Le nuove lampade a LED, di potenza variabile tra i 13 ed i 22 W garantiscono prestazioni ed efficienza più elevate, oltre che una migliore qualità del livello di illuminamento.

Le lampade a LED rispetto alle attuali lampade a fluorescenza garantiscono maggiore durata di vita, un maggior flusso luminoso a parità di potenza elettrica assorbita, minor calore sviluppato e accensione a freddo.

##### Descrizione dei lavori

Figura 8.12 - Particolare di una lampada fluorescente attualmente installata

Il criterio principale da seguire per la sostituzione di apparecchi illuminanti a tubi fluorescenti esistenti con apparecchi a LED è quello di utilizzare solo apparecchi a LED con le medesime caratteristiche illuminotecniche e di ingombro degli apparecchi illuminanti esistenti, in modo da non modificare la distribuzione dei corpi illuminanti dettata dai calcoli illuminotecnici di progetto né essere costretti a modificare le strutture interne.



### **Prestazioni raggiungibili**

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM5 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

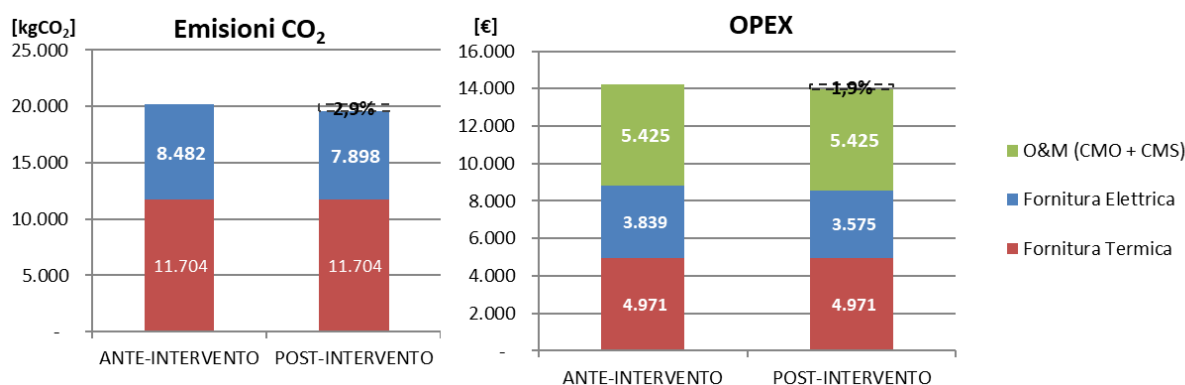
Tabella 8.7 – Risultati analisi EEM5 – Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM5	[-]	[-]	[-]	[-]
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	55.903	55.903	0,0%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	18.930	17.626	6,9%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	57.939	57.939	0,0%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	18.162	16.911	6,9%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.704	11.704	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.482	7.898	6,9%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>20.185</b>	<b>19.601</b>	<b>2,9%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.971	4.971	0,0%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.839	3.575	6,9%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>8.810</b>	<b>8.546</b>	<b>3,0%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	4.286	4.286	0,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	1.139	1.139	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	5.425	5.425	0,0%
OPEX	[€]	12.360	12.096	2,1%
Classe energetica	[-]	F	F	+0 classi

Nota (16) 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 quello elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,086 [€/kWh] per il vettore termico e : 0,211 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.13 – EEM5: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



### 8.1.5 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

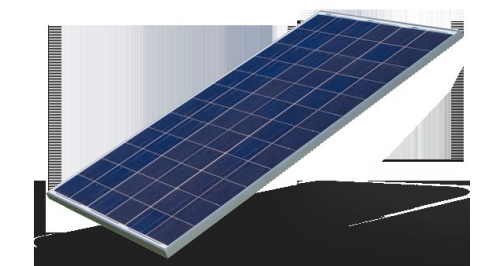
#### **EEM7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di un impianto fotovoltaico**

##### **Generalità**

La misura prevede l'installazione di moduli fotovoltaici sulla copertura dell'edificio. Si è tenuto conto dell'esposizione e dell'effettiva superficie utile disponibile al netto delle ombre dei corpi (alberi o strutture murali) disposti in prossimità.

Tale intervento è stato ipotizzato per lo scenario a 25 anni proposto nell'intervento della sostituzione del generatore.

Figura 8.44 – Esempio di un modulo fotovoltaico



##### **Caratteristiche funzionali e tecniche**

Il dimensionamento e l'installazione dell'impianto fotovoltaico consente di coprire i consumi elettrici dell'edificio. Come si è visto l'assorbimento maggiore è nelle ore diurne, momento in cui è possibile ottenere anche la massima produzione (unica variabile sarebbe poi l'aspetto climatico). La potenza disponibile è stata ipotizzata secondo alcune caratteristiche al contorno quali l'orientamento, l'inclinazione dei pannelli e le superfici disponibili. La massima potenza nominale si ottiene con un'esposizione diretta del pannello al Sole, con un irraggiamento nominale di 1000 Watt/metro quadro, 25°C di temperatura, posizione perpendicolare ai raggi del sole, e assenza di ombreggiamenti. Nella realtà i pannelli producono energia anche in condizioni di luce indiretta e con irraggiamento inferiore, ma in misura molto minore.

Nell'edificio in questione si è ipotizzato di installare un impianto fotovoltaico di 3 kWp.

##### **Descrizione dei lavori**

La posa comprende un modulo fotovoltaico a struttura rigida in silicio monocristallino/policristallino comprensivo dei sostegni alla struttura del tetto. Ad esso sono associati un inverter bidirezionale, filtri e controllore di isolamento ed un quadro di controllo.

##### **Prestazioni raggiungibili**

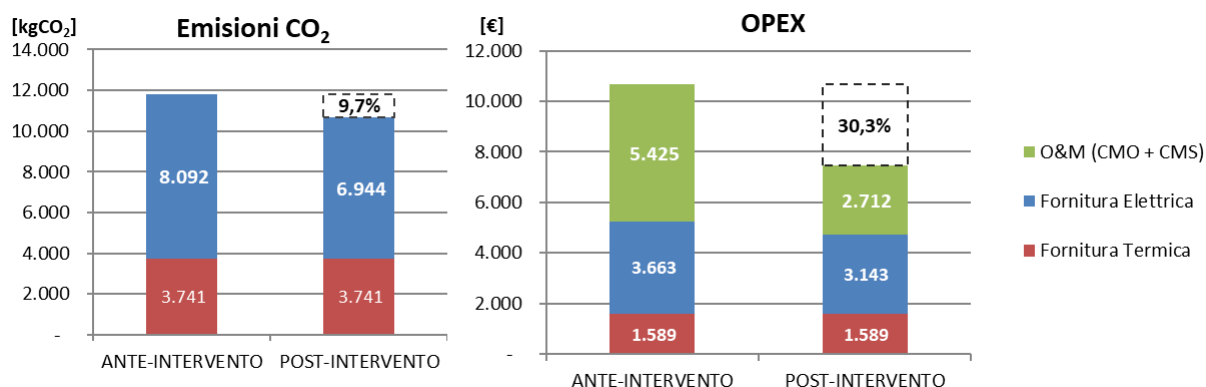
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM sono riportati nella Tabella 8.18 e nella Figura 8.215.

Tabella 8.8 – Risultati analisi EEM7 – Installazione di un impianto fotovoltaico

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EMM7	[-]	[-]	[-]	[-]
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	18.518	18.518	0,0%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	17.327	14.869	14,2%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	18.518	18.518	0,0%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	17.327	14.869	14,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	3.741	3.741	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.092	6.944	14,2%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>11.832</b>	<b>10.684</b>	<b>9,7%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	1.589	1.589	0,0%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.663	3.143	14,2%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>5.251</b>	<b>4.732</b>	<b>9,9%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	4.286	2.143	50,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	1.139	570	50,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	5.425	2.712	50,0%
OPEX	[€]	8.802	6.507	26,1%
Classe energetica	[-]	F	C	+3 classi

Nota (16) 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 quello elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,086 [€/kWh] per il vettore termico e : 0,211 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.15 – EEM7: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline

## 9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

Le analisi economiche per determinare il valore degli interventi sono state effettuate attraverso la redazione di computi metrici utilizzando i prezzi unitari riportati nel Prezzario Opere Pubbliche della Regione Liguria.

Nel caso in cui il Prezzario Regione Liguria fosse stato sprovvisto delle voci necessarie si è fatto riferimento a prezzi unitari riportati all'interno di altri prezzari regionali o camerali di regioni o province limitrofe. Le fonti alternative utilizzate sono state: Prezzario Regionale Piemonte, Prezzario Regione Lombardia, Milano e Camera di Commercio di Reggio Emilia.

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

#### **EEM1: Coibentazione delle strutture opache verticali con cappotto esterno in polistirene EPS grigio (sp=12cm).**

Nella **Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella realizzazione di una coibentazione delle strutture opache verticali attraverso la realizzazione di un cappotto esterno in polistirene EPS grigio (sp=12cm).

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:

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1: Cappotto

DESCRIZIONE	FONTI PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10% [€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Pannello in polietilene espanso sintetizzato (EPS), esenti da CFC o HCFC densità compresa tra ..... mc euroclasse di resistenza al fuoco, marchiatura CE lambda pari a 0,033 W/mK, per isolamento termico di pareti e solai	Prezzario Regione Liguria	5947,32	m <sup>2</sup> cm	€ 0,64	€ 3.784,66	22%	€ 4.617,28
Solo posa si isolamento termico-acustico su superfici verticali eseguito con pannelli isolanti..... Compreso il fissaggio con chiodi di materiale plastico e la sigilatura dei giunti ..	Prezzario Regione Liguria	495,61	m <sup>2</sup>	€ 9,84	€ 4.875,00	22%	€ 5.947,50
Malta premiscelata Rivestimento minerale per rasature armate /cappotto termico idr/m <sup>2</sup> orepellente, impermeabile e traspirante in sacchi . Resa per mano 1,8 kg.	Prezzario Regione Liguria	495,61	kg	€ 0,75	€ 369,45	22%	€ 450,73
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	247,805	kg	€ 0,45	€ 110,39	22%	€ 134,67
Ponteggiature "di facciata", in elementi metallici prefabbricati e/o "giunto-tubo", compreso il montaggio e lo smontaggio finale, i piani di lavoro, idonea segnaletica, impianto di messa a terra, compresi gli eventuali oneri di	Prezzario Regione Liguria	495,61	m <sup>2</sup>	€ 12,98	€ 6.433,92	22%	€ 7.849,38



progettazione, escluso: mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione - Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.							
Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su muratura di mattoni o calcestruzzo	Prezzario Regione Liguria	495,61	m2	€ 6,60	€ 3.271,03	22%	€ 3.990,65
Intonaco esterno in malta a base di calce idraulica strato aggrappante a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (EN459-1) e sabbie calcaree classificate, spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	495,61	m2	€ 4,37	€ 2.167,17	22%	€ 2.643,94
Rasatura armata con malta preconfezionata a base minerale eseguita a due riprese fresco su fresco rifinita a frattazzo, con interposta rete in fibra di vetro o in poliestere compresa pulizia e preparazione del supporto con una mano di apposito primer. per rivestimento di intere campiture con rete in fibra di vetro 4x4 da 150 gr/mq , spessore totale circa mm 4.	Prezzario Regione Liguria	495,61	m2	€ 21,63	€ 10.718,69	22%	€ 13.076,81
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 951,91	22%	€ 1.161,33
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 2.221,12	22%	€ 2.709,77
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>					<b>€ 34.903</b>	<b>22%</b>	<b>€ 42.582</b>
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico ]</b>						<b>€ 17.032,83</b>
<b>Durata incentivi</b>							<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>							<b>€ 3.406,57</b>

### **EEM2: Coibentazione intradosso della copertura con lana di roccia e finitura in cartongesso.**

Nella Nella Errore. **L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella realizzazione di una coibentazione delle strutture opache verticali attraverso la realizzazione di un cappotto esterno in polistirene EPS grigio (sp=12cm).

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:

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m2 e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella realizzazione della coibentazione dell'intradosso della copertura con lana di roccia e finitura in cartongesso (sp=12+2cm).

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:

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m2 e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.2 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%.

### **Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2: Coibentazione strutture opache – coibentazione copertura**

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Solo posa di isolamento termico-acustico su superfici orizzontali (coperture e simili) eseguito con pannelli isolanti di spessore fino a cm 10, posti in opera mediante fissaggio con chiodi di materiale plastico compresa la sigillatura dei giunti con nastro adesivo plastificato.	Prezzario Regione Liguria	199,69	m2	€ 4,13	€ 824,18	22%	€ 1.005,49
Pannelli in lana di roccia per isolamenti termoacustici di densità di 40 kg/m <sup>3</sup> e lamda pari a 0,035 W/mK; trattata con resine termoindurenti, euroclasse A1 spessore mm 120	Prezzario regione Piemonte	199,69	m2	€ 9,54	€ 1.904,32	22%	€ 2.323,27
Solo posa controsoffitti, per superfici piane, compresa la fornitura e la posa della struttura metallica di sospensione, la sigillatura dei giunti con garza e successiva rasatura, REI 120, di lastre di gesso protetto o fibrogesso, con o senza materassino isolante.	Prezzario Regione Liguria	199,69	m2	€ 45,51	€ 9.087,71	22%	€ 11.087,01
Lastre di gesso, rivestite, classe di reazione al fuoco A2-s1,d0 (B) spessore 12.5 mm.	Prezzario Regione Liguria	199,69	m2	€ 8,52	€ 1.701,00	22%	€ 2.075,21
Tinteggiatura di superfici murarie interne, idropittura lavabile traspirante per interni (prime due mani)	Prezzario Regione Liguria	199,69	m2	€ 5,70	€ 1.138,23	22%	€ 1.388,64
Impalcature per interni, realizzate con cavalletti, trabattelli, strutture tubolari, misurate in proiezione orizzontale, piani di lavoro per altezza da 2,00 a 4,00 metri.	Prezzario Regione Liguria	4,99225	m2	€ 19,25	€ 96,08	22%	€ 117,22
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 442,55	22%	€ 539,91
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 1.032,61	22%	€ 1.259,78
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM2)</b>					<b>€ 16.227</b>	<b>22%</b>	<b>€ 19.797</b>
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>						<b>€ 7.918,61</b>
<b>Durata incentivi</b>							<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>							<b>€ 1.583,72</b>

### **EEM3: Sostituzione infissi con altri aventi U=1,66W/m2k**

Nella Nella Errore. **L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella realizzazione di una coibentazione delle strutture opache verticali attraverso la realizzazione di un cappotto esterno in polistirene EPS grigio (sp=12cm).

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:

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nella sostituzione degli infissi con altri aventi U=1,66W/m2k.

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:

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 450€/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 100.000 €. Tali incentivi sono erogabili solo nel caso in cui vengano installati, congiuntamente ai serramenti, sistemi di termoregolazione. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.3 sono riportati i risultati della quantificazione senza l'incentivo, esso sarà poi calcolato solamente nelle misure di efficienza congiunte degli scenari a medio/lungo termine, che prevedranno il 40% oppure il 55%.

 Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3: Sostituzione infissi con altri aventi U=1,66W/m<sup>2</sup>k

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Rimozione senza recupero di serramenti in legno o metallo compresa rimozione telaio a murare per misurazioni minima 2 mq	Prezziario Regione Liguria	146,35	m2	€ 27,37	€ 4.006,00	22%	€ 4.887,32
Finestra o portafinestra in PVC completa di vetrocamera, qualità media, con valore massimo di trasmittanza U=2,8 W/m <sup>2</sup> K, controtelaio escluso, misurazione minima per serramento m <sup>2</sup> 1,0 apertura ad una o due ante o a vasistas	Prezziario Regione Liguria	146,35	m2	€ 299,00	€ 43.758,65	22%	€ 53.385,55
solo posa in opera di finestra o portafinestra in alluminio, pvc, legno acciaio esclusa la fornitura e posa di controtelaio in acciaio	Prezziario Regione Liguria	146,35	m2	€ 44,12	€ 6.456,70	22%	€ 7.877,17
Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	48,39008163	m	€ 6,90	€ 333,89	22%	€ 407,35
Trasporto eseguito con autocarro, motocarro o simili, della portata fino a 1000 kg, di materiali di risulta da scavi e/o demolizioni, per ogni km del tratto entro i primi 5. Misurato in banco	Prezziario Regione Liguria	21,9525	m3	€ 10,70	€ 234,89	22%	€ 286,57
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 1.643,70	22%	€ 2.005,32
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 3.835,31	22%	€ 4.679,08
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM3)</b>					<b>€ 60.269</b>	<b>22%</b>	<b>€ 73.528</b>
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico ]</b>						
<b>Durata incentivi</b>							
<b>Incentivo annuo</b>							

### EEM4: Termoregolazione

Tale intervento, se considerato da solo, non consente l'ottenimento di nessun incentivo del Conto Termico. È però un'azione obbligatoria ed un costo ammissibile per accedere agli incentivi della sostituzione del generatore. Si rimanda la descrizione all'intervento corrispondente.

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4: Installazione impianto di termoregolazione

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 20 mm	Prezzario Regione Liguria	27	cad	€ 37,61	€ 1.015,45	22%	€ 1.238,84
Detentori in bronzo per tubi del diametro di: 20 mm a squadra	Prezzario Regione Liguria	27	cad	€ 9,20	€ 248,40	22%	€ 303,05
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	18	h	€ 28,98	€ 521,67	22%	€ 636,44
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 53,57	22%	€ 65,35
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 124,99	22%	€ 152,48
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM4)</b>					<b>€ 1.964</b>	<b>22%</b>	<b>€ 2.396</b>
Incentivi	[Conto termico ]						0
Durata incentivi							0
Incentivo annuo							0

### EEM5: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

Nella Nella Errore. **L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella realizzazione di una coibentazione delle strutture opache verticali attraverso la realizzazione di un cappotto esterno in polistirene EPS grigio (sp=12cm).

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:

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5, si ipotizza di sostituire i corpi illuminanti (lampade e plafoniere) di tutti gli elementi dell'edificio.

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:

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 35 €/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 70.000 €. Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%.

Tabella 9.5 – Analisi dei costi della EEM5: Installazione impianto di illuminazione LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)

				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Rimozione e smaltimento di corpo illuminante	Milano	48	cad	€ 5,21	€ 250,04	22%	€ 305,04
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 13 W - lunghezza 690 mm	Milano	1	cad	€ 89,96	€ 89,96	22%	€ 109,76
Lampade lineari a LED non dimmerabili 9 - 10W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	1	cad	€ 26,10	€ 26,10	22%	€ 31,84
Lampade lineari a LED non dimmerabili 15W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	0	cad	€ 35,17	€ -	22%	€ -
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 22 W - lunghezza 1300 mm	Milano	47	cad	€ 111,92	€ 5.260,15	22%	€ 6.417,39
Lampade lineari a LED non dimmerabili 19-20W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	47	cad	€ 39,12	€ 1.838,55	22%	€ 2.243,04
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 29 W - lunghezza 1600 mm	Milano	0	cad	€ 126,82	€ -	22%	€ -
Lampade lineari a LED non dimmerabili 34W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	0	cad	€ 65,45	€ -	22%	€ -
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 223,94	22%	€ 273,21
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 522,54	22%	€ 637,49
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEMS)</b>					<b>€ 8.211</b>	<b>22%</b>	<b>€ 10.018</b>
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>						<b>€ 4.007,11</b>
<b>Durata incentivi</b>							<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>							<b>€ 801,42</b>

### **EEM6: Efficientamento generatore di calore**

Nella Nella Errore. **L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella realizzazione di una coibentazione delle strutture opache verticali attraverso la realizzazione di un cappotto esterno in polistirene EPS grigio (sp=12cm).

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:

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 6, che consiste nella sostituzione del generatore di calore con un altro a condensazione di maggiore efficienza.

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:

La tabella 8 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 130 €/kWt e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 40.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache di tipologia 1.A la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.6 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%.

Tabella 9.6 – Analisi dei costi della EEM6: Sostituzione generatore di calore

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Rimozione generatore esistente - taglia caldaia esistente Pn > 70 e Pn <= 116	CCIAA RE	1	cad	€ 1.115,36	€ 1.115,36	22%	€ 1.360,74
Caldaie a condensazione a basamento, corpo in lega di alluminio-silicio-magnesio con scambiatore primario a basso contenuto d'acqua, classe 5 NOx, rendimento energetico a 4 stelle in base alle direttive europee, bruciatore modulante con testata metallica ad irraggiamento, compreso il pannello di comando montato sul mantello di rivestimento, della potenza termica nominale di: 113 Kw circa	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 7.245,00	€ 7.245,00	22%	€ 8.838,90
Sistema fumario prefabbricato a sezione circolare, con giunti maschio-femmina con profilo conico a elementi modulari a doppia parete acciaio inox (parete interna AISI316L e parete esterna AISI304), coibentazione 25mm in lana di roccia pressata, senza guarnizioni di tenuta Coppa di scarico condensa Ø 250 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 211,60	€ 211,60	22%	€ 258,15
Sola posa in opera di bruciatore per caldaie, compresi la lavorazione della piastra di collegamento alla caldaia, la sola posa della rampa gas e del dispositivo di controllo tenuta valvola, i collegamenti elettrici, i collegamenti alla tubazione del combustibile a metano o gasolio: per generatori di calore da 101 Kw a 350 Kw	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 357,07	€ 357,07	22%	€ 435,63
Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	8	cad	€ 19,21	€ 153,67	22%	€ 187,48
Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 25,87	€ 25,87	22%	€ 31,56
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 109,64	€ 109,64	22%	€ 133,76
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: interruttore orologio da inserire in quadro elettrico	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 27,01	€ 27,01	22%	€ 32,95
Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 133,40	€ 133,40	22%	€ 162,75
Sonde di temperatura e umidità: sola temperatura, per impianti civili e industriali per esterno	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 69,52	€ 69,52	22%	€ 84,81
Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	8	h	€ 31,28	€ 250,25	22%	€ 305,31
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	20	h	€ 28,98	€ 579,64	22%	€ 707,16
Trasporto a discarica o a centro di riciclaggio di materiali di risulta provenienti da scavi e/o demolizioni, misurato su autocarro in partenza, esclusi gli eventuali oneri di discarica o smaltimento, eseguito con piccolo mezzo di trasporto con capacità di carico fino a 3 t. per ogni chilometro del tratto oltre i primi 5 km e fino al decimo km.	Prezzario Regione Liguria	50	m³km	€ 4,29	€ 214,55	22%	€ 261,75
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 314,78	22%	€ 384,03
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 734,48	22%	€ 896,07
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM6)</b>					<b>€ 11.542</b>	<b>22%</b>	<b>€ 14.081</b>
Incentivi	[Conto termico]						€ 5.632,42
Durata incentivi							5

Incentivo annuo

€ 1.126,48

**EEM7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di un impianto fotovoltaico**

Nella Nella Errore. **L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella realizzazione di una coibentazione delle strutture opache verticali attraverso la realizzazione di un cappotto esterno in polistirene EPS grigio (sp=12cm).

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:

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 7, che consiste nell'installazione di un impianto fotovoltaico.

La realizzazione di tale intervento non consente l'ottenimento degli incentivi dal conto termico 2.0. Per questo il costo potrà essere ammortizzato solamente dal risparmio energetico ottenibile o per altre procedure finanziarie da definire in un secondo momento con la stazione appaltante.

Tabella 9.7 – Analisi dei costi della EEM7: Installazione impianto fotovoltaico

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Fornitura e posa di impianto fotovoltaico costituito da:							
1. Modulo fotovoltaico a struttura rigida in silicio monocristallino/policristallino (compreso: sostegno e struttura per qualsiasi tipo di tetto in materiale anticorrosivo inossidabile; cablaggi, condutture, connettori e scatole IP 65, diodi di bypass, involucro in classe II con struttura sandwich e telaio anodizzato).							
	Prezzario Regione Lombardia	3	kWp	€ 2.823,11	€ 8.469,33	22%	€ 10.332,58
2. Inverter bidirezionale, filtri e controllore di isolamento.							
3. Quadro di parallelo inverter.							
4. Oneri relativi a tutte le pratiche documentali e fiscali necessarie.							
5. Dichiarazioni di conformità, garanzie, manuale.							
Sono comprese nel prezzo le assistenze murarie							
Con potenza complessiva per singolo impianto: da 1 fino a 6 kWp							
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 254,08	22%	€ 309,98
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 592,85	22%	€ 723,28
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM7)</b>					<b>€ 9.316</b>	<b>22%</b>	<b>€ 11.366</b>
Incentivi	[Conto termico ]						0
Durata incentivi							0
Incentivo annuo							0

## 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: Coibentazione delle strutture opache - Coibentazione pareti verticali (EPS grigio sp=12cm)**

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

Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Coibentazione delle strutture opache - Coibentazione pareti verticali (EPS grigio sp=12cm)

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€	42.582
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	3.407
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	19,3	10,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	32,9	16,7
Valore attuale netto	VAN	-3.870	11.296
Tasso interno di rendimento	TIR	3,2%	7,0%
Indice di profitto	IP	-0,09	0,27

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

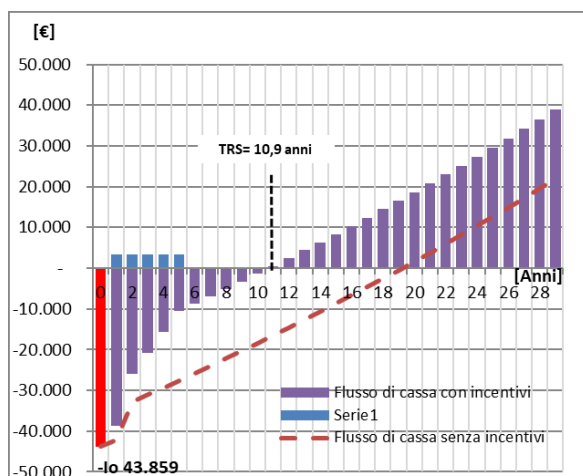
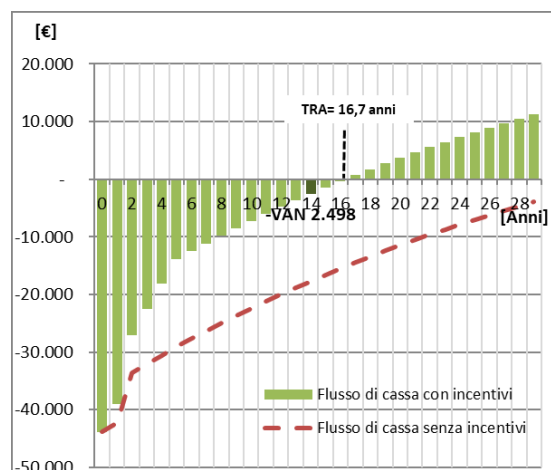


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di cappottatura delle facciate verticali esterne ha un TRS di 10,9 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi, pertanto tale intervento può essere preso in considerazione anche su scenari di medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile soltanto su un lungo periodo in quanto il TRS è di 19,3 anni.

### **EEM2: Coibentazione delle strutture opache - Coibentazione copertura**

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

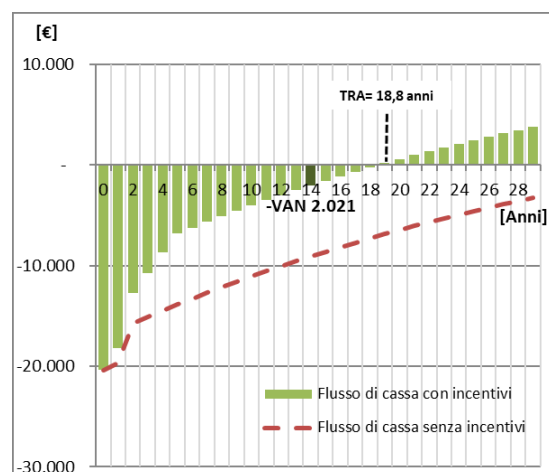
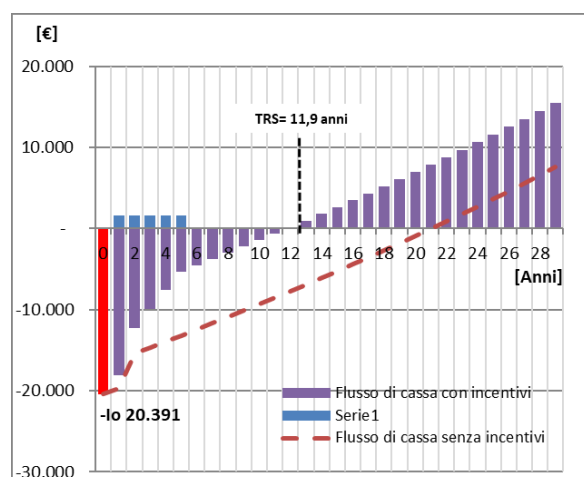
Tabella 9.9 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– Coibentazione delle strutture opache - Coibentazione copertura

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 19.797	
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 1.584	
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	21,1	11,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	35,8	18,8
Valore attuale netto	VAN	-3.280	3.771
Tasso interno di rendimento	TIR	2,4%	6,2%
Indice di profitto	IP	-0,17	0,19

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

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 di cappottatura delle facciate verticali esterne ha un TRS di 11,9 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi, pertanto tale intervento può essere preso in considerazione anche su scenari di medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile soltanto su un lungo periodo in quanto il TRS è di 21,1 anni.

### **EEM3: Sostituzione infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2k$**

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

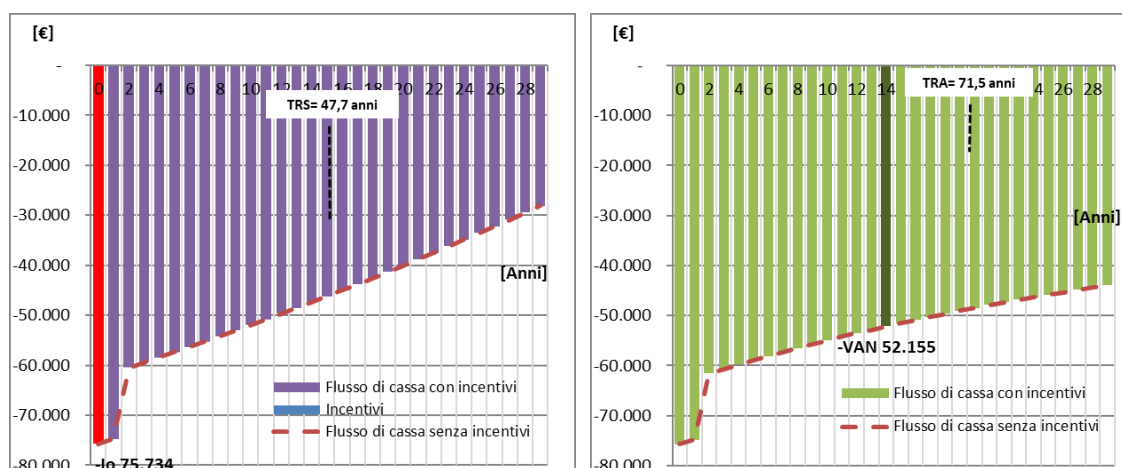
Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3– Sostituzione infissi con altri aventi  $U=1,66W/m^2k$

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€	73.528
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	-
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	47,7	47,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	71,5	71,5
Valore attuale netto	VAN	- 43.978	- 43.978
Tasso interno di rendimento	TIR	-3,4%	-3,4%
Indice di profitto	IP	-0,60	-0,60

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

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 di sostituzione degli infissi ha un TRS di 47,7 anni non considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi. Tale intervento non può essere preso in considerazione neanche su scenari di lungo periodo.

#### **EEM4: Termoregolazione**

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

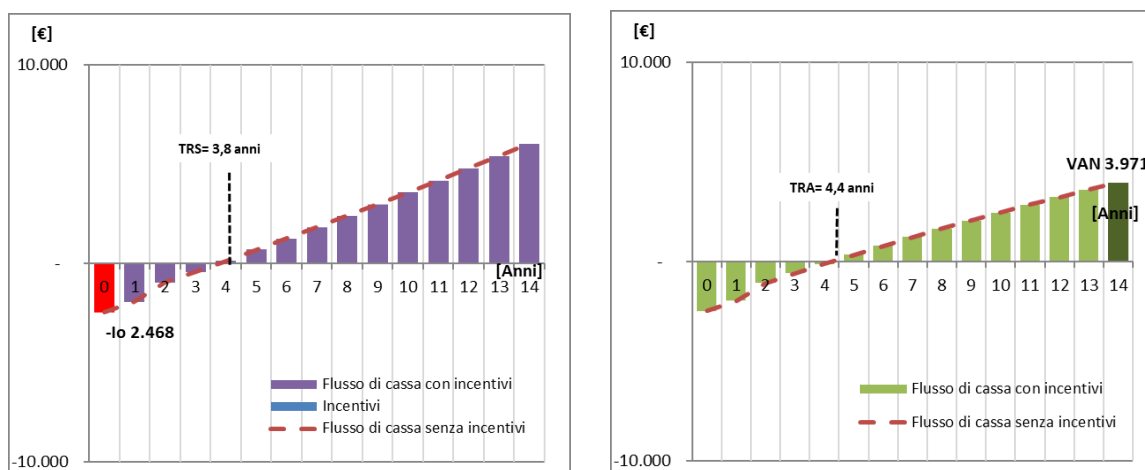
Tabella 9.11 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4– Termoregolazione

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	Io	€ 2.396	
Oneri Finanziari %Io	OF	[%] 3,0%	
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%	
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni 3	
Vita utile	n	anni 15	
Incentivo annuo	B	€/anno -	
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni 5	
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%	
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI	
Tempo di rientro semplice	TRS	3,8	3,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	4,4	4,4
Valore attuale netto	VAN	3.971	3.971
Tasso interno di rendimento	TIR	24,1%	24,1%
Indice di profitto	IP	1,66	1,66

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

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 della termoregolazione ha un TRS di 3.8 anni considerando che come singolo intervento non è previsto il contributo del Conto Termico, pertanto tale intervento può essere preso in considerazione solamente se aggregato con la sostituzione della caldaia, la sua voce di costo è ammissibile all'interno di quello totale del generatore.

#### **EEM5: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED**

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

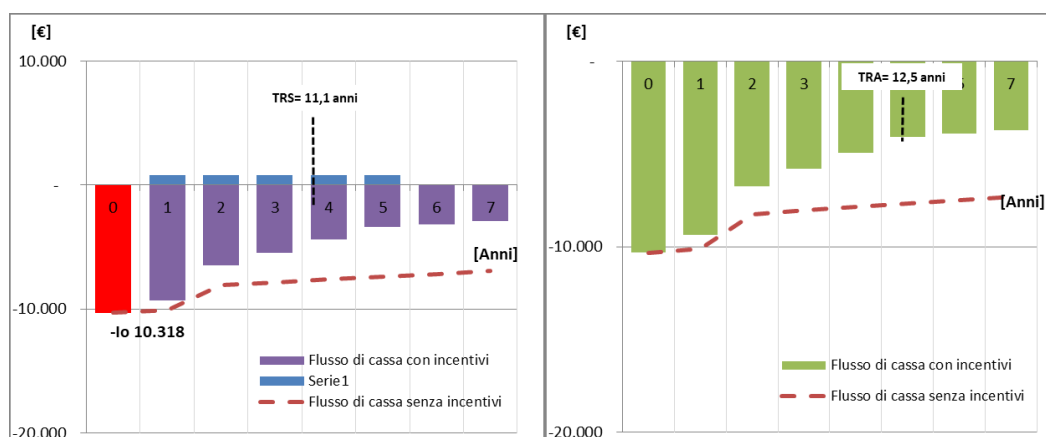
Tabella 9.12 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5– Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 10.018	
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	3,0%	
Aliquota IVA	%IVA	22,0%	
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	3	
Vita utile	n	8	
Incentivo annuo	B	€801/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	24,3	11,1
Tempo di rientro attualizzato	TRA	27,2	12,5
Valore attuale netto	VAN	- 7.285	- 3.718
Tasso interno di rendimento	TIR	-27,1%	-10,1%
Indice di profitto	IP	-0,73	-0,37

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

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 di sostituzione dei sistemi di illuminazione esistenti con nuovi a LED ha un TRS di 11,1 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi. Pertanto tale intervento può essere preso in considerazione su scenari di medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno risulta essere troppo alto anche prendendo in considerazione scenari su lungo periodo in quanto il TRS è di 24,3 anni. Tuttavia è necessario valutare il fatto che la vita utile di tali sistemi è di circa 8 anni e pertanto dovrebbe essere prevista una loro sostituzione su periodi superiori, in questo caso gli interventi potrebbero non essere più convenienti come è dimostrato dal valore del VAN negativo nel caso incentivato e non incentivato.

### **EEM6: Efficientamento generatore di calore**

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM 6 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.13 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM6– Generatore di calore

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€	14.081
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	1.126
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	4,4	3,2
Tempo di rientro attualizzato	TRA	4,9	3,5
Valore attuale netto	VAN	18.192	23.207
Tasso interno di rendimento	TIR	20,6%	27,2%
Indice di profitto	IP	1,29	1,65

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.11 e Figura 9.2.

Figura 9.11–EEM6: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

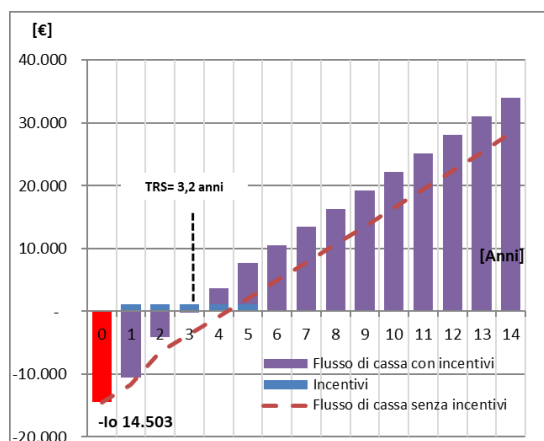
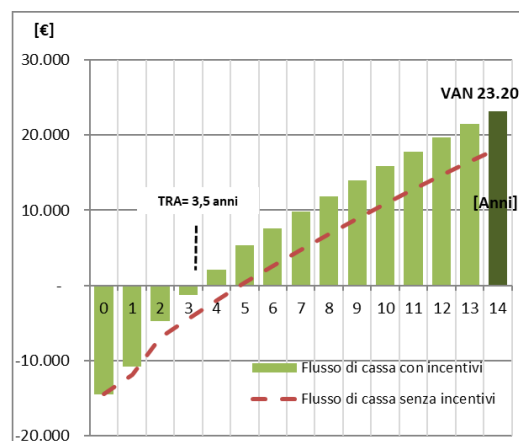


Figura 9.12– EEM6: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di sostituzione del generatore ha un TRS di 3,2 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi (che aumenta fino al 55% purché nella strategia di efficientamento siano state prese in considerazione misure di coibentazione sull'involucro opaco). Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile su un lungo periodo in quanto il TRS è di 4,4 anni. Pertanto tale intervento rientra su scenari di medio e lungo periodo. Si precisa che negli scenari l'intervento sarà costituito dell'unione di altri con tempi di ritorno maggiori la sua sostenibilità va comunque valutata nell'ambito dello scenario di riferimento.

### **EEM7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di un impianto fotovoltaico**

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM 7 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.14 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM7– Fotovoltaico

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€	11.366
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	20
Incentivo annuo	B	€/anno	-
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	3,7	3,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	4,2	4,2
Valore attuale netto	VAN	26.945	26.945
Tasso interno di rendimento	TIR	25,8%	25,8%
Indice di profitto	IP	2,37	2,37

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.13 e Figura 9.2.

Figura 9.13–EEM7: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

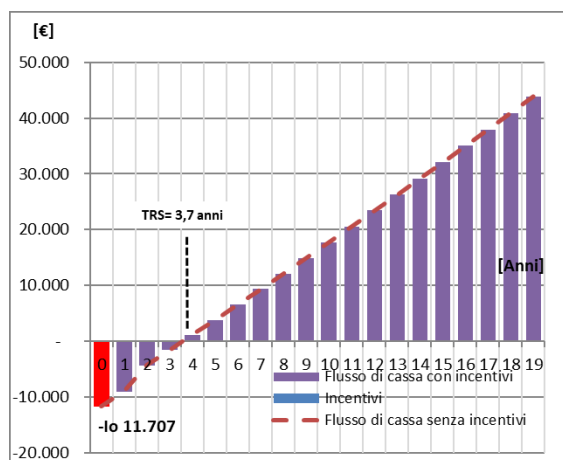
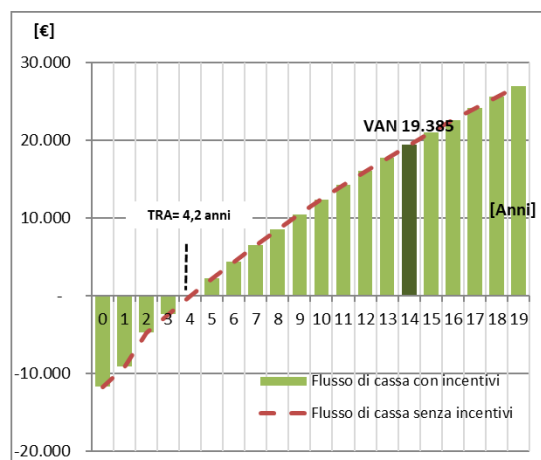


Figura 9.14– EEM7: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento installazione di un impianto fotovoltaico ha un TRS di 3,7 anni senza incentivi dal Conto Termico. Per questo non c'è alcuna differenza tra lo scenario senza e con incentivo. La valutazione economica risultante non consente di ottenere un risparmio energetico a fronte della spesa necessaria per l'intervento.

### Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.15 e Dall'analisi dei risultati emerge che senza incentivi la sostituzione generatore e la termoregolazione sono sostenibili sul medio/breve periodo, tutti gli altri interventi nell'ambito della categoria "to be clean" hanno tempi di ritorno semplice superiori ai 20 anni. Infine si distingue in "to be green" l'intervento d'installazione del fotovoltaico con un TRS sostenibile.

Tabella 9.16.

Tabella 9.15 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

	SENZA INCENTIVI										
	% $\Delta E$ [%]	% $\Delta CO_2$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	23	23,7	2.029	0	0	-42.582	19,28	32,90	3.869,61<0	0,03	0,09
EEM 2	9,7	9,9	852	0	0	-19.797	21,11	35,75	3.279,84<0	2,4	0,17
EEM 3	13,7	14	1.203	0	0	-73.528	47,68	71,55	43.978,21<0	-3,4	0,60
EEM 4	7,3	7,5	641	0	0	-2.396	3,80	4,37	3.970,54>0	24,1	1,66
EEM 5	3	2,9	271	0	0	-10.018	24,3	27,2	7.285<0	-27,1	-0,73
EEM 6	7,3	7,5	641,9	2.143	570	-14081	4,4	4,9	18.192>0	20,6	1,29
EEM 7	9,9	9,7	519	2.143	570	-11.366	3,7	4,2	26.945>0	25,8	2,37

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 CO<sub>2</sub> rispetto al baseline dell'emissioni complessivo (termico + elettrico);
- $\Delta_{CE}$  è il risparmio economico annuo attribuibile alla riduzione dei consumi energetici (termico + elettrico); assume valori positivi;
- $\Delta_{CMO}$  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;
- $\Delta_{CMS}$  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 senza incentivi la sostituzione generatore e la termoregolazione sono sostenibili sul medio/breve periodo, tutti gli altri interventi nell'ambito della categoria "to be clean" hanno tempi di ritorno semplice superiori ai 20 anni. Infine si distingue in "to be green" l'intervento d'installazione del fotovoltaico con un TRS sostenibile.

Tabella 9.16 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

CON INCENTIVI											
	$\% \Delta_E$ [%]	$\% \Delta_{CO_2}$ [%]	$\Delta_{CE}$ [€/anno]	$\Delta_{CMO}$ [€/anno]	$\Delta_{CMS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	23	23,7	2.029	0	0	-42.582	10,9	16,7	11.296 ≥0	7	0,27
EEM 2	9,7	9,9	852	0	0	-19.797	11,9	18,8	3.771 ≥0	6,2	0,19
EEM 3	13,7	14	1.203	0	0	-73.528	47,7	71,5	-43.978 <0	-3,4	-0,60
EEM 4	7,3	7,5	641	0	0	-2.396	3,80	4,37	3.970,54 >0	24,1	1,66
EEM 5	3	2,9	271	0	0	-10.018	11,1	12,5	3718 <0	-10,1	-0,37
EEM 6	7,3	7,5	641,9	2.143	570	-14081	3,2	3,5	23.207 >0	27,2	1,65
EEM 7	9,9	9,7	519	2.143	570	-11.366	3,7	4,2	26.945 >0	25,8	2,37

Dall'analisi dei risultati emerge che grazie agli incentivi previsti dal Conto Termico del D.M. del 16 febbraio 2016 tutti gli interventi simulati a parte quello riguardante la coibentazione delle coperture raggiungono dei tempi di ritorno semplici inferiori ai 15 anni. In queste condizioni sono pertanto ipotizzabili aggregazioni di interventi sostenibili economicamente sia se venissero finanziati direttamente dal Comune di Genova sia attraverso il coinvolgimento di ESCO con FTT. Si segnala inoltre che interventi aggregati sull'intero sistema edificio impianti consentono di aumentare la percentuale di contribuzione relativa al meccanismo incentivante del Conto Termico, migliorando ulteriormente la sostenibilità economica.

### 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 ≤ 25 anni.

Il primo scenario ottimale, con tempi di ritorno del capitale investito maggiore, permetterà la formulazione di soluzioni 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: Scenario ottimale TRS≤15 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di interventi di efficientamento dell'involucro termico e del sistema impiantistico
- **Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di interventi di efficientamento dell'involucro termico e del sistema impiantistico

### 9.3.1 Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni

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

EEM 1: Cappotto in EPS grigio sp=12cm

EEM 2: Coibentazione copertura

EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore

Tabella 9.17 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]

## E13 – SCUOLA COMUNALE INFANZIA. "GNECCO MASSA"

EEM1 Fornitura & Posa	31730,3	6980,7	38711
EEM2 Fornitura & Posa	14751,5	3245,3	17996,8
EEM4 Fornitura & Posa	1785,5	392,8	2178,3
EEM6 Fornitura & Posa	10492,6	2308	12801
Costi per la sicurezza	1763	388	2151
Costi per la progettazione	4113	905	5018
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>64636</b>	<b>14219</b>	<b>78856</b>
<b>VOCE MANUTENZIONE</b>	<b>C<sub>MO</sub></b> <b>(IVA INCLUSA)</b>	<b>C<sub>MS</sub></b> <b>(IVA INCLUSA)</b>	<b>C<sub>M</sub></b> <b>(IVA INCLUSA)</b>
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	0	0	0
EEM2 O&M	0	0	0
EEM4 O&M	0	0	0
EEM6 O&M	2.143	570	2.712
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>2.143</b>	<b>570</b>	<b>2.712</b>
<b>VOCE INCENTIVO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>TOTALE</b> <b>(IVA INCLUSA)</b>	
		[€]	
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>	<b>42053</b>	
<b>Durata incentivi</b>		<b>5</b>	
<b>Incentivo annuo</b>		<b>8411</b>	

Nota (17): Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 55%.

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

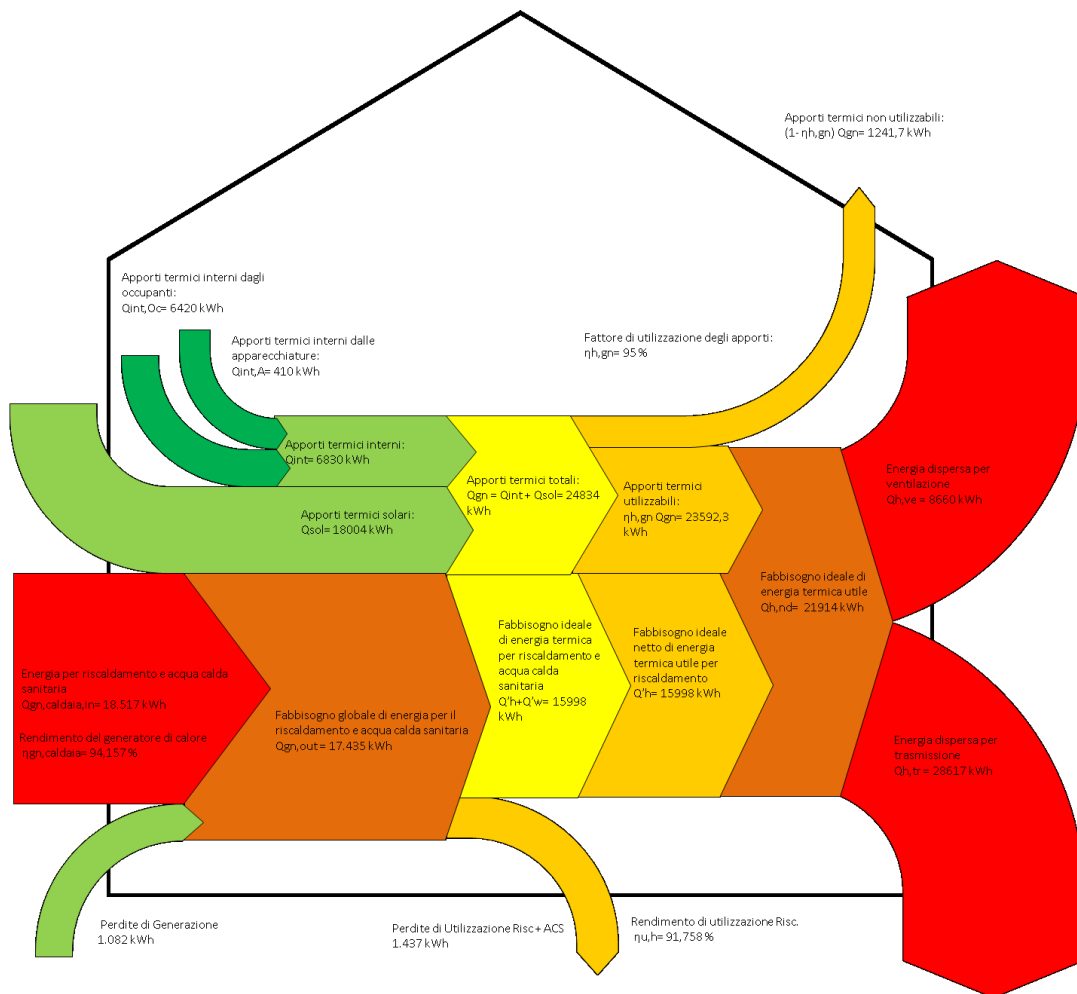
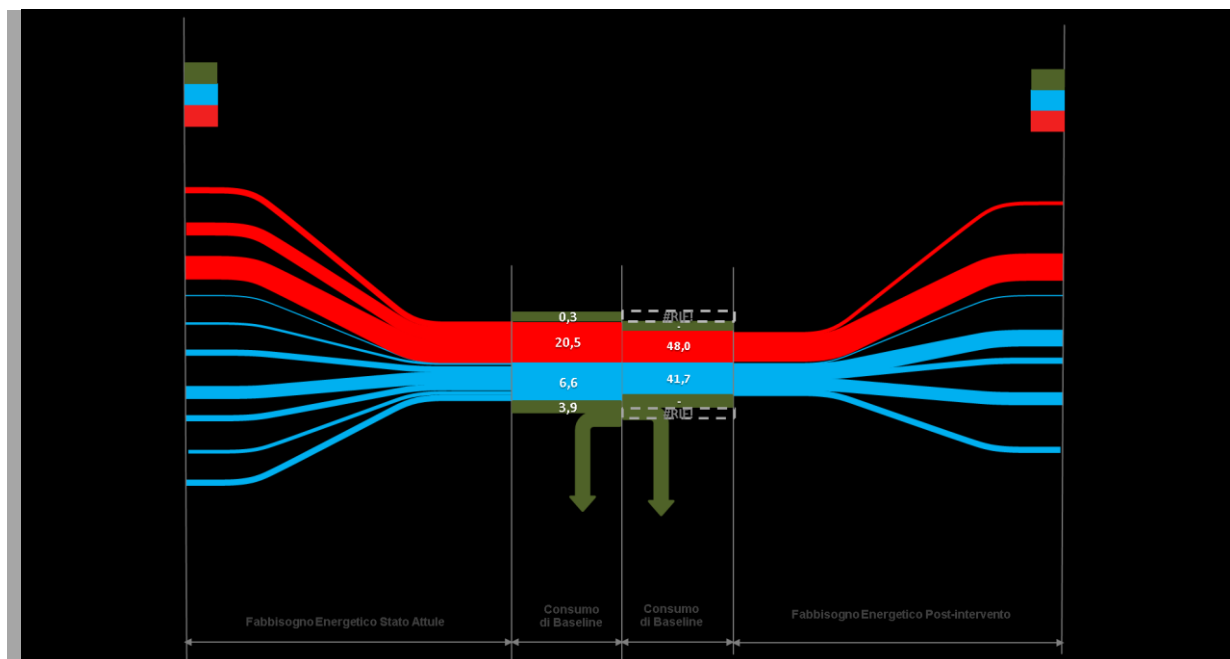


Figura 9.16 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.18 e nella Figura 9.17

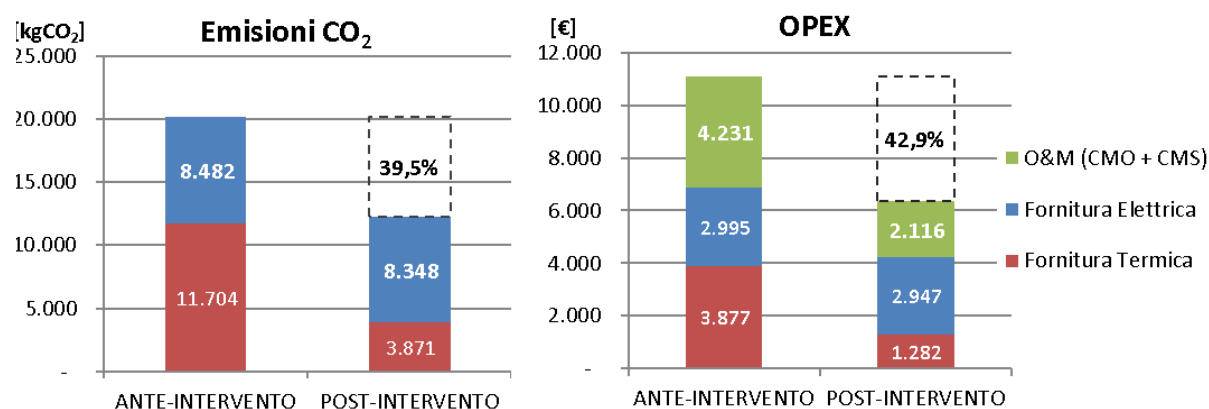
Tabella 9.18 – Risultati analisi SCN1 – Scenario ottimale TRS $\leq$ 15 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Trasmittanza termica]	[W/m <sup>2</sup> K]	1,43	0,22	<b>84,6%</b>
EM2 [Trasmittanza termica]	[W/m <sup>2</sup> K]	1,47	0,23	<b>84,4%</b>
EM4 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	<b>-3,1%</b>
EM6 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	82,50%	94,20%	<b>-14,2%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	55.903	18.488	<b>66,9%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	18.930	18.631	<b>1,6%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	57.939	19.162	<b>66,9%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	18.162	17.875	<b>1,6%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.704	3.871	<b>66,9%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.482	8.348	<b>1,6%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>20.185</b>	<b>12.219</b>	<b>39,5%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	3.877	1.282	<b>66,9%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	2.995	2.947	<b>1,6%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>6.872</b>	<b>4.230</b>	<b>38,5%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	3.343	1.671	<b>50,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	889	444	<b>50,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>4.231</b>	<b>2.116</b>	<b>50,0%</b>
OPEX	[€]	<b>11.103</b>	<b>6.345</b>	<b>42,9%</b>
Classe energetica	[-]	F	C	+3 classi

Nota (18) 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 quello elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,067 [€/kWh] per il vettore termico e 0,165 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 9.17 - 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 scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.19, Tabella 9.20 e Tabella 9.21 e nelle successive figure.

Tabella 9.19 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1– Scenario ottimale TRS≤15 anni

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n <sub>i</sub>	1

## E13 – SCUOLA COMUNALE INFANZIA. "GNECCO MASSA"

Anni Gestione Servizio	$n_s$	14
Anni Concessione	$n$	15
Anno inizio Concessione	$n_0$	2020
Anni dell'ammortamento	$n_A$	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CdP}$	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	$f$	0,50%
deriva dell'inflazione	$f'$	0,70%
%, interessi debito	$k_D$	3,82%
%, interessi equity	$k_E$	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	$\tau$	27,90%
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	10
Anni Equity	$n_E$	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_0$	€ 78.856
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 2.366
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 81.222
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	$I_D$	€ 64.977
Equity	$I_E$	€ 16.244
Fattore di annualità Debito	$FA_D$	8,30
Rata annua debito	$q_D$	€ 7.827
Costo finanziamento, (D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 78.269
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 13.292

Tabella 9.20 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN1

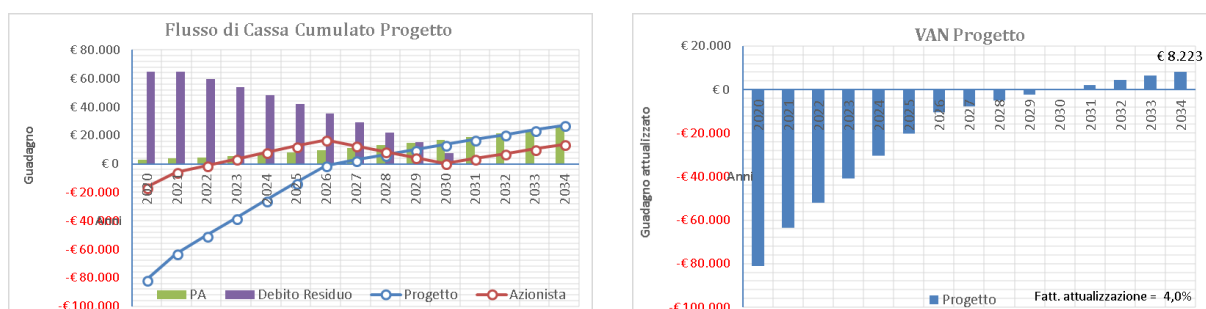
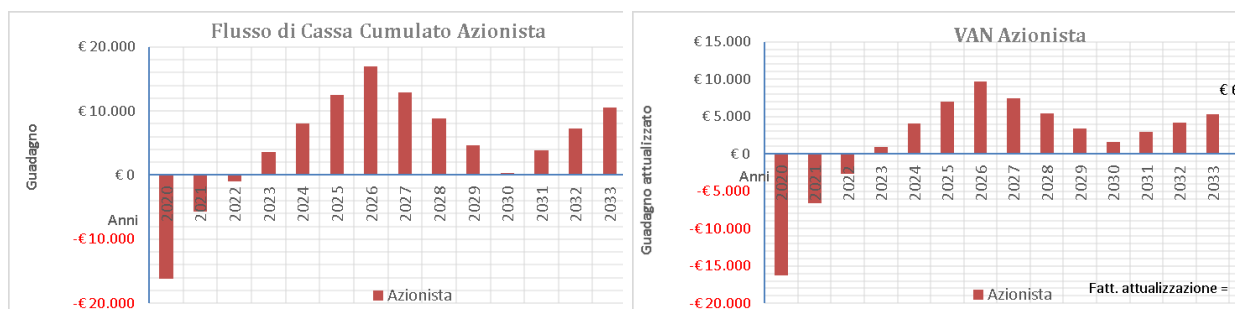
PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€ 6.872
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€ 4.231
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 11.103
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	% $\Delta C_E$	38,5%
Riduzione% costi O&M	% $\Delta C_M$	50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	% $C_{Baseline}$	5,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 4.278
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 555
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 26.323
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 5.697
N° di Canoni annuali	anni	14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	17,09%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	€ 991
Costi FTT €/anno IVA escl.	$C_{FTT}$	€ 949
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	$C_{CAPEX}$	€ 1.782
Canone O&M €/anno	$C_{nM}$	€ 2.197

**E13 – SCUOLA COMUNALE INFANZIA. "GNECCO MASSA"**

Canone Energia €/anno	CnE	€	4.628
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€	6.825
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€	3.723
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€	10.548
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R <sub>IVA</sub>	€	14.220
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R <sub>B</sub>	€	42.053
Durata Incentivi, anni	n <sub>B</sub>		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

**Tabella 9.21 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1**

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	7,27
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	11,04
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 8.223
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	6,23%
Indice di Profitto	IP	10,43%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	3,23
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	3,75
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 6.275
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	26,21%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,144
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,010
Indice di Profitto Azionista	IP	7,96%

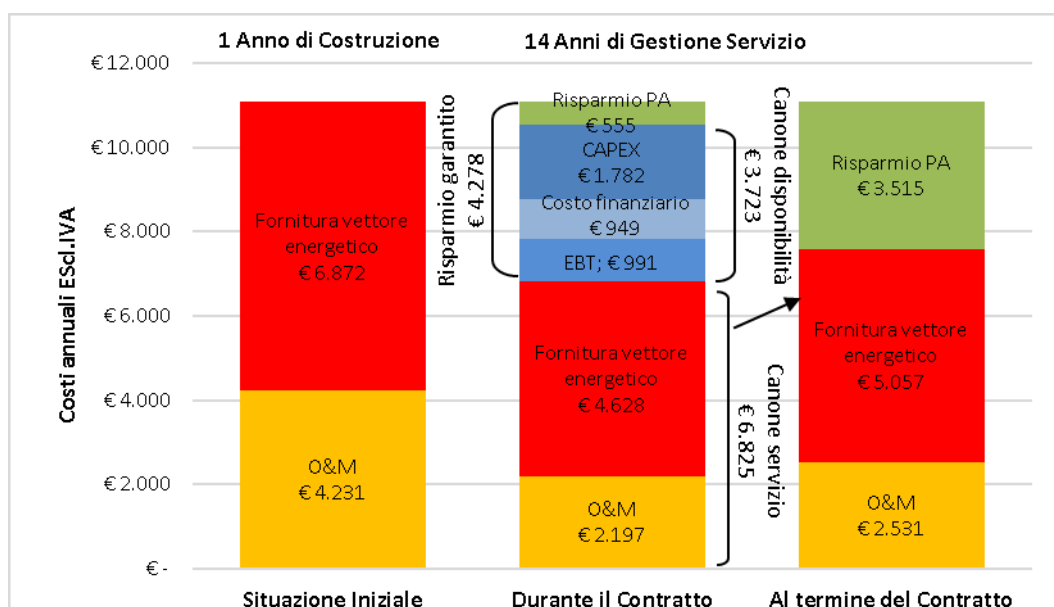
**Figura 9.18 –SCN1: Flussi di cassa del progetto**

**Figura 9.19 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista**




Dall'analisi effettuata è emerso che nel suo complesso lo scenario risulta conveniente come dimostrato dal valore degli indicatori economici raggiunti.

Infine si è provveduto all'identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.20.

Figura 9.20 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



### 9.3.2 Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni

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

EEM 1: Cappotto in EPS grigio sp=12cm

EEM 2: Coibentazione copertura

EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 5: Efficientamento sistema di illuminazione mediante trasformazione a LED

EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore

EEM 6: Installazione impianto fotovoltaico

Tabella 9.22 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE	IVA AI 22%	TOTALE
	(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	31730,3	6980,7	38711
EEM2 Fornitura & Posa	14751,5	3245,3	17996,8
EEM4 Fornitura & Posa	1785,5	392,8	2178,3
EEM5 Fornitura & Posa	7465	1642	9107
EEM6 Fornitura & Posa	10492,6	2308	12801
EEM7 Fornitura & Posa	8469	1863	10333
Costi per la sicurezza	2241	493	2734
Costi per la progettazione	5229	1150	6379

TOTALE (I <sub>0</sub> )	82163	18075	100240
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	0	0	0
EEM2 O&M	0	0	0
EEM4 O&M	0	0	0
EEM5 O&M	0	0	0
EEM6 O&M	2.143	570	2.712
EEM7 O&M	0	0	0
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>2.143</b>	<b>570</b>	<b>2.712</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>	<b>46060</b>	
<b>Durata incentivi</b>		<b>5</b>	
<b>Incentivo annuo</b>		<b>9212</b>	

Nota (19): Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 55%.

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 9.21 – SCN2: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento

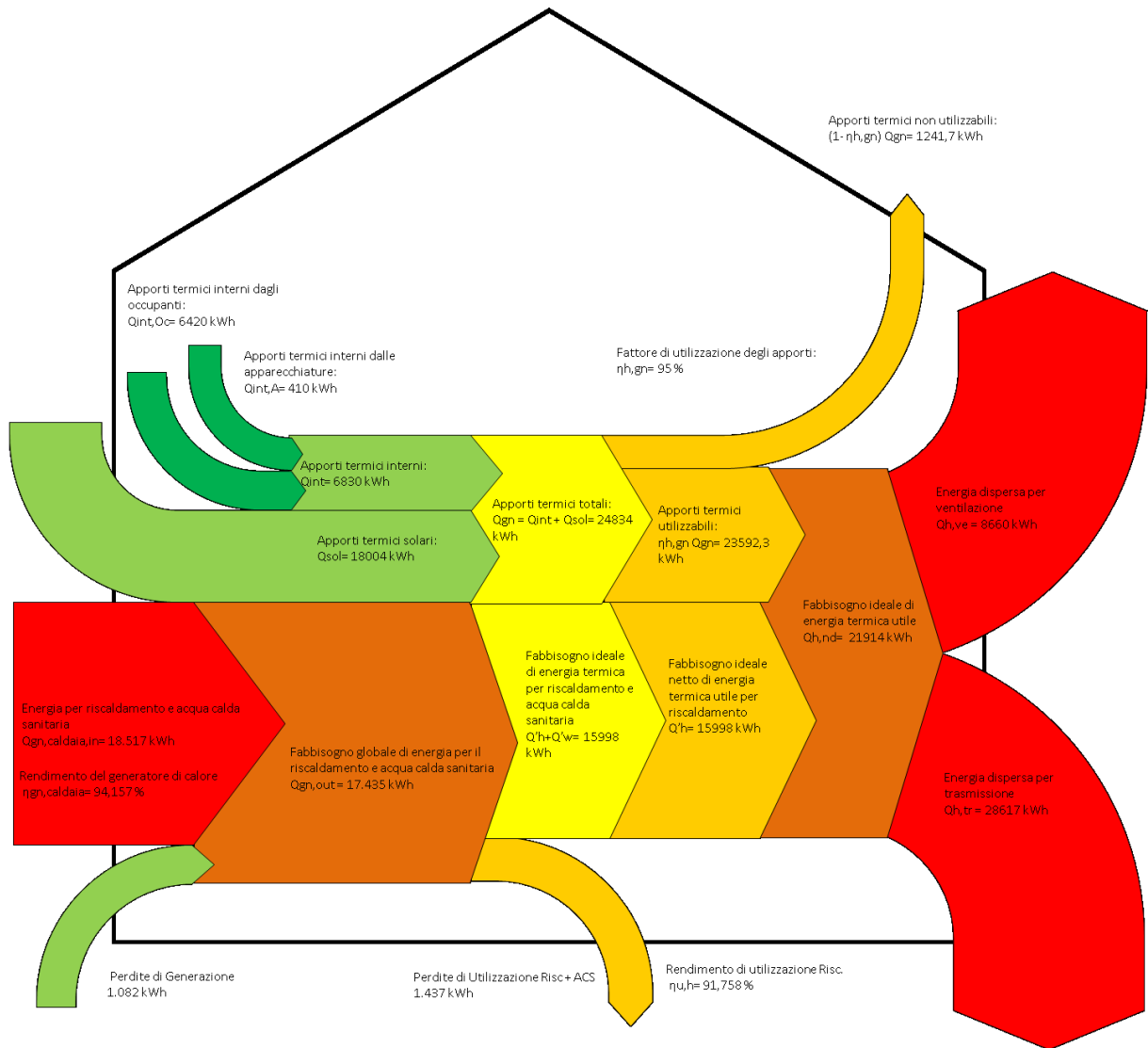
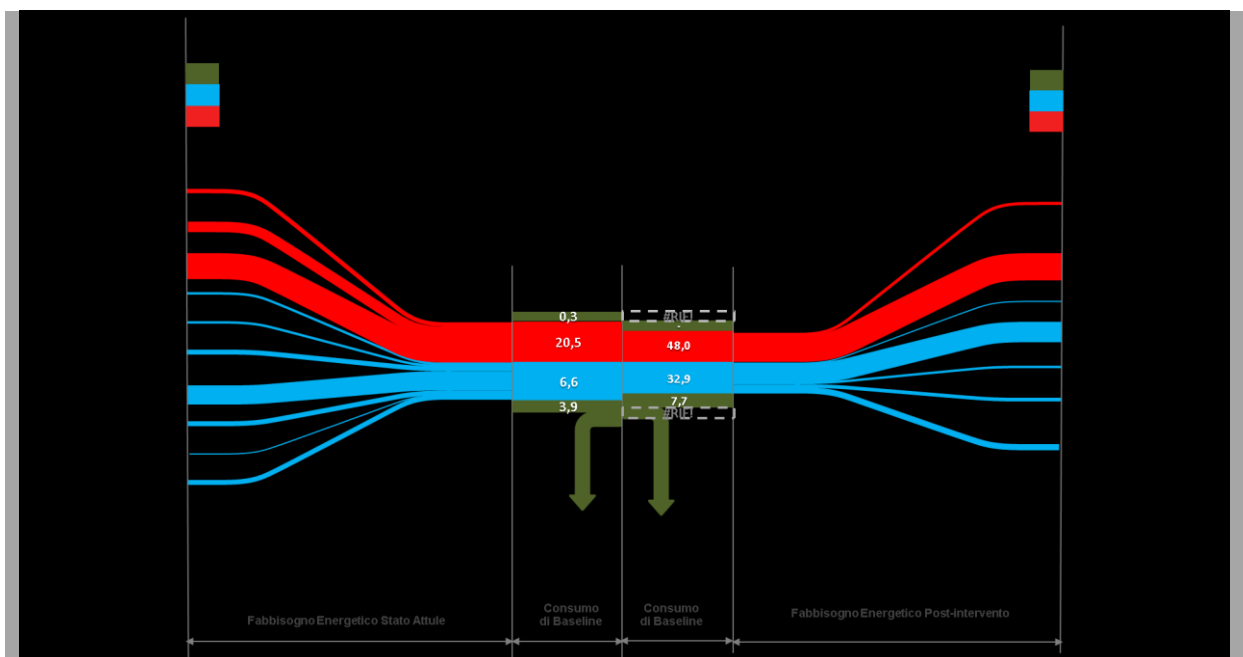


Figura 9.22 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9.18 e nella Figura 9.17

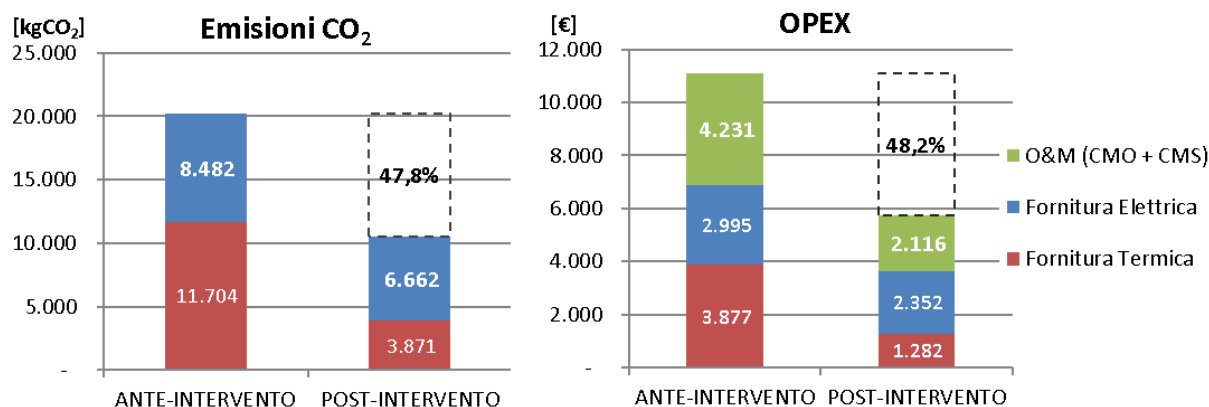
Tabella 9.23 – Risultati analisi SCN2 – Scenario ottimale TRS<sub>≤25</sub> anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Trasmittanza termica]	[W/m <sup>2</sup> K]	1,43	0,22	<b>84,6%</b>
EM2 [Trasmittanza termica]	[W/m <sup>2</sup> K]	1,47	0,23	<b>84,4%</b>
EM4 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	<b>-3,1%</b>
EM5	[-]	[-]	[-]	[-]
EM6 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	82,50%	94,20%	<b>-14,2%</b>
EM7	[-]	[-]	[-]	[-]
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	55.903	18.488	<b>66,9%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	18.930	14.869	<b>21,5%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	57.939	19.162	<b>66,9%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	18.162	14.266	<b>21,5%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.704	3.871	<b>66,9%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.482	6.662	<b>21,5%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>20.185</b>	<b>10.533</b>	<b>47,8%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	3.877	1.282	<b>66,9%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	2.995	2.352	<b>21,5%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>6.872</b>	<b>3.634</b>	<b>47,1%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	3.343	1.671	<b>50,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	889	444	<b>50,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>4.231</b>	<b>2.116</b>	<b>50,0%</b>
OPEX	[€]	<b>11.103</b>	<b>5.750</b>	<b>48,2%</b>
Classe energetica	[-]	F	C	+3 classi

Nota (20) 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 gas naturale e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico- elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,067 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,165 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 9.23 – 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 Finanziario scenari.

I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.19, Tabella 9.20 e Tabella 9.21 e nelle successive figure.

Tabella 9.24 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN2– Scenario ottimale TRS≤25 anni

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	$n_i$	1
Anni Gestione Servizio	$n_s$	24
Anni Concessione	$n$	25
Anno inizio Concessione	$n_0$	2020
Anni dell'ammortamento	$n_A$	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CdP}$	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	$f$	0,50%
deriva dell'inflazione	$f'$	0,70%
%, interessi debito	$k_D$	3,82%
%, interessi equity	$k_E$	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	$\tau$	27,90%
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	10
Anni Equity	$n_E$	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_0$	€ 100.239
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 3.007
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 103.246
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	$I_D$	€ 82.597
Equity	$I_E$	€ 20.649
Fattore di annualità Debito	FA <sub>D</sub>	8,30
Rata annua debito	$q_D$	€ 9.949
Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 99.493
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 16.896

Tabella 9.25 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN2

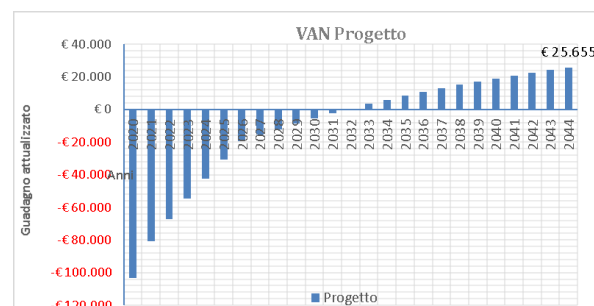
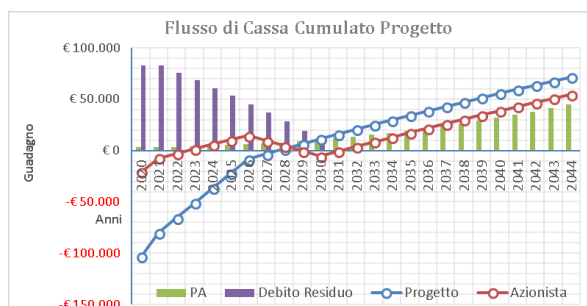
PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€ 6.872
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€ 4.231
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{baseline}$	€ 11.103
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	% $\Delta C_E$	47,1%
Riduzione% costi O&M	% $\Delta C_M$	50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	% $C_{baseline}$	0,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 4.614
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ -
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 44.570
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 7.218

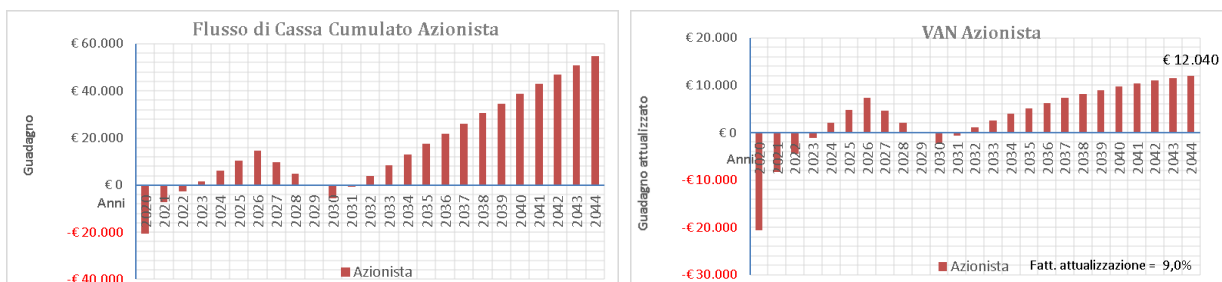
**E13 – SCUOLA COMUNALE INFANZIA. "GNECCO MASSA"**

N° di Canoni annuali	<b>anni</b>	<b>24</b>
Utile lordo della ESCO	<b>%CAPEX</b>	<b>53,01%</b>
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	<b>C<sub>ESCO</sub></b>	<b>€ 2.280</b>
Costi FTT €/anno IVA escl.	<b>C<sub>FTT</sub></b>	<b>€ 704</b>
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	<b>C<sub>CAPEX</sub></b>	<b>€ 1.630</b>
Canone O&M €/anno	<b>C<sub>nM</sub></b>	<b>€ 2.253</b>
Canone Energia €/anno	<b>C<sub>nE</sub></b>	<b>€ 4.236</b>
Canone Servizi €/anno IVA escl.	<b>C<sub>nS</sub></b>	<b>€ 6.489</b>
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	<b>C<sub>nD</sub></b>	<b>€ 4.614</b>
Canone Totale €/anno IVA escl.	<b>C<sub>n</sub></b>	<b>€ 11.103</b>
Aliquota IVA %	<b>IVA</b>	<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	<b>R<sub>IVA</sub></b>	<b>€ 18.076</b>
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	<b>R<sub>B</sub></b>	<b>€ 46.060</b>
Durata Incentivi, anni	<b>n<sub>B</sub></b>	<b>5</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno		<b>2022</b>

**Tabella 9.26 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN2**

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>	<b>8,65</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	<b>12,79</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	<b>€ 25.655</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	<b>TIR &gt; WACC</b>	<b>7,70%</b>
Indice di Profitto	<b>IP</b>	<b>25,59%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>	<b>3,56</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	<b>9,70</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	<b>€ 12.040</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b>TIR &gt; k<sub>e</sub></b>	<b>20,95%</b>
Debit Service Cover Ratio	<b>DSCR &lt; 1,3</b>	<b>1,102</b>
Loan Life Cover Ratio	<b>LLCR &gt; 1</b>	<b>1,633</b>
Indice di Profitto Azionista	<b>IP</b>	<b>12,01%</b>

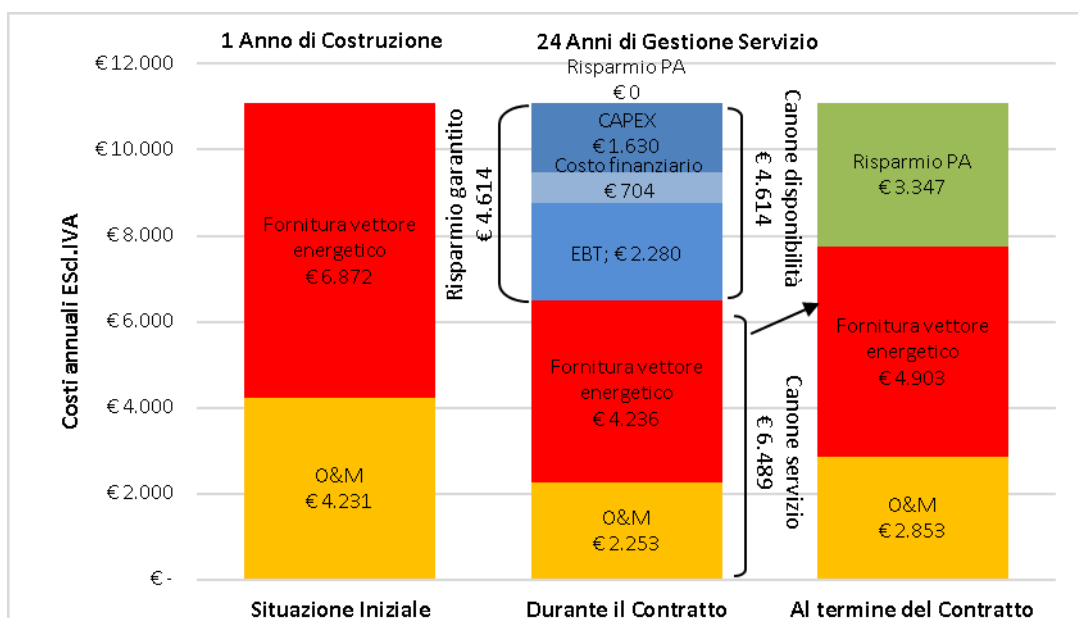
**Figura 9.24 –SCN2: Flussi di cassa del progetto**

**Figura 9.25 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista**



Dall'analisi effettuata è emerso che nel suo complesso lo scenario risulta conveniente come dimostrato dal valore degli indicatori economici raggiunti.

Infine si è provveduto all'identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.20.

Figura 9.26 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



## 10 CONCLUSIONI

Dai risultati della diagnosi energetica emerge che l'edificio che ospita la Scuola Comunale dell'Infanzia "Gnecco Massa" presenta ampie possibilità di efficientamento. Tale obiettivo potrebbe essere raggiunto attraverso la realizzazione di misure di efficientamento energetico con tempi di ritorno semplici piuttosto contenuti considerando la possibilità di accedere agli incentivi previsti per le PA dal "Conto Termico". Sono stati inoltre simulati alcuni scenari su medio lungo periodo prevedendo interventi aggregati i cui costi/benefici potrebbero essere appetibili per un intervento che vede il coinvolgimento di investitori privati ed ESCo.

Nei paragrafi seguenti sono riportate le conclusioni del processo di audit attraverso:

riassunto degli indici di performance energetica

- lista delle raccomandazioni ed opportunità di risparmio energetico con la stima della loro fattibilità tecnico – economica;
- programma di attuazione delle raccomandazioni proposte;
- potenziali interazioni fra le raccomandazioni proposte;
- proposta di un piano di misure e verifiche per accertare i risparmi energetici conseguiti dopo l'implementazione delle raccomandazioni.

### 10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

Si riportano di seguito gli indici di prestazione energetica conseguenti all'attuazione degli scenari ottimali SCN1 e SCN2.

Tabella 10.1 – Indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all'utenza)

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA	U.M.	ANTE INTERVENTO		SCN1		SCN2		
		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	
Globale non rinnovabile	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	204.01	220.18	111	126,84	113	136,98
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	141.22	142.25	48,21	48,91	48.02	48.79
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	50.05	62.11	50,05	62,11	41.74	56.07
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	12.74	15.82	12,74	15,82	23.24	32.12
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	[-]	[-]	-	-	-	-
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	39.9	43	20	24	21	25

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

Sulla base delle analisi tecnico ed economiche effettuate sulle singole misure di efficienza energetica è stato possibile definire un elenco di interventi prioritari oltre che due possibili scenari aggregati. L'elenco delle priorità è stato definito sulla base del valore di TRS raggiunto. Le EEM con un valore minore saranno le prime che si suggerisce di realizzare mentre quelle con TRS più alto dovranno essere realizzate in seguito.



Inoltre le opportunità di intervento sono state definite sulla base delle fattibilità tecniche ed economiche, privilegiando gli interventi "to be lean" rispetto a quelli "to be clean" e "to be green" suddivise sulla base di quanto indicato

Gli interventi "to be lean" simulati sono stati:

EEM 1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm

EEM 2: Coibentazione dall'interno della copertura inclinata in latero-cemento con lana di roccia (sp=12cm) e cartongesso (sp=2cm).

EEM 3: Sostituzione infissi con altri aventi  $U=1,66W/m^2k$

EEM 4: Installazione sistemi di termoregolazione

EEM 5: Installazione di sistemi di illuminazione a LED

Gli interventi "to be clean" simulati sono stati:

EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore

Gli interventi "to be green" sono stati:

EEM 7 Installazione impianto fotovoltaico

Successivamente sono stati individuati due scenari di interventi aggregati su cui sono state calcolati gli indicatori economici a 15 e a 25 anni:

Interventi previsti nello scenario a 15 anni:

EEM 1: Cappotto in EPS grigio sp=12cm

EEM 2: Coibentazione copertura

EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore

Interventi previsti nello scenario a 25 anni:

EEM 1: Cappotto in EPS grigio sp=12cm

EEM 2: Coibentazione copertura

EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 5: Efficientamento sistema di illuminazione mediante trasformazione a LED

EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore

EEM 6: Installazione impianto fotovoltaico

Tabella 10.2 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica To be Lean, caso con incentivi

CON INCENTIVI														
		% $\Delta E$	% $\Delta_{CO_2}$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{M_s}$	$I_0$	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	priorità	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	2	23	23,7	2.029	0	0	-42.582	10,9	16,7	11.296 $\geq 0$	7	0,27	n/a	n/a
EEM 2	4	9,7	9,9	852	0	0	-19.797	11,9	18,8	3.771 $\geq 0$	6,2	0,19	n/a	n/a
EEM 3	5	13,7	14	1.203	0	0	-73.528	47,7	71,5	- 43.978 $< 0$	-3,4	- 0,60	n/a	n/a
EEM 4	1	7,3	7,5	641	0	0	-2.396	3,80	4,37	3.970,54 $> 0$	24,1	1,66	n/a	n/a
EEM 5	3	3	2,9	271	0	0	-10.018	11,1	12,5	3718 $< 0$	- 10,1	- 0,37	n/a	n/a

Tabella 10.3 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica To be clean, caso con incentivi

	CON INCENTIVI												
	% $\Delta_E$	% $\Delta_{CO_2}$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 6	7,3	7,5	641,9	2.143	570	- 14081	3,2	3,5	23.20 7>0	27,2	1,65	n/a	n/a

Tabella 10.4 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica To be green, caso con incentivi

	CON INCENTIVI												
	% $\Delta_E$	% $\Delta_{CO_2}$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 7	9.9	9.7	519	2.143	570	- 11.36 6	3,7	4,2	26.94 5>0	25,8	2,37	n/a	n/a

Tabella 10.5 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica scenari di intervento a 15 e 25 anni, caso con incentivi

	CON INCENTIVI												
	% $\Delta_E$	% $\Delta_{CO_2}$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
SCN1 15 anni	38,5	39,5	2.642 *	1671*	889*	-78855	3,23	3,75	6275>0	23,21	7,96	1.1	1.01
SCN 25 anni	47,1	47,8	3.238 *	1671*	889*	- 100239	3,56	9.7	12040>0	20,95	12	1,1	1,6

\*secondo il documento di F.A.Q. quesito 35 nelle analisi economiche e finanziarie degli scenari i risparmi economici sono considerati al netto dell'IVA

### 10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

In conclusione è possibile ipotizzare che gli interventi simulati negli scenari aggregati possano essere realizzati sia attraverso investimenti propri del comune di Genova sia attraverso l'attivazione di un Energy Performance Contracting di durata pluriennale, con una ESCo, in cui è previsto il raggiungimento della prestazione di efficientamento energetico simulata e riportata nel presente Rapporto di Diagnosi e di anno in anno verificata e monitorata.

Il risparmio garantito negli EPC è pertanto un valore contrattuale e la ESCo dovrà garantire annualmente il raggiungimento di tale performance calcolata in unità fisiche (es. MWh, lt, mc, ecc.). Se il risparmio ottenuto sarà minore rispetto a quello previsto da contratto il valore economico dell'extra consumo dovrà essere rimborsato dalla ESCo alla pubblica amministrazione secondo procedure stabilite dal contratto stesso. Se il risparmio è più alto rispetto al previsto il valore economico dell'extra-risparmio sarà diviso tra la ESCo e la P.A. proprietaria dell'edificio in accordo con la metodologia definita dal contratto (es. 70%-30%)

L'attendibilità del valore del risparmio energetico raggiunto dipende dalla qualità delle misure e delle verifiche (M&V) effettuate. Per rendere il processo il più trasparente possibile è necessario allegare al contratto EPC un Piano di Verifica e Monitoraggio della Prestazione e prevedere una VERIFICA DI PARTE TERZA.

All'interno dei Contratti EPC dovrà pertanto essere allegato un **Piani di Verifica e Monitoraggio della Prestazione** redatto in ottemperanza di quanto previsto dalla metodologia indicata dall'International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP)

All'interno dei PMVP dovranno essere definite le modalità di misura e verifica delle prestazioni prevedendo la possibilità di verifiche delle frequenze di utilizzo, aggiustamenti e normalizzazione sulla base degli effettivi volumi riscaldati e delle condizioni climatiche.

Si suggerisce inoltre di prevedere la creazione di una commissione paritetica costituita da tre esperti, uno in rappresentanza del Comune di Genova uno della Esco ed uno esterno, i cui ruoli potrebbero essere definiti all'interno del PMVP, a titolo di esempio vengono riportati i possibili ruoli e funzioni all'interno della commissione:

- Raccolta dati dai meter (ESCo expert)
- Raccolta dati delle temperature esterne (ESCo expert)
- Verifica dei volumi riscaldati e dei fattori di occupazione (P.A. expert)
- Verifica delle temperature interne (P.A. expert)
- Verifica dei prezzi dell'energia (ESCo expert)
- Aggiustamenti e normalizzazioni (Terza parte expert)
- Approvazione delle misure e verifiche (Tutti)
- Report e definizione dei risparmi ottenuti (Terza parte expert)

## ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITENZA

Titolo	Data	Nome file
01_Planimetrie	08.11.17	01_Involucro: EC0013, PIAN1, PIANC, PIANI
		02_Termici: L1-042-111-P00-Checklist L1-042-111-P01-Checklist L1-042-111-P02-Checklist L1-042-111-S01-Checklist L1-042-165-P00-Checklist L1-042-165-P01-Checklist L1-042-165-S01-Checklist
02_Manutenzioni	08.11.17	03_Elettrici: vuoto
		01_Involucro: vuoto
		02_Termici: vuoto
		03_Elettrici: vuoto
Bollette elettricità 2014	19.07.18	04_FER: vuoto
		5700065499, 5700098221, 5700134954 5700176200, 5700214973, 5700248946 5700345571, 5700291259, 5700411457 5700373395, 5700477402, 5700477402
Bollette elettricità 2015	19.07.18	5700510846, 5750081986, 5700544221 5750081986, E000140843, E000163928 E000175671, E000337521, E000234064 E000281519, E000163928, E000281519 E000337521, E000163928, E000386675 E000337521, E000163928, E000386675, E000163928, E000432862, E000483581 E000018556, E000483581, E000018556 E000084133, E000163928, E000018556 E000084133, E000310244, E000150589
		E000150589, E000084134, E000194172 E000334603, E000238236, E000334603 E000150589, E000194172, E000194172 E000238236, E000278553, E000334603 011640025275, 011640087946 011640025275, 011640048519 011640060830, 011640074903 011640126639, 011740042571 011640100078, 011740001581
Bollette elettricità 2016	19.07.18	011640025275, 011640087946 011640025275, 011640048519 011640060830, 011640074903 011640126639, 011740042571 011640100078, 011740001581
Bollette gas 2014	19.07.18	20141121873
Bollette gas 2015	19.07.18	20151749, P150007518, P150015576 P150019771, P150032667, P150037967 P150048624, P160003881
Bollette gas 2016	19.07.18	P160012671, P160023980, P160031417 EX15066/2016, P160041242, EX19107/2016 EX22893/2016, P160053190, EX26900/2016 EX31010/2016, EX33534/2016, EX38844/2016, EX43773/2016, EX03011/2017
Tabella riepilogativa scuole	19.07.18	kyotoBaseline-E13_rev10.xls

## ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Data	Nome file
Allegato B Elaborati	27.07.18	
Tavola con indicazione di impianti e zone termiche		DE_Lotto.9-E13_Elaborati_PT
		DE_Lotto.9-E13_Elaborati_P1
Planimetria catastale		DE_Lotto.9-13_Elaborati_Plan_Catastale.pdf
Foto Sopralluogo		
File Grafici		DE_Lotto.9-E13-AllegatoB-Grafici

## ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Allegato C E13	14.05.18	Allegato C E13.doc

## ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO D Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali	14.05.18	Lotto.9_Report prove diagnostiche strumentali_E13.doc

## ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO E Relazione di dettaglio dei calcoli	14.05.18	DE_E13_Baseline – Calcoli.RTF
Allegato E Modello elettrico	14.05.18	DE_Lotto.9-E13-Modello elettrico.xlsx



## ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO F Certificato CTI Software	14.05.18	CertCTI.pdf

## ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
APE STATO DI FATTO	14/05/18	DE_E13_APE_Baseline.RTF

## ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE SCENARIO 15 ANNI	14/05/18	DE_E13_15anni_CAPPOTTO+COP+VT+CALDAIA_APE - APE2015.RTF
APE SCENARIO 25 ANNI	14/05/18	DE_E13_25anni_CAPPOTTO+COP+VT+CALDAIA+LED+FV_APE - APE2015.RTF

## ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO I Dati climatici	14.05.18	GG_Lotto.9-E13.xls

## ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO J Schede Audit	14.05.18	E 13_Scheda Audit_Template_rev2.xls

## ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO K Schede ORE	14.05.18	Schede ORE_E 13.doc

## ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
ANALISI PEF E13	14/05/18	E13_AnalisiPEF.xlsx

---

## ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO M Report di Benchmark	14.05.18	Lotto.9_benchmark E13.doc



**ALLEGATO N – CD-ROM**