

# SCUOLA MATERNA STATALE "INF.RADICE" e SCUOLA.ELEMENTARE "RADICE"

## E356

Via Giacomo Boero 75

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA  
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA  
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

ATI:



(mandataria)



(mandante)

# **SCUOLA MATERNA STATALE "INF.RADICE" e SCUOLA.ELEMENTARE "RADICE" E356**

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)

Energynet s.r.l.  
Viale Muratori 201 – 41124 – Modena  
Tel 059 211085 – [info@energynet.it](mailto:info@energynet.it)

More Energy s.r.l.  
Via Ragazzi del '99 39 – 42124 - Reggio Emilia  
Tel. 0522 516610 – [info@more-energy.it](mailto:info@more-energy.it)

## REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	31/05/2018	Guerra Michela  Restani Ornella  Venturelli Simone	Paradisi Irene  Guerra Luigi	Magni Saverio	Prima Pubblicazione
B	26/07/2018	Guerra Michela  Restani Ornella  Venturelli Simone	Paradisi Irene  Guerra Luigi	Magni Saverio	Aggiornamento sulla base delle indicazioni fornite dalla PA

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>REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI .....</b>	<b>3</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>I</b>
<b>PAGINA.....</b>	<b>I</b>
<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.....	9
<b>3 DATI CLIMATICI .....</b>	<b>11</b>
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	11
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	12
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO .....	12
<b>4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI .....</b>	<b>14</b>
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	14
4.1.1 <i>Involucro opaco</i> .....	14
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i> .....	15
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	16
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i> .....	17
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i> .....	18
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 DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA .....	22
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA .....	22
4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE .....	22
4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE .....	23
4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE .....	24
<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> .....	28
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI .....	33
<b>6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....</b>	<b>37</b>
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO .....	37
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i> .....	38
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i> .....	39
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	39
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	41
<b>7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO .....</b>	<b>43</b>



7.1	COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI .....	43
7.1.1	<i>Vettore termico</i> .....	43
7.1.2	<i>Vettore elettrico</i> .....	46
7.2	TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	49
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	50
7.4	BASLINE 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
	<b>EEM1: ISOLAMENTO PARETE VERTICALE IN CLS CON CAPPOTTO ESTERNO.....</b>	<b>53</b>
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento</i> .....	55
	<b>EEM3: INSTALLAZIONE DI VALVOLE TERMOSTATICHE COMPLETE DI COLLEGAMENTI SU RADIATORI E TERMO-ARREDI .....</b>	<b>55</b>
	<b>EEM4: INSTALLAZIONE DI CALDAIA A CONDENSAZIONE .....</b>	<b>56</b>
8.1.3	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i> .....	58
	<b>EEM5: INSTALLAZIONE LAMPADE A LED A BASSO CONSUMO.....</b>	<b>58</b>
8.1.4	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili</i> .....	59
	<b>EEM6: INSTALLAZIONE PANNELLI FOTOVOLTAICI .....</b>	<b>59</b>
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....</b>	<b>61</b>
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	61
	<b>EEM1: ISOLAMENTO PARETE VERTICALE IN CLS CON CAPPOTTO ESTERNO.....</b>	<b>61</b>
	<b>EEM3: INSTALLAZIONE DI VALVOLE TERMOSTATICHE COMPLETE DI COLLEGAMENTI SU RADIATORI E TERMO-ARREDI .....</b>	<b>63</b>
	<b>EEM4: INSTALLAZIONE DI CALDAIA A CONDENSAZIONE .....</b>	<b>64</b>
	<b>EEM5: INSTALLAZIONE LAMPADE A LED A BASSO CONSUMO.....</b>	<b>66</b>
	<b>EEM6: INSTALLAZIONE PANNELLI FOTOVOLTAICI .....</b>	<b>68</b>
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	68
	<b>EEM1: ISOLAMENTO PARETE VERTICALE IN CLS CON CAPPOTTO ESTERNO.....</b>	<b>69</b>
	<b>EEM3: INSTALLAZIONE DI VALVOLE TERMOSTATICHE COMPLETE DI COLLEGAMENTI SU RADIATORI E TERMO-ARREDI .....</b>	<b>71</b>
	<b>EEM4: INSTALLAZIONE DI CALDAIA A CONDENSAZIONE .....</b>	<b>72</b>
	<b>EEM5: INSTALLAZIONE LAMPADE A LED A BASSO CONSUMO.....</b>	<b>73</b>
	<b>EEM6: INSTALLAZIONE PANNELLI FOTOVOLTAICI .....</b>	<b>74</b>
	<b>SINTESI .....</b>	<b>75</b>
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO.....	76
9.3.1	<i>Scenario 1: EEM3+EEM4</i> .....	78
9.3.2	<i>Scenario 2: EEM3+EEM4+EEM5+EEM6</i> .....	84
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>89</b>
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA .....	89
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI .....	89
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	90
	<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		1985
Anno di ristrutturazione		n/d
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 Att. Scolastiche
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	956,37
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	2.889,8
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	3.778,67
Rapporto S/V	[1/m]	0,76
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1.024,63
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	1.230,35
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	2.254,98
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia tradizionale a gas naturale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	240
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	n/d
Tipo di combustibile		Gas Naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	27.15
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>tt</sub> /anno]	94.590,34
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	7.695
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	18.603
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	4.058

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM1: Isolamento pareti verticali con cappotto esterno
- EEM2: Isolamento copertura piana dall'interno con pannelli
- EEM3: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti su radiatori e termo-arredi
- EEM4: Installazione di caldaia a condensazione
- EEM5: Installazione lampade a LED a basso consumo
- EEM6: Installazione pannelli fotovoltaici
- SCN1: EEM3+EEM4
- SCN2: EEM3+EEM4+EEM5+EEM6

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

CON INCENTIVI										
%Δ <sub>E</sub>	%Δ <sub>CO2</sub>	ΔC <sub>E</sub>	ΔC <sub>MO</sub>	ΔC <sub>MS</sub>	I <sub>0</sub>	TRS	TRA	VAN	TIR	IP



## E356-Scuola materne "inf. Radice"- Scuola elementare "Radice"

	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	19,84%	17%	1837,6	513,3	136,4	58.183	13,89	21,72	7.510,0	6%	0,13
EEM 2	22,41%	19%	2076,0	513,3	136,4	144.382	31,90	43,02	45.019,0	-1%	0,31
EEM 3	24,19%	20%	2241,0	513,3	136,4	14.285	4,97	5,79	21.851,4	19%	1,53
EEM 4	9,33%	8%	860,2	513,3	136,4	19.020	6,85	8,78	8.522,9	12%	0,45
EEM 5	6,30%	12%	1555,2	513,3	136,4	15.349	3,88	4,72	18.612,8	21%	1,21
EEM 6	8,01%	15%	1977,9	513,3	136,4	49.657	17,78	26,02	11.839,0	1%	0,24
SCN1	30,79%	25,66%	2850,7	513,3	136,4	33305,0	9,13	13,37	850	4,66	2,55
SCN2	40,35%	43,48%	5211,2	513,3	136,4	98311,0	16,8	36,1	-8790,7	2,55	-8,94

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

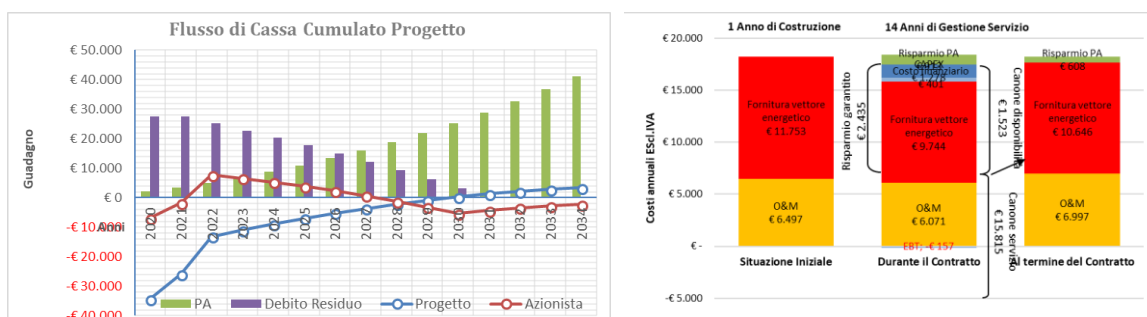
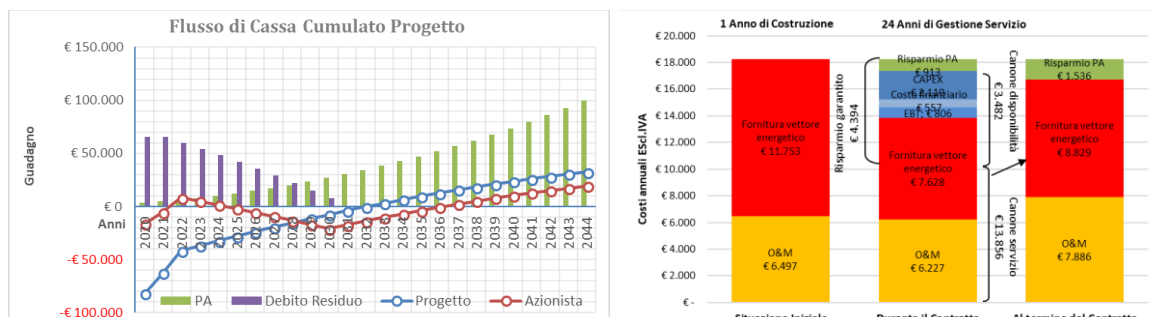


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



Dall'analisi effettuata è emerso che l'insieme di interventi risulta conveniente dal punto di vista economico. Entrambi gli scenari consentono di ottenere un considerevole incremento delle prestazioni energetiche. Interventi sull'impianto termico e sull'illuminazione risultano particolarmente efficaci in quanto sono risultati essere aspetti critici della struttura in esame. Interventi sull'involucro risultano, invece, meno vantaggiosi economicamente, ma comunque assai positivi in termini di risparmio energetico ed abbattimento delle emissioni di agenti atmosferici inquinanti come la CO<sub>2</sub>.

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

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

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

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

### 1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

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

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

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

### 1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita da More Energy s.r.l., parte di ATI costituita da Energynet s.r.l. e More Energy s.r.l.. Il responsabile per il processo di audit dell'ATI è l'ing. Saverio Magni, soggetto certificato Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339.

Figura 1.1 - Vista della facciata Sud



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

Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

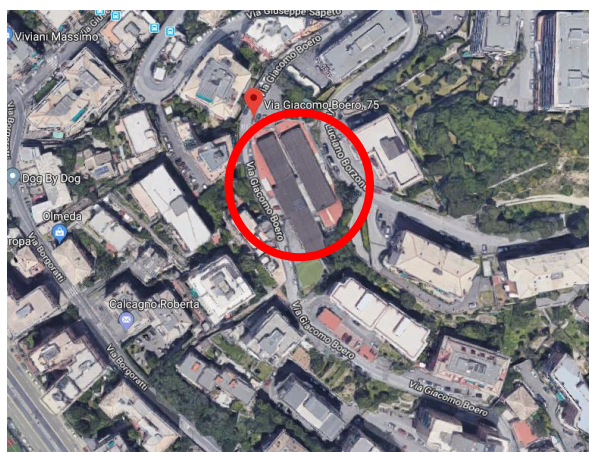
NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Ornella Restani		Sopralluogo in sito
Simone Venturelli		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Simone Venturelli		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Ornella Restani		Validazione modello energetico e stesura relazioni
Michela Guerra		Preparazione elaborati grafici
Irene Paradisi	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Luigi Guerra	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Saverio Magni	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

## 1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU F.48 Mapp.1304 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nel quartiere Borgoratti.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a scuola elementare e scuola materna.

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		1985
Anno di ristrutturazione		n/d
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 Att. Scolastiche
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	956.37
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	2.889,8
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	3.778,67
Rapporto S/V	[1/m]	0,76
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1.024,63
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	1.230,35
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	2.254,98
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia tradizionale a gas naturale

Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	240
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	n/d
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]	27.15
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>it</sub> /anno]	94.590,34
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	7.695
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	18.603
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	4.058

Nota (1): Valori di Baseline

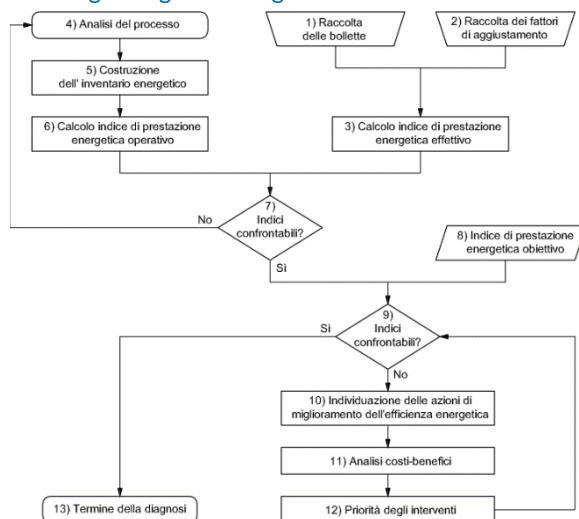
## 1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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 A – Elenco documentazione fornita dalla committenza;
- 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 data 5/12/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- d) Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assistal, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- f) Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Edilclima EC700 versione 8.17.49 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (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 ARPAL 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.

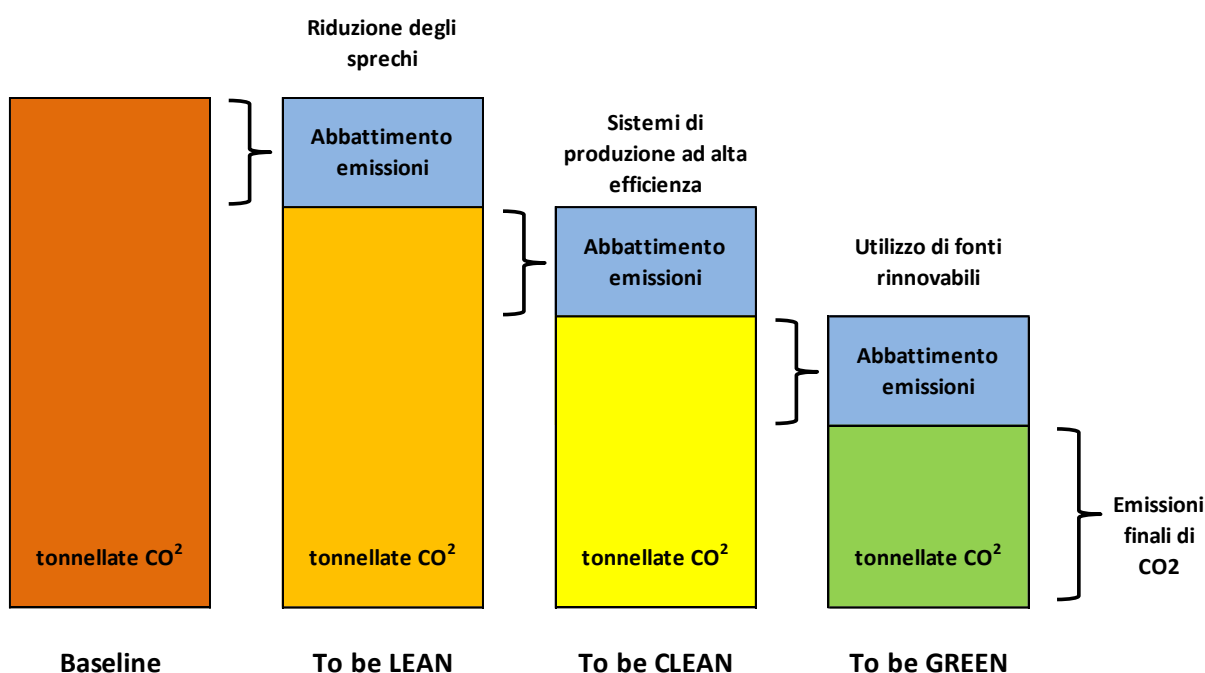
- m) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire 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



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

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

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

Per tanto, nel caso di soluzioni integrate, dapprima si è valutata la fattibilità di ridurre gli sprechi mediante misure sull'involucro e sulla domanda d'utenza (anche relativamente ai sistemi di emissione, regolazione, distribuzione, accumulo), partendo dal baseline e a approdando a un nuovo valore di baseline ridotto, ("to Be Lean"). In seguito, da questo valore ridotto di baseline si è valutato il dimensionamento delle apparecchiature e il risparmio conseguibile dapprima dalla riqualificazione 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 urbanizzata SIS-S destinata ai servizi pubblici.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L'edificio ai sensi del DPR 412/93 attualmente ricade nella destinazione d'uso E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche.

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

L'ipotesi di intervenire 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 del pubblico alle tematiche di interesse ambientale ed energetico.

L'edificio ospita circa 120 alunni e personale tra scuola elementare e scuola media.

E' rilevante inoltre sottolineare come la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto, comporterebbe il miglioramento delle condizioni di benessere percepite dai bambini e dagli operatori.

L'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto

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



## E356-Scuola materna "inf. Radice"- Scuola elementare "Radice"

della DE è costituito complessivamente da 4 piani fuori terra, nei quali si sviluppano prevalentemente aule, servizi igienici, mensa, spogliatoi e palestra.

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.

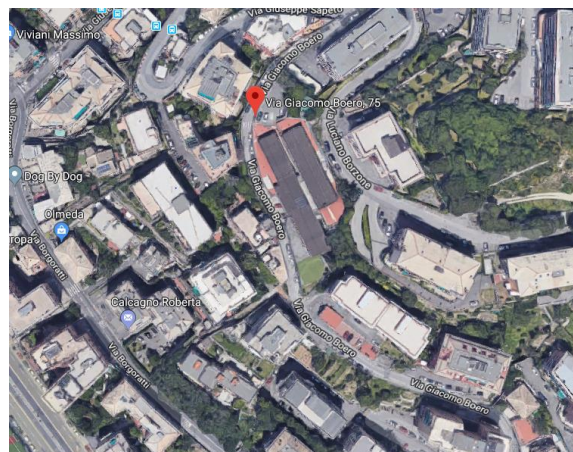


Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA (2)	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA(3)	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA(3)
Terra	Palestra, Spogliatoi	[m <sup>2</sup> ]	147,53	138,55	0
Primo	Spogliatoi	[m <sup>2</sup> ]	30,15	28,31	0
Secondo	Scuola elementare – Aule, Servizi, Sala insegnanti, Sala medica, Laboratorio informatica, Mensa	[m <sup>2</sup> ]	526,1	481,22	0
Terzo	Scuola materna – Aule, Servizi	[m <sup>2</sup> ]	328,58	308,67	0
<b>TOTALE</b>		[m <sup>2</sup> ]	<b>1.024,63</b>	<b>956,75</b>	<b>0</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

Il complesso scolastico oggetto di diagnosi non risulta vincolato sulla base del PUC vigente, come visibile dalla figura che segue.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli

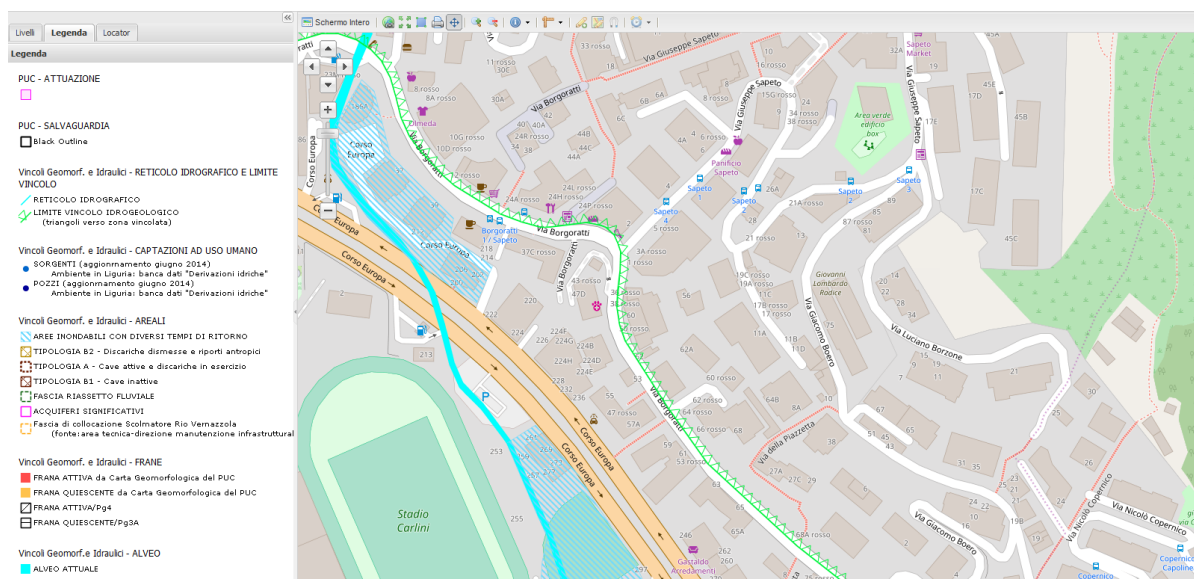





Tabella 2.2 - Misure di efficienza energetica individuate e valutazione delle interferenze con gli attuali vincoli

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA <sup>(4)</sup>	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM1: Isolamento pareti verticali con cappotto esterno			
EEM2: Isolamento copertura piana dall'interno con pannelli			
EEM3: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti su radiatori e termo-arredi			
EEM4: Installazione di caldaia a condensazione			
EEM5: Installazione lampade a LED a basso consumo			
EEM6: Installazione pannelli fotovoltaici			

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.

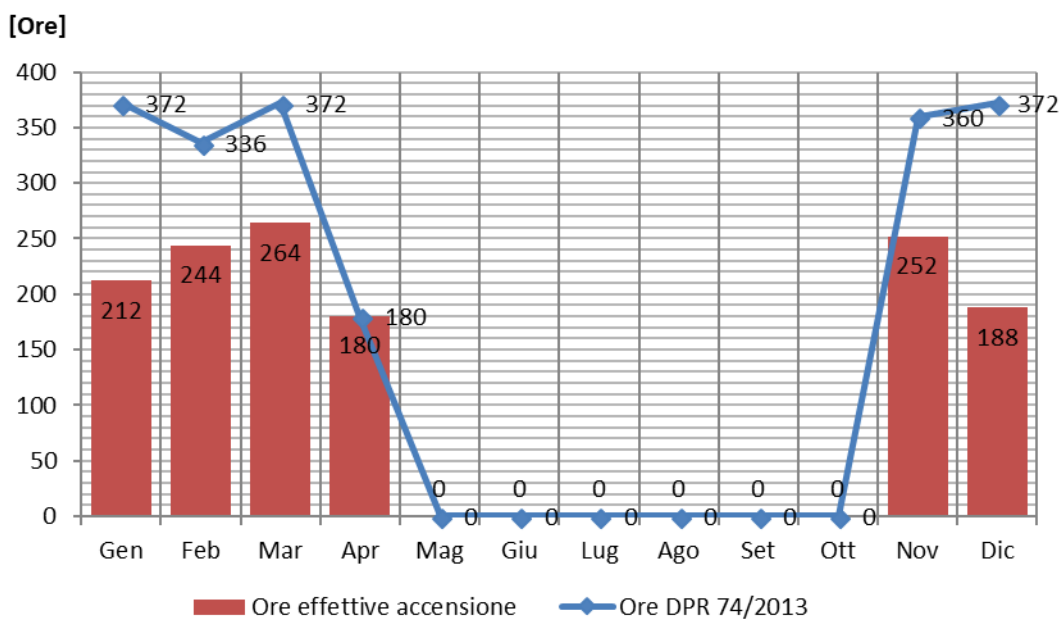
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ricavati da un'intervista al personale scolastico, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dal manuntentore.

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 SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Scuola materna	Dal 1 Novembre al 15 Aprile	dal lunedì al venerdì 8.00-18.30	7.00 – 19.00
Scuola materna	Dal 16 Aprile al 30 Giugno	-	-
Scuola materna	Dal 1 Settembre al 31 Ottobre	dal lunedì al venerdì 8.00-18.30	-
Scuola elementare	Dal 1 Novembre al 15 Aprile	dal lunedì al venerdì 8.00-18.30	7.00 – 19.00
Scuola elementare	Dal 16 Aprile al 30 Giugno	-	7.00 – 19.00

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



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale all'interno della struttura pertanto durante il periodo di riscaldamento anticipano di circa un'ora l'apertura della scuola.

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.

Ove presenti, all'interno del contratto di Servizio Energia sono stati inseriti la gestione, conduzione e manutenzione degli impianti di climatizzazione estiva.

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

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

### 3 DATI CLIMATICI

#### 3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 929 GG calcolati su 112 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 0.

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	18	18	170	18%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	193	21%
Marzo	31	11,1	31	276	22	22	196	21%
Aprile	30	15,3	15	71	22	15	73	8%
Maggio	31	18,7	-	-	22	-	-	0%
Giugno	30	22,4	-	-	22	-	-	0%
Luglio	31	24,6	-	-	21	-	-	0%
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	0%
Settembre	30	22,2	-	-	22	-	-	0%
Ottobre	31	18,2	-	-	22	-	-	0%
Novembre	30	13,3	30	201	21	21	141	15%
Dicembre	31	10,0	31	310	16	16	157	17%

TOTALE	365	16,7	166	1421	227	112	929	100%
--------	-----	------	-----	------	-----	-----	-----	------

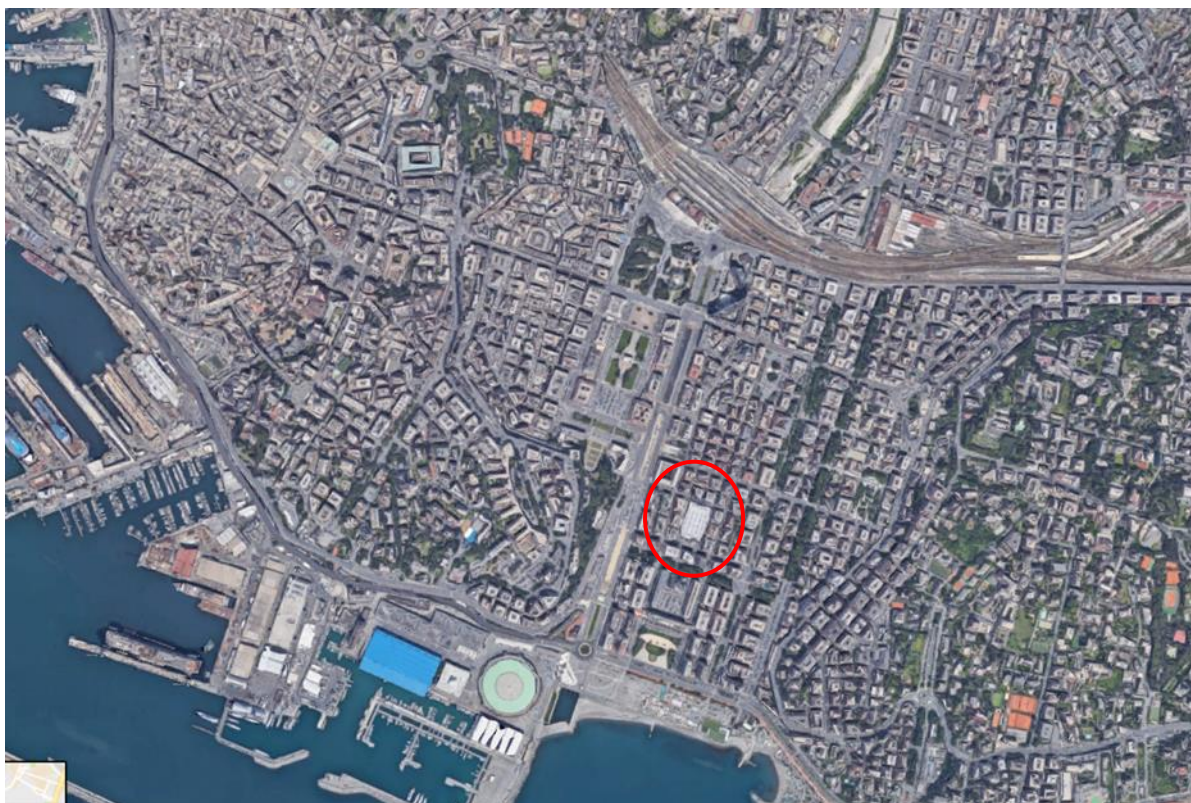
### 3.2 DATI CLIMATICI REALI

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 di ARPAL Genova – Centro funzionale, ubicata in viale delle Brigate Partigiane, 2 a Genova.

Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centralina in quanto le misure sono più affidabili rispetto a quelle ottenute dalla stazione universitaria e in quanto tale centralina è la più vicina agli edifici del Lotto 8 tra le stazioni ARPAL di Genova e si trova a un'altitudine più coerente rispetto all'edificio considerato.

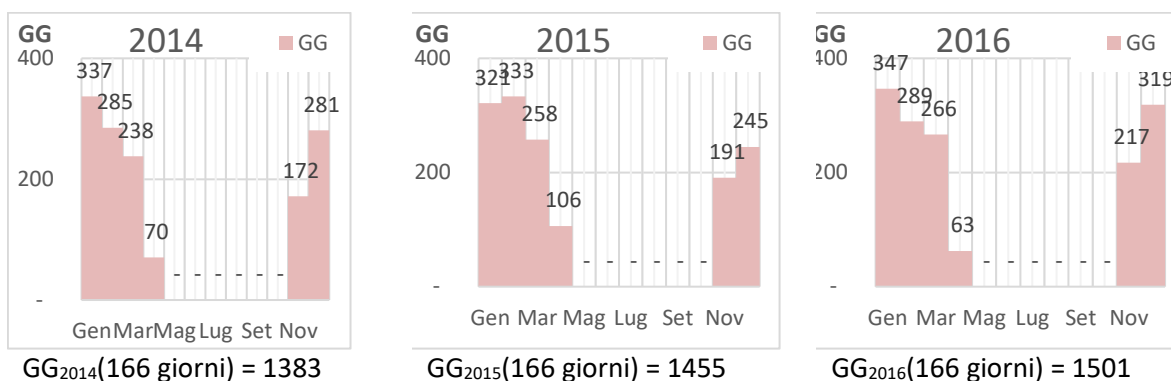
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



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

Di seguito si riportano i valori mensili dei GG reali, calcolati in funzione delle temperature esterne medie orarie per il triennio di riferimento (2014 - 2015 - 2016), valutati come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile calcolata in funzione delle temperature orarie rilevate dalla centralina meteorologica.

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

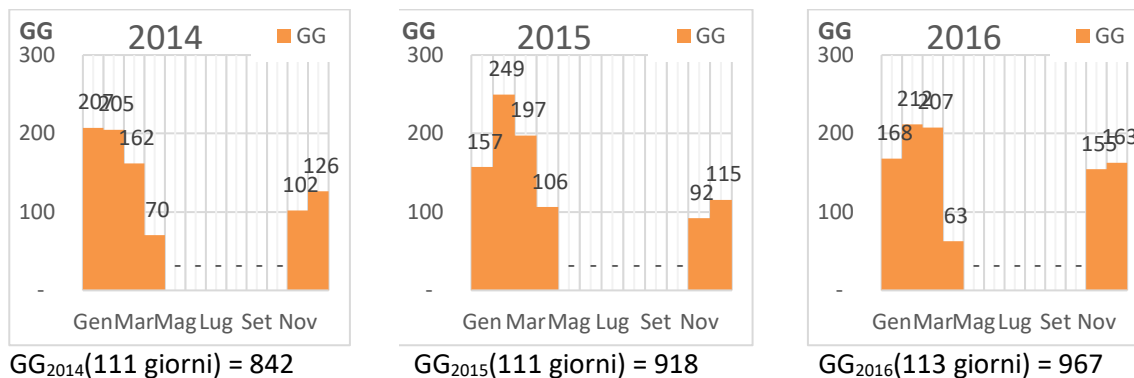


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 919 GG calcolati su 112 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

I GG così calcolati definiscono i  $GG_{real}$  ai fini del processo di normalizzazione di cui al capitolo 0.

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



Come si può notare dai grafici sopra riportati, l'anno 2016 risulta l'anno più freddo mentre il 2014 risulta quello mediamente più caldo. I mesi più rigidi risultano essere Febbraio e Marzo.

## 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 realizzato in telaio in acciaio con tamponamenti con pannelli prefabbricati.

Solo la zona del piano primo e del piano terra è costituita da pareti portanti in cemento armato.

La copertura è una copertura piana anche questa costituita da una struttura prefabbricata.

I pavimenti della zona scuola materna e scuola elementare sono stati valutati con un minimo di isolamento, essendo la struttura relativamente recente. I pavimenti, invece, della zona palestra sono stati valutati senza isolamento.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro esterna



La struttura presenta molte criticità dal punto di vista termico.

In primo luogo la presenza del telaio in acciaio comporta elevate dispersioni termiche nonostante i pannelli prefabbricati siano isolati. Si creano, infatti, ponti termici molto importanti che incidono negativamente sulle prestazioni energetiche dell'edificio.

Le pareti perimetrali in calcestruzzo, inoltre, non essendo isolate incidono negativamente su tutto l'involucro, comportando dispersioni termiche per quasi il 30% dell'intero edificio.

Figura 4.2 - Particolare della facciata



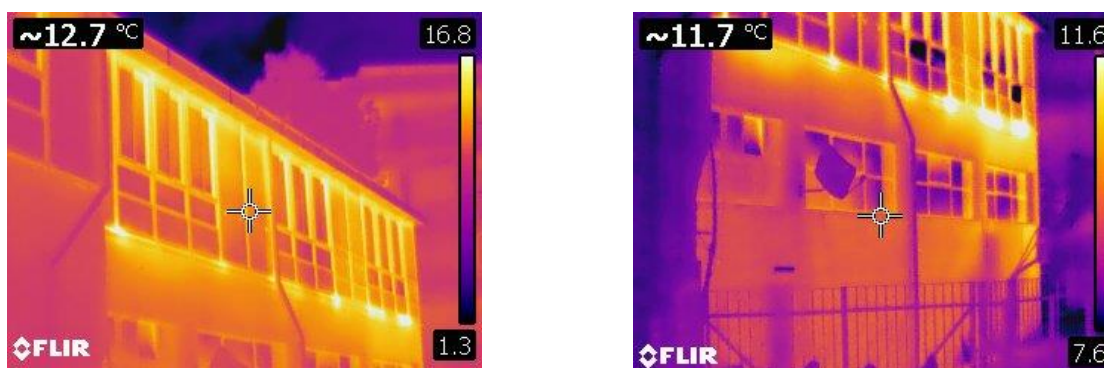
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di Termocamera FLIR 340 con lente 25' secondo le seguenti modalità: la prova è stata effettuata il 05/12/2017 alle ore 15. Il cielo era sereno e lo scostamento di temperatura tra interno ed esterno era molto basso: la temperatura esterna rilevata era 14,°C, mentre all'interno dei locali scolastici la temperatura era 22C

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- in corrispondenza dei serramenti sono presenti rassottigliamenti delle pareti per l'alloggiamento dei radiatori che comportando una maggiore dispersione del calore e rappresentano un evidente ponte termico sulla facciata dell'edificio stesso;
- la struttura dell'edificio è realizzata con telaio in c.a. e tamponamenti in muratura.

Figura 4.3 – Rilievo termografico delle facciate esterne



I dettagli delle indagini diagnostiche effettuate sono riportate 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	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA	STATO DI CONSERVAZIONE
		[cm]		[W/m <sup>2</sup> K]	
Parete verticale Prefabbricata	M1	6	5 cm di EPS	0.594	Sufficiente
Parete verticale CLS	M2	33	Assente	2.044	Scarsa
Copertura Piana	S1	7.5	5 cm di EPS	0.433	Sufficiente
Solaio verso non riscaldati	S2	31.5	Assente	1,666	Scarsa
Pavimento controterra Coibentato	P1	30	4 cm	1.17	Sufficiente
Pavimento controterra	P2	30	Assente	1.65	Scarsa

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 principalmente da serramenti con telaio in alluminio e vetro singolo.

I serramenti del piano secondo della scuola elementare esposti a Sud, invece, sono stati recentemente sostituiti con serramenti con telaio in PVC e vetrocamera bassoemissiva.

Lo stato di conservazione in generale è buono.

Solo alcuni serramenti della zona palestra e spogliatoi risultano in cattive condizioni.

Figura 4.4 - Particolare dei serramenti in alluminio e vetro singolo





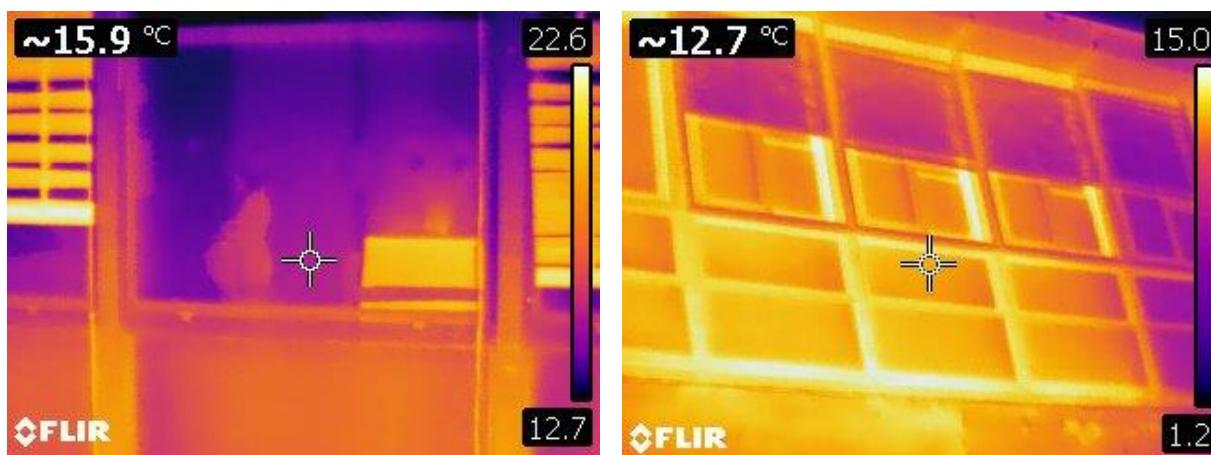
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di Termocamera FLIR 340 con lente 25' secondo le seguenti modalità: la prova è stata effettuata il 05/12/2017 alle ore 15. Il cielo era sereno e lo scostamento di temperatura tra interno ed esterno era molto basso: la temperatura esterna rilevata era 14,5°C, mentre all'interno dei locali scolastici la temperatura era 22°C

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alla conclusione che i serramenti hanno prestazioni termiche inferiori rispetto alle pareti verticali su cui insistono;

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

Figura 4.5 – Rilievo termografico dei serramenti



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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Alluminio vetro singolo	F1	120x240	Alluminio	Vetro singolo	5.025	Sufficiente
PVC vetro doppio basso emissivo	F2	120x240	PVC	Vetro doppio	2.002	Buono

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 tradizionale alimentata a gas metano per il solo riscaldamento della scuola. L'acqua calda è infatti prodotta separatamente con boiler elettrici.

#### 4.2.1 Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito esclusivamente da radiatori.

Solo la palestra presenta due Areotermi per il riscaldamento.

Figura 4.6 – Particolare dei radiatori



Figura 4.7 – Particolare areotermi



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 materna	Radiatori	96%
Scuola elementare	Radiatori	96%
Palestra	Areotermi	94%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei radiatori installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Terra	Su parete esterna	4	varia	varia	-	-
Primo	Su parete esterna	2	varia	varia	-	-
Secondo	Su parete esterna	40	varia	varia	-	-
Terzo	Su parete esterna	24	varia	varia	-	-

TOTALE

155

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

#### 4.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell'impianto avviene attraverso l'impostazione degli orari di funzionamento e delle temperature di set-point in centrale termica.

Figura 4.8 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per la zona termica Scuola materna

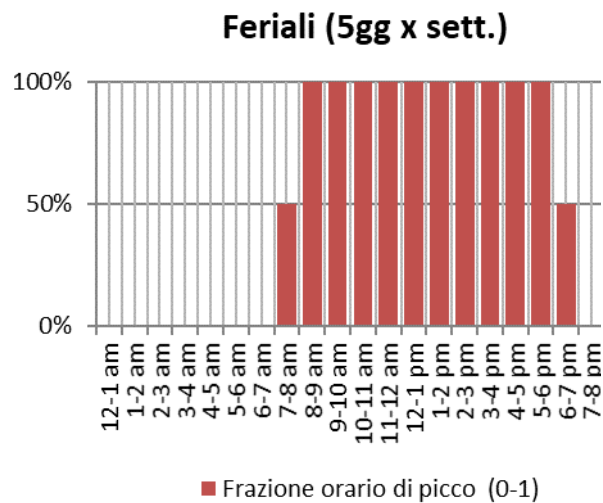
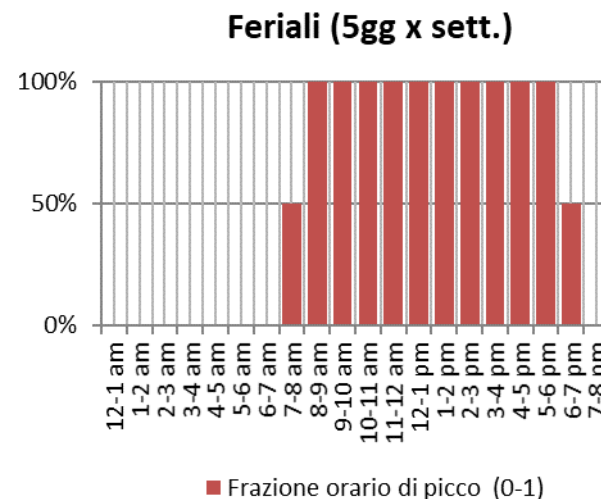


Figura 4.9 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per la zona termica Scuola elementare



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

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

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

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Scuola media	Climatica	84.2%
Distretto scolastico	Climatica	84.2%

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

A servizio del sottosistema di distribuzione è presente una pompa di circolazione gemellare installata in centrale termica per la mandata al circuito (unico) a servizio dell'intero edificio. La distribuzione è poi a colonne montanti.

E' presente un circolatore a giri fissi per il ricircolo anticondensa

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>(5)</sup> [m <sup>3</sup> /h]	PREVALENZA <sup>(6)</sup> [kPa]	POTENZA ASSORBITA <sup>(7)</sup> [kW]
Salmson DCX 65-50	mandata acqua calda	13,308	101,21	1,05
Salmson SCX 40-40	anticondensa	5,45	60,2	0,25
<b>TOTALE</b>				

Nota (5): Valori ricavati dal modello energetico

Nota (6): Valori ricavati da progetto

Nota (7): Valori ricavati da dati di targa

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

Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA <sup>(8)</sup> °C	TEMPERATURA CALCOLO °C
Circuito unico	Mandata	Caldo	72	75
	Ritorno	Caldo	64	65

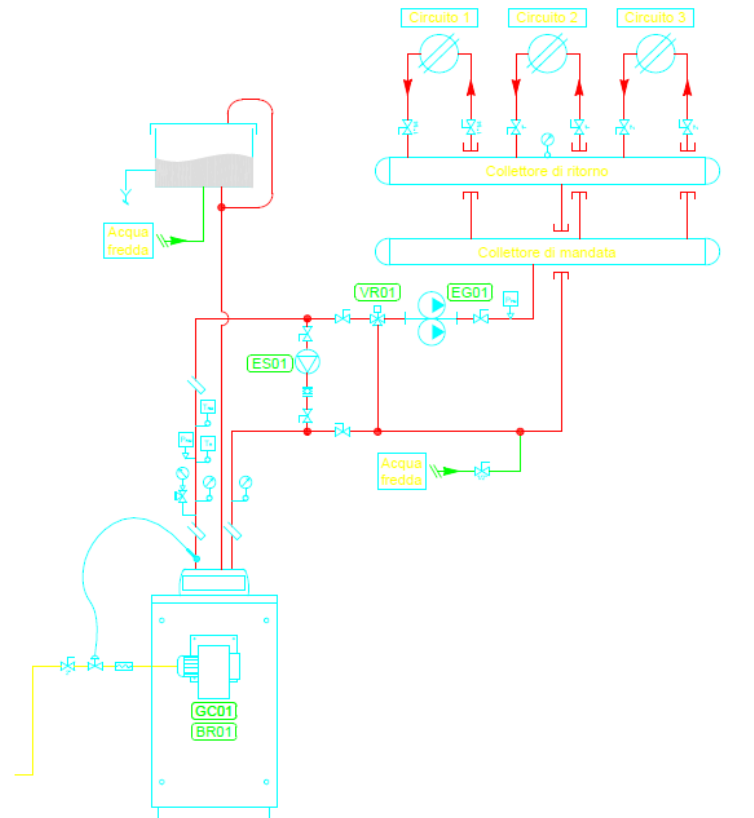
Nota (5): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Nota (6): Valori ricavati in sede di sopralluogo

Nota (8): Valori rilevati il giorno 05/12/2017 alle ore 14.00, in orario di apertura della scuola, con una temperatura esterna di circa 13°C

Per quanto riguarda le temperature del fluido termovettore caldo si è potuta notare una leggera differenza tra i valori considerati nel modello di calcolo e quelli rilevati in sede di sopralluogo, legati probabilmente alla stagionalità (la giornata di sopralluogo non era particolarmente rigida).

Figura 4.10 - Particolare dello schema di impianto



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione è stato assunto nella DE pari al 97.7% calcolato secondi UNI TS 11300.

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 caldaia tradizionale installata in locale tecnico nel 2000 alimentata a gas metano, di marca Unical modello TX240. Fino ad inizio 2014 la caldaia è stata utilizzata a gasolio.

Figura 4.11 - Particolare della caldaia

Figura 4.12 - Particolare del bruciatore



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella Tabella 4.8.

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]
Gen 1 Riscaldamento	Unical	TX240	2000	240	213	88.8%	0.85

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 88,8%. Il rendimento utilizzato sulla base della UNI TS 11300 discosta rispetto a quello misurato attraverso la prova fumi (93.2%) a causa di coefficienti riduttivi utilizzati come installazione in locale non riscaldato e temperature di mandata e ritorno.

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

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

La produzione di acqua calda sanitaria è eseguita tramite n°3 bollitori elettrici ad accumulo installati

Figura 4.13 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria

localmente nei servizi igienici. A servizio della mensa della scuola d'Infanzia (piano primo) è poi presente una caldaia istantanea a gas metano, dotata di un proprio PDR (non oggetto di DE).



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%	-	-	75%	35.6%

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 DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Non presente.

#### 4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

Non presente.

#### 4.6 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 ascensori, PC ed altri dispositivi in uso del personale e delle attività specifiche della destinazione d'uso.

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

Tabella 4.10 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE	ORE ANNUE DI UTILIZZO
		[W]	[W]	[ore]
Scuola Elementare	PC	15	200	430
Scuola Elementare	STAMPANTI	3	200	215
Scuola Elementare	MICRONDE	1	500	215
Scuola Elementare	FOTOCOPIATRICE	1	200	100

Scuola Elementare	DISTRIBUTORE	1	500	430
Scuola Elementare	SCALDAVIVANDE	1	1000	430
Scuola Elementare	FOTOCOPIATRICE	1	200	108
Scuola Elementare	LIM	1	200	645
Scuola Materna	SCALDAVIVANDE	1	1000	430
Scuola Materna	RADIO	4	100	215
Scuola Materna	STAMPANTE	1	200	215
Scuola Materna	VENTILATORE	1	800	430

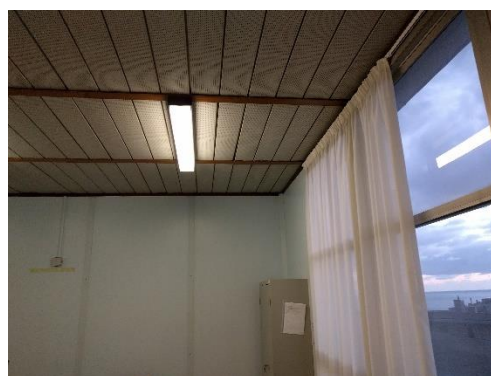
#### 4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade di diverse tipologie, principalmente fluorescenti tubolari

Le principali tipologie di corpi illuminanti sono di seguito elencati:

- Lampade fluorescenti tubolari 1x36 W installate a soffitto;
- Lampade fluorescenti tubolari 1x58 W installate a soffitto
- Lampade fluorescenti tubolari 1x18 W installate a soffitto

Figura 4.14 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle sale espositive



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

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
		[W]	[W]
Tubolare fluorescente 1x58W	1	58	58
Tubolare fluorescente 1x36W	103	36	3708
Tubolare fluorescente 1x18W	10	18	180
Alogena 1x200W	8	200	1600

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.

L'impianto di illuminazione in sede di sopralluogo risulta datato ed inoltre è emersa la necessita di

Figura 4.15 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nel vano scala



sistema di regolazione più efficiente al fine di evitare illuminazione di ambienti non frequentati.



#### **4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE**

Non è presente

## 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;
- Energia elettrica;

#### 5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura è il Gas Metano.

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

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

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

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

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di 1 contatore il quale risultata a servizio esclusivo della centrale termica per il riscaldamento.

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 (Metano) [Sm <sup>3</sup> ]	2014 (Gasolio) [lt]	2015 [Sm3]	2016 [Sm3]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
16220050636325	Riscaldamento	3.800	7.500	9.591	7.947	111.471	90.347	74.861

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

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

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

16220050636325 (Metano)	2014	2015	2016	2014	2015	2016

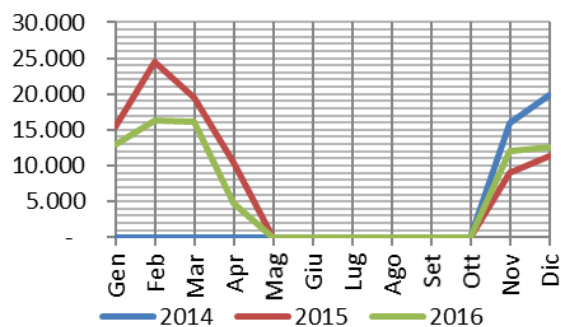
## E356-Scuola materna "inf. Radice"- Scuola elementare "Radice"

Mese	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	1.643	1.381	-	15.478	13.013
Febbraio	-	2.606	1.738	-	24.552	16.376
Marzo	-	2.061	1.705	-	19.415	16.061
Aprile	-	1.112	515	-	10.472	4.851
Maggio	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-
Novembre	1.697	962	1.270	15.987	9.061	11.967
Dicembre	2.103	1.207	1.337	19.809	11.369	12.592
<b>Totale</b>	<b>3.800</b>	<b>9.591</b>	<b>7.947</b>	<b>35.796</b>	<b>90.347</b>	<b>74.861</b>
<b>16220050636325 (Gasolio)</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Mese	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.413	-	-	24.350	-	-
Febbraio	2.384	-	-	24.054	-	-
Marzo	1.883	-	-	18.997	-	-
Aprile	820	-	-	8.274	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-
Dicembre	-	-	-	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>7.500</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>75.675</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

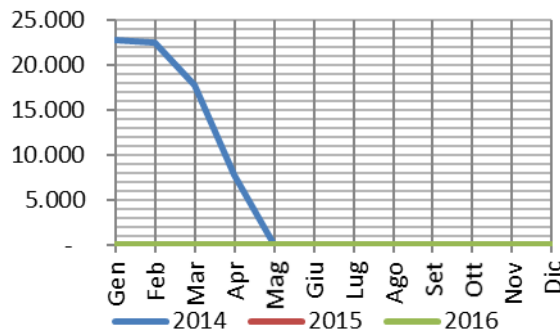
L'andamento dei consumi mensili fatturati è riportato nei grafici in Figura 5.1.

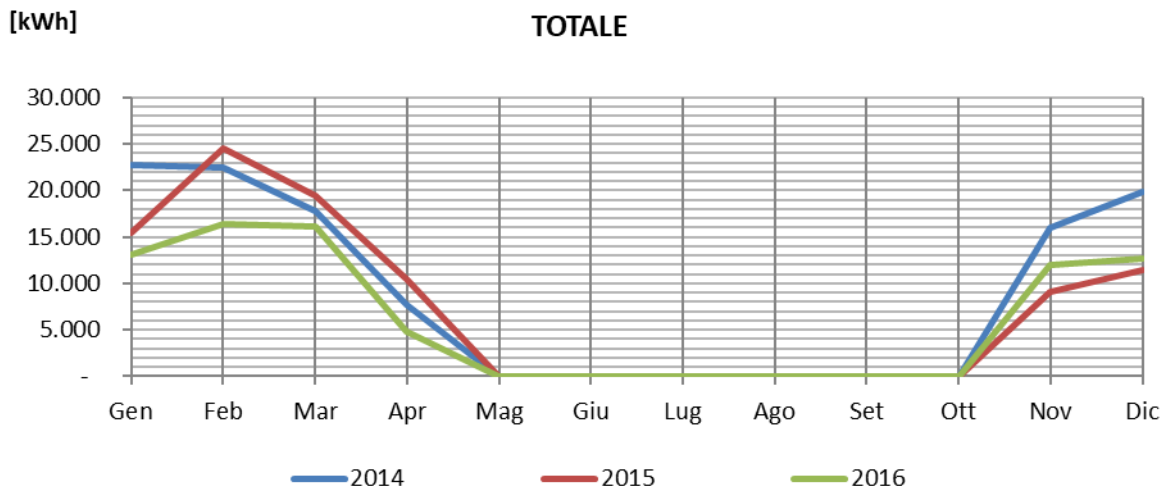
Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati

[kWh] PDR 16220050636325 (Metano)



[kWh] PDR 16220050636325 (Gasolio)





Dall'analisi è emerso che il consumo segue in linea di massima gli stessi andamenti nel corso del triennio analizzato.

Bisogna sottolineare, inoltre, che durante l'anno 2014 è avvenuto il passaggio da gasolio a metano. Al fine di poter procedere nella diagnosi si è calcolato attraverso il PCI del gasolio i kWh utilizzati. Questi kWh sono stati poi convertiti in equivalente gas naturale al fine di poter effettuare una media di consumo tra i tre diversi anni considerati.

Confrontando l'andamento dei consumi con i GGreal del triennio di riferimento si può notare che effettivamente i consumi risultano maggiori nella stagione termica più fredda, caratterizzata da un numero superiore di gradi giorno.

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

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

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

Dove:

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

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

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

Tale consumo è stato valutato scorporando, dal consumo complessivo del contatore che alimenta la centrale termica, il contributo per la produzione di acqua calda sanitaria, prodotta con boiler elettrici.

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

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

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

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

$\bar{Q}_{ALTRO}$  = Consumo termico reale per eventuali altri utilizzi dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per altri usi, nel triennio di riferimento. Tale contributo non è stato valutato in quanto i suddetti utilizzi sono serviti da un contatore dedicato, pertanto con concorrono nel calcolo della baseline dei consumi energetici.

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

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG <sub>REALI</sub> SU 112 GIORNI	GG <sub>RIF</sub> SU 112 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. (Gasolio)	CONSUMO REALE RISC. (Gasolio)	CONSUMO REALE RISC. (Metano)	CONSUMO REALE RISC. (Metano)	$\alpha_{rif}$
2014	872	929	7.500	75.675	3.800	35.796	127,8
2015	918	929	-	-	9.591	90.347	98,4
2016	967	929	-	-	7.947	74.861	77,4

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da un generico aumento dei consumi connesso all'andamento delle temperature esterne.

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]
$\bar{Q}_{ACS}$	-
$\bar{Q}_{ALTRO}$	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	93.230
<b><math>Q_{baseline}</math></b>	<b>93.230</b>

### 5.1.2 Energia elettrica

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

- Scuola materna;
- Scuola elementare;

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

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

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

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

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

## E356-Scuola materna "inf. Radice"- Scuola elementare "Radice"

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E00122745	Scuola materna	18.318	18.707	16.417	17.814
	Scuola elementare				

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-E194 e sono emerse le seguenti differenze:

POD	2014	2015	2016	MEDIA
IT001E00122745	19.948	20.997	17.933	19.626

indirizzo e-  
distribuzione 2014 (FATTURE-  
BASELINE)/BASELINE 2015 (FATTURE-  
BASELINE)/BASELINE 2016 (FATTURE-  
BASELINE)/BASELINE MEDIA (FATTURE-  
BASELINE)/BASELINE

Via Giacomo Boero 75	18.318	-8%	18.707	-11%	14.810	-17%	17.278	-12%
-------------------------	--------	-----	--------	------	--------	------	--------	------

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 17814 kWh.

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

POD IT001E00122745	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Anno 2014				
Gen - 14	1.456	189	306	1.951
Feb - 14	1.368	215	263	1.846
Mar - 14	1.465	210	293	1.968
Apr - 14	1.061	171	286	1.518
Mag - 14	948	213	346	1.507
Giu - 14	733	184	309	1.226
Lug - 14	365	181	285	831
Ago - 14	224	153	282	659
Set - 14	677	188	283	1.148
Ott - 14	1.231	186	197	1.614
Nov - 14	1.265	212	325	1.802
Dic - 14	1.291	328	629	2.248
Totale	12.084	2.430	3.804	18.318
POD IT001E00122745	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Anno 2015				
Gen - 15	1.426	368	612	2.406
Feb - 15	1.414	348	517	2.279
Mar - 15	1.055	218	334	1.607
Apr - 15	690	136	198	1.024

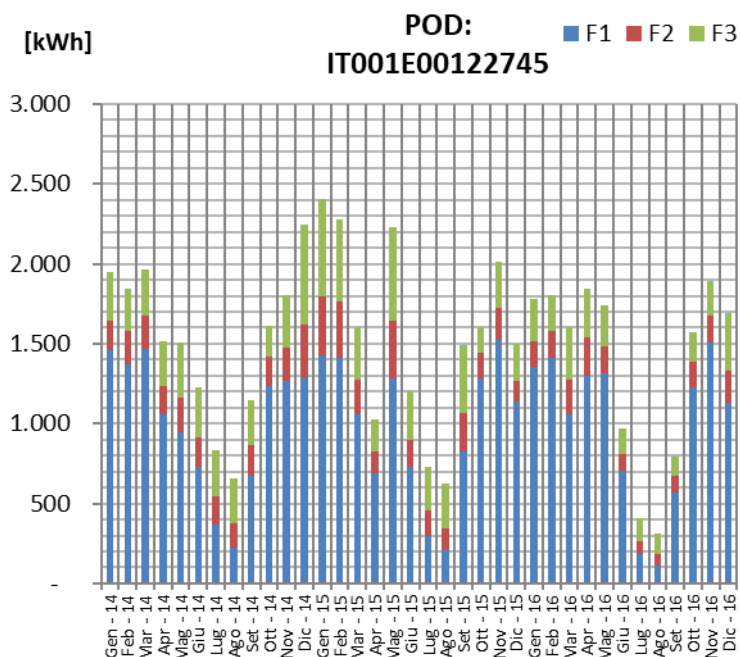
## E356-Scuola materna "inf. Radice"- Scuola elementare "Radice"

Mag - 15	1.283	358	588	2.229
Giu - 15	732	166	301	1.199
Lug - 15	295	164	274	733
Ago - 15	204	138	279	621
Set - 15	822	242	429	1.493
Ott - 15	1.279	162	163	1.604
Nov - 15	1.522	199	289	2.010
Dic - 15	1.135	131	236	1.502
<b>Totale</b>	<b>11.857</b>	<b>2.630</b>	<b>4.220</b>	<b>18.707</b>
<b>POD IT001E00122745</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>
Gen - 16	1.356	160	261	1.777
Feb - 16	1.409	170	229	1.808
Mar - 16	1.055	218	334	1.607
Apr - 16	1.300	240	308	1.848
Mag - 16	1.317	169	255	1.741
Giu - 16	703	109	158	970
Lug - 16	181	86	145	412
Ago - 16	111	71	130	312
Set - 16	570	100	122	792
Ott - 16	1.229	157	184	1.570
Nov - 16	1.509	166	217	1.892
Dic - 16	1.129	204	355	1.688
<b>Totale</b>	<b>11.869</b>	<b>1.850</b>	<b>2.698</b>	<b>16.417</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.

Figura 5.2 – Confronto tra i profili elettrici reali relativi a ciascun POD per il triennio di riferimento



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.

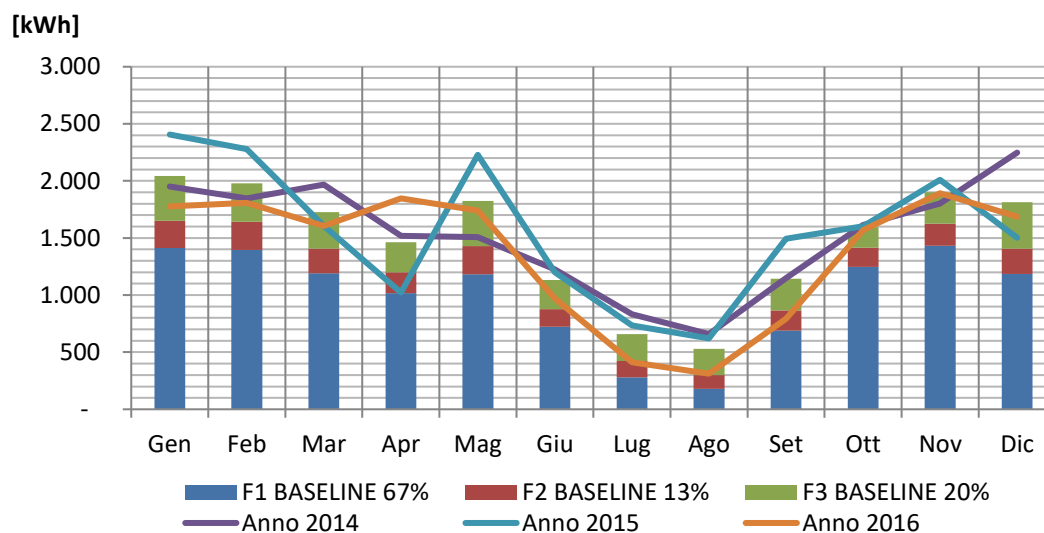
Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.413	239	393	2.045
Febbraio	1.397	244	336	1.978
Marzo	1.192	215	320	1.727
Aprile	1.017	182	264	1.463
Maggio	1.183	247	396	1.826
Giugno	723	153	256	1.132
Luglio	280	144	235	659
Agosto	180	121	230	531
Settembre	690	177	278	1.144
Ottobre	1.246	168	181	1.596
Novembre	1.432	192	277	1.901
Dicembre	1.185	221	407	1.813
<b>Totale</b>	<b>11.937</b>	<b>2.303</b>	<b>3.574</b>	<b>17.814</b>

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

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

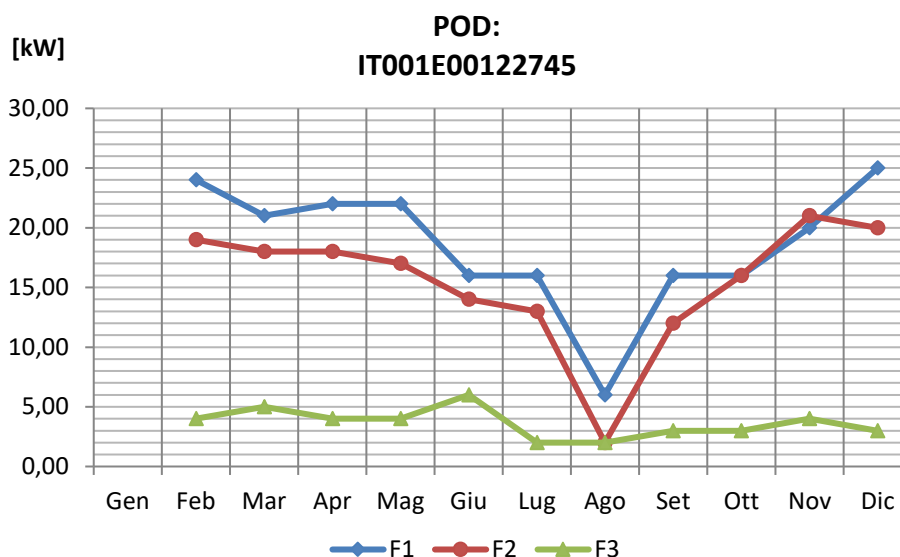




I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti simili: si assiste ad un massimo tra aprile e novembre e un forte calo nei periodi estivi di chiusura della scuola. Nei mesi estivi, nonostante la chiusura della struttura, si hanno consumi residui dovuti all'illuminazione esterna, all'illuminazione di emergenza ed altre utenze che rimangono attive in questo periodo.

È stato inoltre possibile rappresentare i profili mensili di potenza (per il periodo Febbraio 2017 – Dicembre 2017) accedendo alle informazioni fornite dalla società di distribuzione dell'energia elettrica.

Figura 5.4 – Profili di potenza giornalieri per il POD IT001E00122745



Il prelievo di potenza massima è pari a 25 kW e si verifica a Dicembre.

## 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
	kgCO <sub>2</sub> /kWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249

\* 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 5.5

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

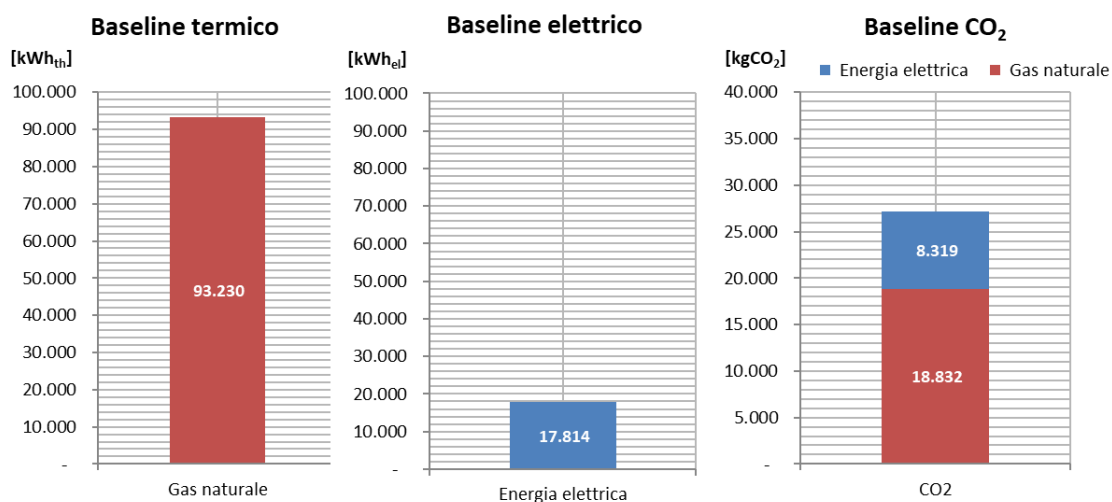
COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO <sub>2</sub> /MWh]	[tCO <sub>2</sub> ]
Energia elettrica	17.814,00	0,467	8,32

Gas naturale

93.229,87

0,202

18,83

Figura 5.5 – Rappresentazione grafica della Baseline dei consumi e delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

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

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

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

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

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

	PARAMETRO	VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	957	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	957	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	3.779	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.

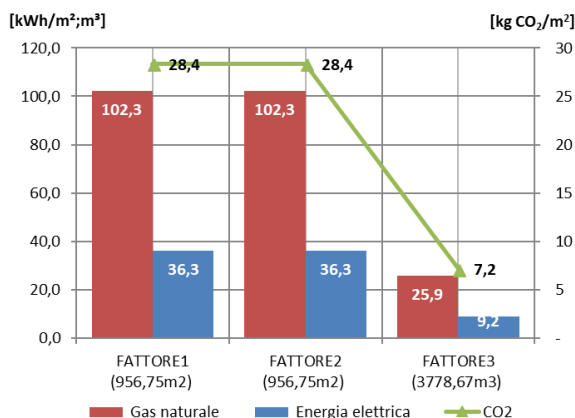
Tabella 5.13 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all'energia primaria totale

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI			
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>3</sup> ]	[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]	
Gas naturale	93229,87082	1,05	97891,36436	102,316555	4	102,316554	25,90630152	19,68375637	19,68375637	4,983878959

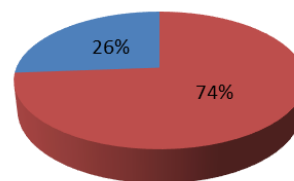
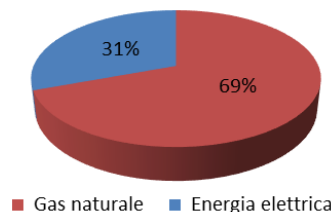
Energia elettrica	17814	2,42	43109,88	45,0586673	6	45,05866736	11,40874435	8,695205644	8,695205644	2,201604797
<b>TOTALE</b>			<b>141001,2444</b>	<b>147,375222</b>	<b>7</b>	<b>147,37522</b>	<b>37,31504586</b>	<b>28,37896201</b>	<b>28,37896201</b>	<b>7,185483756</b>

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	93229,87082	1,05	97891,36436	102,316555	4	102,316554	25,90630152	102,317	102,317	25,906
Energia elettrica	17814	1,95	34737,3	36,3076038	7	36,30760387	9,192996478	45,059	45,059	11,409
<b>TOTALE</b>			<b>132628,6644</b>	<b>138,624159</b>	<b>2</b>	<b>138,62416</b>	<b>35,099298</b>	<b>147375,2227</b>	<b>147375,2227</b>	<b>37315,04586</b>

 Figura 5.6 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO<sub>2</sub> valutati in funzione della superficie utile riscaldata

 Figura 5.7 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO<sub>2</sub>

Ripartizione % energia primaria


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


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

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

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

La formula definita è sotto riportata:

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

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

- Superficie lorda ai piani dell'edificio  $A_p$ ;
- 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	4,2	10,7	8,8	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	14302,13833	14605,858	12817,89524

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo una classe di merito buona per il riscaldamento e una classe di merito insufficiente per i consumi elettrici.

Gli indici di prestazione sono riportati nell'Allegato M – Report di Benchmark.

## 6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

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

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	EP <sub>gl,nren</sub>	kWh/mq anno	205,5	214,96
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	167,09	167,3
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	10,51	13,04
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	27,89	34,62
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	-	-
Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	42,51	42,51

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
	[m <sup>3</sup> /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	15.238	15.999,9
Energia Elettrica	19.265	37.566,75

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

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

Dove:

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

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

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

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

Nota (\*) Tale contributo non è definito all'interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall'Auditor facendo riferimento alle norme UNI TS 11300

### 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.

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl, nren}$	kWh/mq anno	198,06	206,61
Climatizzazione invernale	$EP_H$	kWh/mq anno	163,36	163,54
Produzione di acqua calda sanitaria	$EP_w$	kWh/mq anno	9,81	12,18
Ventilazione	$EP_v$	kWh/mq anno	-	-
Raffrescamento	$EP_c$	kWh/mq anno	-	-
Illuminazione artificiale	$EP_L$	kWh/mq anno	24,89	30,89
Trasporto di persone e cose	$EP_T$	kWh/mq anno	-	-

Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	40,89	40,89
------------------------------	-------------------	------------	-------	-------

Gli indici di prestazione energetica sopra riportati corrispondono ad un quantitativo annuo di vettore energetico consumato, riportato nella Tabella 6.5.

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	
	[mc/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	14.905	15.650,25
Energia Elettrica	17.400	33.930

La validazione del modello energetico termico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline ( $Q_{baseline}$ ) così come definito al precedente capitolo 0 ed il fabbisogno teorico ( $Q_{teorico}$ ) derivante dalla modellazione energetica.

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
94.590,34	93.229,9	1,44%

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

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
18.603	17.814	4,2%

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

## 6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

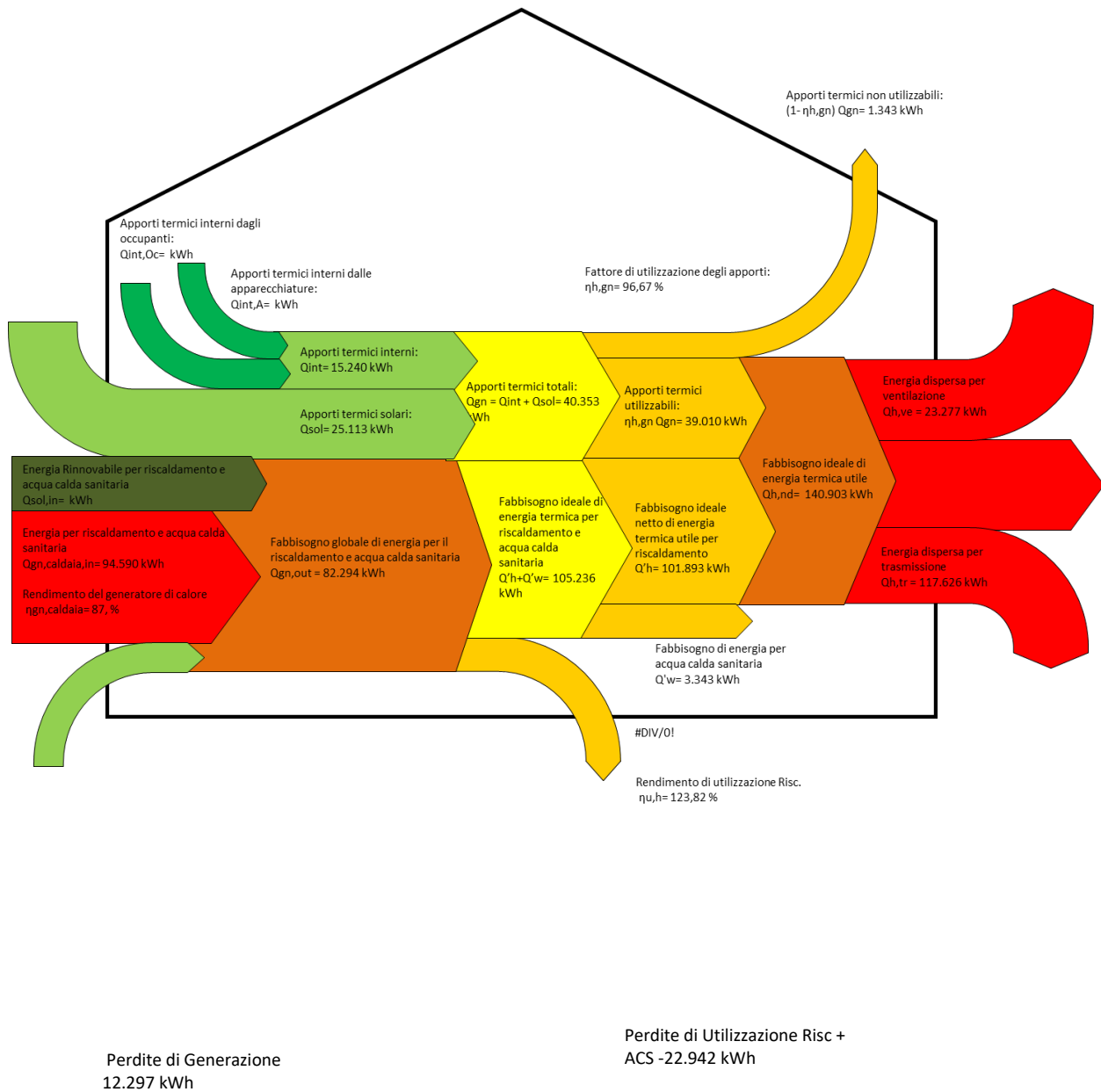
A conclusione della procedura di calcolo del fabbisogno di energia primaria, i risultati del bilancio energetico sono quindi stati rappresentati mediante diagrammi di Sankey.

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

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



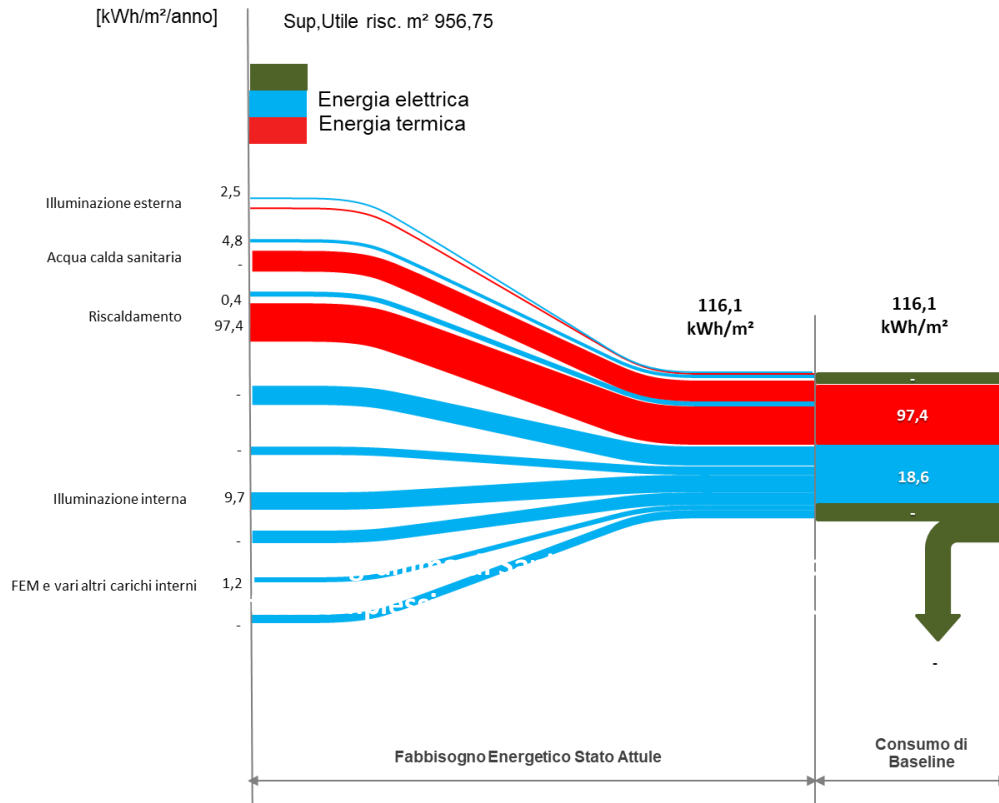
Grafico con presenza di energia recuperata al sottosistema di generazione



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

Figura 6.2.

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



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

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

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

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

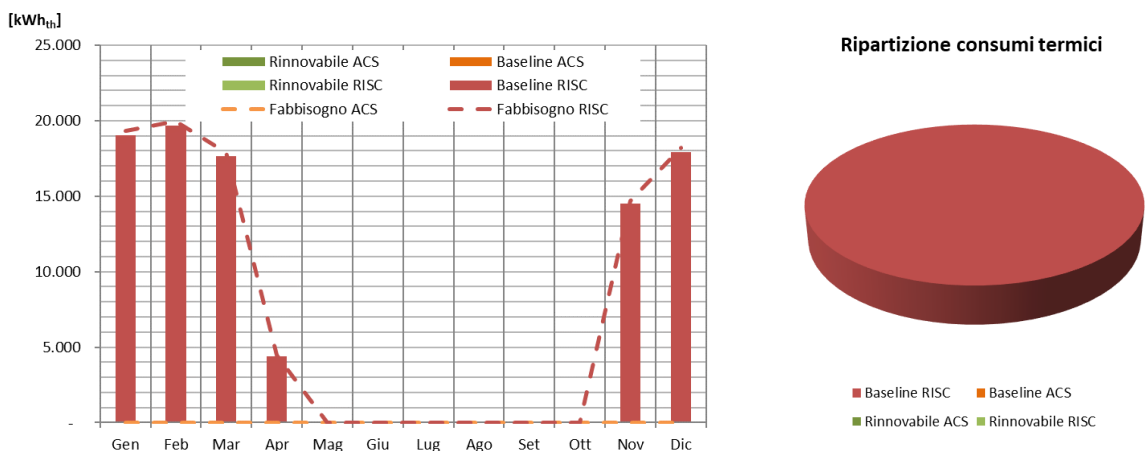
Dall'analisi del diagramma di Sankey relativo al bilancio energetico complessivo dell'edificio è possibile notare che la maggior parte dei consumi è di tipo termico.

### 6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

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

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

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



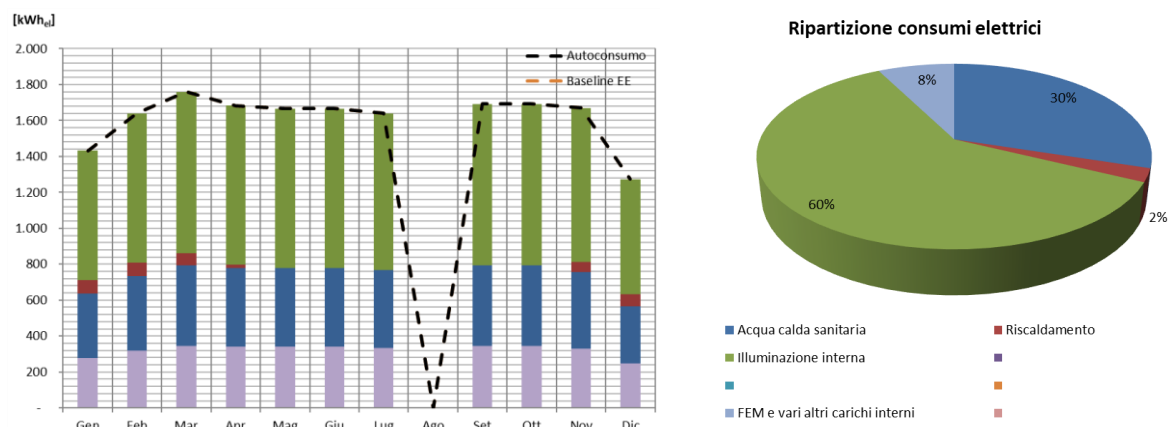
Si può notare come la totalità dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per la climatizzazione dei locali, pertanto gli interventi migliorativi proposti, andranno ad interessare principalmente tali componenti, concentrandosi sul miglioramento dell'involucro.

Anche relativamente all'analisi dei fabbisogni di energia elettrica, la ripartizione tra i vari utilizzi è stata effettuata in funzione degli esiti della modellazione.

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

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.4.

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



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi all'illuminazione interna, poiché non sono presenti altre utenze rilevanti dal punto di vista elettrico.

## 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:

- PDR 1 – 3270049337632: contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Non è stato quindi possibile effettuare un'analisi dei costi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA .

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: 16220050636325	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	n/d	n/d	n/d
Inizio periodo fornitura	n/d	n/d	n/d
Fine periodo fornitura	n/d	n/d	n/d
Classe del contatore	n/d	n/d	n/d
Tipologia di contratto	SIE-Gestione calore	SIE-Gestione calore	SIE-Gestione calore
Opzione tariffaria (*)	n/d	n/d	n/d
Valore del coefficiente correttivo dei consumi	n/d	n/d	n/d
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile	n/d	n/d	n/d
Prezzi di fornitura del combustibile (*) (IVA INCLUSA)	n/d	n/d	n/d

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

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

Nella Tabella 7.2 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: 16220050636325	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						-	-	0,777
Febbraio						-	-	0,777
Marzo						-	-	0,777
Aprile						-	-	0,777



## E356-Scuola materna "inf. Radice"- Scuola elementare "Radice"

Maggio	-	-	-	-	-	-	-	0,777
Giugno	-	-	-	-	-	-	-	0,777
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	0,777
Agosto	-	-	-	-	-	-	-	0,777
Settembre	-	-	-	-	-	-	-	0,777
Ottobre	-	-	-	-	-	-	-	0,777
Novembre	-	-	-	-	-	1.320	15.987	0,777
Dicembre	-	-	-	-	-	1.635	19.809	0,777
<b>Totale</b>	-	-	-	-	-	<b>2.954</b>	<b>35.796</b>	<b>0,777</b>
<b>PDR: 03270049123457</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2015</b>	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	-	-	-	-	-	1.277	15.478	0,777
Febbraio	-	-	-	-	-	2.026	24.552	0,777
Marzo	-	-	-	-	-	1.602	19.415	0,777
Aprile	-	-	-	-	-	864	10.472	0,777
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	0,777
Giugno	-	-	-	-	-	-	-	0,777
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	0,777
Agosto	-	-	-	-	-	-	-	0,777
Settembre	-	-	-	-	-	-	-	0,777
Ottobre	-	-	-	-	-	-	-	0,777
Novembre	-	-	-	-	-	748	9.061	0,777
Dicembre	-	-	-	-	-	938	11.369	0,777
<b>Totale</b>	-	-	-	-	-	<b>7.457</b>	<b>90.347</b>	<b>0,777</b>
<b>PDR: 03270049123457</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2016</b>	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	-	-	-	-	-	1.074	13.013	0,777
Febbraio	-	-	-	-	-	1.352	16.376	0,777
Marzo	-	-	-	-	-	1.326	16.061	0,777
Aprile	-	-	-	-	-	400	4.851	0,777
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	0,777
Giugno	-	-	-	-	-	-	-	0,777
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	0,777

Agosto	-	-	0,777
Settembre	-	-	0,777
Ottobre	-	-	0,777
Novembre	988	11.967	0,777
Dicembre	1.039	12.592	0,777
<b>Totale</b>	<b>6.179</b>	<b>74.861</b>	<b>0,777</b>

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

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

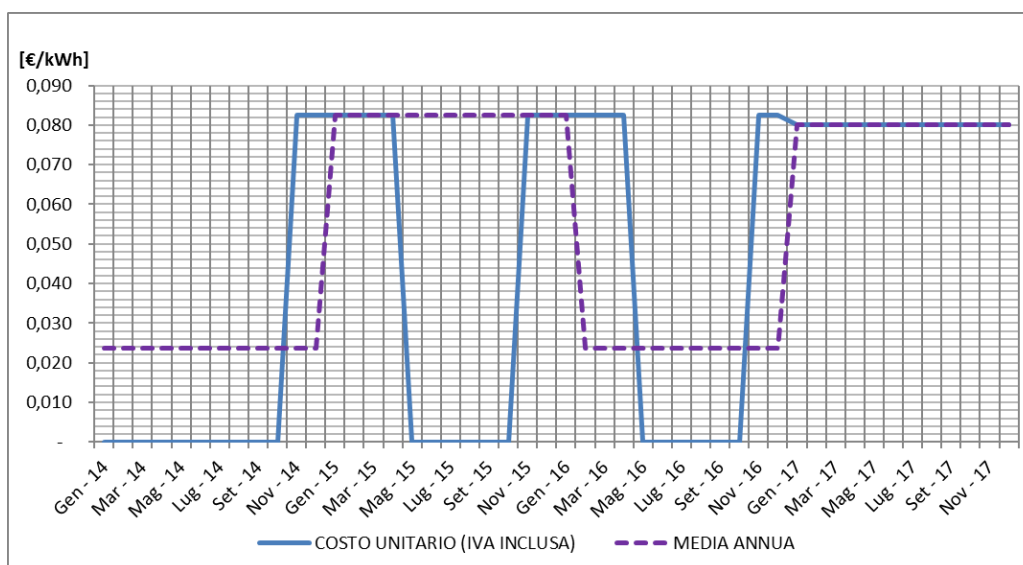
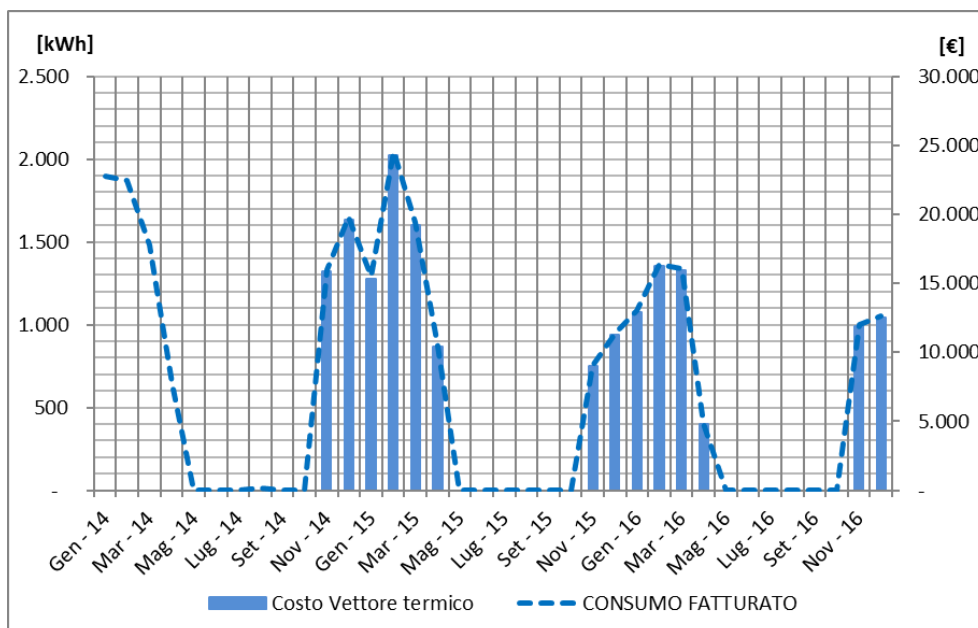


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia termica



### 7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite un unico contratto e un unico POD, come di seguito elencato:

- POD 1 – IT001E00122745: 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: IT001E00012345	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura	COMUNE DI GENOVA		
Dati di intestazione fattura	COMUNE DI GENOVA	COMUNE DI GENOVA	COMUNE DI GENOVA
Società di fornitura	EDISON ENERGIA SPA	GALA SPA	IREN MERCATO SPA
Inizio periodo fornitura	gen-14	apr-15	apr-16
Fine periodo fornitura	mar-15	mar-16	
Potenza elettrica impegnata	16,5 kW	15 kW	15 kW
Potenza elettrica disponibile	16,5 kW	16,5 kW	16,5 kW
Tipologia di contratto	Fornitura in BT	Fornitura in BT	Fornitura in BT
Opzione tariffaria <sup>(1)</sup>	BTA5	BTA5	BTA5
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica <sup>(2)</sup>	n/d	n/d	n/d

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

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

Nella Tabella 7.4 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: IT001E00012 345	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO  (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 14						318	1.951	0,163
Feb – 14						557	1.846	0,302
Mar – 14						449	1.968	0,228
Apr – 14						371	1.518	0,245
Mag – 14						365	1.507	0,242
Giu – 14						289	1.226	0,236
Lug – 14						-	831	-
Ago – 14						190	659	0,289
Set – 14						291	1.148	0,254
Ott – 14						390	1.614	0,242
Nov – 14						424	1.802	0,235
Dic – 14						-	2.248	-
<b>Totale</b>	-	-	-	-	-	<b>3.645</b>	<b>18.318</b>	<b>0,199</b>
POD: IT001E00012 345	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO  (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
Gen – 15						1.037	2.406	0,431
Feb – 15						-	2.279	-
Mar – 15						-	1.607	-
Apr – 15						215	1.024	0,210
Mag – 15						307	2.229	0,138
Giu – 15						299	1.199	0,250
Lug – 15						199	733	0,271
Ago – 15						276	621	0,444
Set – 15						154	1.493	0,103
Ott – 15						269	1.604	0,168
Nov – 15						266	2.010	0,132
Dic – 15						382	1.502	0,254
<b>Totale</b>						<b>3.405</b>	<b>18.707</b>	<b>0,182</b>



POD: IT001E00012 345	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					(IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 16						237	1.777	0,133
Feb - 16						325	1.808	0,180
Mar - 16						100	1.607	0,062
Apr - 16						-	1.848	-
Mag - 16						716	1.741	0,411
Giu - 16						227	970	0,234
Lug - 16						136	412	0,330
Ago - 16						130	312	0,418
Set - 16						230	792	0,290
Ott - 16						369	1.570	0,235
Nov - 16						448	1.892	0,237
Dic - 16						397	1.688	0,235
<b>Totale</b>						<b>3.315</b>	<b>16.417</b>	<b>0,202</b>

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

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

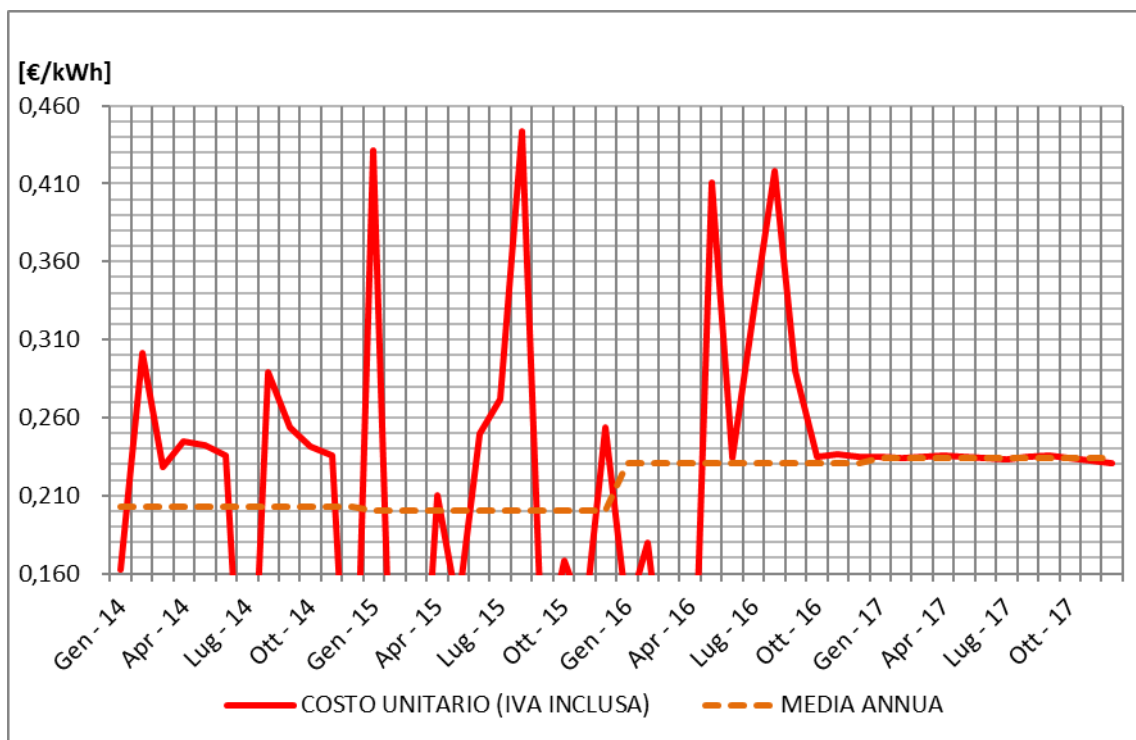
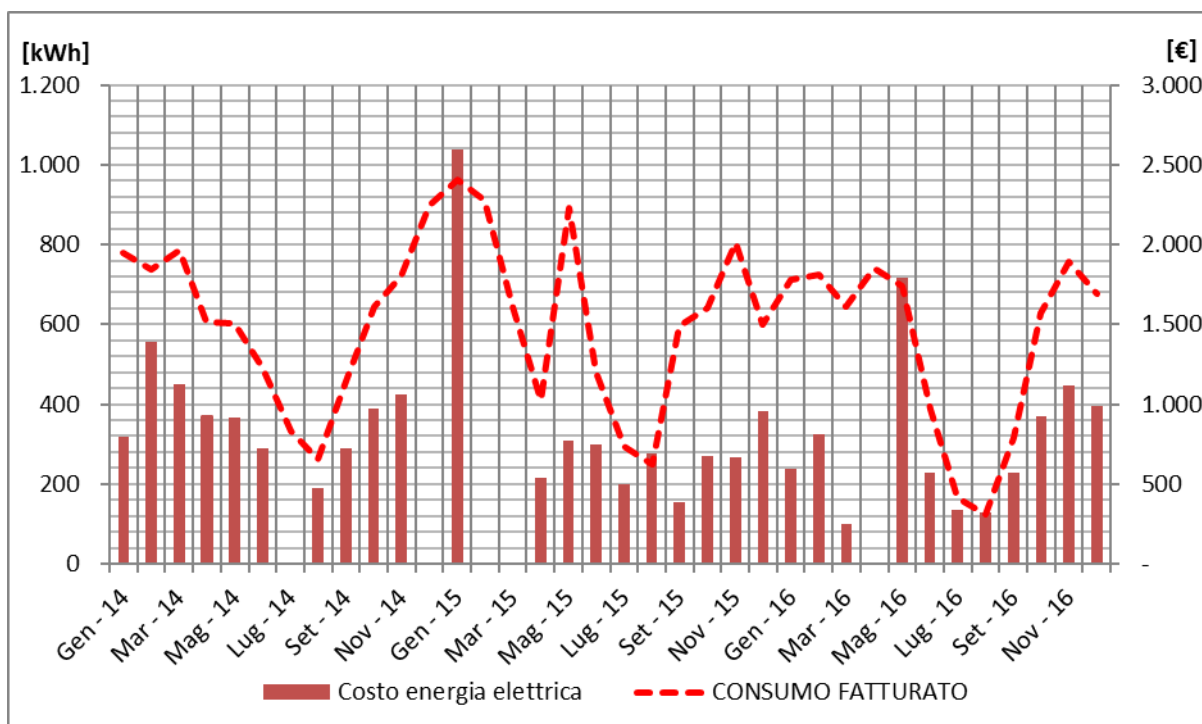


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



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

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

Nella Tabella 7.5 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	35.796	2.954,47	0,083	18.318	3.645,33	0,20	6.599,80
2015	90.347	7.456,92	0,083	18.707	3.404,58	0,18	10.861,50
2016	74.861	6.178,73	0,083	16.417	3.314,74	0,20	9.493,47
Media	67.001	5.530	0,083	17.814	3.454,88	0,19	8.984,92

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	C <sub>UQ</sub> 0,083	[€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C <sub>UEE</sub> 0,23	[€/kWh]

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

I costi unitari si sono ricavati come indicato dalla PA sulla base del file DE\_Lotto.8-E356\_revA-AllegatoB-Grafici\_Template.xlsx.

### 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 all'impianto L1-042-170-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.

Su questo impianto è attivo il Servizio A all'interno del vigente contratto SIE3, i costi di manutenzione C<sub>M</sub> sono pertanto stimati come segue:

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

e sono ripartiti in una quota ordinaria (C<sub>MO</sub>) e in una quota straordinaria (C<sub>MS</sub>) 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 manutentivi individuati per il calcolo della Baseline

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	CM <sub>o</sub> 5.132,52	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	CM <sub>s</sub> 1.364,34	[€/anno]

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

## 7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

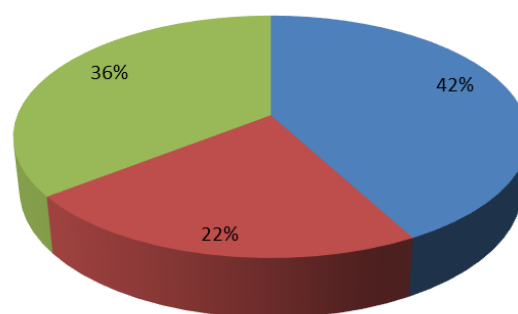
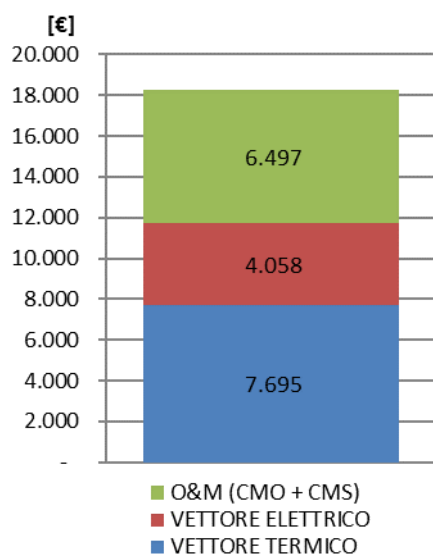
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un C<sub>E</sub> pari a €11753 e un C<sub>baseline</sub> pari a €18249

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

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO				O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )		TOTALE
Q <sub>baseline</sub>	Cu <sub>Q</sub>	C <sub>Q</sub>	EE <sub>baseline</sub>	Cu <sub>EE</sub>	C <sub>EE</sub>	C <sub>M</sub>	C <sub>MO</sub>	C <sub>MS</sub>	C <sub>Q</sub> +C <sub>EE</sub> +C <sub>M</sub>
[kWh ]	[€/kWh]	[€]	[kWh ]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
93.230	0,083	7.695	17.814	0,228	4.058	6.497	5.133	1.364	18.249

Figura 7.5 – Baseline dei costi e loro ripartizione



## 8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

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

#### 8.1.1 Involucro edilizio

##### **EEM1: Isolamento parete verticale in CLS con cappotto esterno**

###### **Generalità**

La misura prevede l'installazione di un cappotto esterno costituito da materiale isolante, nel caso analizzato pannelli in silicato di calcio, fissato ai profili della parete esistenti. Il sistema è completato con intonaco di finitura, costituito da due strati applicati direttamente ai pannelli isolanti.

Il cappotto esterno consente di ottimizzare le prestazioni termiche dell'edificio, riducendo le dispersioni energetiche e conseguentemente i consumi.

Il cappotto, inoltre, consente di ottenere importanti benefici dal punto di vista termoigrometrico andando ad abbattere il rischio di condense interstiziali e superficiali.

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

I pannelli isolanti devono avere superficie massima di 1m<sup>2</sup>. Lo spessore minimo è di 4,0 cm. Nel caso studio si sono scelti di installare 14 cm di isolante di silicato di calcio con conducibilità pari a 0,045W/m2k.

La posa deve essere fatta sfalsando a circa metà larghezza i pannelli o almeno a ¼ del pannello.

L'intonaco armato deve avere uno spessore minimo di 3,0 mm.

L'intonaco di finitura deve avere uno spessore minimo di 1,5 mm.

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

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

I lavori prevedono l'installazione di un ponteggio attorno all'area di interesse.

Un collante viene poi applicato ai pannelli e questi vengono fissati alla parete esterna dell'edificio, dal basso verso l'alto, a giunti sfalsati, evitando la presenza di fessure tra i pannelli. In corrispondenza degli spigoli i pannelli devono essere alternati in modo da garantire un assorbimento delle tensioni.

Si procede successivamente con la rasatura sui pannelli mediante spatole metalliche, applicando in seguito la rete di armatura.

Infine si procede stendendo lo strato di finitura.

###### **Prestazioni raggiungibili**

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

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Isolamento parete verticale in CLS

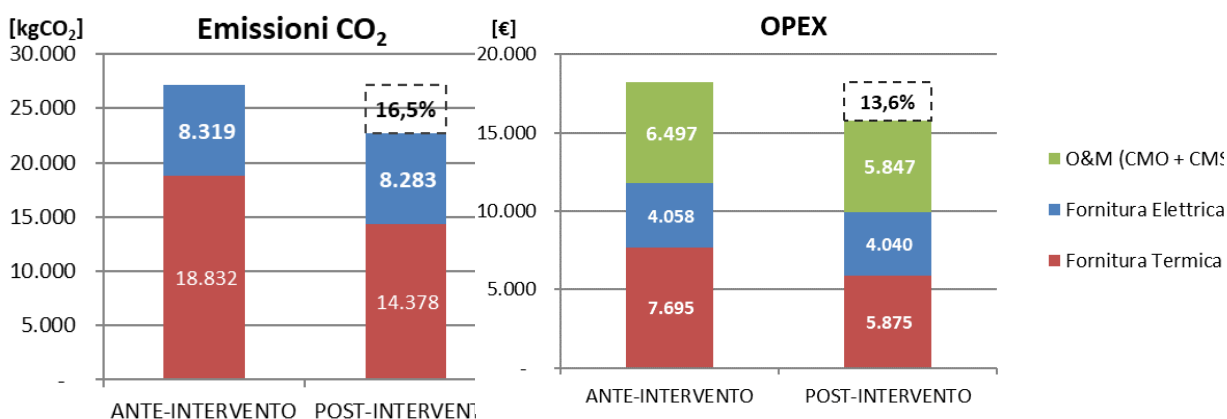
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 [Trasmittanza parete]	[W/m <sup>2</sup> K]	2,044	0,277	<b>86,4%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	94.590	72.216	<b>23,7%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	18.603	18.523	<b>0,4%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	93.230	71.177	<b>23,7%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	17.814	17.737	<b>0,4%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	18.832	14.378	<b>23,7%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.319	8.283	<b>0,4%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>27.152</b>	<b>22.661</b>	<b>16,5%</b>
Fornitura Termica, C <sub>0</sub>	[€]	7.695	5.875	<b>23,7%</b>

Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	4.058	4.040	0,4%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>11.753</b>	<b>9.915</b>	<b>15,6%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	5.133	4.619	10,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	1.364	1.228	10,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>6.497</b>	<b>5.847</b>	<b>10,0%</b>
OPEX	[€]	<b>18.249</b>	<b>15.762</b>	<b>13,6%</b>
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classe

Nota (x) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 kgCO<sub>2</sub>/kWh per il vettore termico e 0,467 kgCO<sub>2</sub>/kWh per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,083 €/kWh per il vettore termico e 0,23 €/kWh per il vettore elettrico.

Figura 8.1 – EEM1: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



## EEM2: Sostituzione del serramento comprensiva del telaio e del vetro

### Generalità

La misura prevede l'installazione di nuovi serramenti con telaio in PVC e triplo vetro.

La sostituzione dei serramenti consente di ottimizzare le prestazioni termiche dell'edificio, riducendo le dispersioni energetiche e conseguentemente i consumi.

### Caratteristiche funzionali e tecniche

Si è considerato un serramento realizzato con profili estrusi di pvc prodotti secondo la norma DIN 7748, esenti da cadmio, autoestinguenti, classe 1 di reazione al fuoco, a 5 camere rinforzati con profili in acciaio zincato spessore 15/10, guarnizioni in TPE coestruse e saldate negli angoli, completo di controtelaio, esclusa la posa dello stesso, compresi maniglie, cerniere, meccanismi di manovra, dispositivi di sicurezza contro le false manovre e quant'altro necessario per il funzionamento e vetrocamera con canalina a bordo caldo, permeabilità all'aria classe 4 secondo la norma UNI EN 12207, tenuta all'acqua classe E 750 secondo la norma UNI 12208, resistenza al vento C3/B3 secondo la norma UNI 12210: vetrocamera 33.1-16-33.1 bassoemissivo con gas argon, U<sub>w</sub> = 1,2 W/mqK, U<sub>g</sub> = 1,1 W/mqK, U<sub>f</sub> = 1,2 W/mqK, R<sub>w</sub> = 35 dB: portafinestra a 2 ante, a telaio fisso, 120 x 240 cm (2,88 mq)

### Descrizione dei lavori

L'intervento deve essere svolto da addetti specializzati. Si procede con la rimozione dei vecchi serramenti esistenti. Successivamente si installano i nuovi serramenti in modo tale da garantire una corretta posa in opera al fine di assicurare la tenuta all'aria e all'acqua, ottimizzando le prestazioni termiche.

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella tabella 8.4.

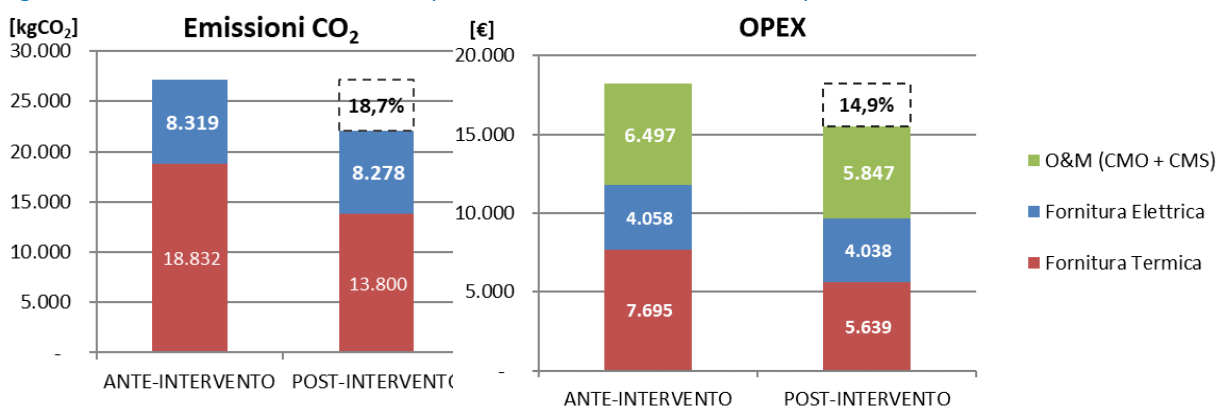
Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Sostituzione serramenti

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM2 [Trasmittanza copertura]	[W/m <sup>2</sup> K]	4,65	1,2	<b>74,2%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	94.590	69.315	<b>26,7%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	18.603	18.512	<b>0,5%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	93.230	68.318	<b>26,7%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	17.814	17.727	<b>0,5%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	18.832	13.800	<b>26,7%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.319	8.278	<b>0,5%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>27.152</b>	<b>22.079</b>	<b>18,7%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7.695	5.639	<b>26,7%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	4.058	4.038	<b>0,5%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>11.753</b>	<b>9.677</b>	<b>17,7%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	5.133	4.619	<b>10,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.364	1.228	<b>10,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>6.497</b>	<b>5.847</b>	<b>10,0%</b>
OPEX	[€]	<b>18.249</b>	<b>15.524</b>	<b>14,9%</b>
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (x) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 kgCO<sub>2</sub>/kWh per il vettore termico e 0,467 kgCO<sub>2</sub>/kWh per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,083 €/kWh per il vettore termico e 0,23 €/kWh per il vettore elettrico.

Figura 8.2 – EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



### 8.1.2 Impianto riscaldamento

#### **EEM3: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti su radiatori e termo-arredi**

##### **Generalità**

L'intervento consiste nell'installazione su tutti i radiatori dell'edificio di valvole termostatiche e relativi comandi.

Questo intervento permette di ottenere un risparmio energetico legato all'effettiva richiesta di carico termico differenziabile per ciascun ambiente di ogni zona climatizzata con un sensibile aumento. Al fine di un corretto funzionamento è prevista l'installazione di una pompa modulante in sostituzione a quella esistente.

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



L'installazione delle valvole termostatiche consente di incrementare notevolmente il rendimento di generazione, andando ad intervenire sulla temperatura di set point locale per locale.

Con questa soluzione il rendimento di regolazione risulta pari al 98 % (regolazione ambiente con banda proporzionale ad 1°C).

### Prestazioni raggiungibili

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

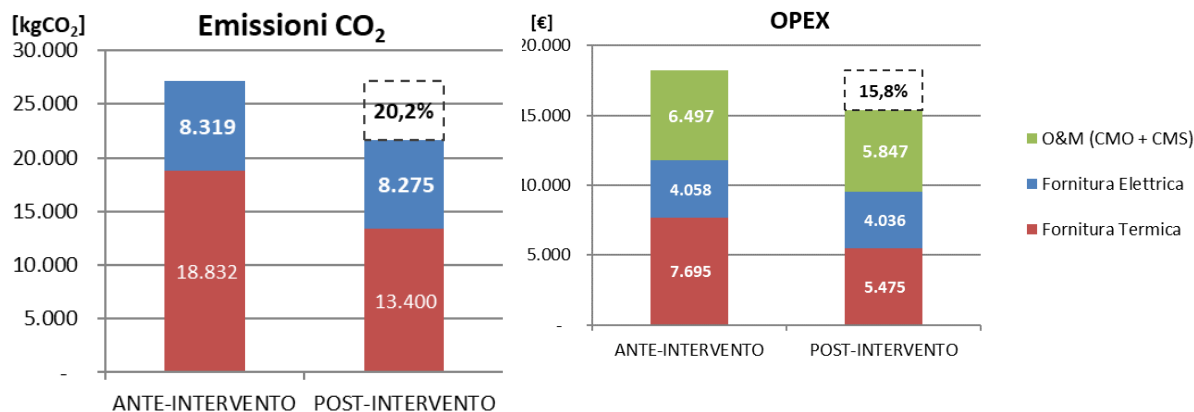
Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Installazione delle valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento regolazione	%	66,8	98	<b>31,8%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	94.590	67.305	<b>28,8%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	18.603	18.505	<b>0,5%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	93.230	66.337	<b>28,8%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	17.814	17.720	<b>0,5%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	18.832	13.400	<b>28,8%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.319	8.275	<b>0,5%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>27.152</b>	<b>21.675</b>	<b>20,2%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7.695	5.475	<b>28,8%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	4.058	4.036	<b>0,5%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>11.753</b>	<b>9.512</b>	<b>19,1%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	5.133	4.619	<b>10,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.364	1.228	<b>10,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>6.497</b>	<b>5.847</b>	<b>10,0%</b>
OPEX	[€]	<b>18.249</b>	<b>15.359</b>	<b>15,8%</b>
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classi

Nota (x) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 kgCO<sub>2</sub>/kWh per il vettore termico e 0,467 kgCO<sub>2</sub>/kWh per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,08 €/kWh per il vettore termico e 0,204 €/kWh per il vettore elettrico.

Figura 8.3 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



### EEM4: Installazione di caldaia a condensazione

#### Generalità

L'intervento consiste nella sostituzione dell'attuale generatore di calore con una caldaia a condensazione ad alto rendimento. La potenzialità è valutata in base alla combinazione o meno di

questo intervento con interventi sull'involucro.

Per la sola sostituzione della caldaia si è valutata una potenzialità pari a 200kW.

L'installazione di un nuovo generatore ad alta efficienza comporta un risparmio energetico, maggiore sicurezza ed affidabilità, minori emissioni inquinanti in ambiente ed una migliore efficienza ai carichi parziali in funzione del fattore di carico dell'edificio.

### Caratteristiche funzionali e tecniche

L'installazione di un generatore a condensazione consente di ottenere un rendimento di generazione pari al 98%.

### Prestazioni raggiungibili

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

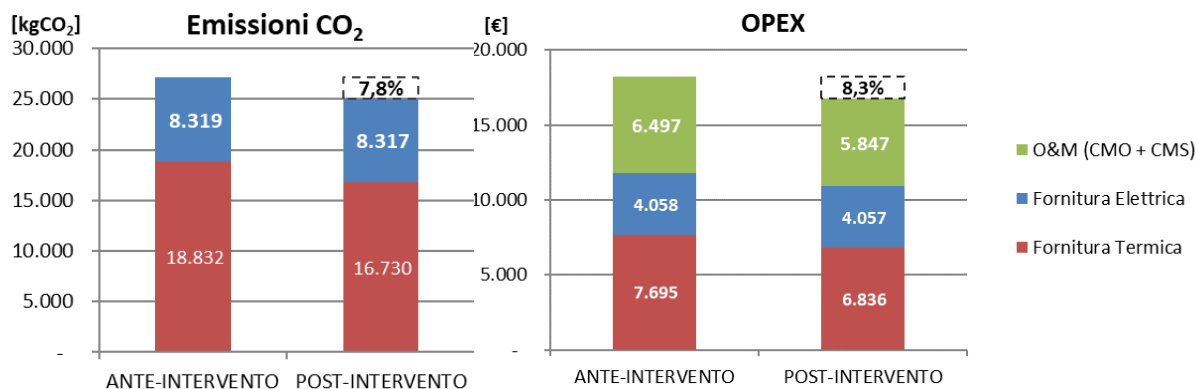
Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Installazione caldaia a condensazione

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento generazione	%	87	98	11,2%
$Q_{teorico}$	[kWh]	94.590	84.029	11,2%
$EE_{teorico}$	[kWh]	18.603	18.598	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	93.230	82.821	11,2%
$EE_{baseline}$	[kWh]	17.814	17.809	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	18.832	16.730	11,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.319	8.317	0,0%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>27.152</b>	<b>25.047</b>	<b>7,8%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	7.695	6.836	11,2%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	4.058	4.057	0,0%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>11.753</b>	<b>10.892</b>	<b>7,3%</b>
$C_{MO}$	[€]	5.133	4.619	10,0%
$C_{MS}$	[€]	1.364	1.228	10,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>6.497</b>	<b>5.847</b>	<b>10,0%</b>
OPEX	[€]	<b>18.249</b>	<b>16.739</b>	<b>8,3%</b>
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (x) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 kgCO<sub>2</sub>/kWh per il vettore termico e 0,467 kgCO<sub>2</sub>/kWh per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,08 €/kWh per il vettore termico e 0,204 €/kWh per il vettore elettrico.

Figura 8.4 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



### 8.1.3 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

#### **EEM5: Installazione lampade a LED a basso consumo**

##### Generalità

Si prevede la sostituzione delle pre-esistenti sorgenti luminose con sorgenti luminose a LED più efficienti nel rispetto dei livelli di illuminamento preesistenti.

Una maggiore efficienza luminosa consente di ridurre i consumi di energia elettrica e di aumentare la vita utile dei singoli corpi illuminanti.

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

Si sostituiscono le sorgenti luminose seguenti:

- Lampade fluorescenti 1x36W con lampade LED da 20 W;
- Lampade fluorescenti 1x58W con lampade LED da 36 W;
- Lampade fluorescenti 1x18W con lampade LED da 16 W;
- Lampade fluorescenti 1x200W con lampade LED da 112 W;
- 

##### **Prestazioni raggiungibili**

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

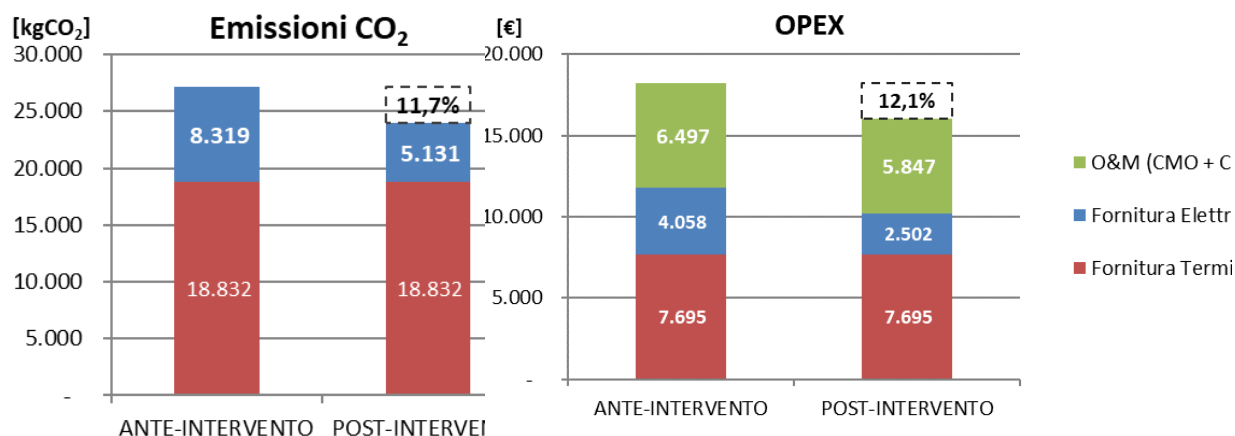
Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM5 – Installazione lampade a LED a basso consumo

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Consumo Lampada	W	36	20	<b>80,0%</b>
$Q_{teorico}$	[kWh]	94.590	94.590	<b>0,0%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	18.603	11.473	<b>38,3%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	93.230	93.230	<b>0,0%</b>
$EE_{baseline}$	[kWh]	17.814	10.986	<b>38,3%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	18.832	18.832	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.319	5.131	<b>38,3%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>27.152</b>	<b>23.963</b>	<b>11,7%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	7.695	7.695	<b>0,0%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	4.058	2.502	<b>38,3%</b>
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>11.753</b>	<b>10.197</b>	<b>13,2%</b>
$C_{MO}$	[€]	5.133	4.619	<b>10,0%</b>
$C_{MS}$	[€]	1.364	1.228	<b>10,0%</b>
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>6.497</b>	<b>5.847</b>	<b>10,0%</b>
OPEX	[€]	<b>18.249</b>	<b>16.045</b>	<b>12,1%</b>
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (x) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 kgCO<sub>2</sub>/kWh per il vettore termico e 0,467 kgCO<sub>2</sub>/kWh per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,08 €/kWh per il vettore termico e 0,204 €/kWh per il vettore elettrico.

Figura 8.5 – EEM5: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



#### 8.1.4 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

##### EEM6: Installazione pannelli fotovoltaici

###### Generalità

Si prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico di potenzialità pari a 15 kW.

###### Caratteristiche funzionali e tecniche

Esposizione pannelli : Sud Est (-10°)

Inclinazione pannelli: 15°

Potenza singolo pannello: 250W

Numero pannelli: 60

Efficienza singolo pannello: 0,13

Fattore di efficienza: 0,75

###### Prestazioni raggiungibili

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

Tabella 8.6 – Risultati analisi EEM6 – Installazione pannelli fotovoltaici

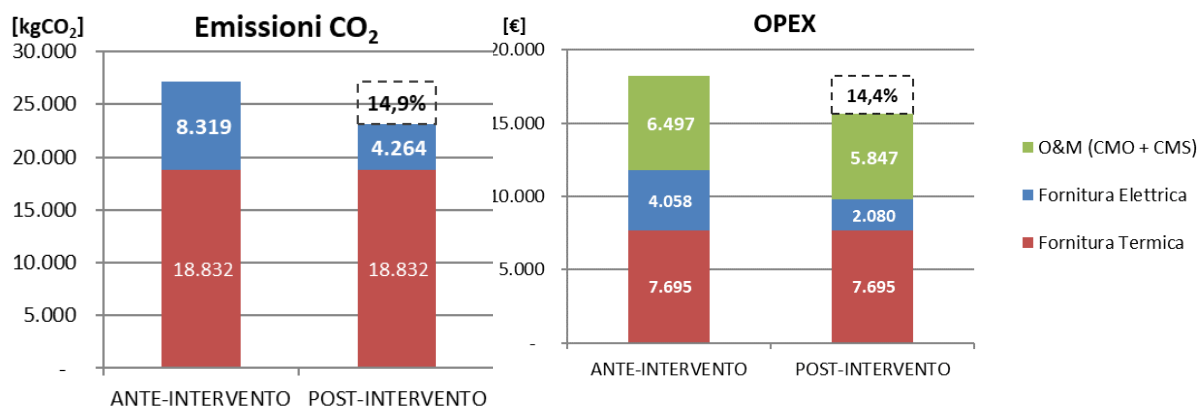
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Solare Fotovoltaico	kW	0	15	-100,0%
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	94.590	94.590	0,0%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	18.603	9.535	48,7%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	93.230	93.230	0,0%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	17.814	9.131	48,7%
Emiss. CO <sub>2</sub> Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	18.832	18.832	0,0%
Emiss. CO <sub>2</sub> Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.319	4.264	48,7%
<b>Emiss. CO<sub>2</sub> TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>27.152</b>	<b>23.096</b>	<b>14,9%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7.695	7.695	0,0%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	4.058	2.080	48,7%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>11.753</b>	<b>9.775</b>	<b>16,8%</b>

## E356-Scuola materna "inf. Radice"- Scuola elementare "Radice"

C <sub>MO</sub>	[€]	5.133	4.619	<b>10,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.364	1.228	<b>10,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>6.497</b>	<b>5.847</b>	<b>10,0%</b>
OPEX	[€]	<b>18.249</b>	<b>15.622</b>	<b>14,4%</b>
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (x) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 kgCO<sub>2</sub>/kWh per il vettore termico e 0,467 kgCO<sub>2</sub>/kWh per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,08 €/kWh per il vettore termico e 0,204 €/kWh per il vettore elettrico.

 Figura 8.6 – EEM6: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline


## 9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

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

#### **EEM1: Isolamento parete verticale in CLS con cappotto esterno**

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nell'isolamento della parete verticale in CLS con cappotto esterno.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati in 19064 € e verranno concessi in un'unica annualità vista la proprietà in capo alla pubblica amministrazione.

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Isolamento pareti verticali

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[€]	[€]
Isolanti di origine minerale. Pannelli in silicato di calcio, per l'isolamento termoacustico a cappotto di facciate e soffitti; permeabili al vapore, antincendio, traspirabili, incombustibili (classe 0). Lambda = 0,045 W/mK spessore da 6 a 20 cm per ogni cm	Prezzario Regione Liguria	6672,4	m2cm	€ 3,17	€ 21.169,71	22%	€ 25.827,04
Malta premiscelata Rivestimento minerale per rasature armate /cappotto termico idr/m2orepellente, impermeabile e traspirante in sacchi . Resa per mano 1,8 kg.	Prezzario Regione Liguria	477	kg	€ 0,75	€ 355,28	22%	€ 433,45
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	238,3	kg	€ 0,45	€ 106,15	22%	€ 129,51
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 progettazione, escluso: mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione - Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.	Prezzario Regione Liguria	477	m2	€ 12,98	€ 6.187,13	22%	€ 7.548,30
Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su muratura di mattoni o calcestruzzo	Prezzario Regione Liguria	477	m2	€ 6,60	€ 3.145,56	22%	€ 3.837,58
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	Prezzario Regione Liguria	477	m2	€ 4,37	€ 2.084,04	22%	€ 2.542,53

classificate, spessore 5 mm circa.

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.

Prezziario Regione Liguria	477	m2	€ 21,63	€ 10.307,56	22%	€ 12.575,22
----------------------------	-----	----	---------	-------------	-----	-------------

Costi per la sicurezza	-	3%	%	€ 1.300,66	22%	€ 1.586,81
------------------------	---	----	---	------------	-----	------------

Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€ 3.034,88	22%	€ 3.702,55
--	---	----	---	------------	-----	------------

<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>				<b>€ 47.691</b>	<b>22%</b>	<b>€ 58.183</b>
--------------------------------------	--	--	--	-----------------	------------	-----------------

<b>Incentivi</b>	<b>Conto Termico</b>					19.064
------------------	----------------------	--	--	--	--	--------

<b>Durata incentivi</b>						1
-------------------------	--	--	--	--	--	---

<b>Incentivo annuo</b>						<b>19.064</b>
------------------------	--	--	--	--	--	---------------

### **EEM2: Sostituzione del serramento comprensiva del telaio e del vetro**

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella sostituzione degli attuali serramenti.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati in 37805 € e verranno concessi in un'unica annualità vista la proprietà in capo alla pubblica amministrazione.

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – Sostituzione serramenti

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO [€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Smontaggio e recupero delle parti riutilizzabili, incluso accantonamento nell'ambito del cantiere, di: serramenti in acciaio, PVC, alluminio, compreso telaio (misura minima 2,00 m <sup>2</sup> )	Prezziario Regione Liguria	210,03	m2	€ 36,01	€ 7.562,99	22%	€ 9.226,85
Serramento realizzato con profili estrusi di pvc prodotti secondo la norma DIN 7748, esenti da cadmio, autoestinguenti, classe 1 di reazione al fuoco, a 5 camere rinforzati con profili in acciaio zincato spessore 15/10, guarnizioni in TPE coestruse e saldate negli angoli, completo di controtelaio, esclusa la posa dello stesso, compresi maniglie, cerniere, meccanismi di manovra, dispositivi di		210,03	m2	€ 472,73	€ 99.286,91	22%	#####

sicurezza contro le false manovre e quant'altro necessario per il funzionamento e vetrocamera con canalina a bordo caldo, permeabilità all'aria classe 4 secondo la norma UNI EN 12207, tenuta all'acqua classe E 750 secondo la norma UNI 12208, resistenza al vento C3/B3 secondo la norma UNI 12210: vetrocamera 33.1-16-33.1 bassoemissivo con gas argon,  $U_w = 1,2$  W/mqK,  $U_g = 1,1$  W/mqK,  $U_f = 1,2$  W/mqK,  $R_w = 35$  dB: portafinestra a 2 ante, a telaio fisso, 120 x 240 cm (2,88 mq)

Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	57,96965	m	€	6,90	€	399,99	22%	€	487,99
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	31,5045	m3	€	10,70	€	337,10	22%	€	411,26
Costi per la sicurezza	-	3%	%	€	3.227,61		22%	€	3.937,68	
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€	7.531,09		22%	€	9.187,93	
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>				€	<b>118.346</b>		<b>22%</b>	€	<b>144.382</b>	
<b>Incentivi</b>	<b>Conto Termico</b>									<b>37.805</b>
<b>Durata incentivi</b>										<b>1</b>
<b>Incentivo annuo</b>										<b>37.805</b>

### **EEM3: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti su radiatori e termo-arredi**

Nella Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM3, che consiste nell'installazione della valvole termostatiche sui corpi scaldanti.

La realizzazione di tale intervento non consente da solo l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0.

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – Installazione delle valvole termostatiche

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO [€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/m <sup>2</sup> cm]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezziario Regione Liguria	68	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 2.189,60	22%	€ 2.671,31
Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica A, 230V, del tipo:	Prezziario Regione Liguria	2	cad	€ 3.491,40	€ 3.174,00	€ 6.348,00	22%	€ 7.744,56



## E356-Scuola materna "inf. Radice"- Scuola elementare "Radice"

versione gemellare con  
 attacchi flangiati, Ø 65,  
 PN6-10, prevalenza da  
 1 a 10 m, portata da 1 a  
 38 m³/h

Sola posa in opera di pompe e/o circolatori singoli o gemellari per fluidi caldi o freddi, compreso bulloni, guarnizioni e il collegamento alla linea elettrica, escluse le flange. Per attacchi del diametro nominale di: maggiore di 65 mm fino a 80 mm	Prezzario Regione Liguria	2	cad	€ 63,62	€	57,84	€ 115,67	22%	€ 141,12
Interruttore automatico magnetotermico con potere di interruzione 4,5KA bipolare fino a 32 A - 230 V	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 22,69	€	20,63	€ 20,63	22%	€ 25,17
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	68	h	€ 31,88	€	28,98	€ 1.970,76	22%	€ 2.404,33
Costi per la sicurezza	-	3%	%				€ 319,34	22%	€ 389,59
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%				€ 745,13	22%	€ 909,05
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM1)</b>							<b>€ 11.709</b>	<b>22%</b>	<b>€ 14.285</b>

**EEM4: Installazione di caldaia a condensazione**

Nella Tabella 9.4 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM4, che consiste nell'installazione di una caldaia a condensazione.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati in 7608 € e verranno concessi in un'unica annualità vista la proprietà in capo alla pubblica amministrazione.

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4 – Installazione di caldaia a condensazione

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO [€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [%]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
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	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 10.151,63	€ 9.228,75	€ 9.228,75	22%	€ 11.259,08



di comando montato sul mantello di rivestimento, della potenza termica nominale di: 200 Kw circa

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 200 mm

Prezzario  
Regione  
Liguria

1

cad

€  
203,67

€

185,15

€  
185,15

22%

€  
225,89

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

€  
392,78

€

357,07

€  
357,07

22%

€  
435,63

Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m

Prezzario  
Regione  
Liguria

8

cad

€  
21,13

€

19,21

€  
153,67

22%

€  
187,48

Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm

Prezzario  
Regione  
Liguria

1

cad

€  
28,46

€

25,87

€  
25,87

22%

€  
31,56

Pn > 116 e Pn <= 250

Prezzario  
CCIAA RE

1

cad

€  
1.426,90

€

1.297,18

€  
1.297,18

22%

€  
1.582,56

Regolazione Climatica

Prezzario  
CCIAA RE

1

cad

€  
546,00

€

496,36

€  
496,36

22%

€  
605,56

Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere

Prezzario  
Regione  
Liguria

1

cad

€  
120,60

€

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

€  
29,71

€

27,01

€  
27,01

22%

€  
32,95

Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due

Prezzario  
Regione  
Liguria

1

cad

€  
146,74

€

133,40

€  
133,40

22%

€  
162,75

canali

Sonde di temperatura e umidità: sola temperatura, per impianti civili e industriali per esterno	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 76,47	€	69,52	€ 69,52	22%	€ 84,81
Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	16	h	€ 34,41	€	31,28	€ 500,51	22%	€ 610,62
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	40	h	€ 31,88	€	28,98	€ 1.159,27	22%	€ 1.414,31
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	100	m <sup>3</sup> km	€ 4,72	€	4,29	€ 429,09	22%	€ 523,49
Costi per la sicurezza	-	3%	%				€ 425,18	22%	€ 518,71
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%				€ 992,08	22%	€ 1.210,33
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>- EEM1)</b>							<b>€ 15.590</b>	<b>22%</b>	<b>€ 19.020</b>
Incentivi	[Conto termico]								€ 7.608
Durata incentivi									1
Incentivo annuo									€ 7.608

#### EEM5: Installazione lampade a LED a basso consumo

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati in 6139 € e verranno concessi in un'unica annualità vista la proprietà in capo alla pubblica amministrazione.

Tabella 9.5- Analisi dei costi della EEM5- Installazione lampade a LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	[€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	[€]	[%]	[€]
Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismatico internamente, per	DEI Imp. Ele. 2017	1	cad	€ 156,66	€ 142,42	€ 142,42	22%	€ 173,75



installazione a parete,  
plafone o a  
sospensione,  
apparecchio con  
grado di protezione  
IP 66, lampade LED  
temperatura di colore  
4000 K,  
alimentazione 230 V  
c.a.: bilampada:  
lunghezza 1.300 mm,  
36 W, 5.830 lm

Apparecchio ad  
incasso con corpo in  
alluminio, lampada  
led temperatura di  
colore 3000 K,  
alimentatore  
incorporato, riflettore  
in alluminio cromato,  
classe di isolamento  
1, grado di  
protezione IP 23,  
alimentazione 230 V  
50 Hz, classe  
energetica A,  
apertura del fascio  
95°: potenza 20 W,  
equivalente a 36 W  
fluorescente, Ø 190  
mm

DEI Imp. Ele. 2017	103	cad	€ 98,61	€ 89,65	€ 9.233,48	22%	€ 11.264,85
-----------------------	-----	-----	---------	---------	------------	-----	-------------

Plafoniera tonda per  
interni ed esterni -  
1300 lm potenza 16  
W - Ø 300 mm

Milano	10	cad	€ 108,04	€ 98,22	€ 982,18	22%	€ 1.198,26
--------	----	-----	----------	---------	----------	-----	------------

Plafoniera stagna  
rettangolare, corpo in  
policarbonato  
autoestingente,  
schermo in  
policarbonato  
autoestingente  
trasparente  
prismatizzato  
internamente, per  
installazione a parete,  
plafone o a  
sospensione,  
apparecchio con  
grado di protezione  
IP 66, lampade LED  
temperatura di colore  
4000 K,  
alimentazione 230 V  
c.a.: bilampada:  
lunghezza 1.600 mm,  
56 W, 9.070 lm

DEI Imp. Ele. 2017	8	cad	€ 176,76	€ 160,69	€ 1.285,53	22%	€ 1.568,34
-----------------------	---	-----	----------	----------	------------	-----	------------

Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 281,28	22%	€ 343,16
------------------------	---	----	---	--	----------	-----	----------

Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 656,31	22%	€ 800,70
--	---	----	---	--	----------	-----	----------

<b>TOTALE (I<sub>0</sub>- EEM1)</b>					<b>€ 12.581</b>	<b>22%</b>	<b>€ 15.349</b>
-------------------------------------	--	--	--	--	-----------------	------------	-----------------

<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico ]</b>						<b>€ 6.139,63</b>
------------------	-----------------------------	--	--	--	--	--	-------------------

<b>Durata incentivi</b>							<b>1</b>
-------------------------	--	--	--	--	--	--	----------

<b>Incentivo annuo</b>							<b>€</b>
------------------------	--	--	--	--	--	--	----------

**EEM6: Installazione pannelli fotovoltaici**

La realizzazione di tale intervento non prevede l'accesso al Conto Termico 2.0

Tabella 9.6– Analisi dei costi della EEM6– Installazione fotovoltaico

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/kW]	[€/kW]	[€]	[%]	[€]
da 7 a 20 kWp	Prezzario Milano	15	kW	€ 2.713,48	€ 2.466,80	€ 37.002,00	22%	€ 45.142,44
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.110,06	22%	€ 1.354,27
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 2.590,14	22%	€ 3.159,97
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>– EEM1)</b>						<b>€ 40.702</b>	<b>22%</b>	<b>€ 49.657</b>

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

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

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

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

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

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

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

### **EEM1: Isolamento parete verticale in CLS con cappotto esterno**

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

Tabella 9.7 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1

PARMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
----------------------	------	--------

Investimento Iniziale	$I_0$	€	58.183
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	19.064
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	3,5%
<b>INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO</b>		<b>VALORE SENZA INCENTIVI</b>	<b>VALORE CON INCENTIVI</b>
Tempo di rientro semplice	TRS	21,6	13,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	36,6	21,7
Valore attuale netto	VAN	- 10.821	7.510
Tasso interno di rendimento	TIR	2,2%	5,6%
Indice di profitto	IP	-0,19	0,13

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

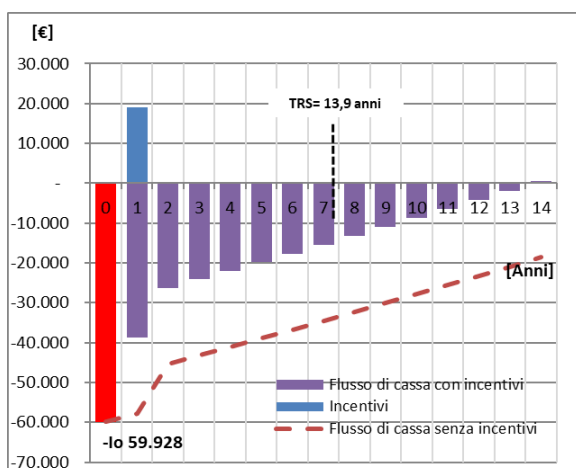
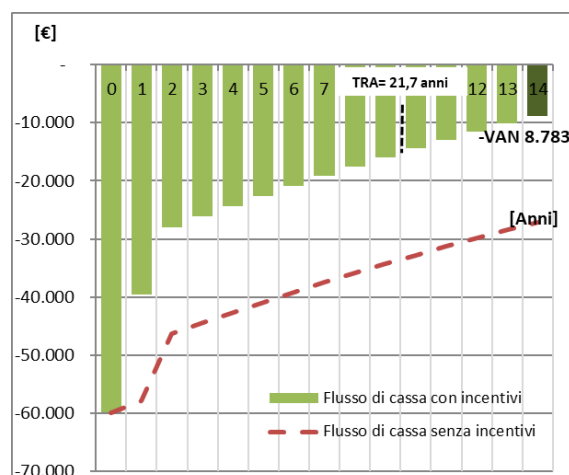


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento risulta conveniente in termini di solo tempo di ritorno semplice in presenza di incentivi.

### **EEM2: Sostituzione del serramento comprensiva del telaio e del vetro**

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

Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 144.382
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 37.805
Durata incentivo	$n_B$	anni 1

Tasso di attualizzazione  $i$  [%] 3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	43,7	31,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	66,2	43,0
Valore attuale netto	VAN	- 81.370	- 45.019
Tasso interno di rendimento	TIR	-2,8%	-0,6%
Indice di profitto	IP	-0,56	-0,31

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

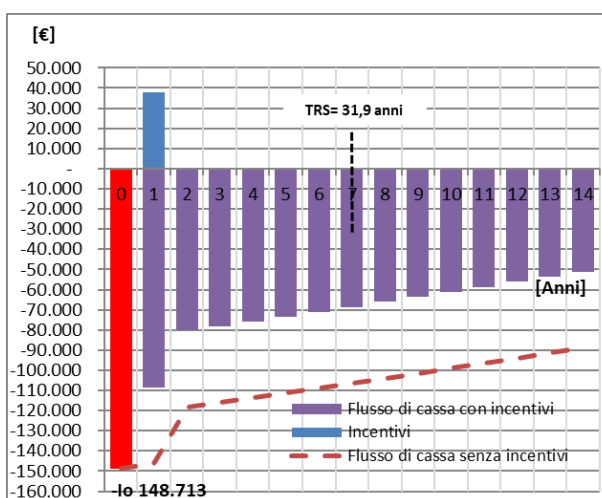
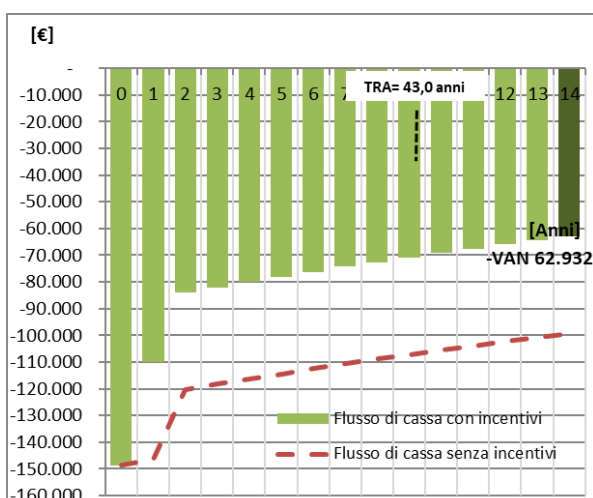


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento non risulta conveniente per via dei costi elevati.

### EEM3: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti su radiatori e termo-arredi

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

Tabella 9.9 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 14.285
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 1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%] 3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	5,0	5,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	5,8	5,8
Valore attuale netto	VAN	21.851	21.851
Tasso interno di rendimento	TIR	18,8%	18,8%
Indice di profitto	IP	1,53	1,53



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

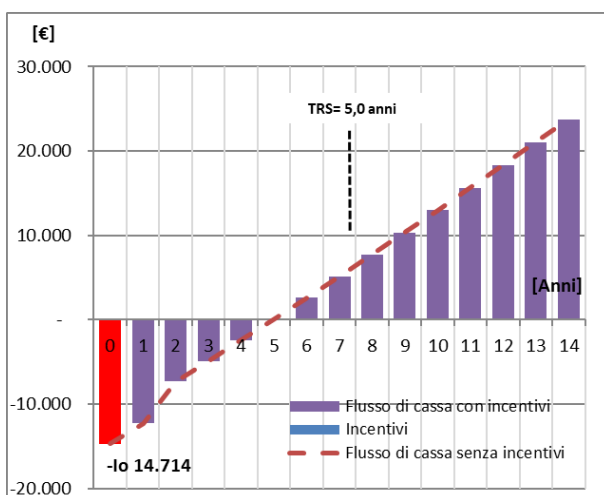
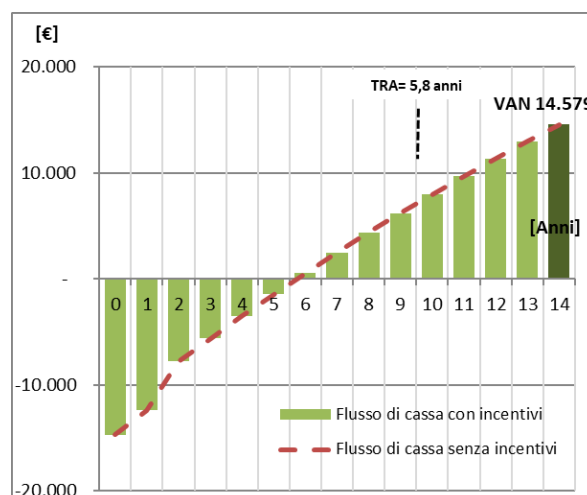


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



L'intervento risulta particolarmente conveniente con bassi tempi di ritorno, nonostante l'impossibilità di accedere agli incentivi.

#### EEM4: Installazione di caldaia a condensazione

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

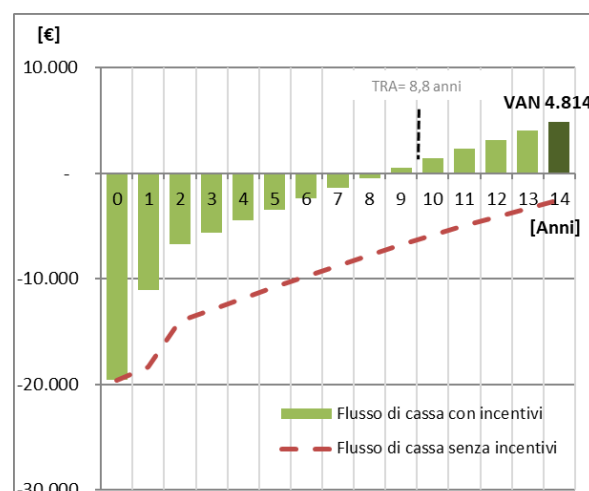
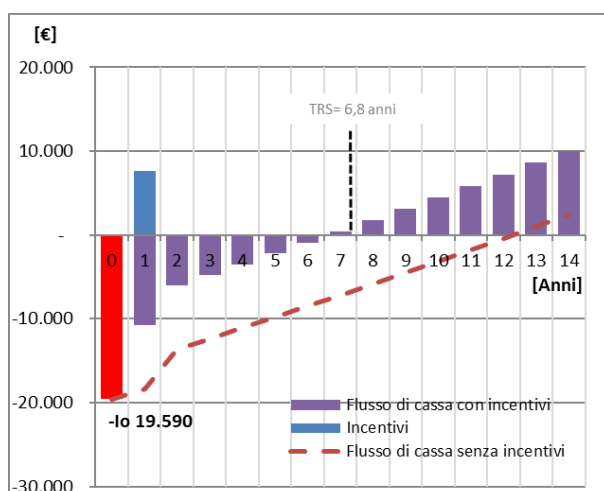
Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 19.020
Oneri Finanziari % $i_0$	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	3
Vita utile	n	20
Incentivo annuo	B	€/anno 7.608
Durata incentivo	$n_B$	1
Tasso di attualizzazione	i	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	12,4 / 6,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	17,5 / 8,8
Valore attuale netto	VAN	1.208 / 8.523
Tasso interno di rendimento	TIR	4,8% / 11,5%
Indice di profitto	IP	0,06 / 0,45

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



L'intervento risulta conveniente con bassi tempi di ritorno solo nel caso con incentivi.

### EEM5: Installazione lampade a LED a basso consumo

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM5 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

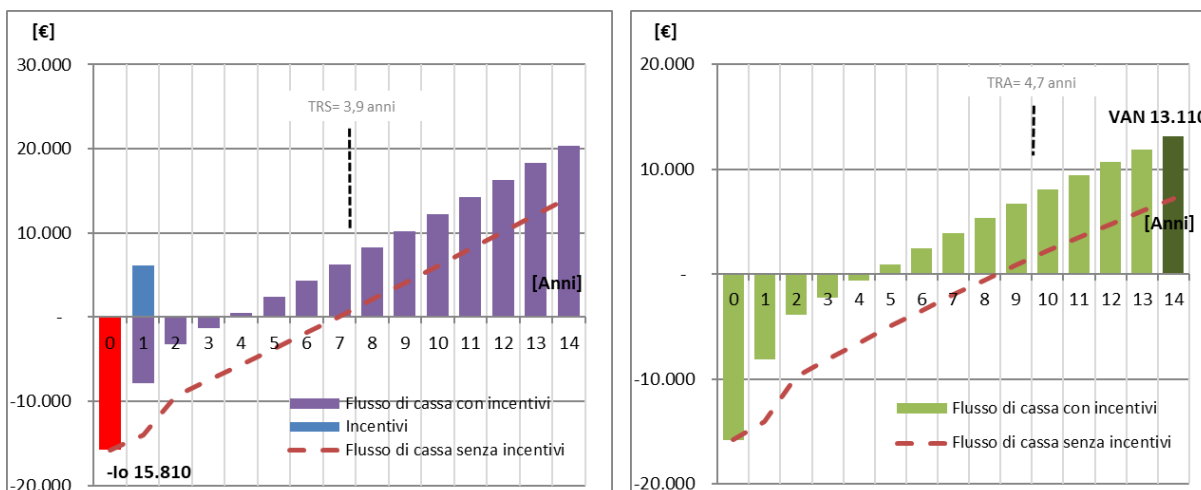
Tabella 9.11 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 15.349	
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	3,0%	
Aliquota IVA	%IVA	22,0%	
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	3	
Vita utile	n	20	
Incentivo annuo	B	€/anno 6.140	
Durata incentivo	$n_B$	1	
Tasso di attualizzazione	i	3,5%	
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI	
Tempo di rientro semplice	TRS	6,9	3,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	8,5	4,7
Valore attuale netto	VAN	12.709	18.613
Tasso interno di rendimento	TIR	12,7%	21,0%
Indice di profitto	IP	0,83	1,21

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



L'intervento risulta conveniente con bassi tempi di ritorno.

### EEM6: Installazione pannelli fotovoltaici

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM6 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

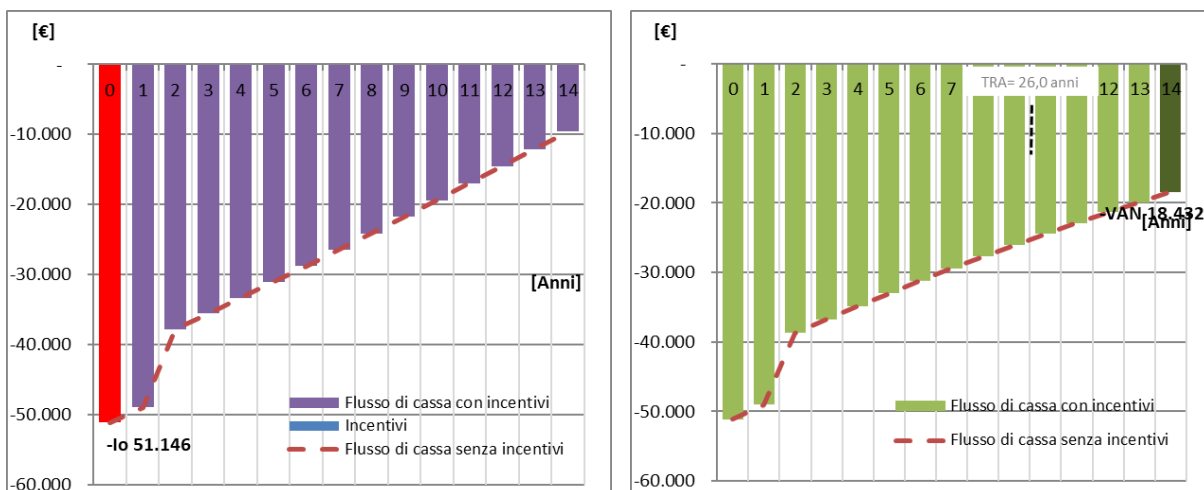
Tabella 9.12 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM6

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 49.657
Oneri Finanziari % $l_0$	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	3
Vita utile	n	20
Incentivo annuo	B	€/anno -
Durata incentivo	$n_B$	1
Tasso di attualizzazione	i	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	17,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	26,0
Valore attuale netto	VAN	- 11.839
Tasso interno di rendimento	TIR	0,7%
Indice di profitto	IP	-0,24

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



L'intervento presenta tempi di ritorno alti, dovuti anche all'impossibilità di accedere agli incentivi del Conto Termico 2.0.

### Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.13 e dall'analisi dei risultati emerge che in assenza di incentivi gli interventi sull'involucro risultano non convenienti con tempi di ritorno maggiori rispetto alla vita utile dell'intervento stesso.

La convenienza, invece, aumenta considerevolmente quando si coinvolgono le componenti impiantistiche, vero punto nevralgico dell'intera struttura. In particolare modo risulta assai conveniente intervenire sul sistema di regolazione, installando valvole termostatiche, in modo da ridurre gli spechi ed ottimizzare i consumi

Tabella 9.13 – 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]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	
EEM 1	19,84%	17%	1837,6	513,3	136,4	58.183	21,60	36,61	10.820,8	2%	-	0,19	EEM 1
EEM 2	22,41%	19%	2076,0	513,3	136,4	144.382	43,72	66,25	81.370,3	-3%	-	0,56	EEM 2
EEM 3	24,19%	20%	2241,0	513,3	136,4	14.285	4,97	5,79	21.851,4	19%	1,53	1,53	EEM 3
EEM 4	9,33%	8%	860,2	513,3	136,4	19.020	12,38	17,54	1.207,7	5%	0,06	0,06	EEM 4
EEM 5	6,30%	12%	1555,2	513,3	136,4	15.349	6,95	8,55	12.709,3	13%	0,83	0,83	EEM 5
EEM 6	8,01%	15%	1977,9	513,3	136,4	49.657	17,78	26,02	11.839,0	1%	-	0,24	EEM 6

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

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

- $\Delta_{CMS}$  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 in assenza di incentivi gli interventi sull'involucro risultano non convenienti con tempi di ritorno maggiori rispetto alla vita utile dell'intervento stesso.

La convenienza, invece, aumenta considerevolmente quando si coinvolgono le componenti impiantistiche, vero punto nevralgico dell'intera struttura. In particolar modo risulta assai conveniente intervenire sul sistema di regolazione, installando valvole termostatiche, in modo da ridurre gli spechi ed ottimizzare i consumi.

Tabella 9.14 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

	CON INCENTIVI											
	% $\Delta E$ [%]	% $\Delta_{CO2}$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	19,84%	17%	1837,6	513,3	136,4	58.183	13,89	21,72	7.510,0	6%	0,13	EEM 1
EEM 2	22,41%	19%	2076,0	513,3	136,4	144.38 2	31,90	43,02	45.019, 0	-1%	0,31	EEM 2
EEM 3	24,19%	20%	2241,0	513,3	136,4	14.285	4,97	5,79	21.851, 4	19%	1,53	EEM 3
EEM 4	9,33%	8%	860,2	513,3	136,4	19.020	6,85	8,78	8.522,9	12%	0,45	EEM 4
EEM 5	6,30%	12%	1555,2	513,3	136,4	15.349	3,88	4,72	18.612, 8	21%	1,21	EEM 5
EEM 6	8,01%	15%	1977,9	513,3	136,4	49.657	17,78	26,02	11.839, 0	1%	0,24	EEM 6

Dall'analisi dei risultati emerge che sfruttando gli incentivi risultano convenienti anche l'intervento sull'involucro edilizio, che offre la possibilità di un risparmio energetico considerevole.

La sostituzione dei serramenti rimane comunque un intervento poco vantaggioso nonostante comporti una riduzione del 22% dei consumi energetici.

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

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

La scelta degli scenari ottimale è quindi stata effettuata a partire dai risultati riportati nella tabella di cui sopra, tramite la comparazione di VAN ed IP dei diversi casi delle singole EEM, valutati per ciascun scenario considerando una vita utile in termini di TRS accettabile e la sostenibilità finanziaria degli investimenti in termini di DSCR e LLCR.

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

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

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

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

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

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

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

Dove:

- $s$  è il periodo di valutazione dell'indicatore;
- $s+m$  è l'ultimo periodo di rimborso del debito;
- $FCO_n$  è il flusso di cassa per il servizio del debito;

- D è il debito residuo (outstanding) al periodo t-esimo;
- i è il tasso di attualizzazione dei flussi di cassa;
- R è l'eventuale riserva a servizio del debito accumulata al periodo di valutazione (*Debt Reserve*).

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

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

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

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

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

- **Scenario 1: EEM3+EEM4:** Tale scenario consiste nell'installazione di caldaia a condensazione di potenza 200kW e contemporanea installazione di valvole termostatiche su tutti i corpi scaldanti
- **Scenario 2: EEM3+EEM4+EEM5+EEM6:** Tale scenario consiste nella sostituzione dell'attuale generatore con un generatore a condensazione con contemporanea installazione di valvole termostatiche su tutti i corpi scaldanti. Inoltre si prevede la sostituzione dell'impianto di illuminazione con luci e LED a basso consumo. Per i consumi elettrici è prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico da 15 kW. La producibilità dell'impianto è stata considerata solo nei giorni di apertura della scuola, quindi escludendo parte dei mesi di Giugno e Settembre e completamente Luglio ed Agosto.

### 9.3.1 Scenario 1: EEM3+EEM4

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

Tabella 9.15 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

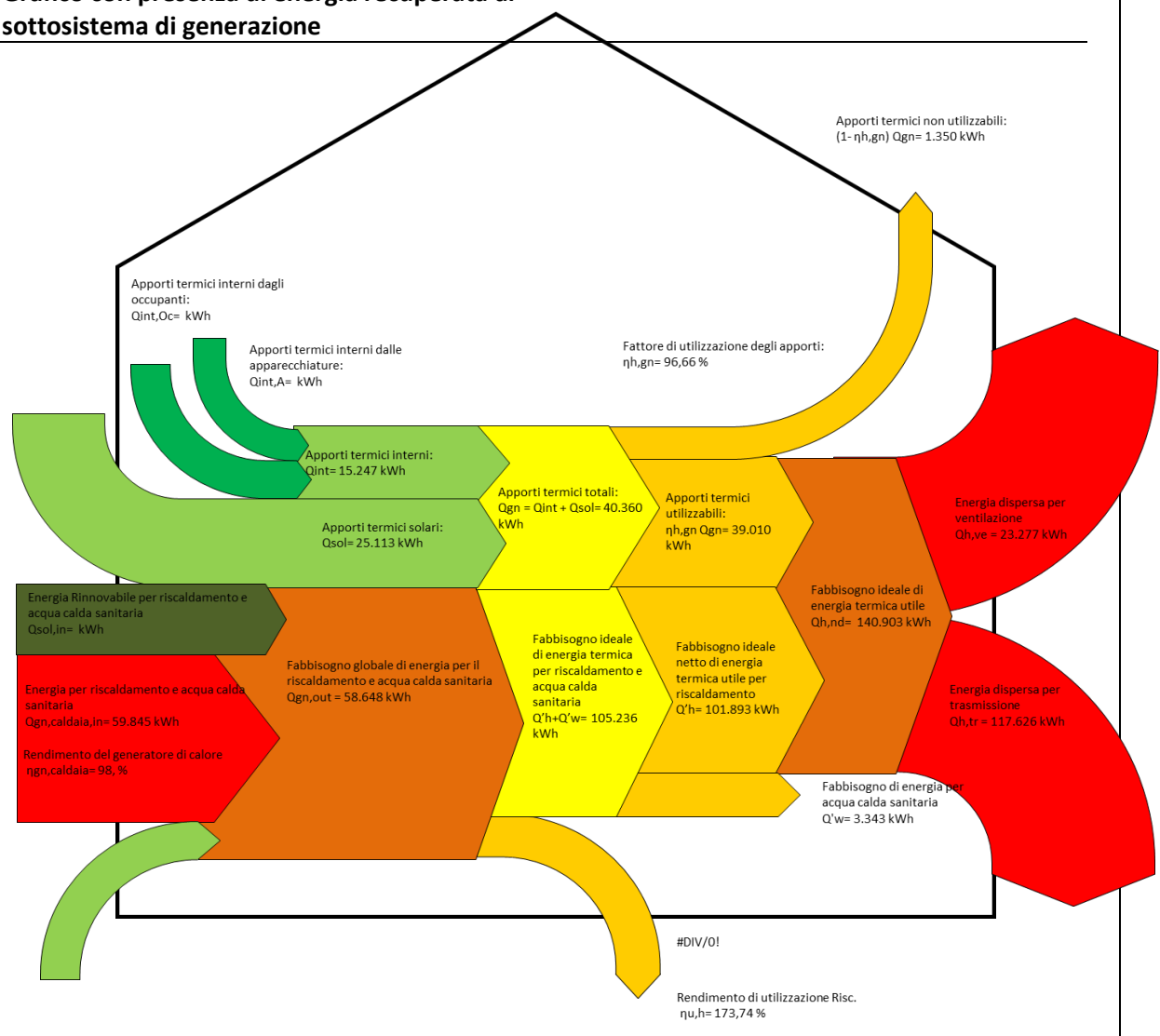
VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM3 Fornitura & Posa	11709	2576	14285
EEM4 Fornitura & Posa	15590	3430	19020
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>27299</b>	<b>6006</b>	<b>33305</b>
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>5198</b>	<b>1299</b>	<b>6497</b>

VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)
		[€]
Incentivi	[Conto termico]	10400
Durata incentivi		1
Incentivo annuo		10400

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

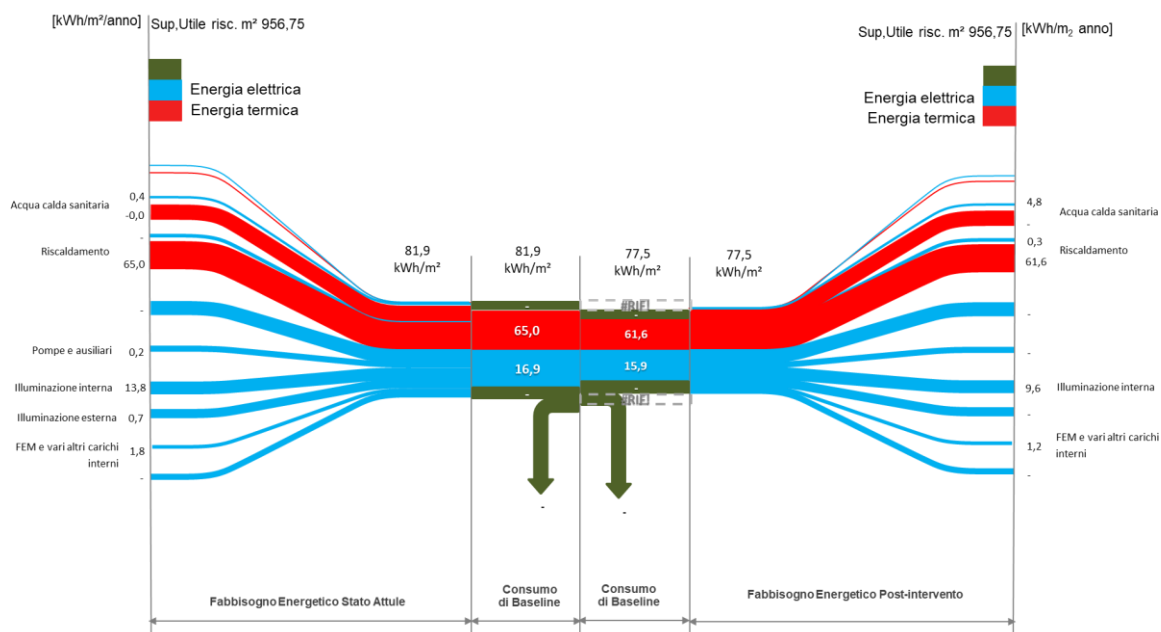
### Grafico con presenza di energia recuperata al sottosistema di generazione



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che il risparmio energetico è molto elevato.



Figura 9.14 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento

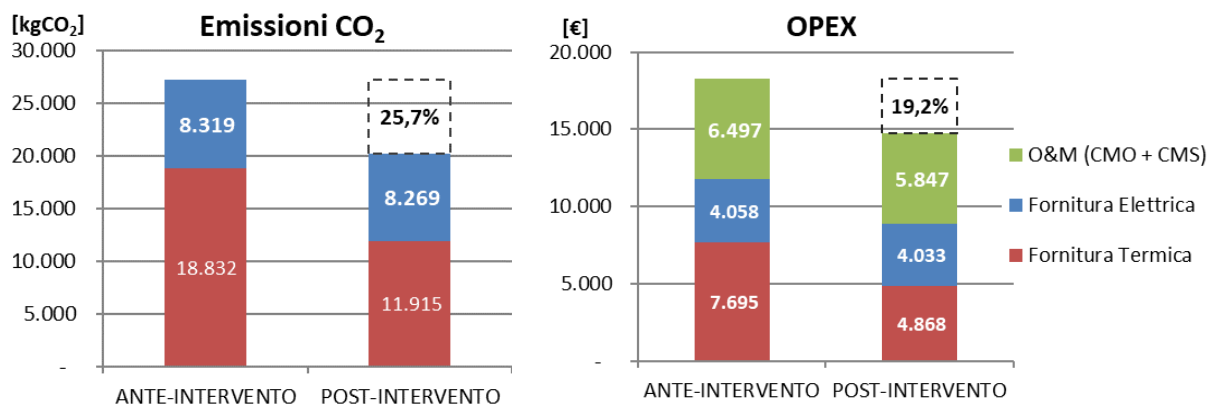


I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.16 e nella Figura 9.15

Tabella 9.16 – Risultati analisi SCN1

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Trasmittanza parete]	[W/m²K]	2,044	2,044	<b>0,0%</b>
Rendimento generazione	%	87	98	<b>12,6%</b>
Rendimento regolazione	%	66,8	98	<b>31,8%</b>
$Q_{teorico}$	[kWh]	94.590	59.845	<b>36,7%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	18.603	18.492	<b>0,6%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	93.230	58.984	<b>36,7%</b>
$EE_{baseline}$	[kWh]	17.814	17.708	<b>0,6%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	18.832	11.915	<b>36,7%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.319	8.269	<b>0,6%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>27.152</b>	<b>20.184</b>	<b>25,7%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	7.695	4.868	<b>36,7%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	4.058	4.033	<b>0,6%</b>
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>11.753</b>	<b>8.902</b>	<b>24,3%</b>
$C_{MO}$	[€]	5.133	4.619	<b>10,0%</b>
$C_{MS}$	[€]	1.364	1.228	<b>10,0%</b>
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>6.497</b>	<b>5.847</b>	<b>10,0%</b>
OPEX	[€]	<b>18.249</b>	<b>14.749</b>	<b>19,2%</b>
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classi

Figura 9.15 - 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 9.17, Tabella 9.18 e Tabella 9.19 e nelle successive figure.

Tabella 9.17 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	$n_i$	1
Anni Gestione Servizio	$n_s$	14
Anni Concessione	$n$	15
Anno inizio Concessione	$n_o$	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)	$n_D$	7,2
Anni Equity	$n_E$	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_o$	€ 33.305
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 999
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 34.304
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	$I_D$	€ 27.443
Equity	$I_E$	€ 6.861
Fattore di annualità Debito	$FA_D$	6,29
Rata annua debito	$q_D$	€ 4.365
Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 31.431
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 3.987

Tabella 9.18 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€ 11.753
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€ 6.497
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ <b>18.250</b>
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$	<b>26,3%</b>
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$	<b>10,0%</b>
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$	<b>5,0%</b>
Risparmio annuo PA garantito	<b>45,6%</b>	€ <b>2.693</b>
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	<b>Risp.IM</b>	€ 913
Risparmio PA durante la concessione	<b>14%</b>	€ 41.220
Risparmio annuo PA al termine della concessione	<b>Risp.Term.</b>	€ 4.476
N° di Canoni annuali	<b>anni</b>	<b>14</b>
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$	<b>8,85%</b>
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	€ 217
Costi FTT €/anno IVA escl.	$C_{FTT}$	€ 285
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	$C_{CAPEX}$	€ 1.278
Canone O&M €/anno	$C_{nM}$	€ 6.071
Canone Energia €/anno	$C_{nE}$	€ 9.486
Canone Servizi €/anno IVA escl.	$C_{nS}$	€ 15.557
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	$C_{nD}$	€ 1.780
Canone Totale €/anno IVA escl.	$C_n$	€ <b>17.338</b>
Aliquota IVA %	<b>IVA</b>	<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	$R_{IVA}$	€ 6.006
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	$R_B$	€ 10.400
Durata Incentivi, anni	$n_B$	<b>1</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno		<b>2022</b>

Tabella 9.19 – 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	<b>T.R.S.</b>	<b>9,13</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	<b>13,37</b>
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - Io$	<b><math>VAN &gt; 0</math></b>	€ <b>850</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	<b><math>TIR &gt; WACC</math></b>	<b>4,66%</b>
Indice di Profitto	<b>IP</b>	<b>2,55%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = $Io / FC$ , Anni	<b>T.R.S.</b>	<b>13,07</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	<b>12,68</b>
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - Io$	<b><math>VAN &gt; 0</math></b>	€ <b>452</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b><math>TIR &gt; k_e</math></b>	<b>12,48%</b>
Debit Service Cover Ratio	<b><math>DSCR &lt; 1,3</math></b>	<b>1,159</b>
Loan Life Cover Ratio	<b><math>LLCR &gt; 1</math></b>	<b>1,739</b>
Indice di Profitto Azionista	<b>IP</b>	<b>1,36%</b>

Figura 9.16 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

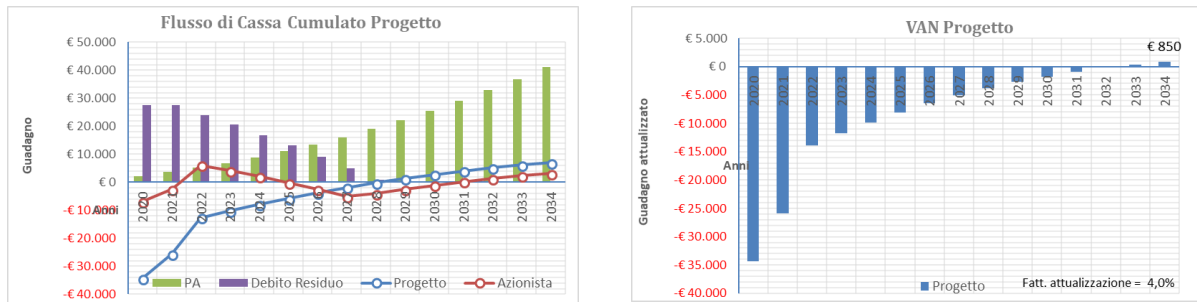
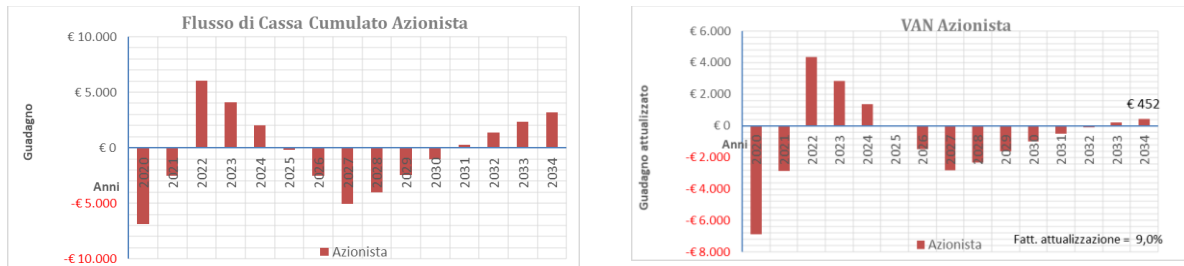


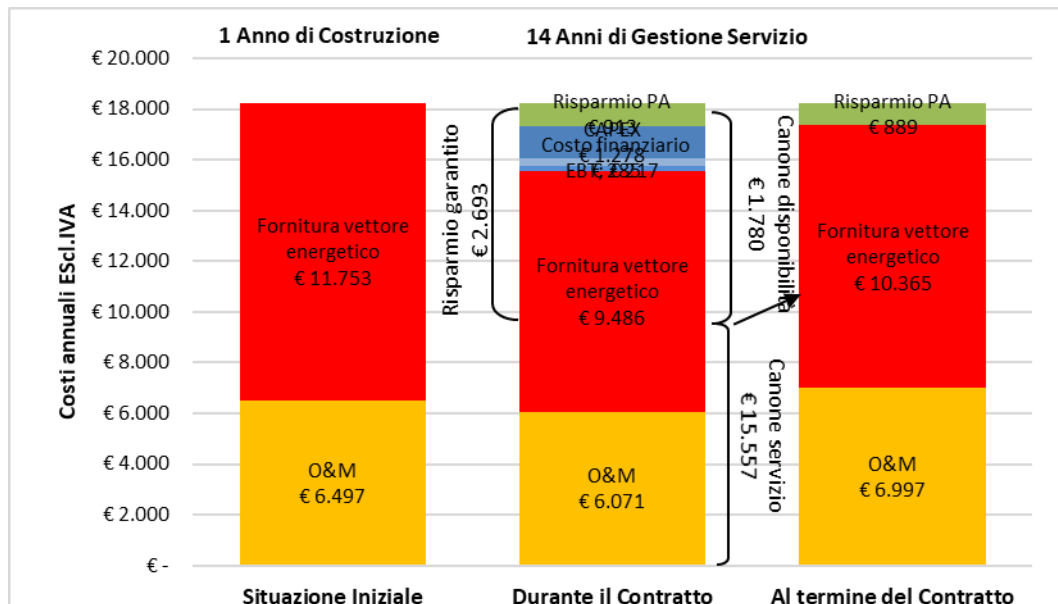
Figura 9.17 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento risulta conveniente nell'arco dei 15 anni con tempi di ritorno inferiori ai 10 anni. Nonostante questo non è stato possibile ottenere una combinazione di interventi che al tempo stesso riuscisse a migliorare di due classi energetiche le prestazioni dell'edificio.

Infine si è provveduto all'identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi (se applicabili) attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.18.

Figura 9.18 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



### 9.3.2 Scenario 2: EEM3+EEM4+EEM5+EEM6

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

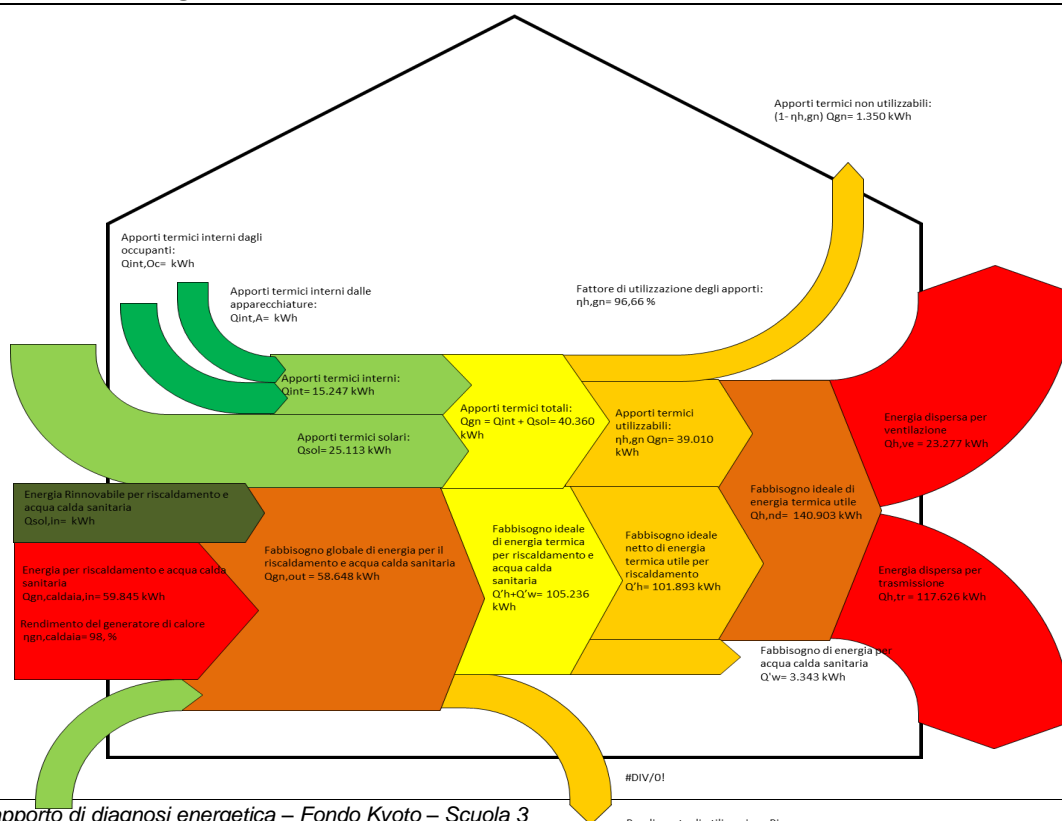
Tabella 9.20 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA Al 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM3 Fornitura & Posa	11709	2576	14285
EEM4 Fornitura & Posa	15590	3430	19020
EEM5 Fornitura & Posa	12581	2768	15349
EEM6 Fornitura & Posa	40702	8955	49657
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>80582</b>	<b>17729</b>	<b>79310</b>
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>Mo</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA) [€]
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>5198</b>	<b>1299</b>	<b>6497</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]	
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>	<b>20439.63</b>	
<b>Durata incentivi</b>		<b>1</b>	
<b>Incentivo annuo</b>		<b>20439.63</b>	

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.

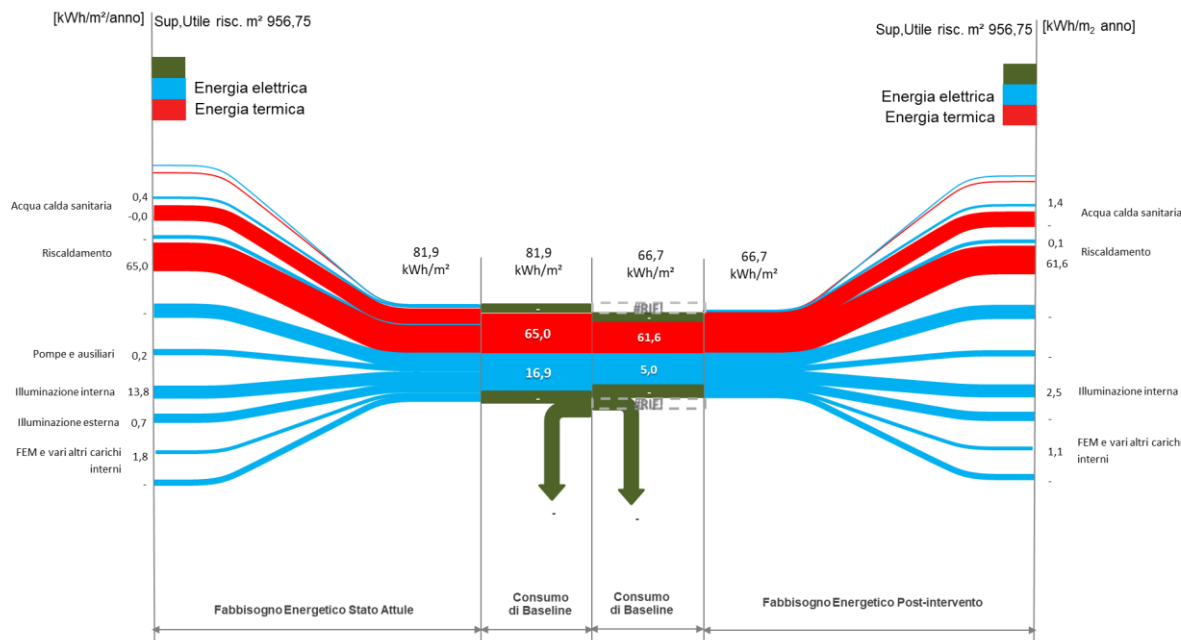
Figura 9.19 – SCN2: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento

#### Grafico con presenza di energia recuperata al sottosistema di generazione



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che il risparmio energetico è molto elevato.

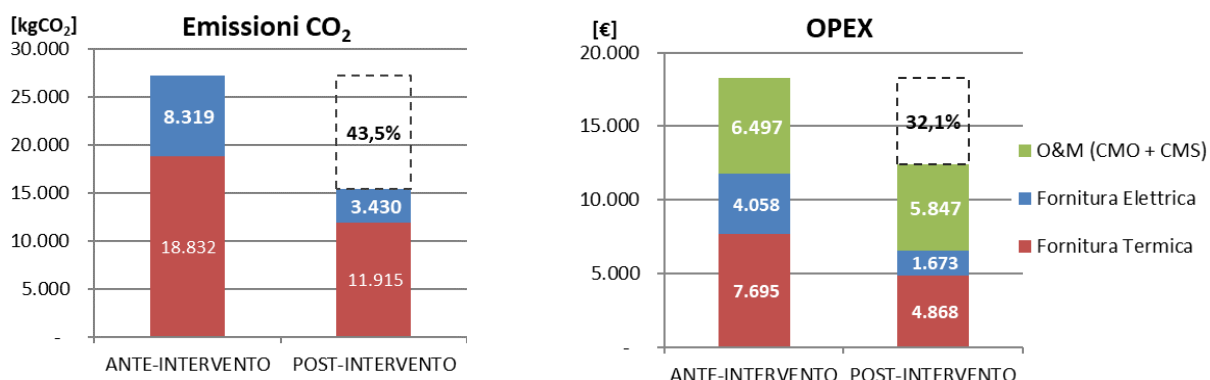
Figura 9.20 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.21e nella Figura 9.21.

Tabella 9.21 – Risultati analisi SCN2

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
Lampade LED	W	36	20	44,4%
Rendimento generazione	%	87	98	12,6%
Rendimento regolazione	%	66,8	98	31,8%
Fotovoltaico	kW	0	15	100,0%
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	94.590	59.845	36,7%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	18.603	7.670	58,8%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	93.230	58.984	36,7%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	17.814	7.345	58,8%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	18.832	11.915	36,7%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.319	3.430	58,8%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>27.152</b>	<b>15.345</b>	<b>43,5%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7.695	4.868	36,7%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	4.058	1.673	58,8%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>11.753</b>	<b>6.541</b>	<b>44,3%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	5.133	4.619	10,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	1.364	1.228	10,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>6.497</b>	<b>5.847</b>	<b>10,0%</b>
OPEX	[€]	<b>18.249</b>	<b>12.388</b>	<b>32,1%</b>
Classe energetica	[-]	E	C	+2 classi

Figura 9.21 – 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 9.22, Tabella 9.23 e Tabella 9.24 e nelle successive figure.

Tabella 9.22 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	$n_i$	1
Anni Gestione Servizio	$n_s$	24
Anni Concessione	$n$	25
Anno inizio Concessione	$n_o$	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)	$n_D$	20,2
Anni Equity	$n_E$	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_o$	€ 98.311
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 2.949
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 101.260
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	$I_D$	€ 81.008
Equity	$I_E$	€ 20.252
Fattore di annualità Debito	FA <sub>D</sub>	14,07
Rata annua debito	$q_D$	€ 5.759
Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 116.339
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	INT <sub>D</sub> = $q_D * n_D - D$	€ 35.331

Tabella 9.23 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€	11.753
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€	6.497
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	<b>18.250</b>
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		<b>44,3%</b>
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		<b>10,0%</b>
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		<b>5,0%</b>
Risparmio annuo PA garantito	<b>45,6%</b>	€	<b>4.394</b>
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	<b>Risp.IM</b>	€	913
Risparmio PA durante la concessione	<b>14%</b>	€	99.528
Risparmio annuo PA al termine della concessione	<b>Risp.Term.</b>	€	7.898
N° di Canoni annuali	<b>anni</b>		<b>24</b>
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$		<b>-14,67%</b>
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	-€	619
Costi FTT €/anno IVA escl.	$C_{FTT}$	€	1.472
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	$C_{CAPEX}$	€	2.629
Canone O&M €/anno	$CnM$	€	6.227
Canone Energia €/anno	$CnE$	€	7.628
Canone Servizi €/anno IVA escl.	$CnS$	€	13.856
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	$CnD$	€	3.482
Canone Totale €/anno IVA escl.	$Cn$	€	<b>17.338</b>
Aliquota IVA %	<b>IVA</b>		<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	$R_{IVA}$	€	17.728
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	$R_B$	€	20.440
Durata Incentivi, anni	$n_B$		<b>1</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno			<b>2022</b>

Tabella 9.24 – 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>16,82</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>		<b>36,14</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	-€	<b>8.791</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	<b>TIR &gt; WACC</b>		<b>2,55%</b>
Indice di Profitto	<b>IP</b>		<b>-8,94%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>		<b>12,90</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>		<b>16,55</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	-€	<b>1.176</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b>TIR &gt; ke</b>		<b>11,01%</b>
Debit Service Cover Ratio	<b>DSCR &lt; 1,3</b>		<b>0,970</b>
Loan Life Cover Ratio	<b>LLCR &gt; 1</b>		<b>0,669</b>
Indice di Profitto Azionista	<b>IP</b>		<b>-1,20%</b>



Figura 9.22 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

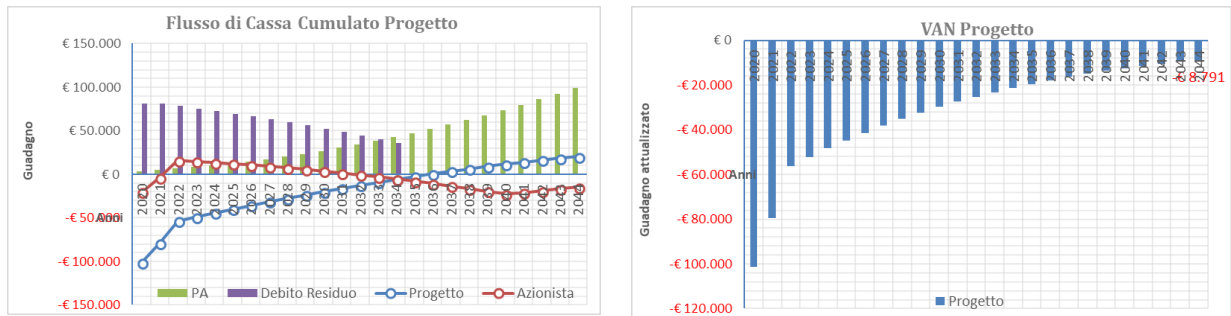
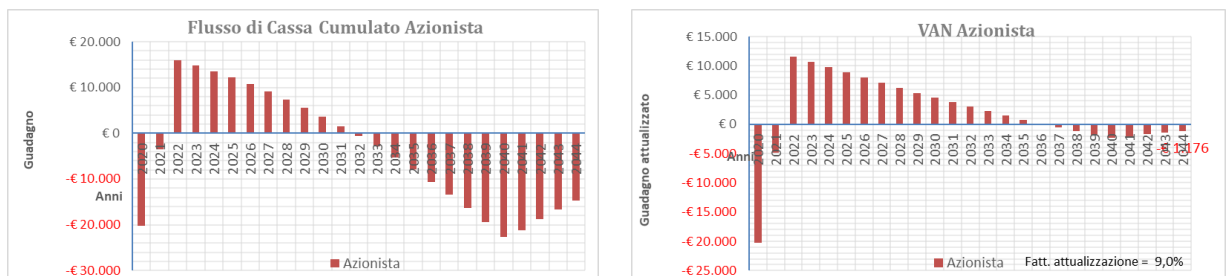


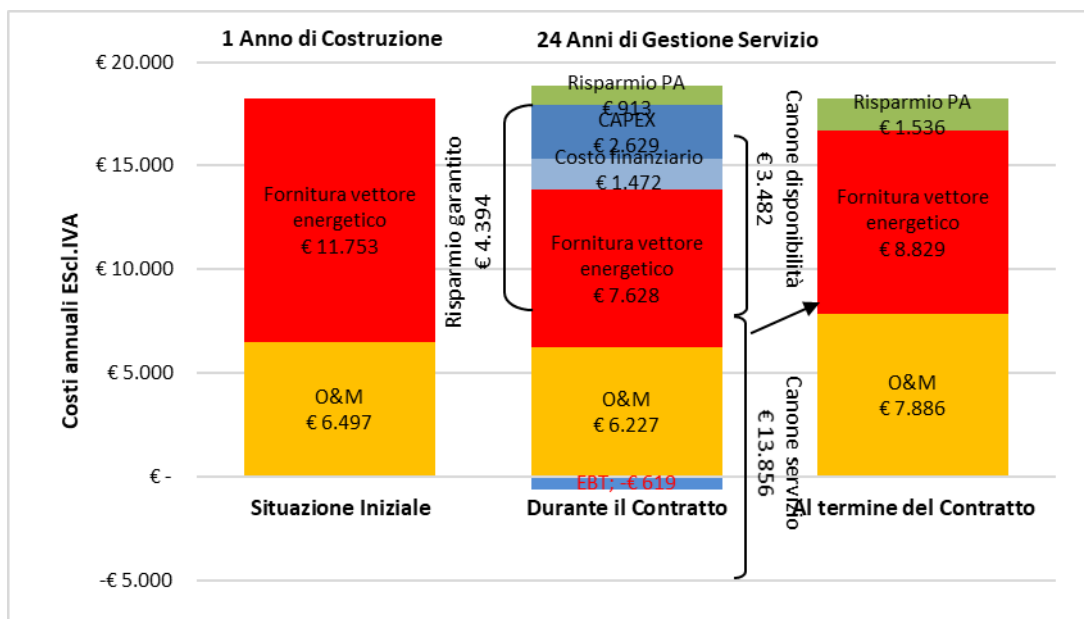
Figura 9.23 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento risulta conveniente nell’arco dei 25 anni solamente in riferimento al tempo di ritorno semplice. Questo scenario risulta quello in grado di garantire contemporaneamente un incremento di due classi energetiche e tempi di ritorno accettabili.

Infine si è provveduto all’identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi (se applicabili) attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.24.

Figura 9.24 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



## 10 CONCLUSIONI

### 10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

La maggior parte dei consumi energetici del complesso scolastico è legata al termico, nonostante la componente elettrica rappresenti una quota importante a livello energetico. Bisogna sottolineare come anche i costi legati alle manutenzioni rappresentino una parte notevole delle spese sostenute. L'involucro dell'edificio è sufficientemente performante e quindi si sono valutati interventi sulle porzioni di involucro particolarmente critiche.

Si sono considerati anche interventi sull'impianto termico. In modo particolare si è valutata la possibilità di interventi sulla regolazione dei singoli ambienti che è risultata assente in sede di sopralluogo.

Anche l'impianto di generazione installato risulta datato e quindi si è ipotizzato una sostituzione di questo con una caldaia a condensazione di nuova generazione con rendimenti elevati.

Per il risparmio di energia elettrica si è deciso di valutare la sostituzione delle attuali lampade tubolari a fluorescenza con lampade a LED a basso consumo. Si è valutata anche un'integrazione con solare fotovoltaico (15kW) in grado di ricoprire circa il 75% del fabbisogno elettrico.

	EPgl,nren	EPH	EPw	EPv	EPc	EPL	CLASSE
	[kWh/m <sup>2</sup> anno]	[kWh/m <sup>2</sup> anno]	[kWh/m <sup>2</sup> anno]	[kWh/m <sup>2</sup> anno]	[kWh/m <sup>2</sup> anno]	[kWh/m <sup>2</sup> anno]	[kWh/m <sup>2</sup> anno]
STATO DI FATTO	198,06	163,36	9,81			24,89	E
EEM 1	159,44	127,73	9,81			24,89	E
EEM 2	154,44	119,73	9,81			24,89	D
EEM 3	150,96	116,26	9,81			24,89	D
EEM 4	179,89	145,19	9,81			24,89	E
EEM 5	183,53	163,36	9,81			10,36	E
EEM 6	164,43	162,72	0,61			1,60	E
SCN1	138,11	103,41	9,81			24,89	C
SCN 2	108,87	103,01	2,86			3,00	C

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

Si sono valutate le seguenti possibilità di intervento:

EEM1: Isolamento pareti verticali a cappotto

EEM2: Sostituzione dei serramenti

EEM3: Installazione di valvole termostatiche sui corpi scaldanti

EEM4: Installazione di caldaia a condensazione

EEM5: Installazione di lampade a LED a basso consumo

EEM6: Installazione di solare fotovoltaico

Gli interventi sull'involucro, seppur energeticamente convenienti, non risultano economicamente fattibili considerando gli attuali tassi di attualizzazione.

Gli interventi che coinvolgono l'impianto, invece, sono risultati convenienti sia dal punto di vista economico che dal quello energetico.

Al fine di ottenere migliori risultati, si è provato a creare due scenari che combinassero tra loro interventi e permettesse di ottenere un salto di classe energetica di almeno due classi.

Per lo scenario con tempo di ritorno minore di 15 anni si è valutato una combinazione della soluzione 3 con la soluzione 4.

Per lo scenario con tempo di ritorno minore di 25 anni si è valutato una combinazione delle ultime quattro soluzioni.

Lo SCN1 risulta maggiormente conveniente ma comporta risparmi energetici inferiori rispetto allo SCN2, tanto che non è stato possibile ottenere con lo SCN1 un salto di due classi energetiche.

Il secondo scenario risulta conveniente economicamente solo in riferimento al tempo di ritorno semplice.

	CON INCENTIVI										
	% $\Delta E$	% $\Delta CO_2$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	TRS	TRA	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	19,84%	17%	1837,6	513,3	136,4	58.183	13,89	21,72	7.510,0	6%	0,13
EEM 2	22,41%	19%	2076,0	513,3	136,4	144.382	31,90	43,02	45.019,0	-1%	0,31
EEM 3	24,19%	20%	2241,0	513,3	136,4	14.285	4,97	5,79	21.851,4	19%	1,53
EEM 4	9,33%	8%	860,2	513,3	136,4	19.020	6,85	8,78	8.522,9	12%	0,45
EEM 5	6,30%	12%	1555,2	513,3	136,4	15.349	3,88	4,72	18.612,8	21%	1,21
EEM 6	8,01%	15%	1977,9	513,3	136,4	49.657	17,78	26,02	11.839,0	1%	0,24
SCN1	30,79%	25,66%	2850,7	513,3	136,4	33305,0	9,13	13,37	850	4,66	2,55
SCN2	40,35%	43,48%	5211,2	513,3	136,4	98311,0	16,8	36,1	-8790,7	2,55	-8,94

### 10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

Dall'analisi effettuata è emerso che l'insieme di interventi risulta conveniente dal punto di vista economico. Entrambi gli scenari consentono di ottenere un considerevole incremento delle prestazioni energetiche. Interventi sull'impianto termico e sull'illuminazione risultano particolarmente efficaci in quanto sono risultati essere aspetti critici della struttura in esame. Interventi sull'involucro risultano, invece, meno vantaggiosi economicamente, ma comunque assai positivi in termini di risparmio energetico ed abbattimento delle emissioni di agenti atmosferici inquinanti come la CO<sub>2</sub>.

## ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
Tavola di inquadramento complesso/edificio	18/09/1997	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-E00356.dwg
Tavola piano edificio scolastico/sociale piano terra	18/09/1997	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-PIANT.dwg
Tavola piano edificio scolastico/sociale primo piano	18/09/1997	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-PIAN1.dwg
Tavola piano edificio scolastico/sociale secondo piano	18/09/1997	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-PIAN2.dwg
Tavola piano edificio scolastico/sociale terzo piano	18/09/1997	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-PIAN3.dwg
Tavola piano edificio scolastico/sociale piano copertura	18/09/1997	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-PIANC.dwg
Scheda caldaia	02/06/2017	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-170-P00-AE – CALDAIA MURALE.dwg
Scheda centrale termica	02/06/2017	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-170-P01-001-CENTRALE TERMICA.dwg
Censimento Piano terra	02/06/2017	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-L1-042-170-P00.dwg
Censimento Piano primo	02/06/2017	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-L1-042-170-P01.dwg
Censimento Piano secondo	02/06/2017	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-L1-042-170-P02.dwg
Censimento Piano terzo	02/06/2017	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-L1-042-170-P03.dwg
Checklist piano terra	02/06/2017	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-L1-042-170-P00-Checklist.xls
Checklist piano primo	02/06/2017	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-L1-042-170-P01-Checklist.xls
Checklist piano secondo	02/06/2017	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-L1-042-170-P02-Checklist.xls
Checklist piano terzo	02/06/2017	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-L1-042-170-P03-Checklist.xls
Tabulato consumi energia elettrica	Tabulato consumi energia elettrica	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoA-Tabulato consumi.xlsx

## ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Contesto geografico e urbano	Contesto geografico e urbano	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoB-Contesto urbano.pdf
Impianto elettrico – piano terra – piano primo	Planimetria con indicazione quadri elettrici	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoB-impianto elettrico PT P1.pdf
Impianto elettrico – piano secondo – piano terzo	Planimetria con indicazione quadri elettrici	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoB-impianto elettrico P2 3.pdf
Impianto elettrico – schema a blocchi quadri elettrici	Schema a blocchi sintetico relativo ai quadri elettrici presenti	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoB-SCHEMA BLOCCHI QE_REV00.pdf
Impianti termici – piano terra – piano primo	Planimetria con indicazione componenti impianti meccanici	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoB-impianto termico PT P1.pdf
Impianti termici – piano secondo – piano terzo	Planimetria con indicazione componenti impianti meccanici	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoB-impianto termico P2 P3.pdf
Involucro edilizio-piano terra – piano primo	Planimetria	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoB-pianta PT P1.pdf
Involucro edilizio-piano secondo – piano terzo	Planimetria	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoB-pianta P2.pdf
Involucro edilizio-piano quarto – piano quinto	Planimetria	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoB-pianta P3.pdf
Involucro edilizio- prospetti	Prospetto nord-sud	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoB-prospetto 1.pdf
Involucro edilizio- prospetti	Prospetto ovest	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoB-prospetto 2.pdf
Involucro edilizio- prospetti	Prospetto est	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoB-prospetto 3.pdf
Zone termiche – piano terra – piano primo	Identificazione zone termiche e stratigrafie	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoB-zone termiche PT P1.pdf
Zone termiche – piano secondo – piano terzo	Identificazione zone termiche e stratigrafie	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoB-zone termiche P2.pdf
Zone termiche – piano quarto – piano quinto	Identificazione zone termiche e stratigrafie	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoB-zone termiche P3.pdf

**ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA**

Titolo	Data	Nome file
REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA SECONDO UNI EN 13187:2000	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoC-report termografico.pdf



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

Titolo	Data	Nome file

## ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

	Titolo	Data	Nome file
1	Relazione di calcolo	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoE-Calcoli.pdf



**ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE**

Titolo	Data	Nome file
CERTIFICATO N. 73 di garanzia di conformità	15/03/2017	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoF-CertCTI.pdf

## ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
Attestato di prestazione energetica degli edifici	12/06/2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoG-22185_2018_8025.pdf

## ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Attestato di prestazione energetica degli edifici	12/06/2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoH-Scenario 1_8025
Attestato di prestazione energetica degli edifici	12/06/2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoH-Scenario 2_8025

## ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
Analisi gradi giorno	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoI-GG.xlsx

**ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT**

Titolo	Data	Nome file
SCHEDA DI CHECK-LIST DIAGNOSI ENERGETICA DI II LIVELLO	Maggio 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoJ-Scheda Audit.pdf

## ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
ORE A 2.1	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoK-A2.1_INVOLUCRO_TO BE LEAN.pdf
ORE A1.2	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoK-A1.2_INVOLUCRO_TO BE LEAN.pdf
ORE R.1	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoK-R1_IMPIANTO_TO BE GREEN.pdf
ORE L.1	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoK-L1_IMPIANTO_TO BE LEAN.pdf
ORE H.2	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoK-H2_IMPIANTO_TO BE CLEAN.pdf
ORE H.16	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoK-H16_IMPIANTO_TO BE CLEAN.pdf

---

## ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
PIANO ECONOMICO FINANZIARIO - SCENARI	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoL-Analisi Pef.xlsx

---

## ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report Benchmark	25/07/2018	DE_Lotto.8-E356_revA-AllegatoM-Report Benchmark.xlsx



---

## **ALLEGATO N – CD-ROM**

*[Allegare CD-ROM o altro supporto di archiviazione digitale contenente tutta la documentazione relativa al Rapporto di Diagnosi Energetica e suoi allegati, in formato WORD, EXCEL e PDF con firma digitale certificata per gli elaborati documentali e formato DWG compatibile con i più diffusi software CAD per gli elaborati grafici.]*

