

# SCUOLA MEDIA "BERTANI-RUFFINI" SCUOLA ELEMENTARE "GRILLO"

E1678

SALITA DELLE BATTISTINE 12-16 – GENOVA

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA  
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Agosto/2018

COMUNE DI GENOVA  
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

**N:ER**  
INGEGNERIA

# **SCUOLA MEDIA "BERTANI-RUFFINI" SCUOLA ELEMENTARE "GRILLO**

**E1678**

**SALITA DELLE BATTISTINE 12-16 – GENOVA**

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Agosto/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)

NIER INGEGNERIA S.p.A.

Via Clodoveo Bonazzi 2

40013 – Castel Maggiore – Bologna

051/0391000

## REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
[A]	[08/04/2018]	Ing. S. Nicolini	Ing. S: Nicolini Ing. A. Aprea	Ing. F. Coccia	Prima emissione del documento di diagnosi energetica
[B]	[03/08/2018]	Ing. S. Nicolini	Ing. S: Nicolini Ing. A. Aprea	Ing. F. Coccia	Seconda emissione del documento di diagnosi energetica

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.....	2
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 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO .....	7
2.2 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	8
2.3 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO .....	10
<b>3 DATI CLIMATICI .....</b>	<b>12</b>
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	12
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	13
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO .....	13
<b>4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI .....</b>	<b>15</b>
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO .....	15
4.1.1 <i>Involucro opaco</i> .....	15
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i> .....	18
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE .....	20
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i> .....	20
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i> .....	21
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i> .....	22
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i> .....	23
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA .....	24
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE .....	24
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE .....	25
<b>5 CONSUMI RILEVATI .....</b>	<b>27</b>
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	27
5.1.1 <i>Energia termica</i> .....	27
5.1.2 <i>Energia elettrica</i> .....	29
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI .....	36
<b>6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....</b>	<b>40</b>
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO .....	40
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i> .....	41
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i> .....	42
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	43
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	44
<b>7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO .....</b>	<b>46</b>
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI .....	46
7.1.1 <i>Vettore termico</i> .....	46
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i> .....	48
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	56





7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	57
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	58
<b>8</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA .....</b>	<b>60</b>
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI .....	60
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i> .....	60
	<b>EEM1: COIBENTAZIONE INTERNA MURATURE VERTICALI .....</b>	<b>60</b>
	<b>EEM2: SOSTITUZIONE INFISSI E INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE .....</b>	<b>62</b>
	8.1.2 <i>Impianto riscaldamento</i> .....	64
	<b>EEM3: INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE ED ELETTROPOMPA DI CIRCOLAZIONE A GIRI VARIABILI .64</b>	
	<b>EEM4: SOSTITUZIONE DEL GENERATORE DI CALORE.....</b>	<b>66</b>
	8.1.3 <i>Impianto di produzione ACS</i> .....	67
	8.1.4 <i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i> .....	68
	<b>EEM5: SOSTITUZIONE CORPI ILLUMINANTI.....</b>	<b>68</b>
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....</b>	<b>70</b>
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	70
	<b>EEM1: COIBENTAZIONE INTERNA MURATURE .....</b>	<b>70</b>
	<b>EEM2: SOSTITUZIONE INFISSI E INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE .....</b>	<b>71</b>
	<b>EEM3: INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE ED ELETTROPOMPA DI CIRCOLAZIONE A GIRI VARIABILI .73</b>	
	<b>EEM4: SOSTITUZIONE DEL GENERATORE DI CALORE.....</b>	<b>74</b>
	<b>EEM5: SOSTITUZIONE CORPI ILLUMINANTI.....</b>	<b>76</b>
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	78
	<b>EEM1: COIBENTAZIONE INTERNA MURATURE VERTICALI .....</b>	<b>79</b>
	<b>EEM2: SOSTITUZIONE INFISSI E INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE .....</b>	<b>80</b>
	<b>EEM3: INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE ED ELETTROPOMPA DI CIRCOLAZIONE A GIRI VARIABILI .81</b>	
	<b>EEM4: SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE .....</b>	<b>82</b>
	<b>EEM5: SOSTITUZIONE CORPI ILLUMINANTI.....</b>	<b>83</b>
	<b>SINTESI .....</b>	<b>84</b>
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D’INTERVENTO E SCENARI D’INVESTIMENTO .....	85
9.3.1	<i>Scenario 1: &lt;15 ANNI</i> .....	87
9.3.2	<i>Scenario 2: &lt;25 ANNI</i> .....	93
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>100</b>
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA .....	100
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI .....	101
10.3	RACCOMANDAZIONI .....	103
10.4	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	105
	<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>



COMUNE DI GENOVA

---

<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		1744
Zona climatica		D
Destinazione d'uso principale	E.7. : Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.	
Destinazione d'uso secondaria	E.6. : Edifici adibiti ad attività sportive	
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	3.636
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	7.175
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	23.842
Rapporto S/V	[1/m]	0,30
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	4.402
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	400+340
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	5.142
Tipologia generatore riscaldamento	Caldaia a basemento di tipo tradizionale	
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	527
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	Assente
Tipo di combustibile	Gas metano	
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)	Boiler elettrici	
Emissioni CO2 di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	92
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>ti</sub> /anno]	322.682
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	25.006
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>ei</sub> /anno]	57.824
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	12.071

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Coibentazione murature verticali
- EEM 2: Sostituzione infissi ed installazione di valvole termostatiche
- EEM 3: Installazione valvole termostatiche ed elettropompa di circolazione a giri variabili
- EEM 4: Sostituzione del generatore di calore
- EEM5: Sostituzione corpi illuminanti
- SCN 1: EEM2+EEM3+EEM4+ EEM5
- SCN 2: EEM 1 + EEM 2 + EEM 3 + EEM 4 + EEM5.

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

CON INCENTIVI														
	%Δ <sub>E</sub>	%Δ <sub>CO2</sub>	ΔC <sub>E</sub>	ΔC <sub>MO</sub>	ΔC <sub>MS</sub>	I <sub>0</sub>	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	29,69 %	31,08 %	€ 11.007,64	€ -	€ -	€ 198.215,00	9,7	13,8	30	€ 77.881,38	8,28%	0,39	N/A	N/A
EEM 2	20,67 %	21,32 %	€ 7.662,72	€ -	€ -	€ 97.775,00	8,7	11,6	30	€ 63.823,6	10,02 %	0,65	N/A	N/A



EEM 3	18,12 %	18,66 %	€ 6.719,83	€ -	€ -	€ 15.425,00	1,9	2,2	15	€ 55.413,07	46,20 %	3,59	N/A	N/A
EEM 4	25,62 %	26,42 %	€ 9.499,02	€ -	€ -	€ 48.339,00	3,7	4,3	15	€ 61.904,43	22,21 %	1,28	N/A	N/A
EEM 5	14,69 %	13,22 %	€ 5.447,37	€ -	€ -	€ 68.286,00	6,8	8,9	15	€ 16.631,42	8,57%	0,24	N/A	N/A
SCN1	40,94 %	40,30 %	€ 15.180,36	€ -	€ -	€ 198.975,00	9,89	14,94	15	€ 294,00	4,03%	0,0015	1,076	0,864
SCN2	65,53 %	65,99 %	€ 24.297,48	€ -	€ -	€ 397.190,00	10,77	17,97	25	€ 37.683,00	5,49%	0,0949	1,103	0,959

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

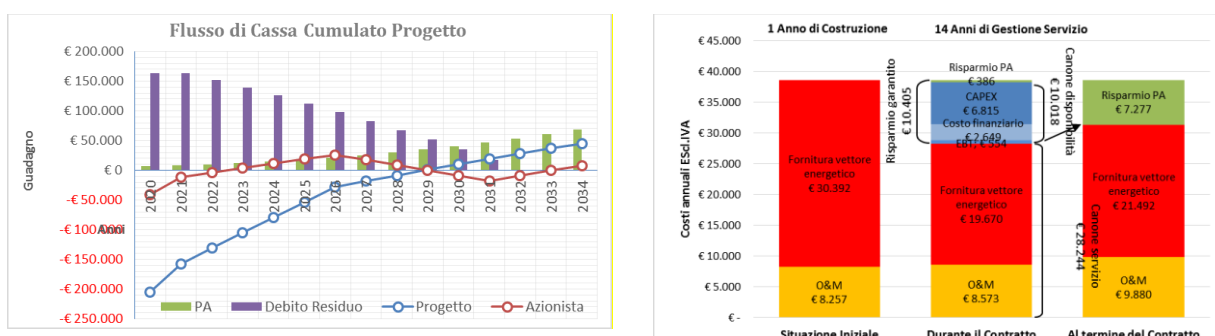
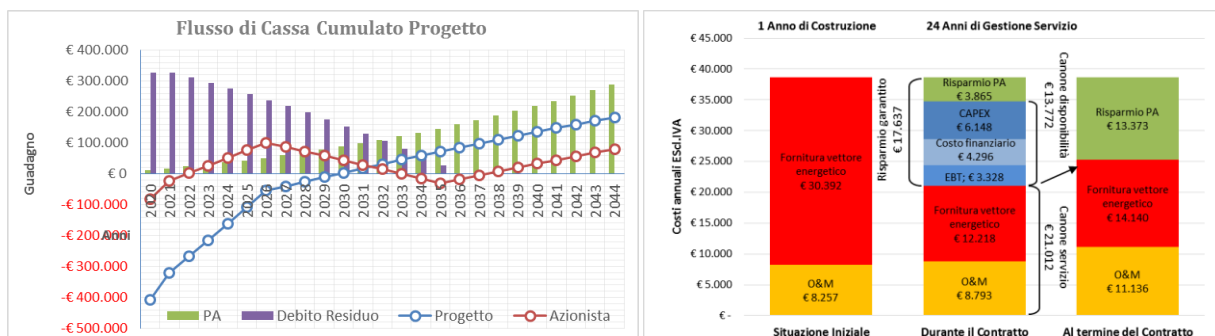


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



Nei due scenari la situazione prospettata è diversa, nello SCN2 si ha la realizzazione di una riqualificazione energetica più spinta dell’edificio, con un miglioramento di 3 classi energetiche sullo stato di fatto. In entrambi i casi si riesce ad ottenere un risparmio per la PA sia nel periodo dei 15 che 25 anni. Gli indicatori finanziari sono positivi per entrambi gli scenari presentati.

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

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

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

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

### 1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

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

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

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

Figura 1.1 - Vista della facciata su Salita delle Battistine



### 1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita dalla Società Nier Ingegneria S.p.A. il cui responsabile per il processo di audit è l'Ing. Fabio Coccia, soggetto certificato Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339.

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
Ing. Mara Pignataro		Sopralluogo in sito
Ing. Sarah Nicolini		Sopralluogo in sito
Ing. Sarah Nicolini		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Ing. Sarah Nicolini		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Ing. Sarah Nicolini		Redazione report di diagnosi
Ing. Sarah Nicolini	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Ing. Antonio Aprea	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Ing. Fabio Coccia	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

### 1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

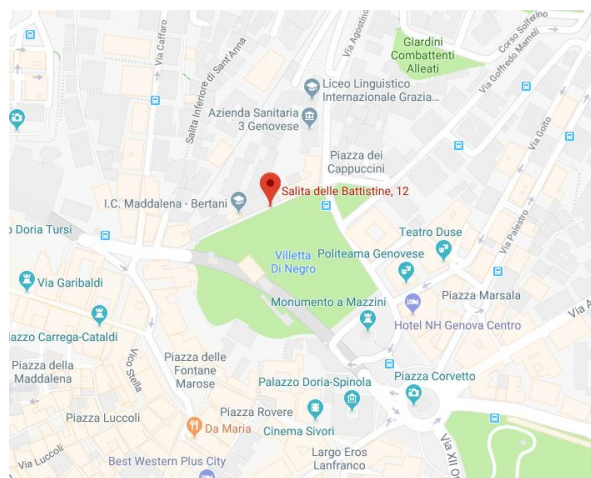
L'immobile oggetto della DE è sito nel Comune di Genova e più precisamente tra il quartiere di CASTELLETTO e di SAN VINCENZO.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a Scuola Media ed Elementare.

Catastralmente l'edificio oggetto di diagnosi è individuata al NCEU Sezione GEA, F. 95, Mapp. 116-117, Sub. 1,4,1.

Dalla visura catastale risulta che l'immobile appartiene alla categoria catastale B/5 (Scuole e laboratori scientifici). Presente in prossimità della struttura altri due sub che erano adibiti a casa del custode delle due scuole.

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		1744
Zona climatica		D
Destinazione d'uso principale		E.7. : Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.
Destinazione d'uso secondaria		E.6. : Edifici adibiti ad attività sportive
Destinazione d'uso catastale		3.636
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	7.175
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	23.842
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	0,30



COMUNE DI GENOVA

Rapporto S/V	[1/m]	4.402
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	400+340
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	5.142
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	Caldaia a basamento di tipo tradizionale
Tipologia generatore riscaldamento		527
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	Assente
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	Gas metano
Tipo di combustibile		Boiler elettrici
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		92
Emissioni CO <sub>2</sub> di riferimento <sup>(2)</sup>	[t/anno]	322.682
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(2)</sup>	[kWh <sub>th</sub> /anno]	25.006
Spesa annuale Gas Metano <sup>(2)</sup>	[€/anno]	57.824
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(2)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	12.071
Spesa annuale energia elettrica <sup>(2)</sup>	[€/anno]	1744

Nota (2): Valori di Baseline

## 1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

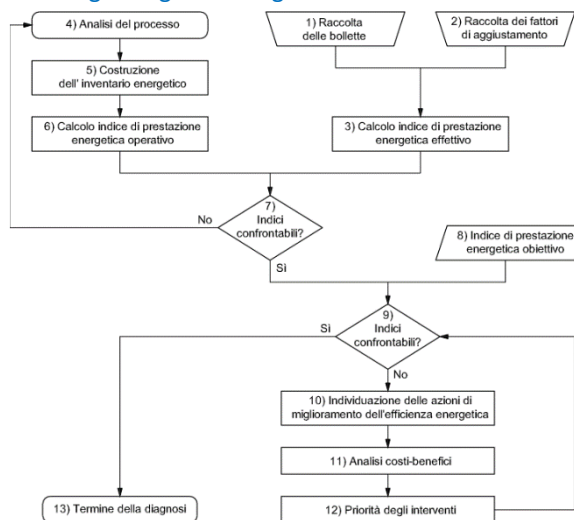
La procedura di realizzazione della DE si è sviluppata nelle seguenti fasi operative:

- Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all' Allegato A – Elenco documentazione fornita dalla committenza;
- Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- Visita agli edifici, effettuata in data 23/11/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- Visita alla centrale termica con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- 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, Assisital, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Edilclima EC700 – versione 8 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n°73/2017 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- 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;
- Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG<sub>real</sub>), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo dell'Università di Genova e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG<sub>real</sub>), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG<sub>rif</sub>);



- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- m) Simulazione del comportamento energetico dell’edificio a seguito dell’attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell’edificio superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiore uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
- o) Analisi costi-benefici e di redditività finanziaria derivanti dalla realizzazione delle EEM previste singolarmente, con riferimento ai principali indicatori finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- p) Valutazione economico-finanziaria dei due scenari ottimali previsti, a partire dal “baseline di costi” e con riferimento ai principali indicatori finanziari e di sostenibilità finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- q) Identificazione dell’eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso un Energy Performance Contract, con lo scopo di analizzare il possibile interesse nella realizzazione degli interventi studiati, tramite l’intervento di una EScO;
- r) Realizzazione di una relazione tecnica descrittiva di dettaglio dell’analisi effettuata (Rapporto di DE);
- s) Realizzazione di un report dei Benchmark.

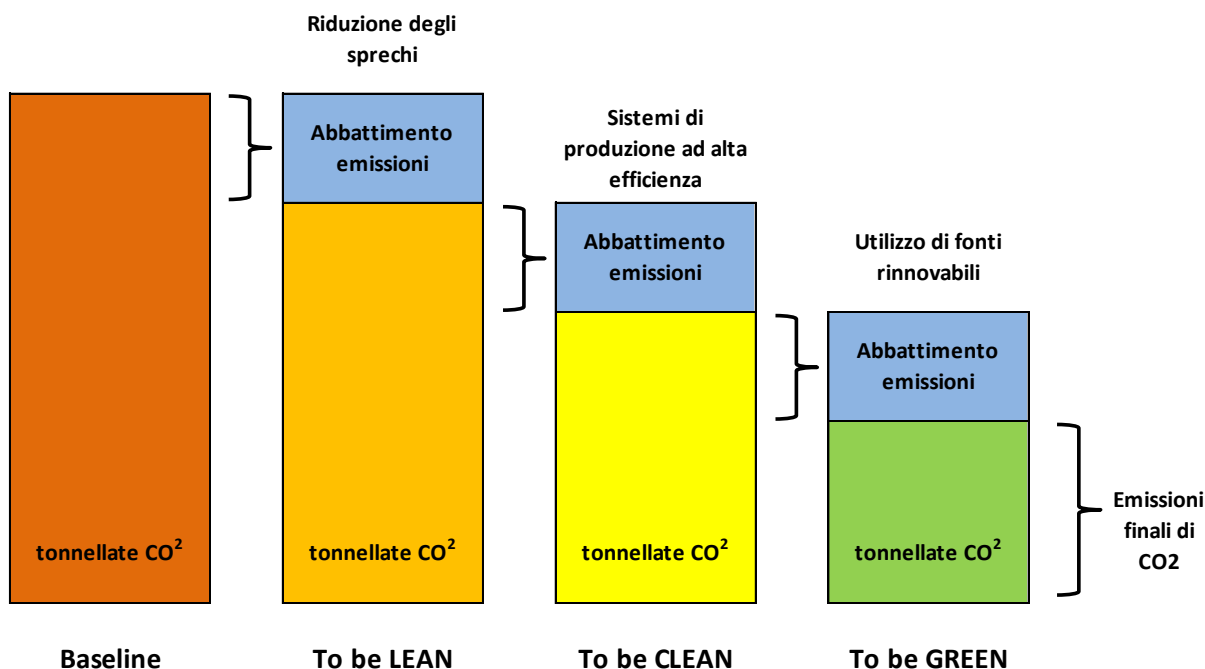
Figura 1.3 – Schema metodologia diagnosi energetica ai sensi della norma UNI CEI 16247



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



Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica



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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

## 1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

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



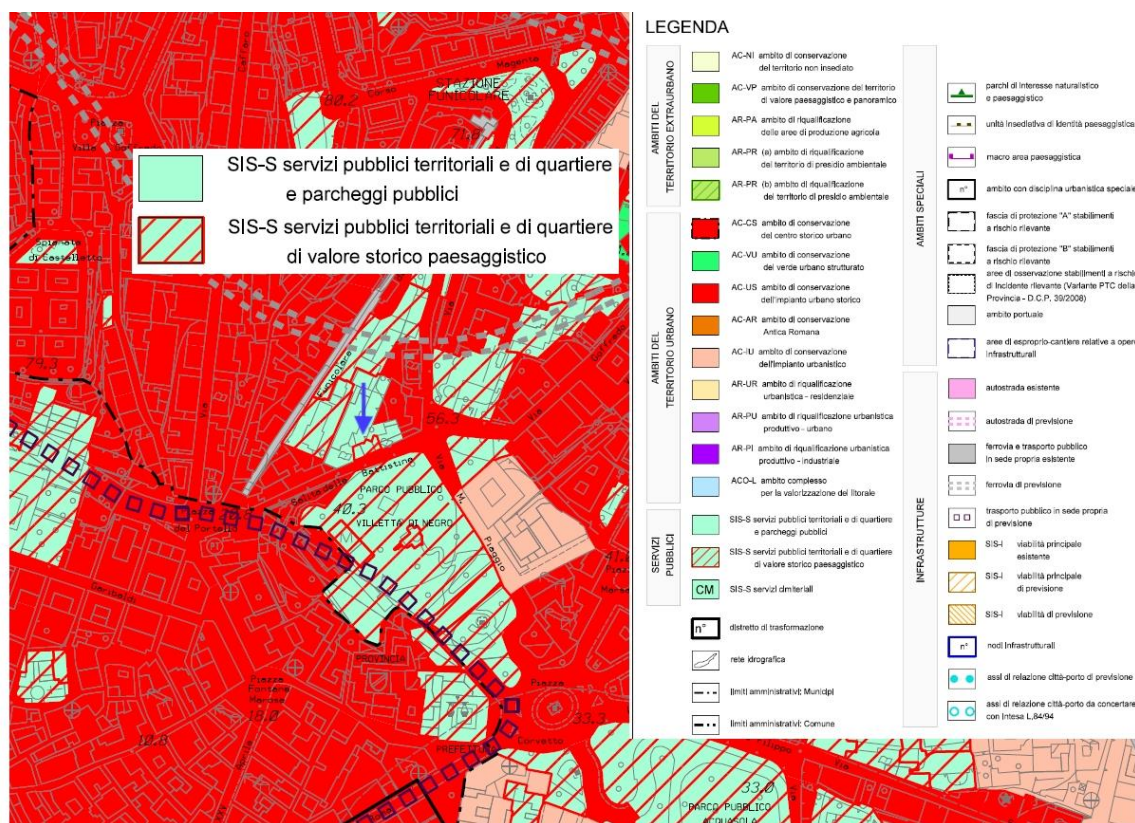
## 2 DATI DELL'EDIFICIO

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

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 come SIS-S servizi pubblici territoriali e di quartiere e parcheggi pubblici ed in parte come SIS-S servizi pubblici territoriali e di quartiere di valore storico paesaggistico.

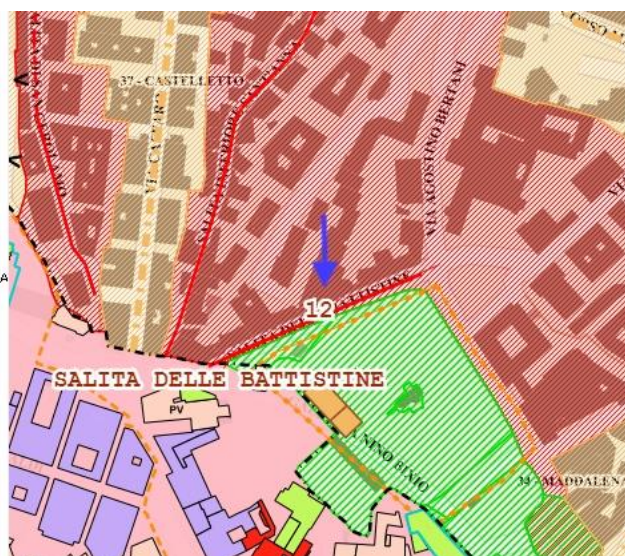
Al Livello Paesaggistico Puntuale l'edificio è inserito nell'area SUQ – Struttura Urbana Qualificata, che si riferisce ad aree territoriali che comprendono siti di particolare pregio quali gli ambiti del paesaggio urbano strutturato antico di cui fa parte l'edificio in oggetto.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



Livello Paes. Puntuale - ELEMENTI AREALI

- CORSO D'ACQUA
- UNITA INSEDIATIVA DI IDENTITA' PAESAGGISTICA
- CENTRO STORICO
- ANTICA ROMANA
- AREA DI RISPETTO DELLE EMERGENZE PAESAGGISTICHE
- PARCO GIARDINO VERDE STRUTTURATO
- ETICHETTA
- AMBITO DEL PAESAGGIO URBANO STRUTTURATO ANTICO
- AMBITO DEL PAESAGGIO URBANO STRUTTURATO CITTA' MODERNA
- STRUTTURA URBANA QUALIFICATA
- AMBITO DI PAESAGGIO COSTIERO
- AMBITO DI PAESAGGIO COSTIERO - ARCO COSTIERO
- LUOGO DI IDENTITA' PAESAGGISTICA
- PAESAGGIO AGRARIO
- VISIBILITA' DEI LUOGHI - PANORAMICITA' VISUALI
- PARCO DI INTERESSE NATURALISTICO E PAESAGGISTICO
- MACROAREA
- UNITA INSEDIATIVA DI IDENTITA' PAESAGGISTICA
- ACQUEDOTTO FASCIA DI RISPETTO - TRACCIATO CERTO





L'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da quattro piani fuori terra, in cui gli spazi sono divisi tra la scuola media e la scuola elementare nel seguente modo:

- Piano terra: Palestra scuola media, palestra scuola elementare, mensa scuola elementare
- Piano primo: aule scuola media, aule scuole elementari
- Piano secondo: aule scuola elementare
- Piano terzo aule scuola media, aule scuole elementari
- Piano quarto: aule scuola elementare.

Nella

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

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 <sup>(3)</sup>	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA <sup>(4)</sup>	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA <sup>(4)</sup>
Terra	Mensa scuole elementari, palestra scuola elementare, palestra scuola media, ingressi, locali di servizio	[m <sup>2</sup> ]	1.403	1.022	0
Primo	Aule scuola media, aule scuole elementari	[m <sup>2</sup> ]	813	590	0
Secondo	Aule scuola elementare	[m <sup>2</sup> ]	960	767	0
Terzo	Aule scuola media, aule scuole elementari	[m <sup>2</sup> ]	1.202	1.060	0
Quarto	Aule scuola elementare	[m <sup>2</sup> ]	235	194	0
<b>TOTALE</b>		[m <sup>2</sup> ]	<b>4.613</b>	<b>3.636</b>	<b>0</b>

Nota (3): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

Nota (4): Superficie utile valutata ai fini della creazione del modello energetico

## 2.2 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI INTERVENTI

L'edificio si trova nell'ex circoscrizione di Castelletto, un quartiere residenziale situato sulle alture che sovrastano il centro storico di Genova, compreso tra i quartieri Prè, Maddalena, Portoria e San Vincenzo a sud, Oregina a ovest e tre quartieri della Val Bisagno (San Fruttuoso, Marassi e Staglieno) a est.

L'ex circoscrizione "Castelletto" fa parte del Municipio I Centro Est e comprende le unità urbanistiche "Castelletto", "Manin" e "San Nicola".

La massiccia urbanizzazione di quest'area risale alla seconda metà dell'Ottocento.

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

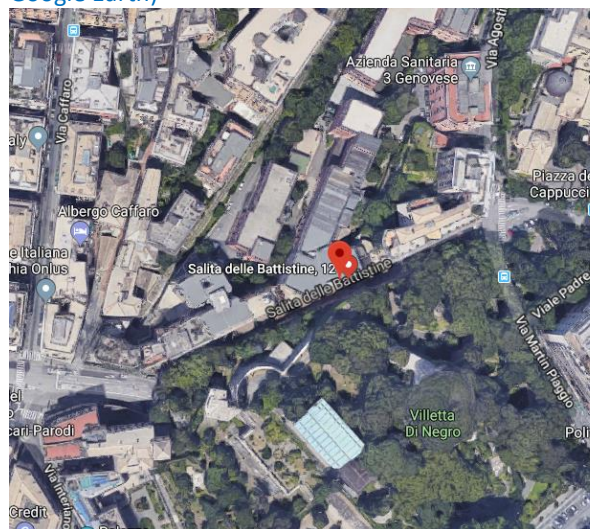
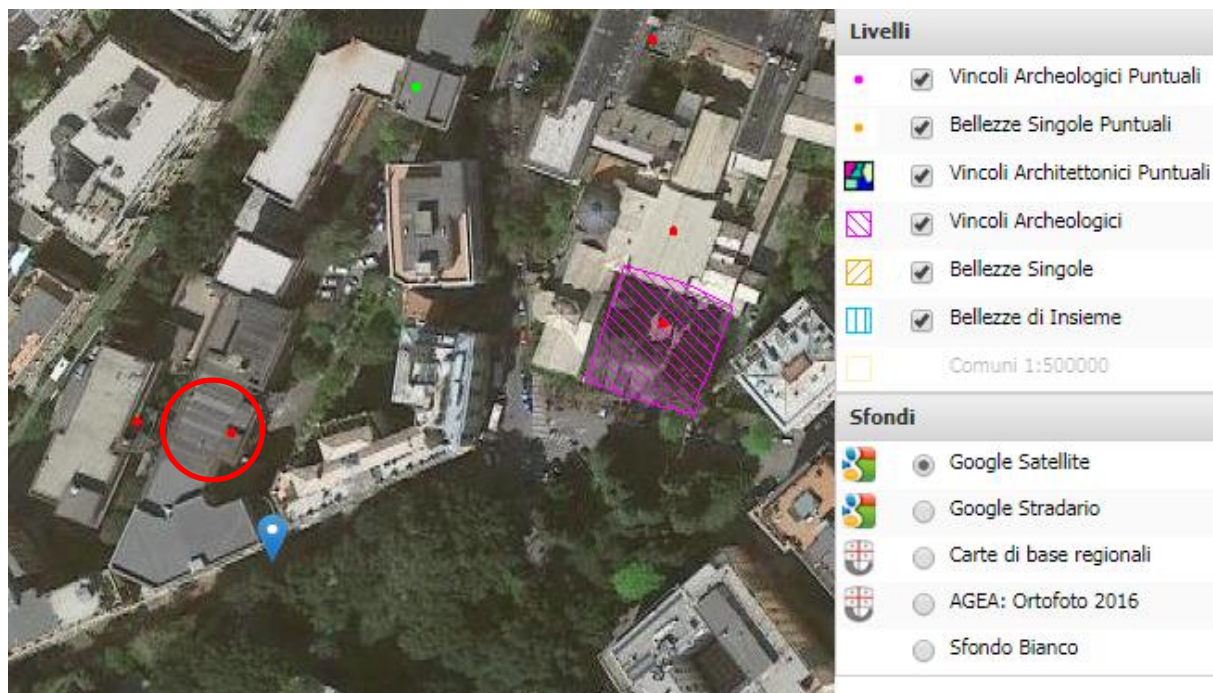


Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



Dalla ricerca effettuata sul portale dei Vincoli architettonici, archeologici e paesaggistici della Regione Liguria, emerge che l'edificio, con Decreto n. 109079 del 1934, denominato “Monastero di San Giovanni Battista” e risalente al 1744, con affresco sul portone dell'atrio di Ulisse Borzino, presenta **Vincolo Architettonico** ai sensi dell'art. 10 c.1 del D.Lgs. 42/2004.

L'immobile non ricade invece in zona sottoposta a vincolo paesaggistico ai sensi del D. Lgs. 42/2004. L'edificio inoltre non ricade in zona soggetta a vincoli geomorfologici e idraulici.

L'immobile rimane pertanto sottoposto alle disposizioni di tutela contenute nel D.Lgs. 42/2004 “Codice dei Beni Culturali” e gli interventi edilizi sono ammissibili previa autorizzazione della Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici della Liguria.

Nell'analisi delle EEM si è quindi resa necessaria l'identificazione delle possibili interferenze con le prescrizioni sugli interventi edilizi derivanti dal vincolo.

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA <sup>(4)</sup>	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Coibentazione nicchie radiatori	Vincolo architettonico		Utilizzo di materiali tradizionali o comunque compatibili con l'esistente; intonaci a base di calce o da concordare con la Soprintendenza
EEM 2: Sostituzione infissi	Vincolo architettonico		Rispettare o ripristinare il legno come materiale del telaio degli infissi o altro materiale da concordare con la Soprintendenza
EEM 3: Regolazione impianto termico	Vincolo architettonico		-
EEM 4: Sostituzione del generatore di calore	Vincolo architettonico		-
EEM 5: Sostituzione corpi illuminanti	Vincolo architettonico		-

Nota (5): 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.

### 2.3 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.

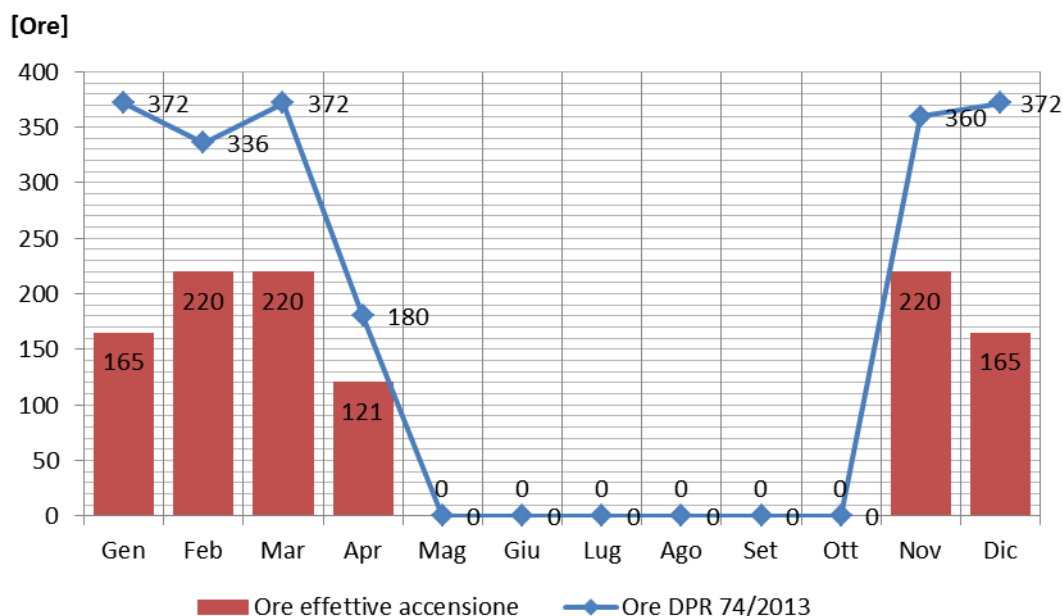
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ricavati tramite intervista agli occupanti, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati rilevati dalle apparecchiature presenti nella centrale termica a servizio della scuola.

Nella Tabella 2.3 sono pertanto riportati gli orari di funzionamento dell'edificio e gli orari di funzionamento degli impianti termici. Gli orari indicati sono gli orari di massima riferiti ad entrambe le scuole che occupano la struttura. Ogni scuola ha la propria programmazione giornaliera di lezioni ed attività pomeridiane che possono subire variazioni nel corso dell'anno.

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

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Settembre - Ottobre	dal lunedì al venerdì	7.50 – 18.00	Spento
	sabato e domenica	Chiuso	Spento
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	dal lunedì al venerdì	7.50 – 18.00	7.00 – 18.00
	sabato e domenica	Chiuso	Spento
Dal 16 Aprile a Giugno	dal lunedì al venerdì	7.50 – 18.00	Spento
	sabato e domenica	Chiuso	Spento
Luglio – Agosto	tutti i giorni	Chiuso	Spento

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 sono correlati agli orari di 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.

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 926 GG calcolati su 111 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

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

Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	GG <sub>rif</sub>	PROFILO DI INCIDENZA
<b>Gennaio</b>	31	10,4	31	298	20	20	192	21%
<b>Febbraio</b>	28	10,5	28	266	20	20	190	21%
<b>Marzo</b>	31	11,1	31	276	21	21	187	21%
<b>Aprile</b>	30	15,3	15	71	20	11	56	6%
<b>Maggio</b>	31	18,7	-	-	21	-	-	0%
<b>Giugno</b>	30	22,4	-	-	20	-	-	0%
<b>Luglio</b>	31	24,6	-	-	20	-	-	0%
<b>Agosto</b>	31	23,6	-	-	-	-	-	0%
<b>Settembre</b>	30	22,2	-	-	20	-	-	0%
<b>Ottobre</b>	31	18,2	-	-	21	-	-	0%
<b>Novembre</b>	30	13,3	30	201	20	20	134	15%
<b>Dicembre</b>	31	10,0	31	310	15	15	150	17%
<b>TOTALE</b>	<b>365</b>	<b>16,7</b>	<b>166</b>	<b>1421</b>	<b>218</b>	<b>107</b>	<b>909</b>	<b>100%</b>



### 3.2 DATI CLIMATICI REALI

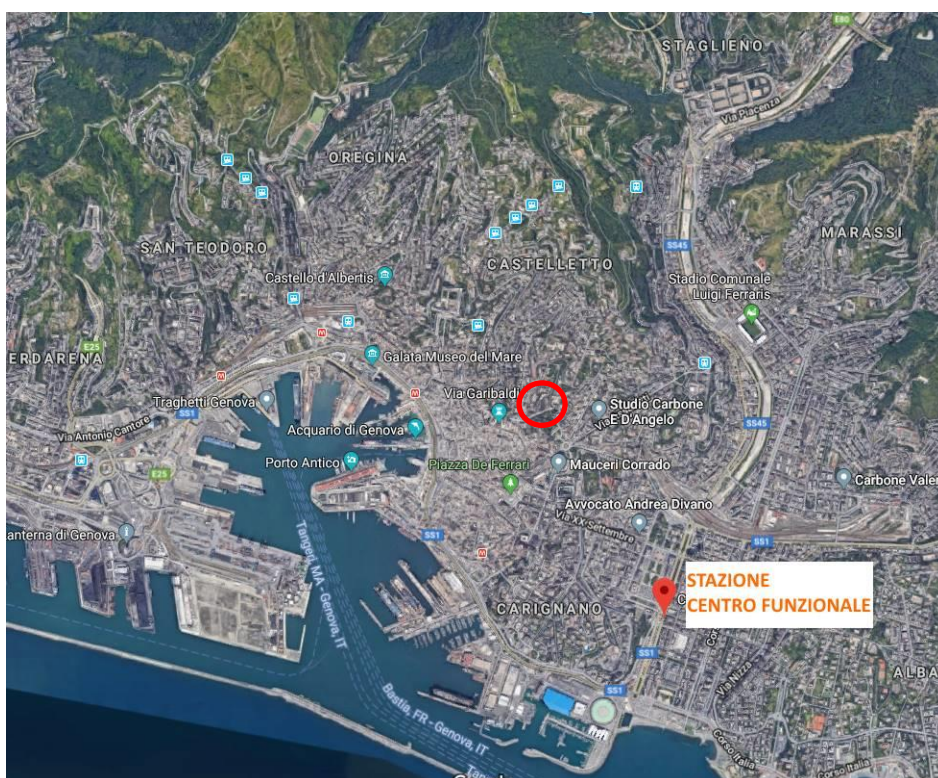
Ai fini della realizzazione dell'analisi energetica si è resa necessaria la definizione delle condizioni climatiche reali, ovvero dei GG calcolati in funzione della temperatura esterna media oraria del sito effettivamente rilevata, con lo scopo di creare una normalizzazione dei consumi in funzione delle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

Da una ricerca sulle stazioni meteo presenti sul territorio comunale, reperite sul sito Ambiente della Regione Liguria, è risultato che le stazioni che riportano con maggiore completezza i dati medi di temperatura sono:

- *Castellaccio*, posta ad un'altitudine di 360 m s.l.m.
- *Centro Funzionale*, posta a 30 m slm.

Nell'edificio oggetto di diagnosi, posto ad un'altitudine di 46 m slm, sono stati utilizzati i dati climatici rilevati dalla centralina meteo del Centro Funzionale, in quanto le condizioni climatiche sono più simili rispetto alla centralina di Castellaccio posta a circa 360 m sul livello del mare.

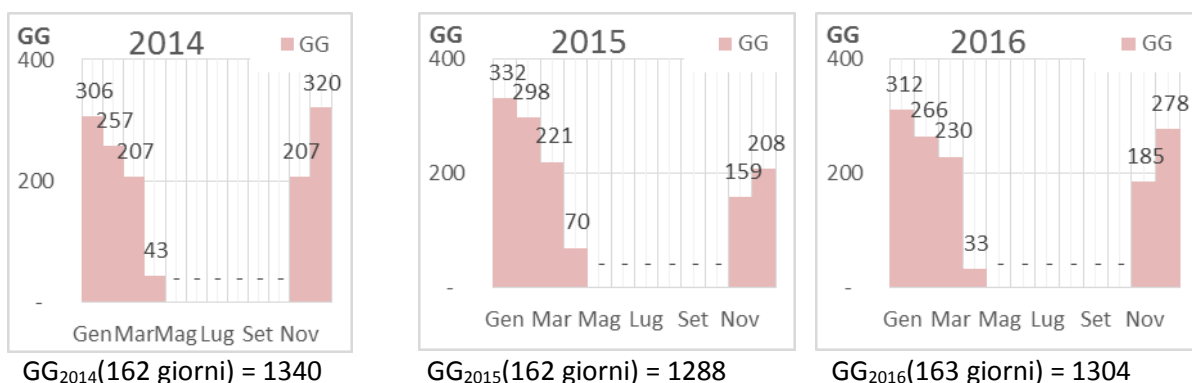
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



### 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

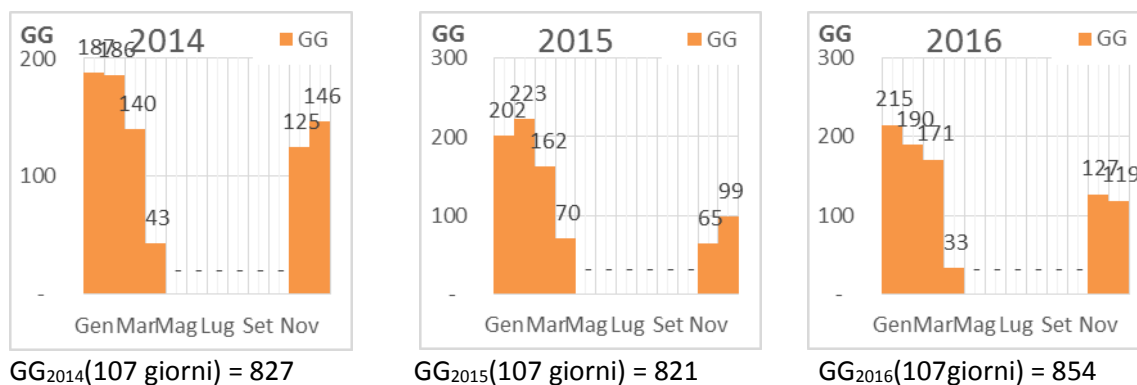


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 834 GG calcolati su 107 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

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



Come si può notare dai grafici sopra riportati, l'andamento dei GG non è costante e subisce variazioni nel periodo considerato e si attesta molto al di sotto dei GG sia di norma e che del funzionamento a 162/166 giorni.

## 4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

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

#### 4.1.1 Involucro opaco

Il prospetto principale esterno su Salita delle Battistine si presenta molto sobrio e senza decorazioni.

L'edificio risalente al 1744 è stato un convento religioso, in cui risulta essere sottoposta a Vincolo Architettonico ai sensi del D.Lgs. 42/2004. All'interno della struttura è ancora presente la vecchia chiesa del Monastero, oggi convertita a palestra della Scuola Media.

La struttura portante è in materiale misto laterizio-pietra nella parte frontale, l'ampliamento successivo posteriore è realizzata in laterizio pieno.

La finitura della pareti è ad intonaco.

L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è sostanzialmente composto da un unico blocco strutturale che si articola su vari livelli.

La struttura geometrica interna risulta molto disomogenea, con discontinuità nella suddivisione degli spazi, mentre dal punto di vista strutturale è nettamente omogenea.

La copertura è terrazzata ed interamente verso esterno, ed è realizzata in calcestruzzo armato portante, parzialmente coibentata.

Figura 4.1 – Facciata esterna – Salita delle Battistine



Figura 4.2 – Facciata esterna – Cortine interno



Figura 4.3 – Interno della ex chiesa del Convento oggi palestra della scuola media



Figura 4.4 – Interno scuola media – piano terzo





Figura 4.5 – Copertura coibentata edificio



Figura 4.6 – Copertura non coibentata edificio



Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione di un rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR E40.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Come già anticipato non sono state rilevate particolari discontinuità nella struttura edilizia, con presenza di significativi ponti termici
- Sono state rilevate grosse differenze di temperatura in corrispondenza delle nicchie sottofinestra, in cui il muro si assottiglia e lì si concentrano dispersioni di calore significative.

Figura 4.7 – Rilievo termografico del prospetto dal cortile interno – prospetto ovest

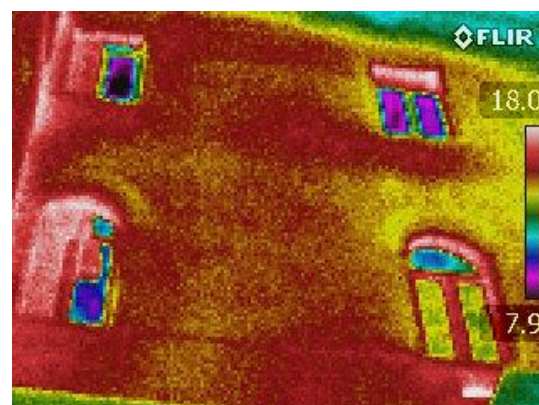
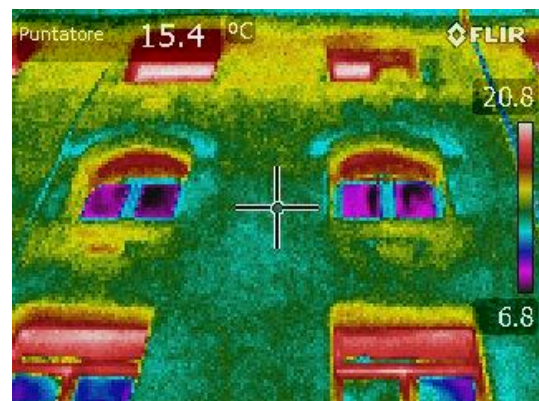


Figura 4.8 – Rilievo termografico del prospetto ovest



I dettagli delle indagini diagnostiche effettuate sono riportate all'Allegato C – Report di indagine termografica.

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



Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE [mm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m <sup>2</sup> K]	STATO DI CONSERVAZIONE
Muro esterno 84 cm	M1	840,0	Assente	1,412	Sufficiente
Muro verso NR - 61 cm	M2	610,0	Assente	1,596	Sufficiente
Muro esterno 37 cm	M3	370,0	Assente	2,237	Sufficiente
Muro esterno 71 cm	M4	710,0	Assente	1,573	Sufficiente
Muro verso NR - 24 cm	M5	240,0	Assente	2,375	Sufficiente
Muro interno 71 cm	M6	710,0	Assente	1,466	Sufficiente
Muro esterno 33 cm	M7	330,0	Assente	2,354	Sufficiente
Muro esterno 95 cm	M8	950,0	Assente	1,300	Sufficiente
Muro CT 88 cm	M9	880,0	Assente	0,000	Sufficiente
Muro esterno 80 cm	M10	800,0	Assente	1,458	Sufficiente
Muro esterno 90 cm	M11	900,0	Assente	1,349	Sufficiente
Muro esterno 103 cm	M12	1030,0	Assente	1,229	Sufficiente
Muro esterno SF 25 cm	M13	250,0	Assente	2,630	Sufficiente
Porta esterna in legno	M14	80,0	Assente	1,274	Sufficiente
Porta REI esterna	M15	56,0	Assente	0,609	Sufficiente
Muro esterno 88 cm	M16	880,0	Assente	1,369	Sufficiente
Muro esterno 120 cm	M17	1040,0	Assente	1,221	Sufficiente
Muro interno 112 cm	M18	1040,0	Assente	1,155	Sufficiente
Muro interno 120 cm	M19	1040,0	Assente	1,155	Sufficiente
Muro NR 33 cm	M20	330,0	Assente	2,123	Sufficiente
Muro esterno 60 cm	M21	600,0	Assente	1,740	Sufficiente
Muro esterno 38 cm	M22	380,0	Assente	2,210	Sufficiente
Muro esterno 43 cm	M23	430,0	Assente	2,082	Sufficiente
Muro interno 92 cm	M24	920,0	Assente	1,252	Sufficiente
Muro esterno 65 cm	M25	650,0	Assente	1,660	Sufficiente
Muro esterno 52 cm	M26	520,0	Assente	1,886	Sufficiente
Pavimento controterra	P1	545,0	Assente	0,409	Sufficiente
Pavimento verso NR	P2	310,0	Assente	1,399	Sufficiente
Pavimento interpiano	P3	310,0	Assente	1,399	Sufficiente
Solaio interpiano	S1	310,0	Assente	1,740	Sufficiente
Solaio verso esterno	S2	310,0	Assente	1,641	Sufficiente
Solaio verso esterno isolato	S3	360,0	Presente	0,598	Sufficiente

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 e nell’Allegato E- Relazione di dettaglio dei calcoli.

#### 4.1.2 Involucro trasparente

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da varie tipologie di serramenti con telaio in metallo o legno e vetro singolo (zona scuola media) in cattive condizioni o con telaio in pvc e vetrocamera (zona scuola elementare) più recenti ed in buone condizioni.

Figura 4.9 – Serramenti in pvc e vetrocamera – scuola elementare

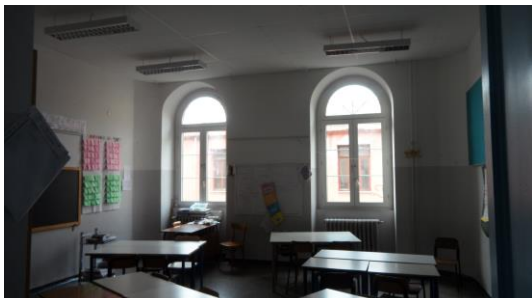


Figura 4.10 - Serramenti in legno e vetro singolo – scuola media



Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro trasparente si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione del rilievo termografico.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Gli infissi presentano un comportamento normale con presenza di ampio ponte termico perimetrale
- Il grado di isolamento offerto dagli infissi dotati di vetro singolo è insufficiente, è buono invece il livello di isolamento offerto dagli infissi con telaio in pvc e vetrocamera.

Figura 4.11 – Rilievo termografico dei serramenti esterni in pvc e vetrocamera

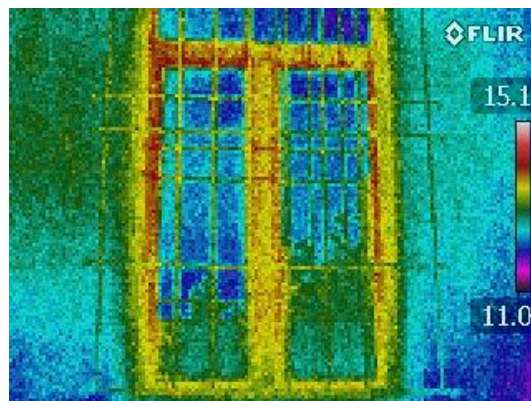
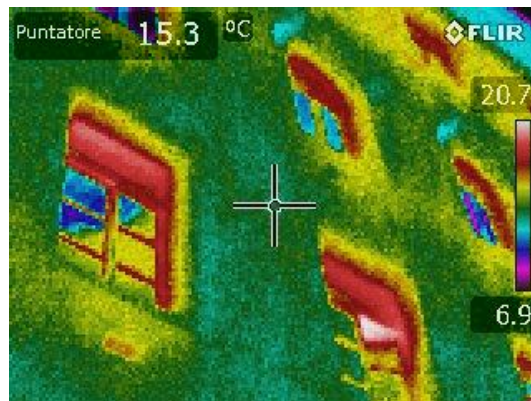


Figura 4.12 – Rilievo termografico dei serramenti esterni in legno e vetro singolo







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	ALTEZZA	LARGHEZZA	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA - Uw	STATO DI CONSERVAZIONE
		[mm]	[mm]			[W/mqK]	
P0 - F1 - 110X235 - legno vetro singolo	W1	235,0	110,0	legno	singolo	3,674	Insufficiente
P0 - F2 - 110X235 - pvc vetrocamera	W2	235,0	110,0	pvc	vetrocamera	2,592	Buono
P0 - F3 - 280x362 - pvc vetrocamera	W3	362,0	280,0	pvc	vetrocamera	2,575	Buono
P0 - F4 - 120x180 - legno vetro singolo	W4	180,0	120,0	legno	singolo	3,678	Insufficiente
P0 - F5 - 70x174 - legno vetro singolo	W5	174,0	70,0	legno	singolo	3,581	Insufficiente
P0 - F6 - 140x190 - legno vetro singolo	W6	190,0	140,0	legno	singolo	3,960	Insufficiente
P0 - F7 - 120x350 - legno vetro singolo	W7	350,0	120,0	legno	singolo	4,013	Insufficiente
P0 - F8 - 130x130 - metallo vetro singolo	W8	130,0	130,0	Metallo	singolo	5,418	Insufficiente
P0 - F9 - 200x400 - metallo vetro singolo	W9	400,0	200,0	Metallo	singolo	5,220	Insufficiente
P0 - F10 - 100x100 - metallo vetro singolo	W10	100,0	100,0	Metallo	singolo	5,475	Insufficiente
P0 - F11 - 80x182 - legno vetro singolo	W11	182,0	80,0	legno	singolo	3,630	Insufficiente
P0 - F12 - 115x295 - legno vetro singolo	W12	295,0	115,0	legno	singolo	3,809	Insufficiente
P0 - F13 - 115x295 - pvc vetrocamera	W13	295,0	115,0	pvc	vetrocamera	2,607	Buono
P1 - F1 - 115X252 - pvc vetrocamera	W14	252,0	115,0	pvc	vetrocamera	2,591	Buono
P1 - F2 - 115X324 - pvc vetrocamera	W15	324,0	115,0	pvc	vetrocamera	2,602	Buono
P1 - F3 - 130X265 - legno vetro singolo	W16	265,0	130,0	legno	singolo	3,803	Insufficiente
P1 - F4 - 130X130 - legno vetro singolo	W17	130,0	130,0	legno	singolo	3,633	Insufficiente
P1 - F5 - 130X273 - pvc vetrocamera	W18	273,0	115,0	pvc	vetrocamera	2,592	Buono
P1 - F6 - 130X273 - legno vetro singolo	W19	273,0	130,0	legno	singolo	3,808	Insufficiente
P2 - F1 - 100X245 - pvc vetrocamera	W20	245,0	100,0	pvc	vetrocamera	2,652	Buono
P2 - F2 - 100X245 - legno vetro singolo	W21	245,0	100,0	legno	singolo	3,562	Insufficiente
P2 - F3 - 340X245 - pvc vetrocamera	W22	245,0	340,0	pvc	vetrocamera	2,671	Buono
P3 - F1 - 110x173 - pvc vetrocamera	W23	173,0	110,0	pvc	vetrocamera	2,597	Buono
P3 - F2 - 110x173 - legno vetro singolo	W24	173,0	110,0	legno	singolo	3,657	Insufficiente
P3 - F3 - 130x343 - legno vetro singolo	W25	343,0	130,0	legno	singolo	3,829	Insufficiente
P3 - F4 - 200x173 - legno vetro singolo	W26	173,0	200,0	legno	singolo	3,843	Insufficiente
P3 - F5 - 200x173 - pvc vetrocamera	W27	173,0	200,0	pvc	vetrocamera	2,603	Buono
P4 - F1 - 110X221 - pvc vetrocamera	W28	221,0	110,0	pvc	vetrocamera	2,601	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 e nell'Allegato E-Relazione di dettaglio dei calcoli.

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

L'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da una centrale termica costituita da una caldaia a basamento di tipo tradizionale, alimentata a gas metano, collegata ad un unico circuito di distribuzione che serve l'intero complesso edilizio.

### 4.2.1 Sottosistema di emissione

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

- Radiatori in ghisa.

Figura 4.13 – Particolare – radiatore in ghisa – scuola elementare



Figura 4.14 - Particolare -- radiatore in ghisa – scuola media



I rendimenti di emissione desunti dal modello di calcolo delle DE, implementato su software di calcolo certificato Edilclima EC700, sono i seguenti:

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

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Scuola elementare	Radiatori in ghisa	90,3%
Scuola media	Radiatori in ghisa	90,3%

Le caratteristiche dei terminali di emissione installati sono sintetizzate nella seguente tabella

Tabella 4.4 - Rendimenti del sottosistema di emissione per le varie zone termiche

ZONA TERMICA	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA - MEDIA [kW]	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA [kW]	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA [kW]	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA [kW]
Piano terra	Radiatori su parete esterna non isolata	41	2,28	91,6	0	0
Piano primo	Radiatori su parete esterna non isolata	28	1,50	42,2	0	0
Piano secondo	Radiatori su parete esterna non isolata	38	1,60	61	0	0
Piano terzo	Radiatori su parete esterna non isolata	50	1,87	93,7	0	0
Piano quarto	Radiatori su parete esterna non isolata	13	2,07	26,9	0	0
<b>TOTALE</b>		<b>171</b>	<b>-</b>	<b>315,4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>





La potenza termica complessiva dei radiatori è stata presa dalla documentazione di checklist degli impianti termici messa a disposizione dalla committenza.

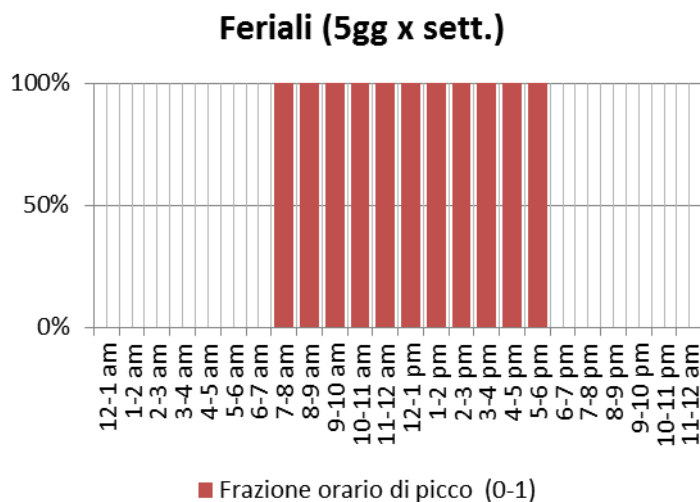
L'elenco dei componenti del sottosistema di emissione per il riscaldamento degli ambienti, rilevati in sede di sopralluogo, e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.5 dell'Allegato J – Schede di audit.

#### 4.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell'impianto avviene attraverso cronotermostato con orari pre-impostati, inoltre in centrale termica è presente un sistema di telegestione e telecontrollo dotato anche di una centralina climatica con sonda esterna. La maggior parte dei radiatori sono sprovvisti di valvole termostatiche per la regolazione locale della temperatura.

Di seguito sono riportati i profili orari di funzionamento degli impianti.

Figura 4.15 - Profilo di funzionamento invernale feriale dell'impianto per la zona termica della Scuola media e della 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 elementare e media	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

Il sottosistema di distribuzione dedicato alla Scuola Elementare e Media è costituito dai seguenti elementi:

1) Circuito primario di collegamento tra il collettore di mandata ed il circuito di riscaldamento della Scuola Elementare e Media, costituito da una pompa gemellare di marca Salmson a giri fissi, con funzionamento alternato.

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 MASSIMA	PREVALENZA MASSIMA	POTENZA ASSORBITA
			[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[kW]
Generatore di calore	EG01	Pompa gemellare di mandata acqua calda da collettore a circuito della Scuola Elementare e Media	100	16	2x3,6
TOTALE			100	16	7,20

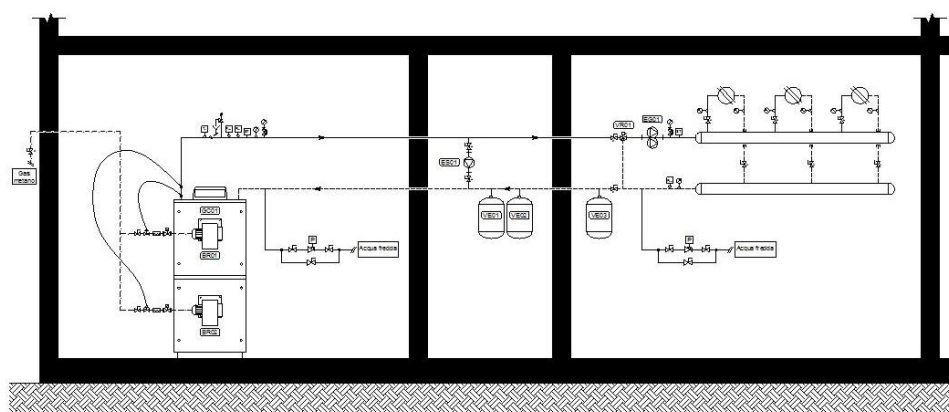
È presente anche una pompa anticondensa dedicata al generatore di calore a basamento da 485 kW. Le temperature del fluido termovettore all'interno del circuito primario sono riportate nella Tabella 4.7.

Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA	TEMPERATURA CALCOLO
			°C	°C
Generatore di calore	Mandata	Caldo	40	80
	Ritorno	Caldo	35	60

Per quanto riguarda le temperature del fluido termovettore sono stati registrati 40°C sul collettore di mandata e 35°C su quello di ritorno, con una temperatura esterna di circa 17°C, prova del funzionamento con sonda esterna delle temperature dei circuiti.

Figura 4.16 - Particolare dello schema di impianto



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione dell'impianto di riscaldamento invernale è stato assunto nella DE pari al 99%, come indicato dal software di simulazione Edilclima EC700 che implementa le norme di calcolo 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 a basamento di tipo tradizionale alimentata a gas metano che produce acqua calda dedicata al servizio di riscaldamento invernale dell'edificio analizzato.

Figura 4.17 – Particolare del generatore di calore a basamento



Figura 4.18 - Particolare pompa anticondensa del generatore di calore



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

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche generatore di calore

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]
GC01 Riscaldamento	ICI	REX DUAL 50 F	2015	527	500	94,9%	0,6

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto pari a 85,1%, calcolato con software di simulazione Edilclima EC700 che implementa le norme di calcolo UNI TS 11300. Non è stato possibile accedere alla centrale termica e prendere visione del libretto di centrale, pertanto non è stato possibile fare un raffronto con il rendimento registrato dalla prova fumi.

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 ACS avviene mediante l'ausilio di vari boiler elettrici con accumulo integrato dislocati all'interno della struttura in corrispondenza dei servizi igienici della scuola elementare e media.

Le caratteristiche del sistema di produzione di ACS sono riportate nella Tabella 4.9.

Tabella 4.9 - Riepilogo caratteristiche impianto di produzione ACS

	SERVIZIO	MARCA	Volume l	Numero	POTENZA ASSORBITA kW
Scuola elementare	ACS	BANDINI SCALDABAGNI	50	1	1,2
	ACS	ARISTON	30	1	1,2
Scuola media	ACS	THERMES	15	1	1,2
	ACS	ARISTON	30	1	1,5
	ACS		30	1	1,5
	ACS		15	1	1,2
TOTALE				6	7,8

Figura 4.19 - Bollitore elettrico con accumulo – scuola media



I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.10. Questi sono stati calcolati dal modello energetico implementato su software certificato Edilclima EC700. Non è presente alcun sistema di ricircolo.

Tabella 4.10 – 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%	NA	NA	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 ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

Le utenze sottese all'impianto elettrico, oltre a quelle precedentemente descritte, sono costituite essenzialmente da utenze locali quali ad esempio le attrezzature della cucina ed altri dispositivi in uso del personale (pc, LIM e stampante multifunzione).

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella Tabella 4.11.

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
scuola elementare	scaldavivande	2	1200	nd	nd
scuola media	pc	2	200	nd	nd
scuola media	fotocopiatrice	3	200		
scuola media	pc	5	200		
scuola media	fotocopiatrice	1	200		
scuola elementare	pc	3	200		
scuola elementare	fotocopiatrice	3	200		
scuola elementare	pc	17	200		
scuola elementare	LIM	4	340		
scuola elementare	LIM	1	340		
scuola media	LIM	4	340		
scuola media	pc	3	200	nd	nd

L'elenco delle altre utenze elettriche rilevate in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 11 dell' Allegato J – Schede di audit e negli appositi file predisposti nell'Allegato B.

#### 4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade a neon fluorescenti di tipo T8.

Figura 4.20 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nell'edificio- fluorescente 4x18W



Figura 4.21 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nell'edificio – fluorescente 2x36W



L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella Tabella 4.12.

Tabella 4.12 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Scuola elementare e media	Fluorescenti	4	38 W led	152
Scuola elementare e media	Fluorescenti	12	300 W	3600
Scuola elementare e media	Fluorescenti	2	1x18 T8	36
Scuola elementare e media	Fluorescenti	46	1X36 T8	1656
Scuola elementare e media	Fluorescenti	20	2X18 T8	720
Scuola elementare e media	Fluorescenti	191	2X36 T8	13752
Scuola elementare e media	Fluorescenti	148	4X18 T8	10656



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 e negli adeguati file dell'Allegato B.



## 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 <sup>(6)</sup>	0,85	n/a	n/a	10,09

Nota (6) Fonte: Prospetto B.19 UNI TS 11300-2:2014

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di un unico contatore dedicato alla centrale termica, non sono presenti altri usi relativi al vettore.

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

Relativamente al PDR 1 – 16220050649867 sono riportati i dati rilevati dalla società di distribuzione del metano per l'anno 2015 e 2016 e della fornitura di gasolio per il 2014. In particolare è importante sottolineare che i consumi termici del periodo gennaio-aprile 2015 sono stati ricostruiti utilizzando un fattore kWh/GG relativo all'impianto presente nel 2014, in quanto la centrale termica è stata convertita a gas metano nel 2015.

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 di fatturazione

PDR	Utilizzo	2014	2015	2016	2014	2015	2016
		[l]	[l - Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
		Gasolio	Gasolio- metano	Metano	Gasolio	Gasolio- metano	Metano
16220050649867	Riscaldamento	27.148	21.775 - 9.531	30.325	273.910	309.482	285.662

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

Di seguito la stima dei consumi fatturati dalla società di fornitura riportati nella Tabella 5.3. la suddivisione mensile è stata ricavata in base ai gradi giorno della stazione meteo di riferimento.

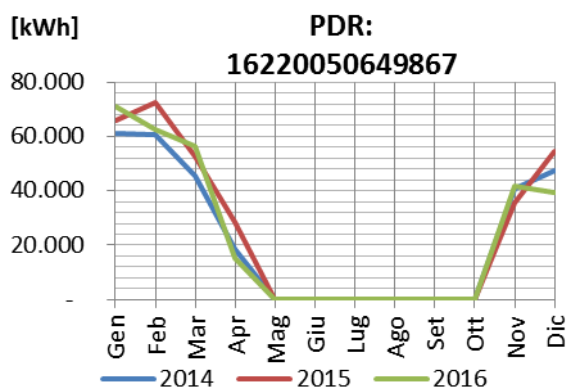


Tabella 5.3 - Consumi mensili di energia termica per il triennio di riferimento – Dati di fatturazione

PDR: 03270015721869	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese	[l]	[l] - [Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen	6.044	6.511	7.522	60.977	65.695	70.859
Feb	5.998	7.198	6.629	60.522	72.626	62.443
Mar	4.523	5.218	5.977	45.635	52.647	56.299
Apr	1.848	2.848	1.605	18.645	28.732	15.121
Mag	-	-	-	-	-	-
Giu	-	-	-	-	-	-
Lug	-	-	-	-	-	-
Ago	-	-	-	-	-	-
Set	-	-	-	-	-	-
Ott	-	-	-	-	-	-
Nov	4.022	3.765	4.434	40.576	35.463	41.771
Dic	4.713	5.766	4.158	47.555	54.319	39.169
Totale	27.148	31.306	30.325	273.910	309.482	285.662

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

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati



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<sub>real,i</sub> = Gradi giorno valutati considerando le temperature esterne reali, nell'anno *i-esimo*, così come definiti al Capitolo 3.2;

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

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





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 nullo 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 sono nulli.

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	Ggreali su 107 giorni reali di occupazione	GGRif	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	Consumo Reale [kWh]	Fattore di normalizzazione $\alpha_{rif}$	Consumo normalizzato a 1421 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	827	929	-	273.910	331,1	307.673	-	-
2015	821	929	-	309.482	376,9	350.255	-	-
2016	854	929	30.325	285.662	334,4	310.715	-	-
<b>Media</b>	<b>834</b>	<b>929</b>	<b>10.108</b>	<b>289.685</b>	<b>347,2</b>	<b>322.682</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Si sono pertanto definiti per il calcolo della Baseline i parametri riportati nella Tabella 5.5. La componente ACS è prodotta con energia elettrica, pertanto è esclusa dalla baseline del termico.

Tabella 5.5 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE [Kwh]
$\bar{Q}_{ACS}$	-
$\bar{Q}_{ALTRO}$	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	322.682
<b><math>Q_{baseline}</math></b>	<b>322.682</b>

### 5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 4 diversi contatori.

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 – dati di fatturazione

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E00097881	Scuola elementare	23.172	20.191	19.972	21.112
IT001E00097880	Scuola media	35.400	34.761	39.940	36.700
IT001E11593635	Casa del custode della scuola media	0	7	21	9
IT001E11965569	Casa del custode della scuola elementare	0	4	3	2
<b>TOTALE</b>		<b>58.572</b>	<b>54.963</b>	<b>59.936</b>	<b>57.824</b>

Tali consumi sono stati confrontati con i consumi annui elaborati e forniti dalla PA ed identificati per l'edificio oggetto della DE all'interno del file kyotoBaseline-E1678 ed è emerso uno scostamento massimo del 7% sul valore medio.

Tabella 5.7 – Elenco POD e relativi consumi annuali per il triennio di riferimento – dati distributore

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E00097881	Scuola elementare	23.172	20.167	21.486	21.608
IT001E00097880	Scuola media	35.400	35.046	42.295	37.580
IT001E11593635	Casa del custode della scuola media	0	7	21	9
IT001E11965569	Casa del custode della scuola elementare	0	4	4	3
<b>TOTALE</b>		<b>58.572</b>	<b>55.224</b>	<b>63.806</b>	<b>59.201</b>

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

Si è pertanto definito un consumo  $EE_{baseline}$  pari a 57.824 kWh.

Di seguito si riportano i consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fascia per tutti i POD analizzati. Per il POD 1 è mancante il mese di dicembre 2014, ricostruito per differenza con il dato di kyotoBaseline-E1678, in quanto coerente con

Tabella 5.8 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento – POD1 scuola elementare

POD: IT001E00087881	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
<b>Gen - 14</b>	1.804	201	289	2.294
<b>Feb - 14</b>	1.552	157	179	1.888
<b>Mar - 14</b>	608	487	863	1.958
<b>Apr - 14</b>	598	446	913	1.957
<b>Mag - 14</b>	637	458	863	1.958
<b>Giu - 14</b>	598	489	870	1.957
<b>Lug - 14</b>	666	471	821	1.958
<b>Ago - 14</b>	608	487	863	1.958
<b>Set - 14</b>	629	459	870	1.958
<b>Ott - 14</b>	665	470	822	1.957
<b>Nov - 14</b>	598	489	870	1.957



COMUNE DI GENOVA

<b>Dic - 14</b>	419	343	610	1.372
<b>Totale</b>	9.382	4.957	8.833	23.172
<b>POD: IT001E00087881</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2015</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
<b>Gen - 15</b>	1.804	201	289	2.294
<b>Feb - 15</b>	1.552	157	179	1.888
<b>Mar - 15</b>	608	487	863	1.958
<b>Apr - 15</b>	910	149	218	1.277
<b>Mag - 15</b>	1.124	138	188	1.450
<b>Giu - 15</b>	447	163	272	881
<b>Lug - 15</b>	301	111	189	601
<b>Ago - 15</b>	509	117	192	818
<b>Set - 15</b>	741	144	222	1.107
<b>Ott - 15</b>	2.344	279	323	2.946
<b>Nov - 15</b>	2.176	232	368	2.776
<b>Dic - 15</b>	1.527	234	435	2.196
<b>Totale</b>	14.044	2.410	3.737	20.191
<b>POD: IT001E00087881</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>
<b>Gen - 16</b>	1.762	248	399	2.409
<b>Feb - 16</b>	1.680	193	249	2.122
<b>Mar - 16</b>	1.526	221	312	2.059
<b>Apr - 16</b>	1.309	210	295	1.814
<b>Mag - 16</b>	1.516	238	344	2.098
<b>Giu - 16</b>	617	153	226	996
<b>Lug - 16</b>	269	138	234	641
<b>Ago - 16</b>	246	107	171	524
<b>Set - 16</b>	874	141	166	1.181
<b>Ott - 16</b>	1.610	194	245	2.049
<b>Nov - 16</b>	1.800	178	230	2.208
<b>Dic - 16</b>	1.463	164	244	1.871
<b>Totale</b>	14.672	2.185	3.115	19.972



Tabella 5.9 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento – POD2 scuola media

POD: IT001E00087880	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	3.326	439	735	4.500
Feb - 14	2.968	400	423	3.791
Mar - 14	1.882	333	373	2.588
Apr - 14	1.882	333	373	2.588
Mag - 14	1.945	345	386	2.676
Giu - 14	1.882	333	373	2.588
Lug - 14	1.945	345	386	2.676
Ago - 14	1.042	237	324	1.603
Set - 14	1.464	260	311	2.035
Ott - 14	2.435	369	438	3.242
Nov - 14	2.533	404	561	3.498
Dic - 14	2.618	417	580	3.615
<b>Totale</b>	<b>25.922</b>	<b>4.215</b>	<b>5.263</b>	<b>35.400</b>
POD: IT001E00087880	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	2.618	417	580	3.615
Feb - 15	844	135	187	1.166
Mar - 15	1.182	333	373	1.888
Apr - 15	1.835	288	345	2.467
Mag - 15	1.336	220	289	1.844
Giu - 15	2.807	405	510	3.721
Lug - 15	2.216	303	434	2.952
Ago - 15	1.223	261	391	1.874
Set - 15	1.705	310	427	2.441
Ott - 15	3.540	558	634	4.733
Nov - 15	3.003	549	767	4.319
Dic - 15	2.554	475	711	3.740
<b>Totale</b>	<b>24.861</b>	<b>4.254</b>	<b>5.646</b>	<b>34.761</b>
POD: IT001E00087880	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	2.842	580	972	4.394
Feb - 16	3.227	617	800	4.644
Mar - 16	3.146	600	904	4.650
Apr - 16	2.470	446	574	3.490
Mag - 16	2.259	319	353	2.931
Giu - 16	1.509	356	367	2.232
Lug - 16	875	270	375	1.520
Ago - 16	720	247	376	1.343
Set - 16	1.719	314	368	2.401



COMUNE DI GENOVA

Ott - 16	2.630	480	605	3.715
Nov - 16	3.225	594	824	4.643
Dic - 16	2.716	534	727	3.977
<b>Totale</b>	<b>27.338</b>	<b>5.357</b>	<b>7.245</b>	<b>39.940</b>

Tabella 5.10 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento – POD3 casa del custode della scuola media

POD: IT001E11593635	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	-	-	-	-
Feb - 14	-	-	-	-
Mar - 14	-	-	-	-
Apr - 14	-	-	-	-
Mag - 14	-	-	-	-
Giu - 14	-	-	-	-
Lug - 14	-	-	-	-
Ago - 14	-	-	-	-
Set - 14	-	-	-	-
Ott - 14	-	-	-	-
Nov - 14	-	-	-	-
Dic - 14	-	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
POD: IT001E11593635	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	-	-	-	-
Feb - 15	-	-	-	-
Mar - 15	2	-	-	2
Apr - 15	2	-	-	2
Mag - 15	-	-	-	-
Giu - 15	-	-	-	-
Lug - 15	-	-	-	-
Ago - 15	-	-	-	-
Set - 15	-	-	-	-
Ott - 15	-	-	-	-
Nov - 15	-	-	-	-
Dic - 15	3	-	-	3
<b>Totale</b>	<b>7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>7</b>
POD: IT001E11593635	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	-	-	-	-
Feb - 16	1	-	-	1
Mar - 16	-	-	-	-
Apr - 16	-	-	-	-



COMUNE DI GENOVA

Mag - 16	-	-	-	-
Giu - 16	5	5	9	19
Lug - 16	-	-	-	-
Ago - 16	1	-	-	1
Set - 16	-	-	-	-
Ott - 16	-	-	-	-
Nov - 16	-	-	-	-
Dic - 16	-	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>21</b>

Tabella 5.11 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento – POD3 casa del custode della scuola media

POD: IT001E11965569	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	-	-	-	-
Feb - 14	-	-	-	-
Mar - 14	-	-	-	-
Apr - 14	-	-	-	-
Mag - 14	-	-	-	-
Giu - 14	-	-	-	-
Lug - 14	-	-	-	-
Ago - 14	-	-	-	-
Set - 14	-	-	-	-
Ott - 14	-	-	-	-
Nov - 14	-	-	-	-
Dic - 14	-	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
POD: IT001E11965569	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	-	-	-	-
Feb - 15	-	-	-	-
Mar - 15	-	-	-	-
Apr - 15	-	-	-	-
Mag - 15	-	-	-	-
Giu - 15	-	-	-	-
Lug - 15	2	-	-	2
Ago - 15	-	-	-	-
Set - 15	1	-	-	1
Ott - 15	-	-	-	-
Nov - 15	-	-	-	-
Dic - 15	1	-	-	1
<b>Totale</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4</b>

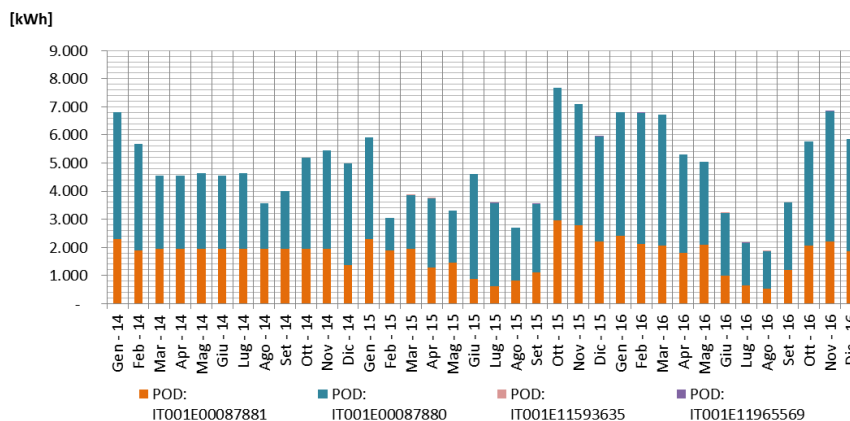


POD: IT001E11965569	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	-	-	-	-
Feb - 16	1	-	-	1
Mar - 16	-	-	-	-
Apr - 16	-	-	-	-
Mag - 16	-	-	-	-
Giu - 16	-	-	-	-
Lug - 16	1	-	-	1
Ago - 16	-	-	-	-
Set - 16	-	-	-	-
Ott - 16	-	-	-	-
Nov - 16	1	-	-	1
Dic - 16	-	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3</b>

Come è possibile notare, i consumi a carico dei POD 3 e 4 sono trascurabili in quanto le case dei custodi della scuola media ed elementare sono attualmente ambienti in disuso e sostanzialmente adibiti a deposito ed archivio. Per correttezza sono stati presi in considerazione ai fini della determinazione della baseline elettrica.

Considerando la presenza di più POD a servizio dell'edificio in oggetto, si riporta la Figura 5.2 con un confronto grafico tra i profili elettrici reali relativi a ciascuna utenza elettrica per il triennio di riferimento.

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 5.12.

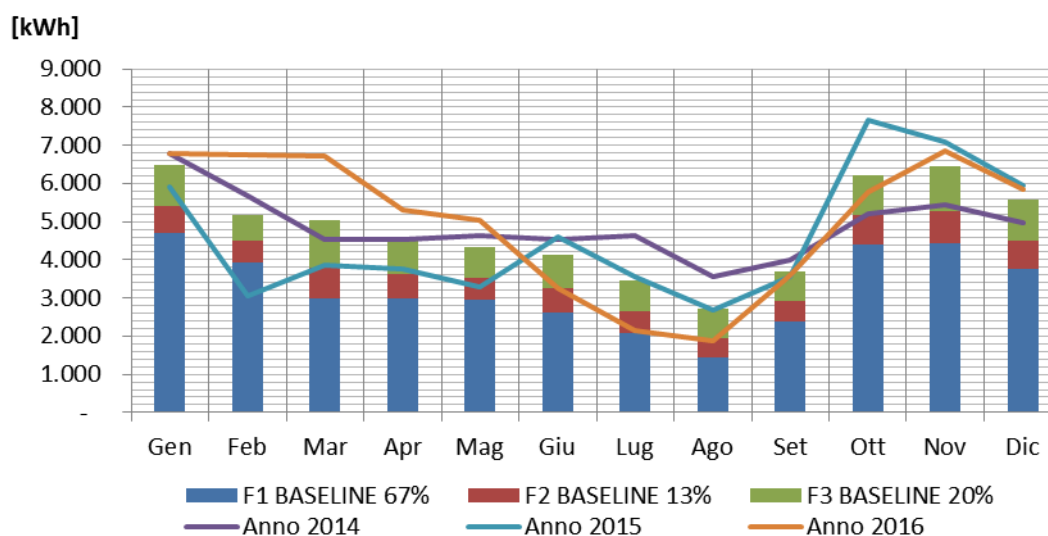


Tabella 5.12 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	4.719	695	1.088	6.502
Febbraio	3.942	553	672	5.167
Marzo	2.985	820	1.229	5.034
Aprile	3.002	624	906	4.532
Maggio	2.939	573	808	4.319
Giugno	2.621	635	875	4.131
Luglio	2.092	546	813	3.450
Agosto	1.450	485	772	2.707
Settembre	2.378	543	788	3.708
Ottobre	4.408	783	1.022	6.214
Novembre	4.445	815	1.206	6.467
Dicembre	3.767	722	1.102	5.592
<b>Totale</b>	<b>38.747</b>	<b>7.794</b>	<b>11.283</b>	<b>57.824</b>

L'andamento dei consumi elettrici mensili nel triennio di riferimento e di Baseline è riportato nei grafici in Figura 5.3. Come è possibile notare i consumi elettrici si abbassano nel periodo di fine lezioni, ma non si annullano in quanto le attività amministrative non si fermano nel periodo estivo.

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



Non è stato inoltre possibile rappresentare i profili giornalieri dei consumi elettrici del POD in oggetto, in quanto non disponibili sul sito dalla società di distribuzione dell'energia elettrica.

## 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 5.13.



Tabella 5.13 - Fattori di emissione di CO<sub>2</sub>.

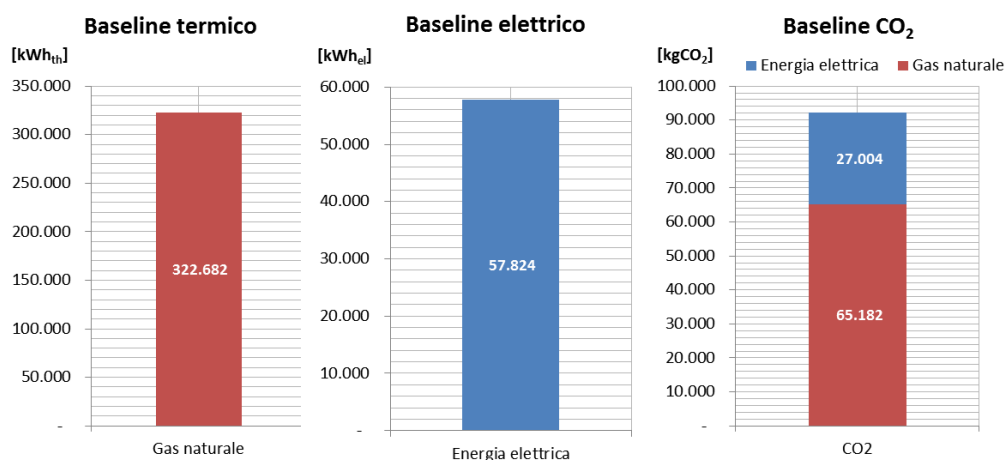
COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE kgCO <sub>2</sub> /kWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249

\* 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 5.14 – Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Tabella 5.14 e nella Figura 5.4

Tabella 5.14 – Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE [kWh]	FATTORE DI CONVERSIONE [kgCO <sub>2</sub> /kWh]	[kgCO <sub>2</sub> ]
Gas naturale	322.682	0,202	65.182
Energia elettrica	57.824	0,467	27.004

Figura 5.4 – 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 5.15 - 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 5.16.



Tabella 5.16 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	3.636	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Volume netto riscaldata	18.000	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Volume lordo riscaldata	23.842	m <sup>3</sup>

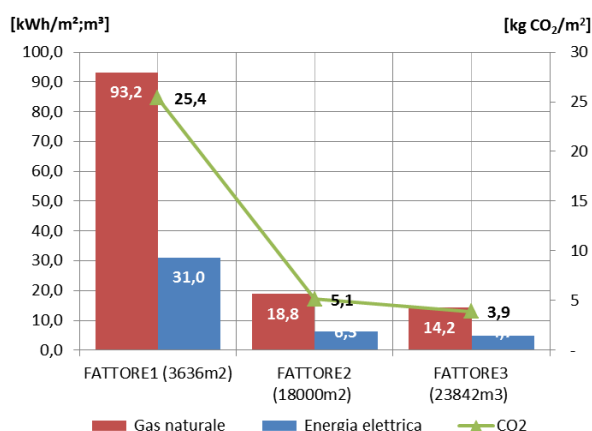
Nella Tabella 5.17 e Tabella 5.18 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell'Allegato J – Schede di audit.

Tabella 5.17 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all'energia primaria totale

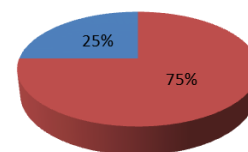
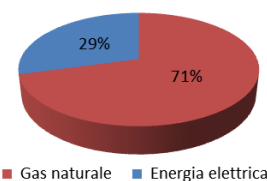
VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [kWh/m <sup>3</sup> ]	FATTORE 1 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	322.682	1,05	338.816	93,2	18,8	14,2	17,93	3,62	2,73
Energia elettrica	57.824	2,42	139.934	38,5	7,8	5,9	7,43	1,50	1,13
<b>TOTALE</b>			<b>478.750</b>	<b>132</b>	<b>27</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

Tabella 5.18 – 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	322.682	1,05	338.816	93,2	18,8	14,2	17,93	3,62	2,73
Energia elettrica	57.824	1,95	112.757	31,0	6,3	4,7	7,43	1,50	1,13
<b>TOTALE</b>			<b>451.573</b>	<b>124</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

Figura 5.5 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO<sub>2</sub> valutati in funzione della superficie utile riscaldataFigura 5.6 – Ripartizione % dei consumi 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  $F_e$ );
- Ore di occupazione dell'edificio scolastico (fattore  $F_h$ );
- Gradi Giorno convenzionali della località (1435 GG) così come definiti D.P.R. 412/93 - allegato A
- Volume riscaldato ( $V_{risc}$ ).

La formula definita è sotto riportata:

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

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

- Superficie lorda ai piani dell'edificio  $A_p$ ;
- Fattore  $F_h$  relativo all'orario di occupazione, così come precedentemente

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

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

Tabella 5.19 – 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	8,8	10,0	9,2	0	0	0
Energia elettrica	0	0	0	13,3	12,5	13,6

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo relativamente ad IEN<sub>R</sub> un valore pressoché costante nel triennio considerato. Il giudizio per questo indicatore è buono per tutti i 3 anni considerati.

IEN<sub>E</sub> subisce invece un progressivo aumento del valore, dovuto appunto ad aumento dei consumi così come registrato dai dati di fatturazione di energia elettrica. Il giudizio per questo indicatore permane insufficiente dal primo all'ultimo anno considerato.

A fine di confrontare tutti gli edifici del Lotto 1, si rimanda all'Allegato M – Report di Benchmark la consultazione di tutti gli indicatori di performance calcolati.



## 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	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	176,67	164,52
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	125,66	123,42
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	0,83	0,67
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	50,17	40,43
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	0	0
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	35	35

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]	[kWh/anno]
Gas Naturale	41.942	395.208
Energia Elettrica	93.951	183.205

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



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

Dove:

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

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

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

FABBISOGNO	Corrispondenza UNI TS 11300 [kWh/el]
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)	$E_T + E_{altro}^{(7)}$
Perdite al trasformatore	$E_{trasf}^{(7)}$
Energia elettrica esportata dall’impianto a fonti rinnovabili	$E_{exp,el}$

Nota (7) Tale contributo non è definito all’interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall’Auditor ipotizzando un profilo di consumi annuali di utilizzo delle attrezzature della cucina.

### 6.1.1 Validazione del modello termico

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

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell’edificio considerando il reale funzionamento degli edifici serviti dalla medesima centrale termica, ognuno con il proprio orario di accensione e spegnimento degli impianti ed inserendo nel modello tutti i dati tecnici rilevati in sede di sopralluogo.

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	$EP_g$	kWh/mq anno	126,47	119,43
Climatizzazione invernale	$EP_H$	kWh/mq anno	94,83	93,93



Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	0,83	0,67
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	30,81	24,83
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	0	0
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	25	25

È possibile notare una notevole corrispondenza tra i valori calcolati nella modellazione in modalità adattata all’utenza con i contenuti del capitolo 5, indicatori di performance energetici ed ambientali. 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	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[mc/anno] – [kWh]	[kWh/anno]
Gas Naturale	33.147	312.245
Energia Elettrica	55.883	108.972

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

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
312.245	322.682	3%

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]	[%]
55.883	57.824	3%

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

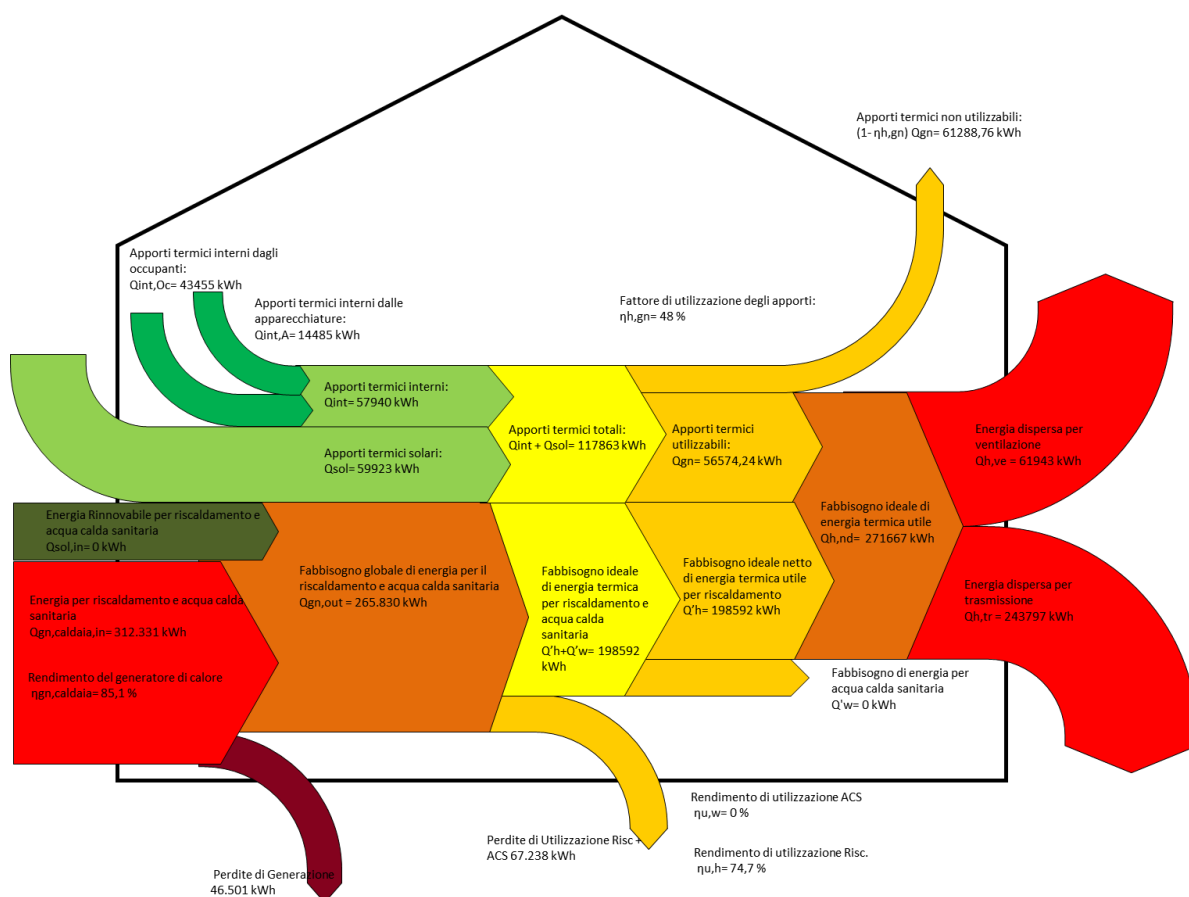
## 6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

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

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

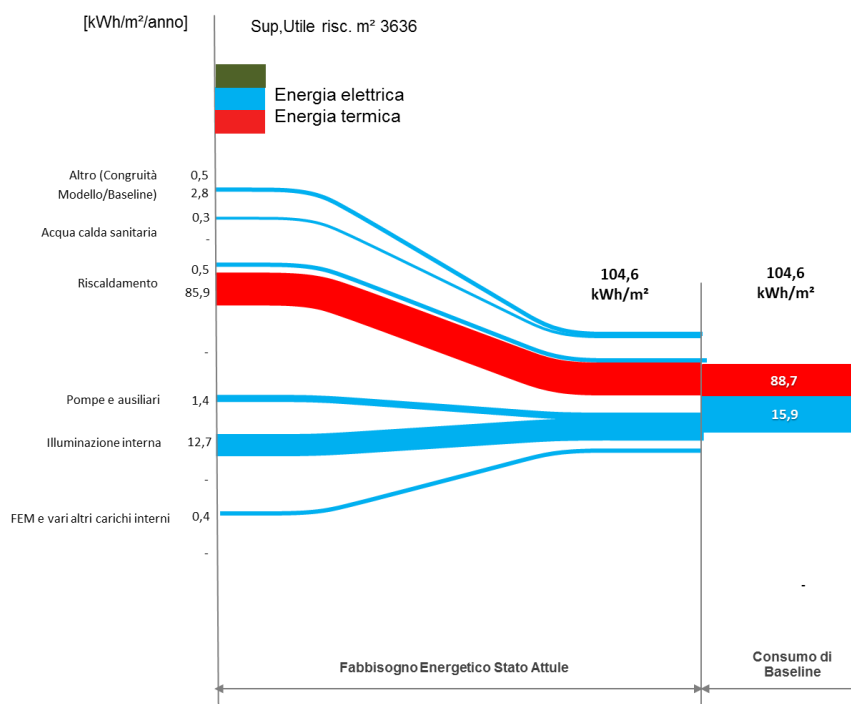
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio allo stato attuale



Dall'analisi del diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio è possibile notare che la maggior parte di energia termica è dispersa per trasmissione e non si ha il contributo di energia rinnovabile in ingresso all'edificio.

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 – Congruit ”   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 – Congruit ” 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   possibile notare che non si ha un contributo di energia rinnovabile e che il consumo maggiore di energia termica   a carico del servizio di riscaldamento, mentre la maggioranza del consumo elettrico   a carico dell’illuminazione dell’edificio.

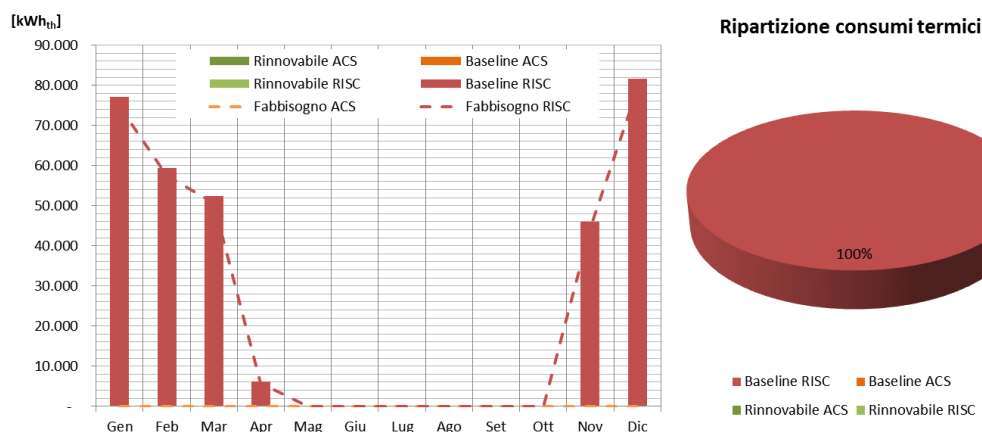
### 6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

La creazione di un modello energetico consente di effettuare una pi  corretta ripartizione dei consumi energetici di Baseline in funzione dei diversi utilizzi presenti all’interno dell’edificio oggetto della DE. Tale profilo pu  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   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 al servizio di riscaldamento invernale degli ambienti.

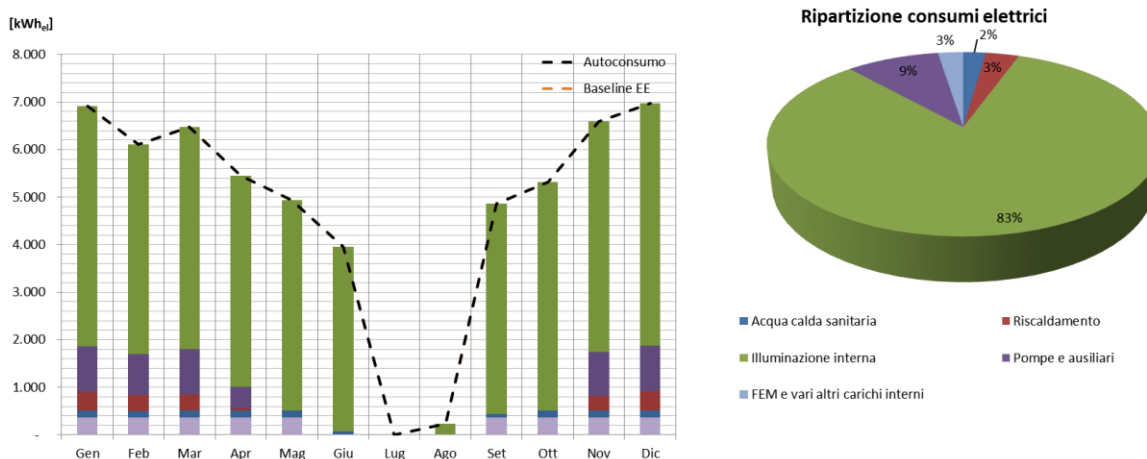
Inoltre è possibile individuare che non sono presenti contributi di energia rinnovabile per il riscaldamento.

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 al sistema di illuminazione interna, seguito da pompe ed ausiliari. Pertanto si andranno a proporre interventi di efficientamento che riguardano prevalentemente la componente illuminazione ed impianto di riscaldamento invernale. La quota FEM è stata costruita mediante un modello elettrico ipotizzando dei profili di funzionamento e di carico che è possibile individuare all'interno degli appositi file dell'Allegato B.



## 7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO

### 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 un unico contatore, il PDR 16220050649867, che prevede un contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprensivo sia della fornitura del vettore energetico che della conduzione e manutenzione degli impianti. Non è quindi stato possibile effettuare un'analisi dei costi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA.

Nelle Tabella 7.1 si riportano l'andamento del costo del vettore termico nel triennio di riferimento fornito, suddiviso nelle varie componenti, ricostruito in base ai costi medi unitari per il gasolio (2014-2015) ed il gas metano (2015-2016), reperiti sul sito ARERA.

Tabella 7.1 – Andamento del costo del vettore termico nel triennio di riferimento per il PDR 16220050649867.

PDR: 16220050649867	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
	FISSA	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gen - 14	3.723	-	-	2.436	1.355	7.513	60.977	0,123
Feb - 14	3.695	-	-	2.417	1.345	7.457	60.522	0,123
Mar - 14	2.786	-	-	1.823	1.014	5.623	45.635	0,123
Apr - 14	1.138	-	-	745	414	2.297	18.645	0,123
Mag - 14	-	-	-	-	-	-	-	-
Giu - 14	-	-	-	-	-	-	-	-
Lug - 14	-	-	-	-	-	-	-	-
Ago - 14	-	-	-	-	-	-	-	-
Set - 14	-	-	-	-	-	-	-	-
Ott - 14	-	-	-	-	-	-	-	-
Nov - 14	2.477	-	-	1.621	919	5.017	40.576	0,124
Dic - 14	2.903	-	-	1.899	1.077	5.880	47.555	0,124
<b>Totale</b>	<b>16.723</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>10.941</b>	<b>6.123</b>	<b>33.787</b>	<b>273.910</b>	<b>0,123</b>
PDR: 16220050649867	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
	FISSA	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gen - 15	4.011	-	-	2.624	1.460	8.095	65.695	0,123
Feb - 15	4.434	-	-	2.901	1.614	8.949	72.626	0,123
Mar - 15	3.214	-	-	2.103	1.170	6.487	52.647	0,123
Apr - 15	1.754	-	-	1.148	638	3.540	28.732	0,123
Mag - 15	-	-	-	-	-	-	-	-



Giu - 15								
Lug - 15								
Ago - 15								
Set - 15								
Ott - 15								
Nov - 15	1.129	139	518	797	568	3.152	35.463	0,089
Dic - 15	1.730	212	794	1.221	871	4.828	54.319	0,089
<b>Totale</b>	<b>16.273</b>	<b>351</b>	<b>1.312</b>	<b>10.794</b>	<b>6.321</b>	<b>35.051</b>	<b>309.482</b>	<b>0,113</b>
<b>PDR: 16220050649867</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2016</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gen - 16	2.101	106	1.027	1.593	1.062	5.890	70.859	0,083
Feb - 16	1.852	93	905	1.404	936	5.190	62.443	0,083
Mar - 16	1.670	84	816	1.266	844	4.679	56.299	0,083
Apr - 16	353	23	212	340	204	1.131	15.121	0,075
Mag - 16	-	-	-	-	-	-	-	-
Giu - 16	-	-	-	-	-	-	-	-
Lug - 16	-	-	-	-	-	-	-	-
Ago - 16	-	-	-	-	-	-	-	-
Set - 16	-	-	-	-	-	-	-	-
Ott - 16	-	-	-	-	-	-	-	-
Nov - 16	1.018	62	592	939	574	3.186	41.771	0,076
Dic - 16	955	58	555	881	539	2.987	39.169	0,076
<b>Totale</b>	<b>7.949</b>	<b>426</b>	<b>4.106</b>	<b>6.423</b>	<b>4.159</b>	<b>23.063</b>	<b>285.662</b>	<b>0,081</b>

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 da ARERA.



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

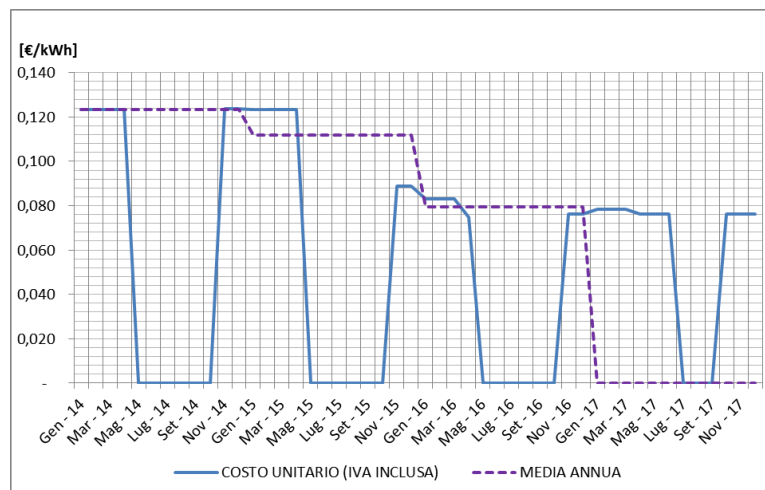
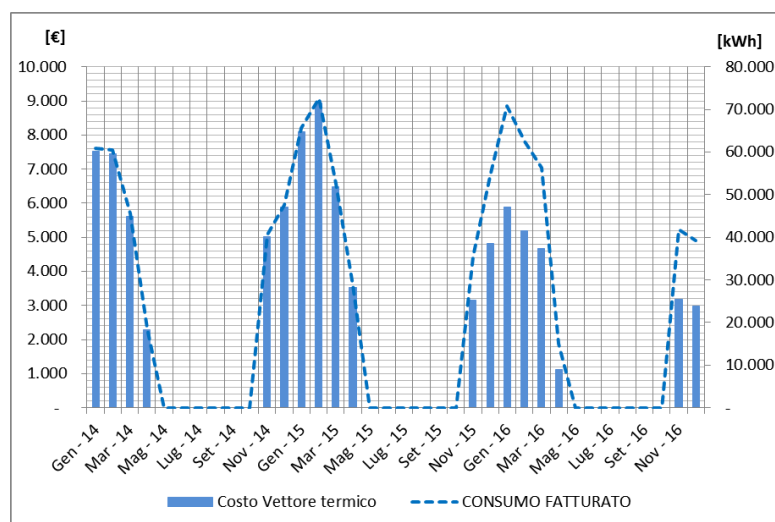


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia termica



### 7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite 4 POD presente all'interno dell'edificio, come di seguito elencato:

- POD 1 – IT001E00097881 – scuola elementare
- POD 2 - IT001E00097880 – scuola media
- POD 3 - IT001E11593635 – casa del custode della scuola media
- POD 4 - IT001E11965569 – casa del custode della scuola elementare

Per tutti i POD il contratto di fornitura del vettore energetico è 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.

Nelle seguenti tabelle si riportano le principali caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per gli anni di riferimento dei POD elencati.



Tabella 7.2 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di rierimento – POD 1

POD 1 – IT001E00097881	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	EDISON ENERGIA SPA	1- EDISON ENERGIA SPA 2 GALA SPA	1 - GALA SPA – 2 - IREN MERCATO SPA
Inizio periodo fornitura	Precedente	CONTRATTO GALA DA APRILE 2015	CONTRATTO IREN MERCATO DA APRILE 2016
Fine periodo fornitura	-	CHIUSURA CONTRATTO CON EDISON ENERGIA DA MARZO 2015	CHIUSURA CONTRATTO CON GALA SPA DA MARZO 2015
Potenza elettrica impegnata	16,5 kW,	16,5 kW	15 kW
Potenza elettrica disponibile	16,5 kW	15 kW	16,5 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (Escluso IP)	1 - Forniture in BT (Escluso IP) - 2 - CONSIP EE12 Lotto 2	1 - Forniture in BT (Escluso IP) - CONSIP EE12 Lotto 2 - 2 - CONSIP13 VERDE - L0390
Prezzi del forniture dell'energia elettrica (€/kWh) <sup>(8)</sup>	0,062	0,056	0,069

Nota (8): 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.

Tabella 7.3 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di rierimento – POD 2

POD 1 – IT001E00097880	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	EDISON ENERGIA SPA	1- EDISON ENERGIA SPA 2 GALA SPA	1 - GALA SPA – 2 - IREN MERCATO SPA
Inizio periodo fornitura	Precedente	CONTRATTO GALA DA APRILE 2015	CONTRATTO IREN MERCATO DA APRILE 2016
Fine periodo fornitura	-	CHIUSURA CONTRATTO CON EDISON ENERGIA DA MARZO 2015	CHIUSURA CONTRATTO CON GALA SPA DA MARZO 2016
Potenza elettrica impegnata	33 kW,	30 kW	30 kW
Potenza elettrica disponibile	33 kW	33 kW	33 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (Escluso IP)	1 - Forniture in BT (Escluso IP) - 2 - CONSIP EE12 Lotto 2	1 - Forniture in BT (Escluso IP) - CONSIP EE12 Lotto 2 - 2 - CONSIP13 VERDE - L0390
Prezzi del forniture dell'energia elettrica (€/kWh) <sup>(9)</sup>	0,072	0,055	0,067



Nota (9): 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.

Tabella 7.4 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di rierimento – POD 3

POD 3 - IT001E11593635	2015	2016
Indirizzo di fornitura		
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	1- EDISON ENERGIA SPA 2 GALA SPA	1 - GALA SPA – 2 - IREN MERCATO SPA
Inizio periodo fornitura	CONTRATTO GALA DA APRILE 2015	CONTRATTO IREN MERCATO DA APRILE 2016
Fine periodo fornitura	CHIUSURA CONTRATTO CON EDISON ENERGIA DA MARZO 2015	CHIUSURA CONTRATTO CON GALA SPA DA MARZO 2016
Potenza elettrica impegnata	1 - 3 kW 2- 3 kW	3 kW
Potenza elettrica disponibile	1 - 4,5 kW 2 – 3,3 kW	3,3 kW
Tipologia di contratto	1 – Genova in BT (Escluso IP) - 2 - CONSIP EE12 Lotto 2	1 - CONSIP EE12 Lotto 2 - 2 - CONSIP13 VERDE - L0390
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica (€/kWh) <sup>(10)</sup>	0,068	0,066

Nota (10): 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.

Tabella 7.5 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di rierimento – POD 4

PODI4 - IT001E11965569	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	EDISON ENERGIA SPA	1- EDISON ENERGIA SPA 2 GALA SPA	1 - GALA SPA – 2 - IREN MERCATO SPA
Inizio periodo fornitura	Precedente	CONTRATTO GALA DA APRILE 2015	CONTRATTO IREN MERCATO DA APRILE 2016
Fine periodo fornitura	-	CHIUSURA CONTRATTO CON EDISON ENERGIA DA MARZO 2015	CHIUSURA CONTRATTO CON GALA SPA DA MARZO 2016
Potenza elettrica impegnata	3 kW,	3 kW	3 kW
Potenza elettrica disponibile	4,5 kW	3,3 kW	3,3 kW
Tipologia di contratto	Genova – 2013 - NEW	1 - Genova – 2013 - NEW - 2 - CONSIP EE12 Lotto 2	1 - Forniture in BT (Escluso IP) - CONSIP EE12 Lotto 2 - 2 - CONSIP13 VERDE -



L0390

Prezzi del forniture dell'energia elettrica (€/kWh) <sup>(11)</sup>	nd	0,075	0,087
---	----	-------	-------

Nota (11): 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.

Nelle seguenti tabelle si riporta l'andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti, per ogni POD analizzato.

Tabella 7.6 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento – POD 1

POD: IT001E00087881	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
	FISSA	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 14	182	46	215	29	47	519	2.294	0,226
Feb - 14	151	42	180	24	40	436	1.888	0,231
Mar - 14	140	46	187	24	40	436	1.958	0,223
Apr - 14	138	46	200	24	41	450	1.957	0,230
Mag - 14	139	46	200	24	41	450	1.958	0,230
Giu - 14	138	46	200	24	41	449	1.957	0,229
Lug - 14					-	449	1.958	0,229
Ago - 14	138	46	198	24	41	448	1.958	0,229
Set - 14	138	46	198	24	41	447	1.958	0,228
Ott - 14	138	46	199	24	41	449	1.957	0,229
Nov - 14	135	46	200	24	41	446	1.957	0,228
Dic - 14					-	312	1.372	0,228
<b>Totale</b>	<b>1.437</b>	<b>457</b>	<b>1.977</b>	<b>248</b>	<b>412</b>	<b>5.292</b>	<b>23.172</b>	<b>0,228</b>
POD: IT001E00087881	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
	FISSA	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 15	167	57	220	29	47	520	2.294	0,227
Feb - 15	132	57	181	24	39	434	1.888	0,230
Mar - 15	115	61	189	24	39	428	1.958	0,219
Apr - 15	74	57	107	16	25	279	1.277	0,219
Mag - 15	80	57	121	18	28	304	1.450	0,210
Giu - 15	57	57	73	11	20	219	881	0,249
Lug - 15	32	58	52	7	15	164	601	0,273
Ago - 15	41	58	70	10	18	197	818	0,240
Set - 15	53	58	95	14	22	241	1.107	0,218
Ott - 15	127	58	262	37	48	532	2.946	0,181
Nov - 15	102	58	204	29	39	432	2.776	0,156
Dic - 15	156	58	168	24	41	446	2.196	0,203
<b>Totale</b>	<b>1.137</b>	<b>694</b>	<b>1.741</b>	<b>243</b>	<b>381</b>	<b>4.196</b>	<b>20.191</b>	<b>0,208</b>





POD: IT001E00087881	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA		IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO  (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 16	171	55	201	30	46	502	2.409	0,208
Feb - 16	123	55	164	25	37	404	2.122	0,190
Mar - 16	121	55	171	26	37	410	2.059	0,199
Apr - 16	107		218	24	35	385	1.814	0,098
Mag - 16	107		218	24	35	385	2.098	0,098
Giu - 16	59	-	138	12	21	231	996	0,232
Lug - 16	45	-	108	8	16	178	641	0,278
Ago - 16	34	-	99	7	14	153	524	0,291
Set - 16	87	-	152	15	25	279	1.181	0,236
Ott - 16	168	-	227	26	42	463	2.049	0,226
Nov - 16	200	-	238	28	47	513	2.208	0,232
Dic - 16	161	-	212	23	40	437	1.871	0,233
<b>Totale</b>	<b>1.384</b>	<b>165</b>	<b>2.147</b>	<b>248</b>	<b>394</b>	<b>4.339</b>	<b>19.972</b>	<b>0,217</b>

Tabella 7.7 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di rierimento – POD 2

POD: IT001E00087880	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA		IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO  (IVA INCLUSA)
		FISSA	PARTE FISSA					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 14	352	67	428	56	90	994	4.500	0,221
Feb - 14	301	80	348	49	78	856	3.791	0,226
Mar - 14	203	53	323	32	61	673	2.588	0,260
Apr - 14	203	53	286	32	57	632	2.588	0,244
Mag - 14	209	53	291	33	59	645	2.676	0,241
Giu - 14	202	53	287	32	57	631	2.588	0,244
Lug - 14	19		27		5	50	2.676	0,019
Ago - 14	123	53	191	20	39	426	1.603	0,266
Set - 14	158	45	240	9	45	497	2.035	0,244
Ott - 14	252	11	390	57	71	780	3.242	0,241
Nov - 14	266	53	372	44	73	808	3.498	0,231
Dic - 14	269	94	342	45	75	826	3.615	0,228
<b>Totale</b>	<b>2.557</b>	<b>615</b>	<b>3.525</b>	<b>411</b>	<b>711</b>	<b>7.819</b>	<b>35.400</b>	<b>0,221</b>
POD: IT001E00087880	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO  (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 15	260	49	372	67	75	823	3.615	0,228



COMUNE DI GENOVA

Feb - 15	80	94	105	15	29	323	1.166	0,277
Mar - 15	171	62	232	32	50	548	1.888	0,290
Apr - 15	141	35	168	31	38	413	2.467	0,167
Mag - 15	103	35	120	23	28	309	1.844	0,167
Giu - 15	159	35	319	36	55	605	3.721	0,162
Lug - 15	115	36	232	27	41	451	2.952	0,153
Ago - 15	95	36	155	23	31	340	1.874	0,181
Set - 15	118	36	170	31	35	389	2.441	0,160
Ott - 15	208	36	454	59	76	833	4.733	0,176
Nov - 15	195	36	393	54	68	745	4.319	0,172
Dic - 15	281	36	291	43	65	717	3.740	0,192
<b>Totale</b>	<b>1.926</b>	<b>526</b>	<b>3.011</b>	<b>441</b>	<b>590</b>	<b>6.494</b>	<b>34.761</b>	<b>0,187</b>
POD: IT001E00087880	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 16	197	34	376	55	66	729	4.394	0,166
Feb - 16	297	34	262	43	64	700	4.644	0,151
Mar - 16	259	90	358	58	77	842	4.650	0,181
Apr - 16	191		367	44	60	331	3.490	0,052
Mag - 16	160		308	37	51	331	2.931	0,052
Giu - 16	134	-	262	28	42	467	2.232	0,209
Lug - 16	110	-	207	19	34	369	1.520	0,243
Ago - 16	86	-	193	17	30	326	1.343	0,243
Set - 16	176	-	271	30	48	525	2.401	0,219
Ott - 16	301	-	379	46	73	799	3.715	0,215
Nov - 16	411	-	446	58	92	1.007	4.643	0,217
Dic - 16	338	-	399	50	79	865	3.977	0,218
<b>Totale</b>	<b>2.660</b>	<b>159</b>	<b>3.830</b>	<b>484</b>	<b>713</b>	<b>7.290</b>	<b>39.940</b>	<b>0,183</b>

Tabella 7.8 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di rierimento – POD 3

POD: IT001E11593635	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 15	-	21,98	-	-	####	27	-	#DIV/0!
Feb - 15	-	22,14	-	-	####	27	-	#DIV/0!
Mar - 15	0,19	22,20	0,19	0,04	####	28	2	13,798
Apr - 15	0,02	22,29	0,07	0,01	####	25	2	12,315
Mag - 15	-	22,30	-	-	####	25	-	#DIV/0!



COMUNE DI GENOVA

Giu - 15	0,01	22,29			####	25	-	#DIV/0!
Lug - 15	0,02	22,65	-	-	####	25	-	#DIV/0!
Ago - 15	0,01	22,65	-	-	####	25	-	#DIV/0!
Set - 15	0,01	22,65	-	-	####	25	-	#DIV/0!
Ott - 15	0,01	23,08	-	-	####	25	-	#DIV/0!
Nov - 15	0,01	23,08	-	-	####	25	-	#DIV/0!
Dic - 15	0,20	23,08	0,26	0,04	####	26	3	8,646
<b>Totale</b>	<b>0</b>	<b>270</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>307</b>	<b>7</b>	<b>43,805</b>
<b>POD: IT001E11593635</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>
		<b>PARTE FISSA</b>	<b>PARTE VARIABILE</b>					<b>(IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2016</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[KWH]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gen - 16	0,01	22,46	-	-	####	25	-	#DIV/0!
Feb - 16	0,05	22,46	0,08	0,01	####	25	1	24,860
Mar - 16	-	22,46	0,08	-	####	25	-	#DIV/0!
Apr - 16	-	-	44,92	-	####	49	-	#DIV/0!
Mag - 16	-	-	-	-	####	-	-	#DIV/0!
Giu - 16	1,09	-	24,05	0,24	####	28	19	1,469
Lug - 16	-	-	22,46	-	####	25	-	#DIV/0!
Ago - 16	0,14	-	22,46	0,02	####	25	1	24,882
Set - 16	-	-	22,62	-	####	25	-	#DIV/0!
Ott - 16	0,08	-	22,38	-	0,01	####	-	#DIV/0!
Nov - 16	-	-	22,46	-	####	25	-	#DIV/0!
Dic - 16	-	-	22,46	-	####	25	-	#DIV/0!
<b>Totale</b>	<b>1</b>	<b>67</b>	<b>204</b>	<b>0</b>	<b>27</b>	<b>300</b>	<b>21</b>	<b>14,291</b>

Tabella 7.9 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di rierimento – POD 4

POD: IT001E11965569	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
	FISSA	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 14	-	21,26	-	-	2,13	23	-	-
Feb - 14	-	21,26	-	-	2,13	23	-	-
Mar - 14	-	21,26	-	-	2,13	23	-	-
Apr - 14	-	21,26	-	-	2,13	23	-	-
Mag - 14	-	21,26	-	-	2,13	23	-	-
Giu - 14	-	21,26	-	-	2,13	23	-	-



COMUNE DI GENOVA

Lug - 14	-	-	-	-	-	-	-	-
Ago - 14	-	21,36	-	-	2,14	23	-	-
Set - 14	-	21,36	-	-	2,14	23	-	-
Ott - 14	-	21,57	-	-	2,16	24	-	-
Nov - 14	-	21,57	-	-	2,16	24	-	-
Dic - 14	-	14,04	-	-	3,09	17	-	-
<b>Totale</b>	-	<b>227</b>	-	-	<b>24</b>	<b>252</b>	-	<b>#DIV/0!</b>
<b>POD: IT001E11965569</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2015</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[KWH]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gen - 15	-	21,98	-	-	4,84	27	-	#DIV/0!
Feb - 15	-	21,98	-	-	4,84	27	-	#DIV/0!
Mar - 15	-	21,98	-	-	4,84	27	-	#DIV/0!
Apr - 15	0,01	22,29	-	-	4,91	27	-	#DIV/0!
Mag - 15	0,01	22,29	-	-	4,91	27	-	#DIV/0!
Giu - 15	0,01	22,29	-	-	4,91	27	-	#DIV/0!
Lug - 15	0,19	22,97	-	0,06	5,11	28	2	14,164
Ago - 15	0,01	22,65	-	-	4,99	28	-	#DIV/0!
Set - 15	0,01	22,65	0,00	-	4,99	28	1	27,645
Ott - 15	0,01	23,08	0,02	-	5,08	28	-	#DIV/0!
Nov - 15	0,01	23,08	-	-	5,08	28	-	#DIV/0!
Dic - 15	0,04	23,08	0,08	0,01	5,11	28	1	28,316
<b>Totale</b>	<b>0</b>	<b>270</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>330</b>	<b>4</b>	<b>82,591</b>
<b>POD: IT001E11965569</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2016</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[KWH]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gen - 16	0,01	22,46	-	-	4,94	27	-	#DIV/0!
Feb - 16	0,05	22,46	0,08	0,01	4,97	28	1	27,572
Mar - 16	0,02	22,46	-	-	4,95	27	-	#DIV/0!
Apr - 16	-	-	44,92	-	4,49	49	-	#DIV/0!
Mag - 16	-	-	-	-	-	-	-	#DIV/0!
Giu - 16	-	-	22,46	-	2,25	25	-	#DIV/0!
Lug - 16	0,08	-	22,54	0,01	2,26	25	1	24,893
Ago - 16	-	-	22,46	-	2,25	25	-	#DIV/0!
Set - 16	-	-	22,46	-	2,25	25	-	#DIV/0!
Ott - 16	-	-	22,46	-	2,25	25	-	#DIV/0!
Nov - 16	0,10	-	22,54	0,01	2,27	25	1	24,915
Dic - 16	-	-	22,46	-	4,94	27	-	#DIV/0!
<b>Totale</b>	<b>0</b>	<b>67</b>	<b>202</b>	<b>0</b>	<b>38</b>	<b>308</b>	<b>3</b>	<b>102,619</b>

Nel grafico in Figura 7.3 è riportato l'andamento del costo unitario del vettore elettrico nel triennio di riferimento.

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

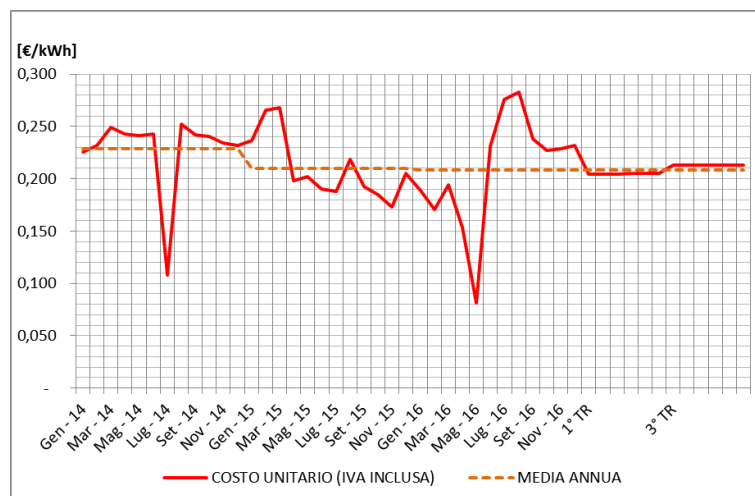
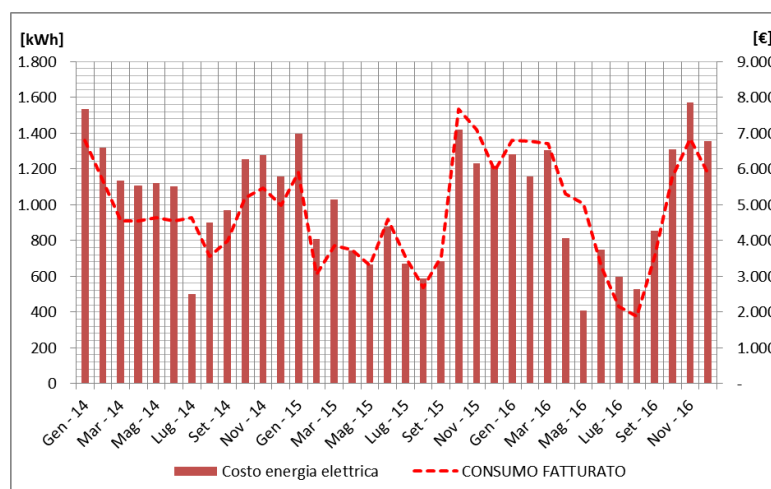


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



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

Nella Tabella 7.10 sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati. I costi unitari sono IVA compresa.

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori riportati nella Tabella 7.11 ricavati nel seguente modo:

- Il costo unitario del gas naturale è stato calcolato a partire dai valori di costo forniti dalla Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA – ex AEEGSI) per il servizio di maggior tutela per l'anno 2017, considerando i valori trimestrali di costo indicati per la Regione Liguria, riferiti ai “condomini uso domestico”.

Cu<sub>Q</sub> è stato ottenuto apportando una riduzione del 5% al costo unitario medio annuo ricavato per il servizio di maggior tutela, in funzione del consumo annuo e della classe del contatore per i PDR in esame, ciò al fine di riportare tali valori a condizioni simili a quelle del mercato libero a cui aderisce la Pubblica Amministrazione.

- Analogamente il costo unitario per l'energia elettrica è stato calcolato a partire dai costi trimestrali forniti da ARERA per il servizio di maggior tutela, riferiti al 2017 per “clienti non domestici”.



Il costo unitario così ricavato, è stato confrontato con il costo unitario ricavato dalla fatturazione per l'anno 2016. Poiché quest'ultimo risulta minore del  $CU_{EE}$  di ARERA, è stata applicata una riduzione del 5% al costo unitario medio annuo ricavato per il servizio di maggior tutela in funzione della potenza disponibile e della potenza impegnata per i POD in esame.

Tabella 7.10 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]
2014	273910	€ 33.787,06	€ 0,12	58572	€ 13.362,96	€ 0,23	€ 47.150,02
2015	309482	€ 35.050,66	€ 0,11	54963	€ 11.326,56	€ 0,21	€ 46.377,22
2016	285662	€ 23.063,45	€ 0,08	59936	€ 12.792,26	€ 0,21	€ 35.855,71
Media	289685	€ 30.633,72	€ 0,11	57824	€ 12.493,93	€ 0,22	€ 43.127,65

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.11.

Tabella 7.11 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	$CU_Q$	0,077 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	$CU_{EE}$	0,209 [€/kWh]

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

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

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

- L1-042-154: servizio SIE3.

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

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

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 35.081 €.

Nel caso di impianti su cui è attivo il Servizio A all'interno del vigente contratto SIE3, i costi della manutenzione ( $C_M$ ) sono stimati come segue:





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

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

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

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

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.12.

Tabella 7.12 – Valori di costo manutentivi individuati per il calcolo della Baseline

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	$C_{MO}$	7.959 [€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	$C_{MS}$	2.116 [€/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. In questo caso la spesa relativa alla componente gas metano è inserita all'interno della componente O&M.

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

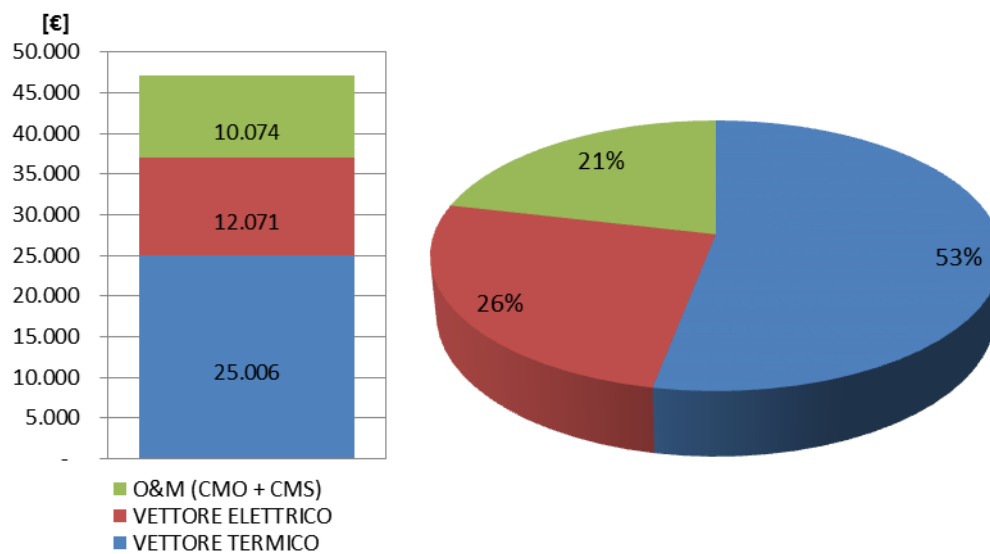
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un  $C_E$  pari a € 37.078 e un  $C_{baseline}$  pari a € 47.152.

Tabella 7.13 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )		TOTALE	
$Q_{baseline}$	$Cu_Q$	$C_Q$	$EE_{baseline}$	$Cu_{EE}$	$C_{EE}$	$C_M$	$C_{MO}$	$C_{MS}$	$CQ + CEE + CM$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
322.682	0,077	25.006	57.824	0,209	12.071	10.074	7.959	2.116	47.152

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: Coibentazione interna murature verticali**

###### **Generalità**

La misura prevede la coibentazione dell'intradosso delle murature verticali disperdenti verso l'esterno. Nell'edificio in oggetto gli spessori dei muri sono vari, si va dai 25 cm delle murature sottofinestra ai 100 e altre cm delle murature più antiche, realizzate in materiale misto pietra-laterizio.

Questo intervento comporta una sensibile diminuzione dei consumi energetici a carico dell'impianto di riscaldamento invernale e conseguentemente una riduzione delle emissioni di CO<sup>2</sup> in ambiente.

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

Dal punto di vista tecnologico, l'intervento prevede, l'installazione di un cappotto interno rispetto alle pareti verticali dell'edificio con l'applicazione di uno strato isolante e di una lastra in cartongesso intonacata, come finitura interna, oltre che lo smontaggio ed il riposizionamento successivo dei radiatori presenti nelle nicchie, l'allungamento della tubazione del circuito di adduzione dell'acqua tecnica del radiatore, l'allungamento dei supporti di sostegno del radiatore.

Si è scelto di proporre di eseguire l'operazione di coibentazione con fibra di vetro di 13 cm.

In questa fase abbiamo considerato, nella riproduzione su modello termico dell'intervento, il sistema isolante che consenta il raggiungimento delle trasmittanze limite per l'accesso al Conto Termico (per la zona termica D – 0,26 W/mqK).

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

Si consiglia di fare eseguire l'intervento solo da personale specializzato e ditte certificate e che forniscono garanzia di risultato.

E' indispensabile per tutti gli interventi dall'interno porre particolare attenzione alle verifiche termometriche e soprattutto alla condensa interstiziale.

La parete perimetrale infatti rimane fredda e quindi il rischio di condense negli strati freddi potrebbe aumentare, è indispensabile quindi verificare le condizioni termometriche e il flusso di vapore che attraversa la parete se è smaltito. Si consiglia comunque una barriera al vapore verso l'interno sulla faccia calda dell'isolante o sulle lastre di rivestimento.

Successivamente all'installazione non sono richiesti particolari interventi di manutenzione.

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

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

Nonostante l'efficacia dell'intervento non è stato possibile ottenere un cambiamento di classe rispetto allo stato di fatto.

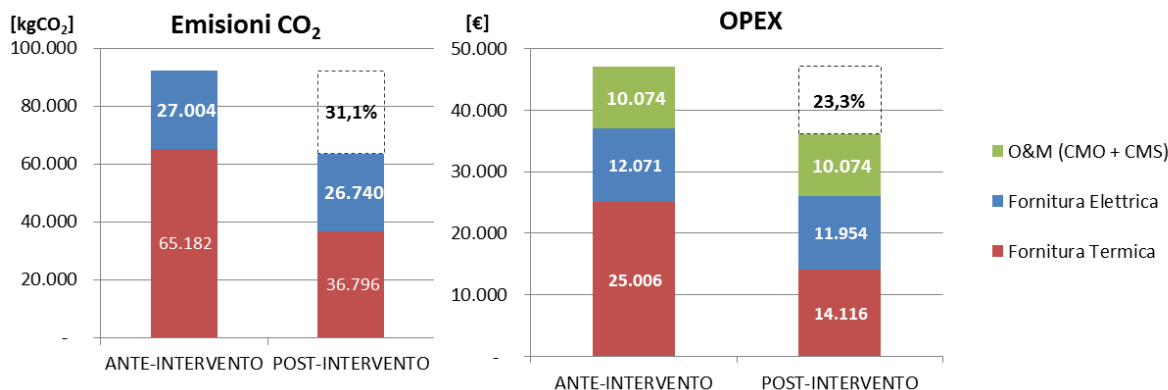


Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Coibentazione interna murature

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza media murature verticali	[W/mqK]	1,607	0,389	<b>75,8%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	312.331	176.315	<b>43,5%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	55.883	55.338	<b>1,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	322.682	182.158	<b>43,5%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	57.824	57.260	<b>1,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	65.182	36.796	<b>43,5%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	27.004	26.740	<b>1,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>92.186</b>	<b>63.536</b>	<b>31,1%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	25.006	14.116	<b>43,5%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	12.071	11.954	<b>1,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>37.078</b>	<b>26.070</b>	<b>29,7%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	7.959	7.959	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	2.116	2.116	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>10.074</b>	<b>10.074</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>47.152</b>	<b>36.144</b>	<b>23,3%</b>
Classe energetica	[-]	F	D	+2 CLASSI

Nota (12) 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: 0,077 [€/kWh] per il vettore termico e 0,209 [€/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 infissi e installazione valvole termostatiche

### Generalità

La misura prevede la sostituzione del telaio e della parte vetrata degli infissi presenti con telaio in legno e vetro singolo e con telaio in metallo e vetro singolo. Questo intervento ha l'obiettivo di ottimizzare le prestazioni termiche dell'edificio, diminuendo le dispersioni termiche attraverso il componente, migliorare le condizioni di comfort interno e contenere i consumi energetici e le emissioni di CO<sub>2</sub> in ambiente.

I serramenti presenti sono di diversa tipologia, in particolare nelle aule occupate dalla scuola elementare gli infissi sono recenti con telaio in pvc e vetrocamera, mentre nei locali occupati dalla scuola media gli infissi sono ammalorati, con prestazioni scadenti, ovvero con telaio in legno o metallo e vetro singolo.

Contestualmente alla sostituzione dei serramenti è stata considerata l'installazione di un sistema di regolazione dotato di valvole termostatiche e pompa ad inverter, al fine di rientrare nel campo di applicazione del Conto Termico.

### Caratteristiche funzionali e tecniche

Dal punto di vista tecnologico, l'intervento prevede, la sostituzione dei componenti vetrati della struttura mediante l'installazione di vetri con telaio in legno massiccio con taglio termico e vetrocamera con gas inerte nell'intercapedine che conferisce caratteristiche basso emissive all'infisso. In questa fase abbiamo considerato, nella riproduzione su modello termico dell'intervento, la sostituzione dei serramenti con caratteristiche tecniche tali da consentire il raggiungimento delle trasmittanze limite per l'accesso al Conto Termico (per la zona termica D – 1,67 W/mqK).

Inoltre, come richiesto dal Conto Termico, è stato inserito un sistema di controllo delle temperature dei singoli locali mediante valvole termostatiche installate sui terminali di emissione del calore e sostituita la pompa di circolazione dedicata all'edificio E1678 (EG01) con una pompa gemellare a giri variabili.

### Descrizione dei lavori

Si consiglia di fare eseguire l'intervento solo da personale specializzato e ditte certificate e che forniscono garanzia di risultato.

È importante verificare in sede di installazione la corretta posa degli infissi e del vetrocemento nonché la tenuta all'aria e all'acqua. Inoltre occorre verificare la migliore risoluzione del ponte termico perimetrale dell'infisso stesso in sede di progettazione. Una soluzione potrebbe essere offerta dall'installazione di un controtelaio coibentato e successivamente sigillato.

Il miglioramento offerto da questo intervento aumenta se realizzato in sinergia con gli interventi di coibentazione dell'involucro opaco. Ai fini di una migliore verifica della corretta installazione e tenuta dei nuovi serramenti è possibile realizzare un blowerdoor test sull'edificio e ulteriori indagini termografiche.

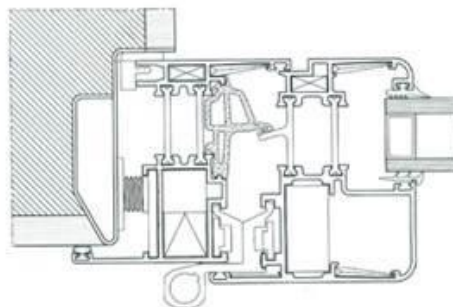
Successivamente all'installazione non sono richiesti particolari interventi di manutenzione.

### Prestazioni raggiungibili

Figura 8.2 – Infissi esistenti



Figura 8.3 – Particolare infisso taglio termico





I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.2 e nella Figura 8.4.

Nonostante l'efficacia dell'intervento non è stato possibile ottenere un cambiamento di classe rispetto allo stato di fatto.

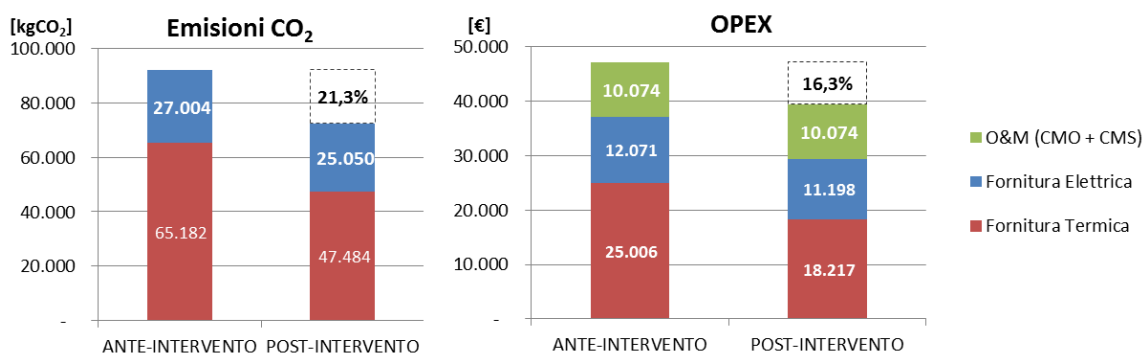
Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Sostituzione infissi ed installazione di valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento di regolazione	[%]	83,5	98	-17,4%
Trasmittanza media infissi	[W/mqK]	3,447	2,282	33,8%
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	312.331	227.531	27,2%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	55.883	51.840	7,2%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	322.682	235.072	27,2%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	57.824	53.641	7,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	65.182	47.484	27,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	27.004	25.050	7,2%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>92.186</b>	<b>72.535</b>	<b>21,3%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	25.006	18.217	27,2%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	12.071	11.198	7,2%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>37.078</b>	<b>29.415</b>	<b>20,7%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	7.959	7.959	0,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	2.116	2.116	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	10.074	10.074	0,0%
OPEX	[€]	47.152	39.489	16,3%
Classe energetica	[-]	F	E	+1 CLASSE

Nota (13) 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: 0,077 [€/kWh] per il vettore termico e 0,209 [€/kWh] per il vettore elettrico

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





### 8.1.2 Impianto riscaldamento

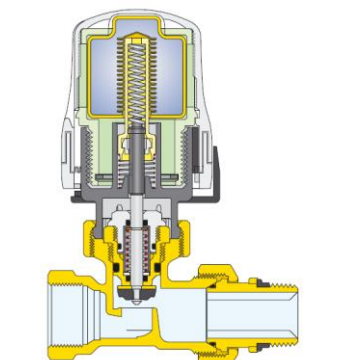
#### EEM3: Installazione valvole termostatiche ed elettropompa di circolazione a giri variabili

##### Generalità

Le valvole termostatiche sono un semplice dispositivo capace di regolare il flusso di un fluido grazie alla loro sensibilità alle variazioni di temperatura. Negli impianti di riscaldamento vengono montate sui radiatori per regolare il flusso d'acqua in base alla temperatura richiesta dall'ambiente allo scopo di evitare sprechi e migliorare il comfort, stabilizzando la temperatura a livelli diversi nei locali a seconda delle necessità. In questo modo si evitano indesiderati incrementi di temperatura e si ottengono significativi risparmi energetici.

Al fine di ottimizzare la rete di distribuzione dell'impianto di riscaldamento, l'installazione delle valvole termostatiche viene integrata con l'installazione di un'elettropompa di circolazione a giri variabili. In questo modo, all'interno dell'impianto, al variare delle cadute di pressione determinate dal grado di apertura delle valvole termostatiche, fluisce una portata di acqua calda il più vicino possibile al valore di progetto.

Figura 8.5 – Valvola termostatica



##### Caratteristiche funzionali e tecniche

Nel presente intervento si prevede l'installazione di una tecnologia di gestione e controllo automatico dell'impianto termico (sistema di *building automation*). Il sistema è infatti composto da

- valvole termostatiche programmabili singolarmente su due livelli di set-point di temperatura giornalieri, con controllo PID e regolazione variabile con intervalli da 0,5°C
- centralina di controllo che gestisce le valvole ad essa connesse attraverso una comunicazione senza fili e consente la regolazione del riscaldamento nei singoli locali da un unico punto di controllo, anche attraverso una applicazione per dispositivi mobili
- relè di caldaia per l'accensione e lo spegnimento del generatore di calore in funzione della richiesta termica dell'edificio

a cui si aggiunge l'elettropompa gemellare di circolazione a giri variabili da installare in centrale termica in sostituzione di quella già presente a velocità di rotazione fissa EG01.

Con tale sistema è possibile eseguire una regolazione sufficientemente fine (regolazione per locale) anche su sistemi costituiti da un singolo circuito di distribuzione che serve zone termiche e locali con necessità di temperatura e di occupazione diverse, senza intervenire pesantemente sull'impianto idraulico, raggiungendo ottimi risultati sia nel comfort che nel risparmio energetico.

##### Descrizione dei lavori

Si consiglia di fare eseguire l'intervento solo da personale specializzato. Essendo le valvole termostatiche installate sui radiatori esposte a manomissione si consiglia di schermare i dispositivi

Figura 8.6 – Particolari sistema building automation





con opportune protezioni. Occorre verificare preliminarmente i luoghi più adatti per l’installazione delle centraline di controllo, le quali devono essere programmate e gestite solo da personale autorizzato. Il sistema deve essere programmato il più vicino possibile alle reali esigenze di richiesta termica dei locali in cui vengono installate le valvole. Inoltre devono essere periodicamente controllate, al fine di valutarne il corretto funzionamento, la corretta programmazione o l’eventuale sostituzione delle batterie di alimentazione.

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.3 e nella Figura 8.7.

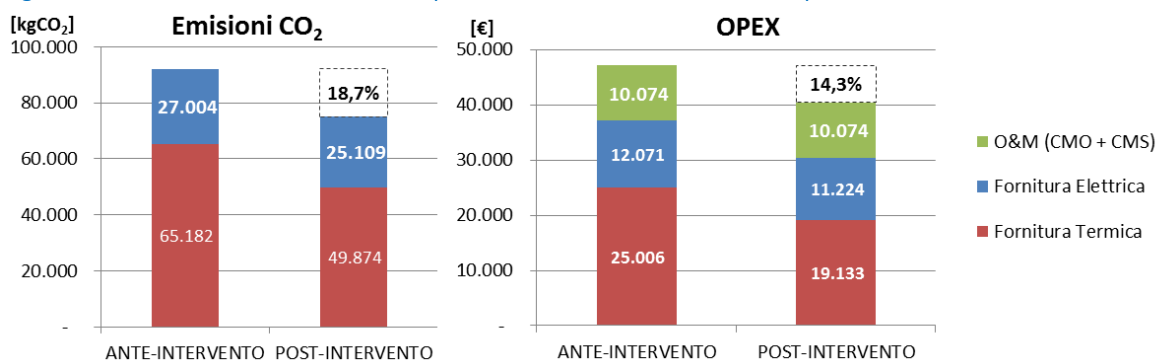
Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Installazione valvole termostatiche ed elettropompa di circolazione a giri variabili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento di regolazione	[%]	83,5	98	-17,4%
$Q_{teorico}$	[kWh]	312.331	238.979	23,5%
$EE_{teorico}$	[kWh]	55.883	51.962	7,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	322.682	246.899	23,5%
$EE_{baseline}$	[kWh]	57.824	53.767	7,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	65.182	49.874	23,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	27.004	25.109	7,0%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>92.186</b>	<b>74.983</b>	<b>18,7%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	25.006	19.133	23,5%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	12.071	11.224	7,0%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>37.078</b>	<b>30.358</b>	<b>18,1%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	7.959	7.959	0,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	2.116	2.116	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	10.074	10.074	0,0%
<b>OPEX</b>	<b>[€]</b>	<b>47.152</b>	<b>40.432</b>	<b>14,3%</b>
Classe energetica	[-]	F	E	+1 CLASSI

Nota (14) 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: 0,077 [€/kWh] per il vettore termico e 0,209 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.7 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



## EEM4: Sostituzione del generatore di calore

### Generalità

L'attuale generatore di calore è a basamento, di tipo tradizionale alimentato a gas metano. Si propone la sostituzione dell'attuale generatore di calore con una nuova caldaia a condensazione con bruciatore modulante dotato di certificazione Classe di rendimento 4 Stelle secondo dir. CEE 92/42 e D.P.R. 660, e parallelamente la conversione a gas metano dell'intera centrale termica.

L'intervento di ristrutturazione dell'impianto termico prevede l'installazione di una caldaia a condensazione modulante che permetterà un migliore adattamento della potenza in funzione del carico richiesto, e consentirà anche di servire i circuiti a bassa temperatura ottimizzando la temperatura di mandata dell'acqua in funzione delle condizioni climatiche esterne e del carico effettivo.

Parallelamente si migliora anche il sistema di regolazione della centrale termica e dei singoli locali, mediante la regolazione della temperatura di mandata del circuito di riscaldamento collegata ad una sonda climatica e valvole termostatiche sui terminali di emissione di calore.

Il risparmio energetico deriva sia dalla migliore efficienza di combustione del nuovo generatore di calore, sia dalla migliore regolazione della temperatura ambiente e della distribuzione; con maggiore sicurezza ed affidabilità del sistema, con minori emissioni inquinanti in ambiente.

### Caratteristiche funzionali e tecniche

L'intervento in oggetto si propone di ristrutturare l'impianto termico agendo su tre aspetti principali:

- sostituire la caldaia a alimentata a gas metano esistente di tipo tradizionale a basamento con un generatore a condensazione di ultima generazione, correttamente dimensionato in funzione delle effettive dispersioni termiche ed esigenze dell'edificio
- sostituire la pompa di alimentazione del circuito del riscaldamento EG01 con una adeguata pompa gemellare a giri variabili
- installare le valvole termostatiche esistenti sui terminali di emissione del calore.

Occorre inoltre verificare che il rendimento del nuovo generatore di calore a condensazione rispetti i requisiti minimi per l'accesso all'incentivo da Conto Termico.

### Descrizione dei lavori

Si consiglia di fare eseguire l'intervento solo da personale specializzato, occorre verificare preventivamente gli spazi di installazione in relazione agli ingombri delle nuove caldaie; verificare l'idoneità del condotto di evacuazione fumi; verificare la necessità di garantire una continuità di servizio all'edificio in fase di sostituzione. Verificare la presenza dell'addolcitore e che questo sia operativo. Verificare, in funzione della potenza installata, la necessità di installare un neutralizzatore di condensa (norma UNI 11071/2003).

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella Tabella 8.4 e nella Figura 8.8.

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Sostituzione del generatore di calore

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento di generazione	[%]	85,1	98,3	-15,5%
Rendimento di regolazione	[%]	83,5	98	-17,4%
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	312.331	207.488	33,6%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	55.883	50.768	9,2%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	322.682	214.364	33,6%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	57.824	52.531	9,2%

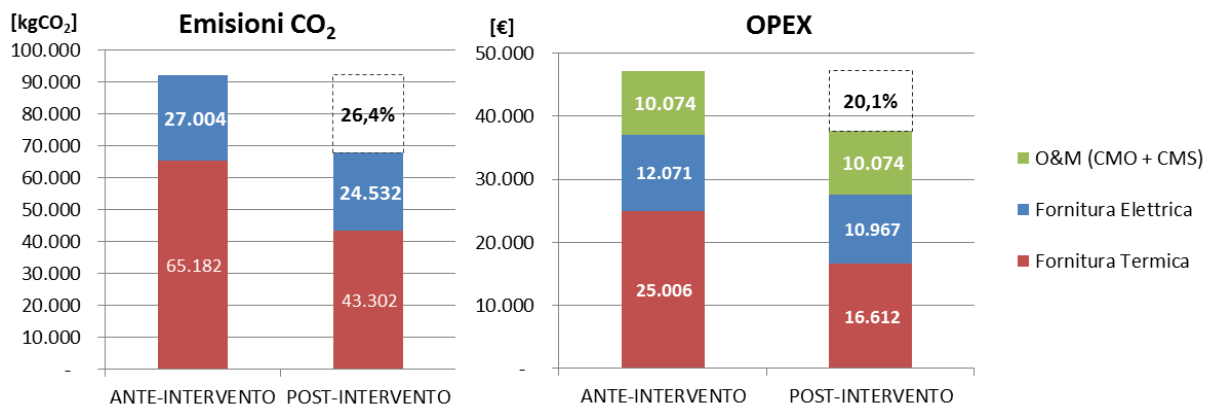


Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	65.182	43.302	<b>33,6%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	27.004	24.532	<b>9,2%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>92.186</b>	<b>67.834</b>	<b>26,4%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	25.006	16.612	<b>33,6%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	12.071	10.967	<b>9,2%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>37.078</b>	<b>27.579</b>	<b>25,6%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	7.959	7.959	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	2.116	2.116	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>10.074</b>	<b>10.074</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>47.152</b>	<b>37.653</b>	<b>20,1%</b>
Classe energetica	[-]	F	E	+1 CLASSI

Nota (15) 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: 0,077 [€/kWh] per il vettore termico e 0,209 [€/kWh] per il vettore elettrico

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



### 8.1.3 Impianto di produzione ACS

Non sono stati proposti interventi migliorativi relativi all'impianto di produzione di ACS in quanto la percentuale di consumo di energia elettrica è pari a circa il 2% del totale, pertanto non significativa e determinante per poter giustificare un intervento di efficientamento energetico di questo uso. A queste condizioni nessun intervento di miglioramento risulta fattibile sotto il profilo tecnico ed economico.

### 8.1.4 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

#### EEM5: Sostituzione corpi illuminanti

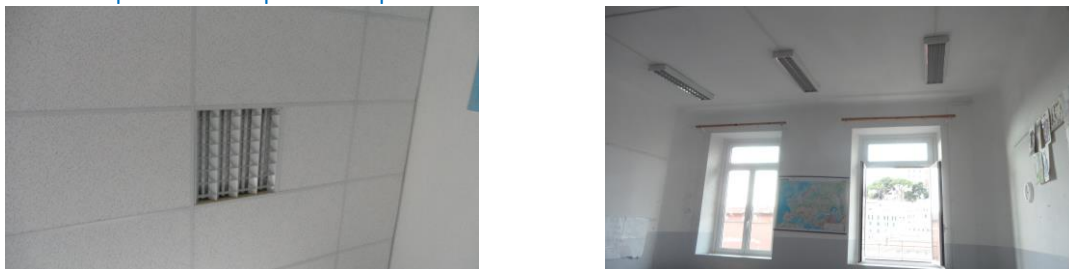
##### Generalità

Il presente capitolo illustra la proposta di sostituire i corpi illuminanti presenti all'interno dei locali costituenti l'edificio con nuovi corpi illuminanti LED di nuova generazione ad alta efficienza.

Attualmente all'interno dell'edificio nella maggior parte dei locali sono installate lampade fluorescenti di vecchia generazione tipo T8 con reattori ferromagnetici di varia potenza.

Ad un maggior costo iniziale per un determinato tipo di lampada, corrisponde un minor costo di gestione, dovuto a minori consumi e a una vita più lunga, una lampada LED ha infatti un'efficienza maggiore rispetto ad una tradizionale T8.

Figura 8.9 – Corpi illuminanti prevalenti presenti nell'edificio.



##### Caratteristiche funzionali e tecniche

I corpi illuminanti presenti sono di 5 tipologie principali che nel progetto di efficientamento dei corpi illuminanti han trovato le corrispondenze riporta nella seguente tabella.

Tabella 8.5 –Sostituzione corpi illuminanti

Potenza [W]	Tipologia	Corrispondenza LED [W]
1X18	Fluo T8	10
4x18	Fluo T8	31
1X36	Fluo T8	16
2X36	Fluo T8	2x16
300 W	Alogene	47

##### Descrizione dei lavori

Verificare la compatibilità con la tipologia di lampadari presenti, sia a livello di potenza richiesta che di resa cromatica, oltre che le caratteristiche dimensionali delle sorgenti luminose

##### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM5 sono riportati nella Tabella 8.6 e nella Figura 8.10.

Nonostante l'efficacia dell'intervento non è stato possibile ottenere un cambiamento di classe rispetto allo stato di fatto.

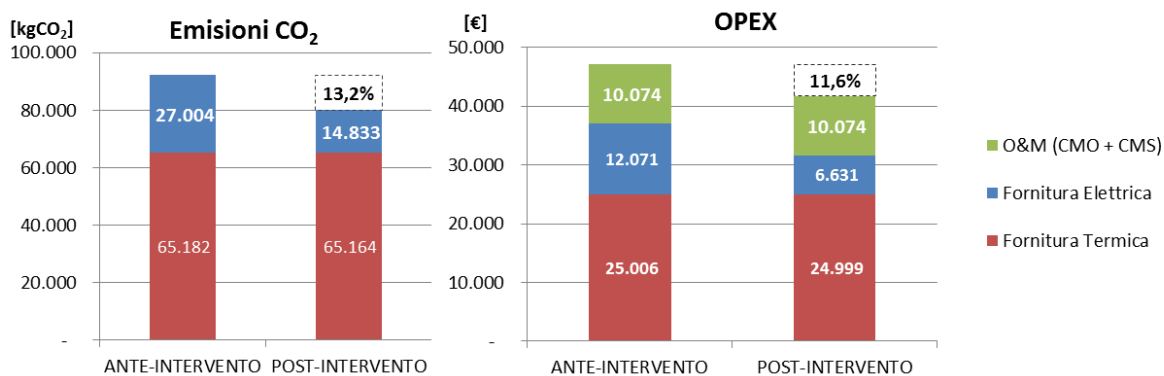


Tabella 8.6 – Risultati analisi EEM5 – Sostituzione corpi illuminanti

CALCOLO RISPARMIO				U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Potenza elettrica installata per illuminazione				[W]	30572	12152	<b>60,3%</b>
$Q_{teorico}$				[kWh]	312.331	312.245	<b>0,0%</b>
$EE_{teorico}$				[kWh]	55.883	30.697	<b>45,1%</b>
$Q_{baseline}$				[kWh]	322.682	322.594	<b>0,0%</b>
$EE_{baseline}$				[kWh]	57.824	31.763	<b>45,1%</b>
Emiss. CO2 Termico				[kgCO <sub>2</sub> ]	65.182	65.164	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico				[kgCO <sub>2</sub> ]	27.004	14.833	<b>45,1%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>				<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>92.186</b>	<b>79.997</b>	<b>13,2%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$				[€]	25.006	24.999	<b>0,0%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$				[€]	12.071	6.631	<b>45,1%</b>
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>				<b>[€]</b>	<b>37.078</b>	<b>31.630</b>	<b>14,7%</b>
$C_{MO}$				[€]	7.959	7.959	<b>0,0%</b>
$C_{MS}$				[€]	2.116	2.116	<b>0,0%</b>
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )				[€]	<b>10.074</b>	<b>10.074</b>	<b>0,0%</b>
OPEX				[€]	<b>47.152</b>	<b>41.705</b>	<b>11,6%</b>
Classe energetica				[-]	F	G	+1 CLASSE

Nota (16) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,077 [€/kWh] per il vettore termico e 0,209 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.10 – EEM5: 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: Coibentazione interna murature

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella coibentazione delle murature verticali. L'IVA è stata considerata pari al 22%. I costi della sicurezza sono stimati al 3% ed i costi relativi alla progettazione al 7%.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati pari al 40% dell'investimento, dato l'importo iniziale inferiore ai 400000 €, il costo unitario inferiore agli 80 €/m<sup>2</sup> e la trasmittanza della copertura inferiore a 0,260 W/(m<sup>2</sup>K).

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Coibentazione interna murature interne

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
				UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO			(IVA ESCLUSA)
				[€/m <sup>2</sup> cm]	[€/m <sup>2</sup> cm]	[€]	[%]	[€]
1C.06.550.0310.f	Prezzario Milano	3285	mq	€ 41,10	€ 37,36	€ 122.740	22%	€ 149.742
Controparete termoisolante e fonoassorbente realizzata con lastre in gesso rivestito a bordi assottigliati, spessore 12,50 mm, incollate a pannelli di lana di vetro idrorepellente prodotta con almeno l'80% di vetro riciclato e con un esclusivo legante brevettato di origine naturale che garantisce la massima qualità dell'aria, con barriera al vapore costituita da un foglio di alluminio interposto tra il pannello in lana di vetro e la lastra di gesso rivestito. Conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$ spessori 20 ÷ 50 mm 0,031 W/m.K (lana di vetro); Conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$ spessori 60 ÷ 80 mm 0,034 W/m.K (lana di vetro); Conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$ 0,025 W/m.K (lastra di gesso rivestito). Classe di reazione al fuoco spessori 20 ÷ 50 mm A2-s1,d0 Classe di reazione al fuoco spessori 60 ÷ 80 mm F Resistenza alla diffusione del vapore acqueo $\mu$ lana di vetro 1 Resistenza alla diffusione del vapore acqueo $\mu$ lastra in gesso rivestito: 10 (campo secco), 4 (campo umido). Applicate direttamente alla parete con incollaggi in gesso, compresa la rasatura dei giunti, i piani di lavoro								





interni e l'assistenza  
muraria, negli spessori mm:  
- spessore 12,50 + 80 mm di  
lana di vetro

20.A90.B20.010	Tinteggiatura di superfici murarie interne, con idropittura lavabile a base di polimero acrilico in emulsione acquosa (prime due mani)	Prezzario Regione Liguria	3285	m2	€ 6,95	€ 6,32	€ 20.755	22%	€ 25.321
05.P68.A60.005	Distacco dall'impianto di tutti i tipi di corpi scaldanti, di qualsiasi dimensione, compresi i materiali di consumo per sostituzione o demolizione Di qualsiasi dimensione	Prezzario Regione Piemonte	171	cad	€ 11,49	€ 10,34	€ 1.768,31	22%	€ 2.157
05.P68.B20.005	Riattacco agli impianti di tutti i tipi di corpi scaldanti, di qualsiasi dimensione, compresi i materiali di consumo Di qualsiasi dimensione	Prezzario Regione Piemonte	171	cad	€ 15,84	€ 14,26	€ 2.437,78	22%	€ 2.974
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 4.431	22%	€ 5.406
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 10.339	22%	€ 12.614
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>€ 162.471</b>	<b>22%</b>	<b>€ 198.215</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico ]</b>							€ 79.286
	<b>Durata incentivi</b>								€ 5
	<b>Incentivo annuo</b>								€ 15.857

## EEM2: Sostituzione infissi e installazione valvole termostatiche

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella sostituzione degli infissi, contestualmente all'installazione di valvole termostatiche sui radiatori e pompa a giri variabili. L'IVA è stata considerata pari al 22%. I costi della sicurezza sono stimati al 3% ed i costi relativi alla progettazione al 7%.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0. In particolare dato che il costo unitario dell'intervento è pari a 652 €/mq e superiore a 450 €/mq, costo massimo ammissibile, l'incentivo è quantificato al 40% del costo massimo moltiplicato per la superficie oggetto di intervento, ossia pari a 27000 €.



Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – Sostituzione infissi ed installazione di valvole termostatiche

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
					UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	IVA	(IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
25.A05.H01.120	Smontaggio e recupero delle parti riutilizzabili, incluso accantonamento nell'ambito del cantiere, di: serramenti in legno, compreso telaio a murare (misura minima 2,00 m <sup>2</sup> )	Prezziario Regione Liguria	150	m2	€ 72,30	€ 65,73	€ 9.859,09	22%	€ 12.028,09
PR.A23.A30.010	Finestra o portafinestra in PVC completa di vetrocamera, qualità media, con valore massimo di trasmittanza U=2,8 W/m <sup>2</sup> K, controtelaio escluso, misurazione minima per serramento m <sup>2</sup> 1,0 apertura ad una o due ante o a vasistas	Prezziario Regione Liguria	150	m2	€ 328,90	€ 299,00	€ 44.850,00	22%	€ 54.717,00
PR.A23.B10.020	Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	49	m	€ 7,59	€ 6,90	€ 338,03	22%	€ 412,40
01.A15.A10.015	Posa in opera di vetri di qualunque dimensione su telai metallici od in legno, misurati in opera sul minimo rettangolo circoscritto, incluso il compenso per lo sfido del materiale	Prezziario Regione Piemonte	150	m2	€ 46,79	€ 42,11	€ 6.316,65	22%	€ 7.706,31
PR.C17.A15.010	Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezziario Regione Liguria	171	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 5.506,20	22%	€ 6.717,56
PR.C47.H10.145	Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica A, 230V, del tipo: versione gemellare con attacchi flangiati, Ø 80, PN6, prevalenza da 1 a 12 m, portata da 1 a 58 m <sup>3</sup> /h	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 4.587,21	€ 4.170,19	€ 4.170,19	22%	€ 5.087,63
40.E10.A10.030	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	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 63,62	€ 57,84	€ 57,84	22%	€ 70,56
PR.E40.B05.210	Interruttore automatico magnetotermico con potere di interruzione 4,5KA bipolare fino a 32 A - 230 V	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 22,69	€ 20,63	€ 20,63	22%	€ 25,17
RU.M01.E01.020	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio	Prezziario Regione Liguria	60	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 1.738,91	22%	€ 2.121,47



specializzato

Costi per la sicurezza	3%	%	€ 2.185,73	22%	€ 2.667
Costi progettazione (in % su importo lavori)	7%	%	€ 5.100,03	22%	€ 6.222
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM2)</b>			<b>€ 80.143</b>	<b>22%</b>	<b>€ 97.775</b>
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>				<b>€ 27.000</b>
<b>Durata incentivi</b>					<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>					<b>€ 5.400</b>

### EEM3: Installazione valvole termostatiche ed elettropompa di circolazione a giri variabili

Nella Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nell'installazione di pompe gemellari ad inverter sul circuito dedicato al servizio di riscaldamento e valvole termostatiche per la regolazione ambiente della temperatura. L'IVA è stata considerata pari al 22%.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati pari al 40% dell'importo totale dell'intervento dato l'importo iniziale inferiore ai 50000 € e il costo unitario inferiore ai 25 €/m<sup>2</sup>.

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – Installazione valvole termostatiche ed elettropompa di circolazione a giri variabili

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
PR.C17.A15.010	Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezzario Regione Liguria	171	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 5.506,20	22%	€ 6.717,56
PR.C47.H10.145	Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica A, 230V, del tipo: versione gemellare con attacchi flangiati, Ø 80, PN6, prevalenza da 1 a 12 m, portata da 1 a 58 m <sup>3</sup> /h	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 4.587,21	€ 4.170,19	€ 4.170,19	22%	€ 5.087,63
40.E10.A10.030	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	1	cad	€ 63,62	€ 57,84	€ 57,84	22%	€ 70,56
PR.E40.B05.210	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
PR.C74.C10.010	Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 146,74	€ 133,40	€ 133,40	22%	€ 162,75



RU.M01.E01.020	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	60	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 1.738,91	22%	€ 2.121,47
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 348,81	22%	€ 425,55
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 813,90	22%	€ 992,96
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>							<b>€ 12.790</b>	<b>22%</b>	<b>€ 15.604</b>
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico ]</b>							€	<b>6.241,46</b>
<b>Durata incentivi</b>									<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>									€ <b>1.248,29</b>

#### EEM4: Sostituzione del generatore di calore

Nella Tabella 9.5 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4, che consiste nella sostituzione del generatore di calore, della pompa gemellare di circolazione con pompa dotata di inverter e l'installazione di valvole termostatiche su tutti i corpi scaldanti. L'IVA è stata considerata pari al 22%. La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati pari al 40% del valore massimo dell'incentivo previsto (40000 €), ossia .

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4 – Sostituzione del generatore di calore

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> ]	[€]	[%]	[€]
PR.C76.B10.040	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 24.161,50	€ 21.965,00	€ 21.965,00	22%	€ 26.797,30
PR.C84.C05.510	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 203,67	€ 185,15	€ 185,15	22%	€ 225,89



Ø 200 mm

40.C10.B10.130	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 351 Kw a 700 Kw	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 461,09	€ 419,17	€ 419,17	22%	€ 511,39
PR.C76.A30.020	Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	2	cad	€ 21,13	€ 19,21	€ 38,42	22%	€ 46,87
PR.C76.A30.015	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
40.F10.H10.030	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
40.F10.H10.040	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
PR.C74.C10.010	Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 146,74	€ 133,40	€ 133,40	22%	€ 162,75
PR.C74.E05.030	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
RU.M01.A01.030	Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	20	h	€ 34,41	€ 31,28	€ 625,64	22%	€ 763,28
RU.M01.E01.020	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	20	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 579,64	22%	€ 707,16
20.A15.B10.015	Trasporto a scarica 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 scarica o smaltimento, eseguito con piccolo mezzo di trasporto con capacità di carico fino a 3 t. per ogni chilometro del tratto oltre i primi 5 km e fino al decimo km.	Prezzario Regione Liguria	50	m³km	€ 4,72	€ 4,29	€ 214,55	22%	€ 261,75
PR.C17.A15.010	Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezzario Regione Liguria	171	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 5.506,20	22%	€ 6.717,56



COMUNE DI GENOVA

PR.C47.H10.145	Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica A, 230V, del tipo: versione gemellare con attacchi flangiati, Ø 80, PN6, prevalenza da 1 a 12 m, portata da 1 a 58 m³/h	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 4.587,21	€ 4.170,19	€ 4.170,19	22%	€ 5.087,63
40.E10.A10.030	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	1	cad	€ 63,62	€ 57,84	€ 57,84	22%	€ 70,56
PR.E40.B05.210	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
PR.C74.C10.010	Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 146,74	€ 133,40	€ 133,40	22%	€ 162,75
RU.M01.E01.020	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	60	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 1.738,91	22%	€ 2.121,47
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.080,60	22%	€ 1.318,34
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 2.521,41	22%	€ 3.076,12
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>							<b>€ 39.622</b>	<b>22%</b>	<b>€ 48.339</b>
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>								<b>€ 16.000</b>
<b>Durata incentivi</b>									<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>									<b>€ 3.200</b>

### EEM5: Sostituzione corpi illuminanti

Nella Tabella 9.5 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5, che consiste nella sostituzione dei corpi illuminanti. L'IVA è stata considerata pari al 22%.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati pari al 40% dell'importo totale dell'intervento, dato l'importo iniziale inferiore ai 70000 € e il costo unitario inferiore ai 35 €/m<sup>2</sup>.



Tabella 9.5 – Analisi dei costi della EEM5 – Sostituzione corpi illuminanti

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
					UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	IVA	(IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
1E.06.060.0210.c	Lampade a led a tubo per applicazione in lampade a tubi fluorescenti tradizionali compatibili alimentazione 230 V c.a. 50 Hz. Durata nominale 40.000 ore delle seguenti tipologie: - Lunghezza 1200 mm - flusso luminoso 1600 lm potenza 16 w	Prezzario Milano	434	cad	€ 34,69	€ 31,54	€ 13.686,78	22%	€ 16.697,87
1E.06.060.0040.a	Proiettore orientabile da esterno / interno idoneo per impianti sportivi. Prodotto in conformità alle norme EN 60598 CEI 34-21, grado di protezione in conformità alle norme EN 60529 e EN 50102. Corpo e telaio in alluminio pressofuso con sistemi alettati di raffreddamento, diffusore in vetro temperato spessore 5 mm resistente agli shock termici ed agli urti, verniciatura a polvere poliestere resistente alla corrosione e alle nebbie saline, completo di staffa in acciaio inox con scala goniometrica orientabile zincata e verniciata - ottica ad alto rendimento con recuperatori di flusso: grado di protezione IP65- IK08 - equipaggiato con lampade led 4000K 6400 Lm potenza 47 w	Prezzario Milano	12	cad	€ 285,30	€ 259,36	€ 3.112,36	22%	€ 3.797,08
1E.06.060.0210.a	Lampade a led a tubo per applicazione in lampade a tubi fluorescenti tradizionali compatibili alimentazione 230 V c.a. 50 Hz. Durata nominale 40.000 ore delle seguenti tipologie: - Lunghezza 600 mm - flusso luminoso 825 lm potenza 10W	Prezzario Milano	42	cad	€ 23,61	€ 21,46	€ 901,47	22%	€ 1.099,80
1E.06.060.0120.b	Plafoniera per installazione a soffitto o a sospensione. Prodotto in conformità alle norme EN 60598-1 CEI 34-21, classe di isolamento I e grado di protezione IP40 - IK06 in conformità alle norme EN 60529 e EN 50102. Corpo e cornice stampato in policarbonato bianco infrangibile ed	Prezzario Milano	148	cad.	€ 246,63	€ 224,21	€ 33.182,95	122%	€ 40.483,19





autoestingente, diffusore estruso in tecnopolimero opale ad alta trasmittanza, completa di sistema dimmer; equipaggiata con lampada led 4000K 3700 lm potenza 31 w, modulo da: 600 mm x 600 mm						
Costi per la sicurezza	-	3%	%	€ 1.526,51	22%	€ 1.862,34
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€ 3.561,85	22%	€ 4.345,46
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>				<b>€ 55.972</b>	<b>22%</b>	<b>€ 68.286</b>
Incentivi	[Conto termico]					€ 27.314,30
Durata incentivi						5
Incentivo annuo						€ 5.462,86

## 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):

$$TRA = \frac{I_0}{FC_{att}}$$

Dove:

- $I_0$  è il valore dell'investimento iniziale;



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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

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

### EEM1: Coibentazione interna murature verticali

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

Tabella 9.6 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Coibentazione interna murature verticali

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	198.215
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%



COMUNE DI GENOVA

Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	15.857
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	5
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	16,8	9,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	27,6	13,8
Valore attuale netto	VAN	7.288	77.881
Tasso interno di rendimento	TIR	4,3%	8,3%
Indice di profitto	IP	0,04	0,39

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

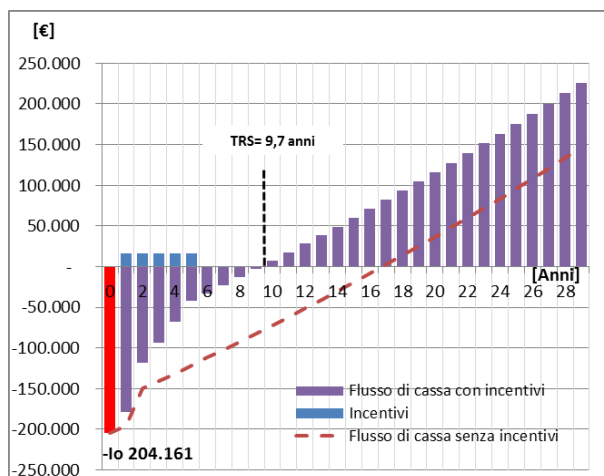
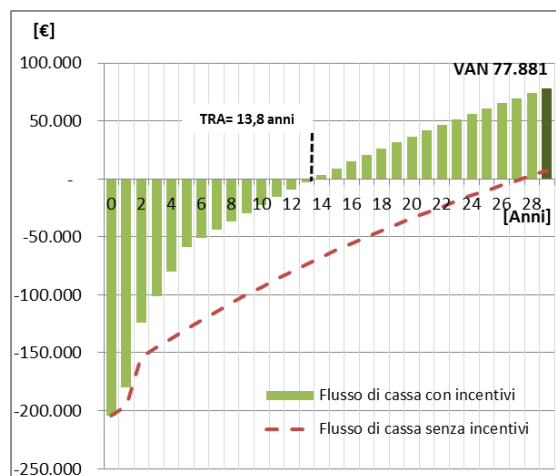


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il tempo di ritorno dell'intervento senza incentivi è di circa 16 anni, su un tempo di vita dell'intervento stimato essere di 30 anni. Con il supporto dell'incentivo derivante da Conto Termico il tempo di ritorno semplice si accorcia a circa 10 anni, rendendo conveniente l'EEM1.

## EEM2: Sostituzione infissi e installazione valvole termostatiche

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

Tabella 9.7 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– Sostituzione infissi ed installazione valvole termostatiche

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	Io	€	97.775
Oneri Finanziari %Io	OF	[%]	3,0%



COMUNE DI GENOVA

Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	5.400
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	5
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	12,3	8,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	17,4	11,6
Valore attuale netto	VAN	39.784	63.824
Tasso interno di rendimento	TIR	7,3%	10,0%
Indice di profitto	IP	0,41	0,65

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

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

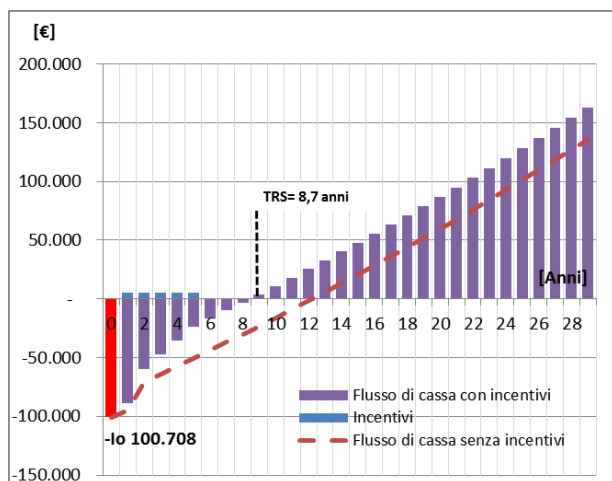
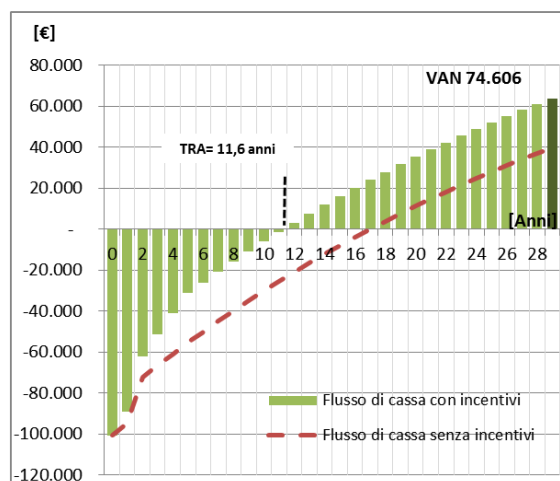


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il tempo di ritorno dell'intervento senza incentivi è di circa 12 anni, su un tempo di vita dell'intervento stimato essere di 30 anni. Con il supporto dell'incentivo derivante da Conto Termico il tempo di ritorno semplice si accorcia a meno di 9, rendendo conveniente l'EEM2.

### EEM3: Installazione valvole termostatiche ed elettropompa di circolazione a giri variabili

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

Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3 – Installazione valvole termostatiche ed elettropompa di circolazione a giri variabili

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I <sub>0</sub>	€	15.425
Oneri Finanziari %I <sub>0</sub>	OF	[%]	3,0%



Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	1.234
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	5
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	2,4	1,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	2,6	2,2
Valore attuale netto	VAN	49.920	55.413
Tasso interno di rendimento	TIR	39,3%	46,2%
Indice di profitto	IP	3,24	3,59

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

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

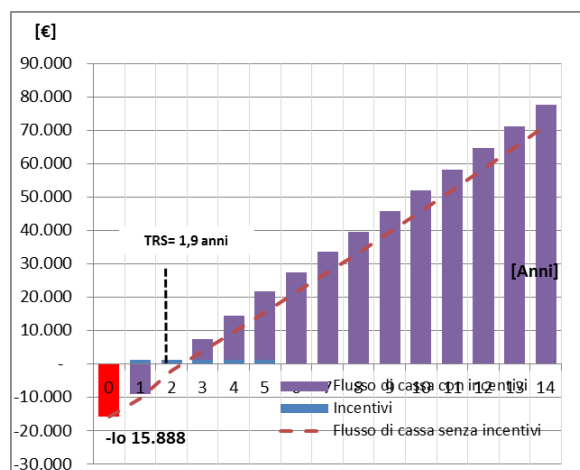
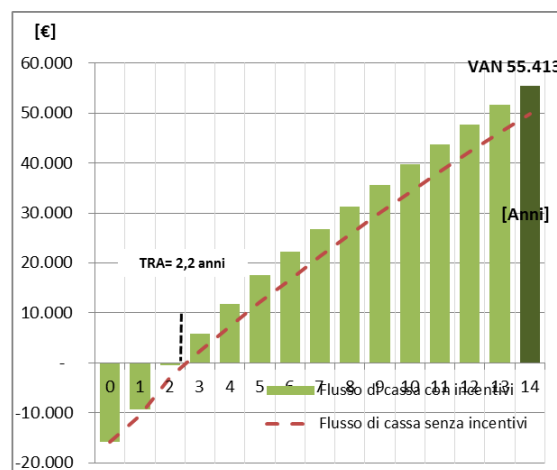


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il tempo di ritorno dell'intervento senza incentivi è di circa 2 anni, su un tempo di vita dell'intervento stimato essere di 15 anni. Con il supporto dell'incentivo derivante da Conto Termico il tempo di ritorno semplice si accorcia ulteriormente, rendendo conveniente l'EEM3.

#### EEM4: Sostituzione generatore di calore

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

Tabella 9.9 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4–Sostituzione generatore di calore

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I <sub>0</sub>	€ 48.339
Oneri Finanziari %I <sub>0</sub>	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%



COMUNE DI GENOVA

Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	3.200
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	5,2	3,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	5,9	4,3
Valore attuale netto	VAN	47.659	61.904
Tasso interno di rendimento	TIR	17,0%	22,2%
Indice di profitto	IP	0,99	1,28

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

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

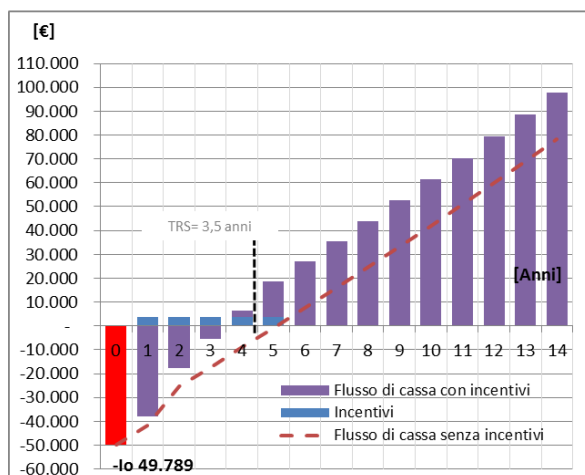
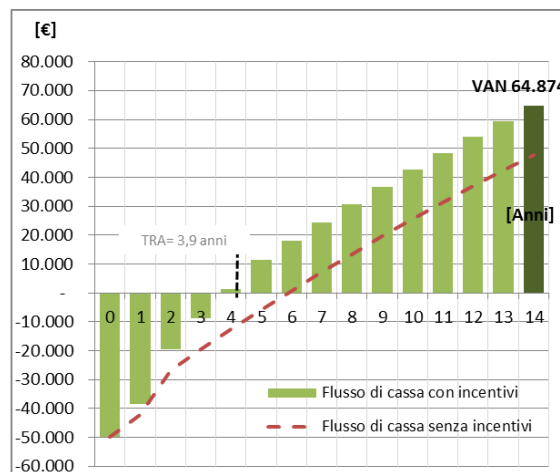


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il tempo di ritorno dell'intervento senza incentivi di circa 5 anni, su un tempo di vita utile dell'intervento stimato essere di 15 anni. Con il supporto dell'incentivo derivante da Conto Termico il tempo di ritorno semplice si accorcia a circa 4, rendendo conveniente l'EEM4.

#### EEM5: Sostituzione corpi illuminanti

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

Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4–Sostituzione corpi illuminanti

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I <sub>0</sub>	€	68.286
Oneri Finanziari %I <sub>0</sub>	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3



COMUNE DI GENOVA

Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	5.463
Durata incentivo	n <sub>b</sub>	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	12,1	6,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	16,8	8,9
Valore attuale netto	VAN	- 7.688	16.631
Tasso interno di rendimento	TIR	2,1%	8,6%
Indice di profitto	IP	-0,11	0,24

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

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

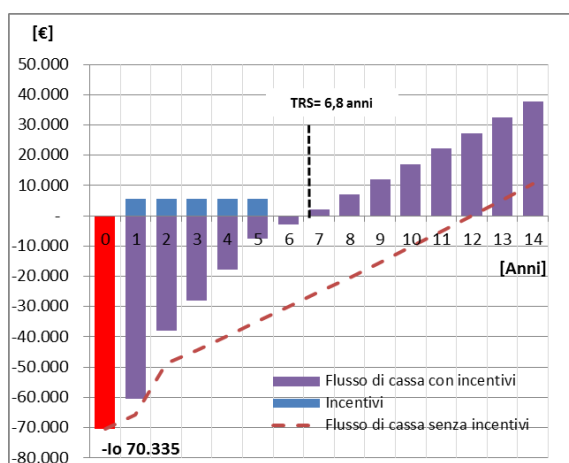
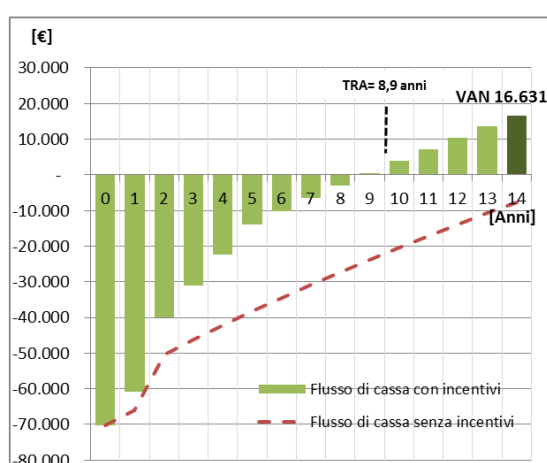


Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il tempo di ritorno dell'intervento senza incentivi di circa 12 anni, su un tempo di vita utile dell'intervento stimato essere di 15 anni. Con il supporto dell'incentivo derivante da Conto Termico il tempo di ritorno semplice si accorcia a circa 7, rendendo conveniente l'EEM5.

## Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.11 e Tabella 9.12.

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

	SENZA INCENTIVI											
	%ΔE	%ΔCO	ΔCE	ΔCMO	ΔCMS	IO	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	€	€	€	€	[anni]	[anni]	[anni]	€	[%]	[-]
EEM1	29,69%	31,08%	11.007,64	€ -	€ -	198.215,00	16,8	27,6	30	7.287,94	4,32%	0,04
EEM2	20,67%	21,32%	7.662,72	€ -	€ -	97.775,00	12,3	17,4	30	39.783,81	7,27%	0,41





			€	€	€	€				€		
EEM3	18,12%	18,66%	6.719,83	-	-	15.425,00	2,4	2,6	15	49.919,52	39,33%	3,24
EEM4	25,62%	26,42%	9.499,02	-	-	48.339,00	5,2	5,9	15	47.658,60	16,96%	0,99
EEM5	14,69%	13,22%	5.447,37	-	-	68.286,00	12,1	16,8	15	-7.688,35	2,11%	-0,11

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);
- $\Delta_{CE}$  è il risparmio economico annuo attribuibile alla riduzione dei consumi energetici (termico + elettrico); assume valori positivi;
- $\Delta_{CMO}$  è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo per la gestione e la manutenzione ordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- $\Delta_{CMS}$  è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo previsto per la manutenzione straordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- $I_0$  è il valore dell'investimento iniziale per la realizzazione dell'intervento; assume valori negativi;

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

	$\% \Delta_E$	$\% \Delta_{CO_2}$	CON INCENTIVI									
			$\Delta_{CE}$	$\Delta_{CMO}$	$\Delta_{CMS}$	$I_0$	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM1	29,69%	31,08%	11.007,64	-	-	198.215,00	9,7	13,8	30	77.881,38	8,28%	0,39
EEM2	20,67%	21,32%	7.662,72	-	-	97.775,00	8,7	11,6	30	63.823,65	10,02%	0,65
EEM3	18,12%	18,66%	6.719,83	-	-	15.425,00	1,9	2,2	15	55.413,07	46,20%	3,59
EEM4	25,62%	26,42%	9.499,02	-	-	48.339,00	3,7	4,3	15	61.904,43	22,21%	1,28
EEM5	14,69%	13,22%	5.447,37	-	-	68.286,00	6,8	8,9	15	16.631,42	8,57%	0,24

### 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, quando possibile.

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 sarà verificato un tempo di ritorno semplice,  $TRS \leq 15$  anni;
- Scenario ottimale 2, (SCN2), per il quale è sarà 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  $t_n$ -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: SCN1** – Tale scenario nell'installazione di valvole termostatiche con pompa ad inverter, sostituzione del generatore di calore, sostituzione degli infissi e dei corpi illuminanti.
- **Scenario 2: SCN2** – Tale scenario consiste nella realizzazione di una coibentazione dell'intradosso delle murature verticali, oltre che gli interventi elencati per lo SCN1.

### 9.3.1 Scenario 1: <15 ANNI

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

- Sostituzione infissi
- Installazione valvole termostatiche sui terminali di emissione del calore
- Sostituzione generatore di calore e installazione di pompa ad inverter
- Sostituzione dei corpi illuminanti.



L'incentivo da Conto Termico di cui beneficia lo scenario è pari al 40% della spesa sostenuta, per ogni singolo intervento proposto, tranne che per la quota degli infissi pari al 40% del costo massimo ammissibile moltiplicato per la superficie oggetto di intervento.

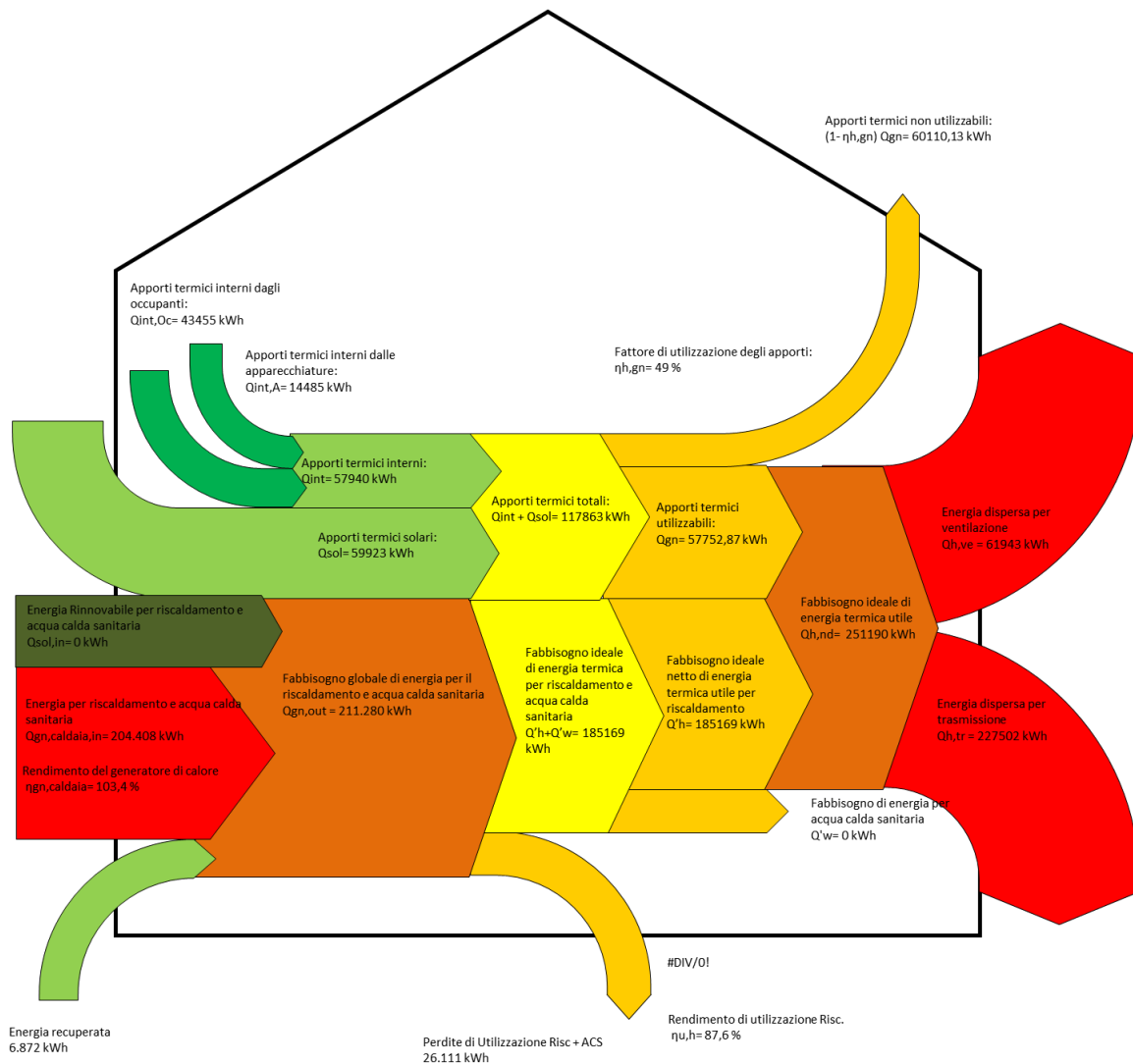
Tabella 9.13 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE	IVA Al 22%	TOTALE
	(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 - Sostituzione infissi	€ 61.364	€ 13.500	€ 74.864
EEM3: Installazione valvole termostatiche ed elettropompa di circolazione a giri variabili	€ 11.627	€ 2.558	€ 14.185
EEM4 - Sostituzione del generatore di calore	€ 24.393	€ 5.366	€ 29.759
EEM5 – Sostituzione corpi illuminanti	€ 50.884	€ 11.194	€ 62.078
EEM2 - Costi per la sicurezza	€ 1.841	€ 405	€ 2.246
EEM3 - Costi per la sicurezza	€ 349	€ 77	€ 426
EEM4 - Costi per la sicurezza	€ 732	€ 161	€ 893
EEM5 - Costi per la sicurezza	€ 1.527	€ 336	€ 1.862
EEM2 -Costi per la progettazione	€ 4.295	€ 945	€ 5.240
EEM2 -Costi per la progettazione	€ 814	€ 179	€ 993
EEM3 -Costi per la progettazione	€ 1.708	€ 376	€ 2.083
EEM5 - Costi per la progettazione	€ 3.562	€ 784	€ 4.345
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	€ <b>163.094</b>	€ <b>35.881</b>	€ <b>198.975</b>
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub>	C <sub>MS</sub>	C <sub>M</sub>
	(IVA INCLUSA)	(IVA INCLUSA)	(IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
EEM3 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
EEM4 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
EEM5 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE	
		(IVA INCLUSA)	[€]
<b>Incentivi</b>	<b>Conto termico</b>		€ <b>73.650</b>
<b>Durata incentivi</b>			€ <b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>			€ 14.730

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

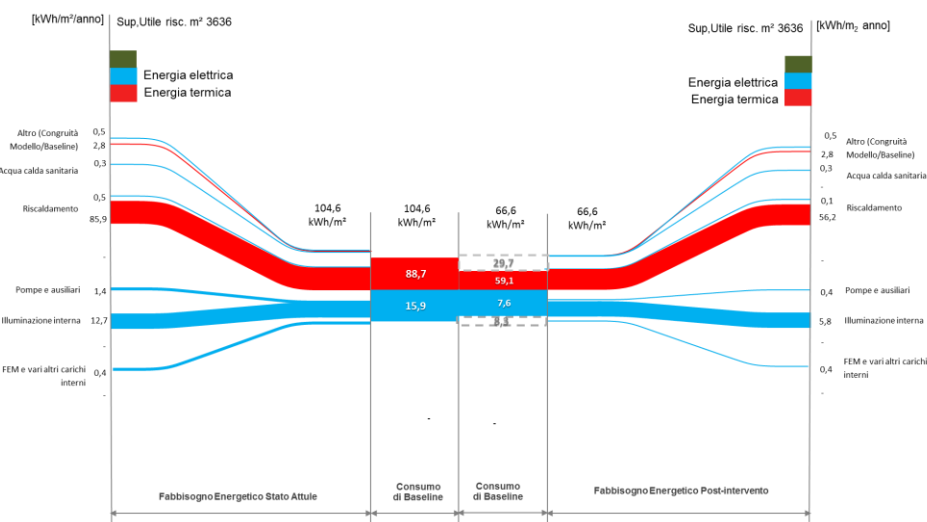


Figura 9.11 – SCN1: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento



Dall’analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio post intervento è possibile notare che è diminuita l’energia primaria in ingresso all’impianto termico.

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



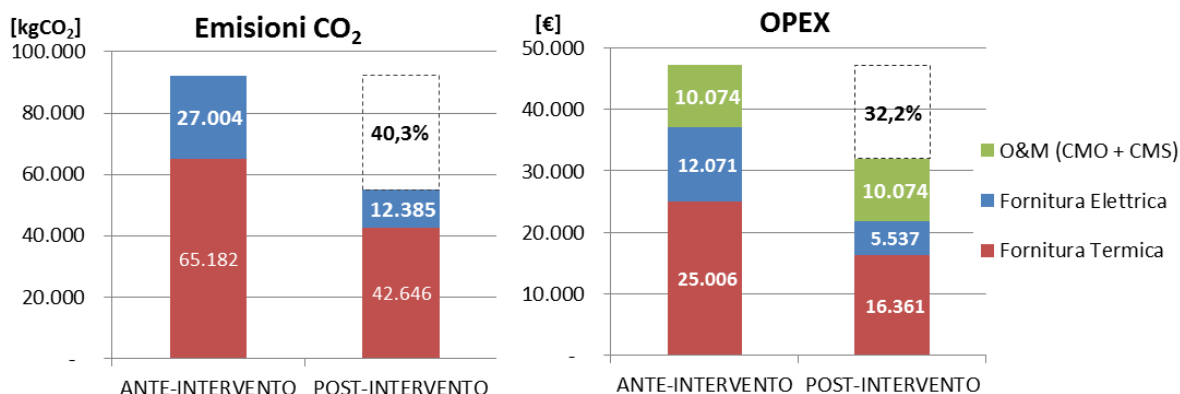
I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.14 e nella Figura 9.13. È possibile notare che a fronte degli interventi di efficientamento energetico proposti si ha un miglioramento di 2 classi energetiche, passando dalla classe F dello stato di fatto alla classe E.

Tabella 9.14 – Risultati analisi SCN1

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento di regolazione	[%]	83,5	98	-17,4%
Rendimento di generazione	[%]	85,1	98,3	-15,5%
Trasmittanza media infissi	[W/mqK]	3,447	2,282	33,8%
Potenza elettrica installata per illuminazione	[W]	30572	12152	60,3%
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	312.331	204.348	34,6%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	55.883	25.631	54,1%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	322.682	211.120	34,6%
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	57.824	26.521	54,1%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	65.182	42.646	34,6%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	27.004	12.385	54,1%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>92.186</b>	<b>55.032</b>	<b>40,3%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	25.006	16.361	34,6%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	12.071	5.537	54,1%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>37.078</b>	<b>21.897</b>	<b>40,9%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	7.959	7.959	0,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	2.116	2.116	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>10.074</b>	<b>10.074</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>47.152</b>	<b>31.972</b>	<b>32,2%</b>
Classe energetica	[-]	F	E	+1 CLASSI

Nota (17) 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: 0,077 [€/kWh] per il vettore termico e 0,209 [€/kWh] per il vettore elettrico

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

E’ stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all’Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell’analisi sono riportati nella Tabella 9.15, Tabella 9.16 e Tabella 9.17 e nelle successive figure.



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

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	$n_i$	1
Anni Gestione Servizio	$n_s$	14
Anni Concessione	$n$	15
Anno inizio Concessione	$n_0$	2020
Anni dell'ammortamento	$n_A$	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CDP}$	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CDP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	$f$	0,50%
deriva dell'inflazione	$f'$	0,70%
%, interessi debito	$k_D$	3,82%
%, interessi equity	$k_E$	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	$\tau$	27,90%
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	11
Anni Equity	$n_E$	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_0$	€ 198.975
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 5.969
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 204.944
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	$I_D$	€ 163.955
Equity	$I_E$	€ 40.989
Fattore di annualità Debito	$FA_D$	8,97
Rata annua debito	$q_D$	€ 18.276
Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 201.038
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 37.083

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

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{ED}$	€ 30.392
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{MO}$	€ 8.257
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 38.649
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	% $\Delta C_E$	40,9%
Riduzione% costi O&M	% $\Delta C_M$	0,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	% $C_{Baseline}$	1,0%
Risparmio annuo PA garantito	18,4%	€ 10.405
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 386
Risparmio PA durante la concessione	9%	€ 68.977
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 14.873
N° di Canoni annuali	anni	14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	3,79%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	€ 554





COMUNE DI GENOVA

Costi FTT €/anno IVA escl.	<b>C<sub>FTT</sub></b>	€	2.649
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	<b>C<sub>CAPEX</sub></b>	€	6.815
Canone O&M €/anno	<b>C<sub>nM</sub></b>	€	8.573
Canone Energia €/anno	<b>C<sub>nE</sub></b>	€	19.670
Canone Servizi €/anno IVA escl.	<b>C<sub>nS</sub></b>	€	28.244
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	<b>C<sub>nD</sub></b>	€	10.018
Canone Totale €/anno IVA escl.	<b>C<sub>n</sub></b>	€	<b>38.262</b>
Aliquota IVA %	<b>IVA</b>		<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	<b>R<sub>IVA</sub></b>	€	35.881
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	<b>R<sub>B</sub></b>	€	73.650
Durata Incentivi, anni	<b>n<sub>B</sub></b>		<b>5</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno			<b>2022</b>

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

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>	<b>9,89</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	<b>14,94</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	€ <b>294</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	<b>TIR &gt; WACC</b>	<b>4,03%</b>
Indice di Profitto	<b>IP</b>	<b>0,15%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>	<b>10,17</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	<b>9,97</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	€ <b>1.075</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b>TIR &gt; ke</b>	<b>11,13%</b>
Debit Service Cover Ratio	<b>DSCR &lt; 1,3</b>	<b>1,076</b>
Loan Life Cover Ratio	<b>LLLCR &lt; 1</b>	<b>0,864</b>
Indice di Profitto Azionista	<b>IP</b>	<b>0,54%</b>

Figura 9.14 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

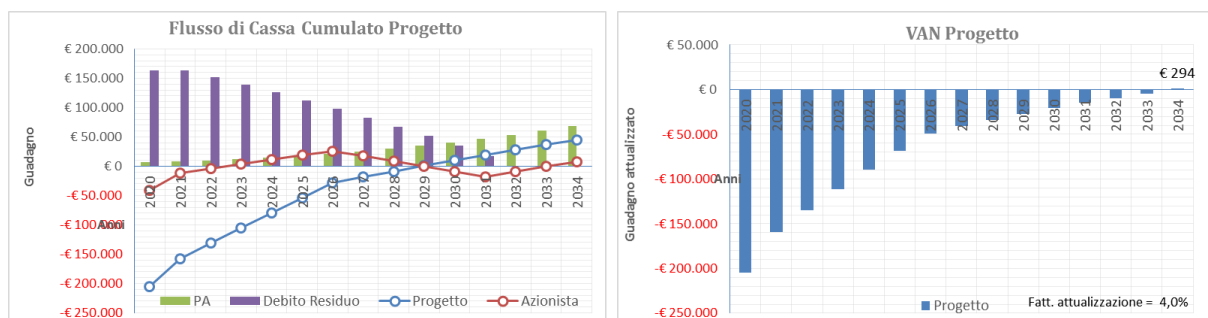
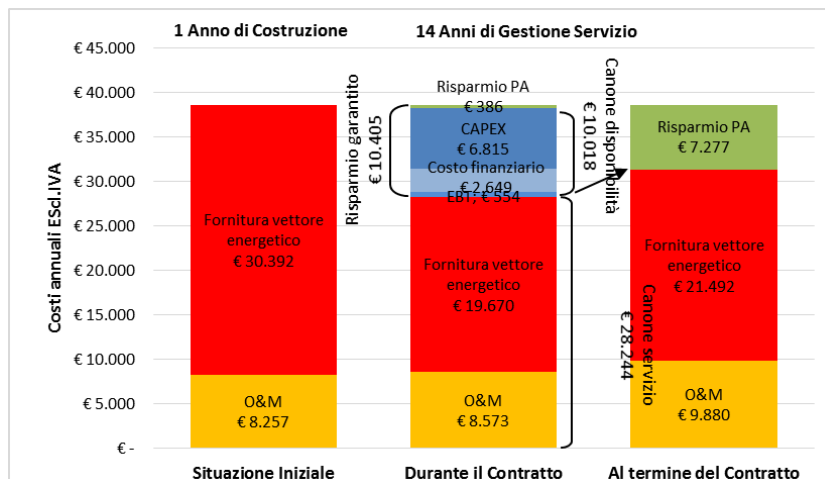


Figura 9.15 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



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

Figura 9.16 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



### 9.3.2 Scenario 2: <25 ANNI

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

- Sostituzione infissi
- Installazione valvole termostatiche sui terminali di emissione del calore
- Sostituzione generatore di calore e installazione di pompa ad inverter
- Sostituzione dei corpi illuminanti
- Coibentazione intradosso murature verticali.

L'incentivo da Conto Termico di cui beneficia lo scenario è pari al 40% della spesa sostenuta per la sostituzione dei corpi illuminanti e al 40% del costo massimo ammissibile moltiplicato per la superficie oggetto d'intervento per la sostituzione degli infissi. Per tutti gli altri interventi relativi alle coibentazioni e sostituzione del generatore di calore ed installazione di valvole termostatiche ed elettropompa a giri variabili, la percentuale incentivata è pari al 55% della spesa sostenuta.

Tabella 9.18 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE	IVA Al 22%	TOTALE
	(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 - Coibentazione murature verticali	147.701	32.494	180.195
EEM2 - Sostituzione infissi	61.364	13.500	74.864
EEM3: Installazione valvole termostatiche ed elettropompa di circolazione a giri variabili	11.627	2.558	14.185
EEM4 - Sostituzione del generatore di calore	24.393	5.366	29.759
EEM5 - Sostituzione corpi illuminanti	50.884	11.194	62.078
EEM1 - Costi per la sicurezza	4.431	975	5.406
EEM2 - Costi per la sicurezza	1.841	405	2.246
EEM3 - Costi per la sicurezza	349	77	426



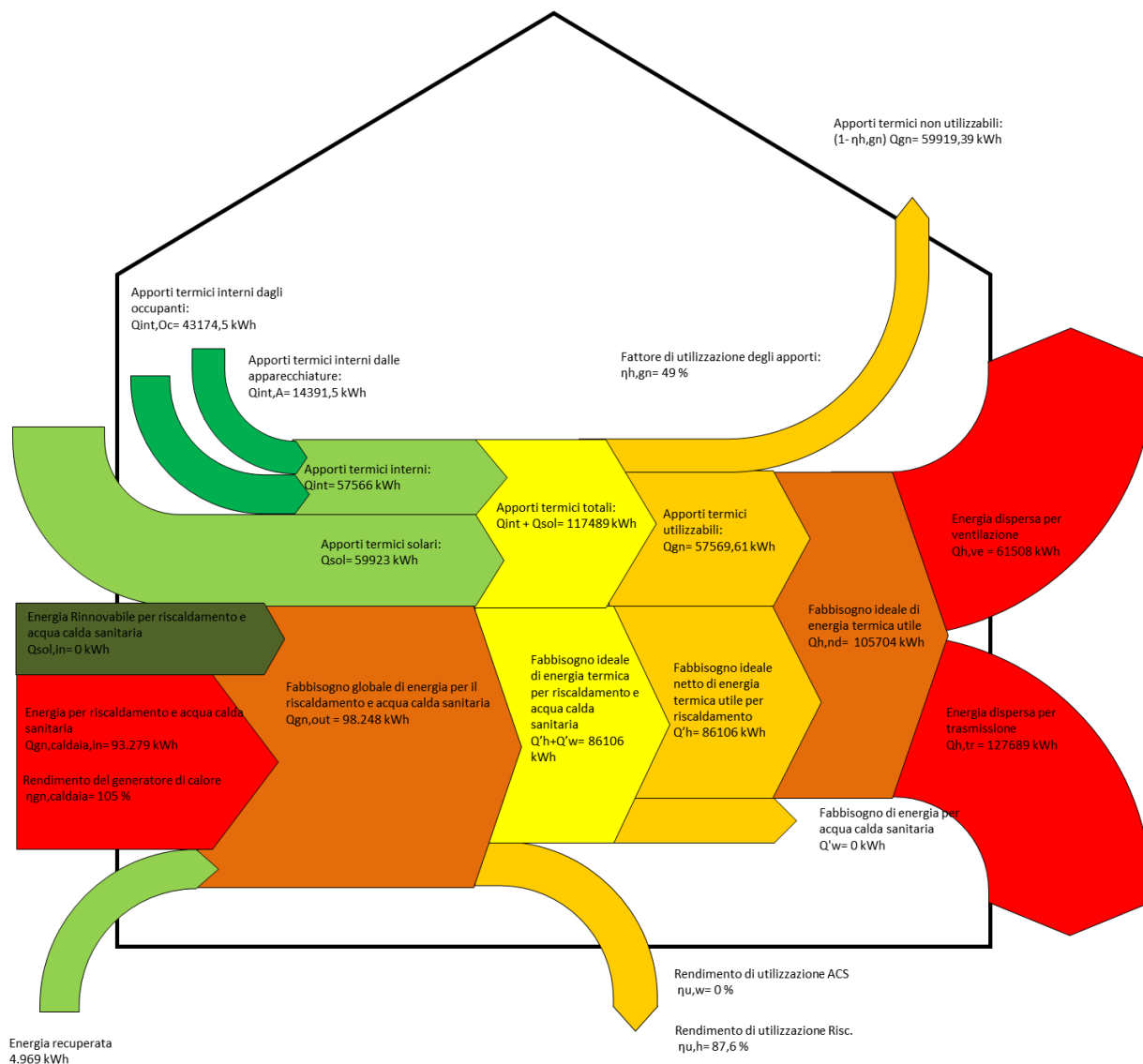
COMUNE DI GENOVA

EEM4 - Costi per la sicurezza	€	€	€
	732	161	893
EEM5 - Costi per la sicurezza	€	€	€
	1.527	336	1.862
EEM1 -Costi per la progettazione	€	€	€
	10.339	2.275	12.614
EEM2 -Costi per la progettazione	€	€	€
	4.295	945	5.240
EEM3 -Costi per la progettazione	€	€	€
	814	179	993
EEM4 -Costi per la progettazione	€	€	€
	1.708	376	2.083
EEM5 - Costi per la progettazione	€	€	€
	3.562	784	4.345
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>€</b>	<b>€</b>	<b>€</b>
	<b>325.565</b>	<b>71.624</b>	<b>397.190</b>
<b>VOCE MANUTENZIONE</b>	<b>C<sub>MO</sub></b>	<b>C<sub>MS</sub></b>	<b>C<sub>M</sub></b>
	<b>(IVA INCLUSA)</b>	<b>(IVA INCLUSA)</b>	<b>(IVA INCLUSA)</b>
	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>
EEM1 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
EEM3 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
EEM4 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
EEM5 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>Come pre - intervento</b>	<b>Come pre - intervento</b>	<b>Come pre - intervento</b>
<b>VOCE INCENTIVO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>TOTALE</b>	
		<b>(IVA INCLUSA)</b>	
			<b>[€]</b>
<b>Incentivi</b>	<b>Conto termico</b>		<b>€</b>
			<b>189.918,78</b>
<b>Durata incentivi</b>			<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>			<b>€ 37.983,76</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.



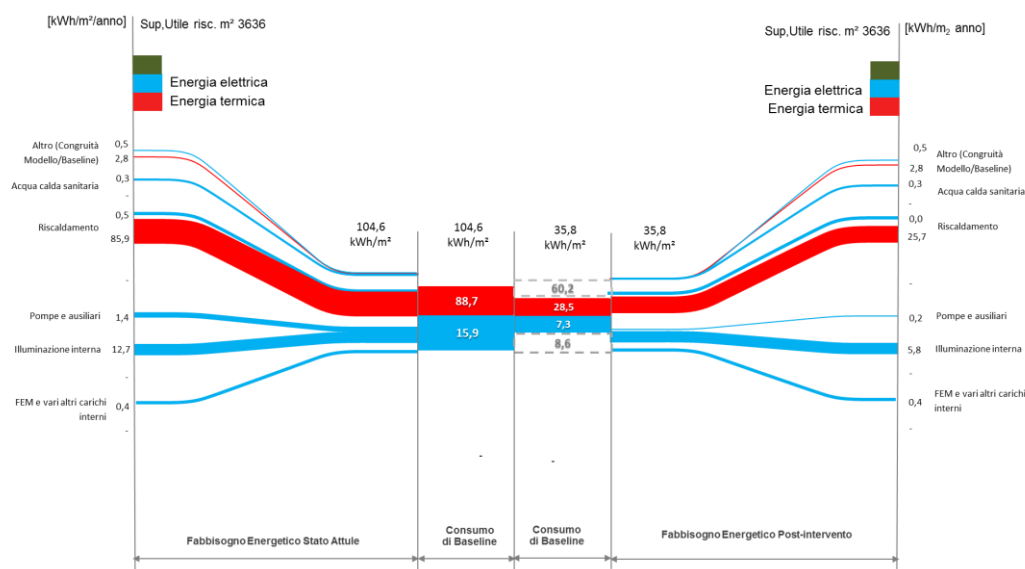
Figura 9.17 – SCN2: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che l'energia termica persa per trasmissione è diminuita rispetto allo stato di fatto, come anche l'energia primaria in ingresso all'impianto termico.



Figura 9.18 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



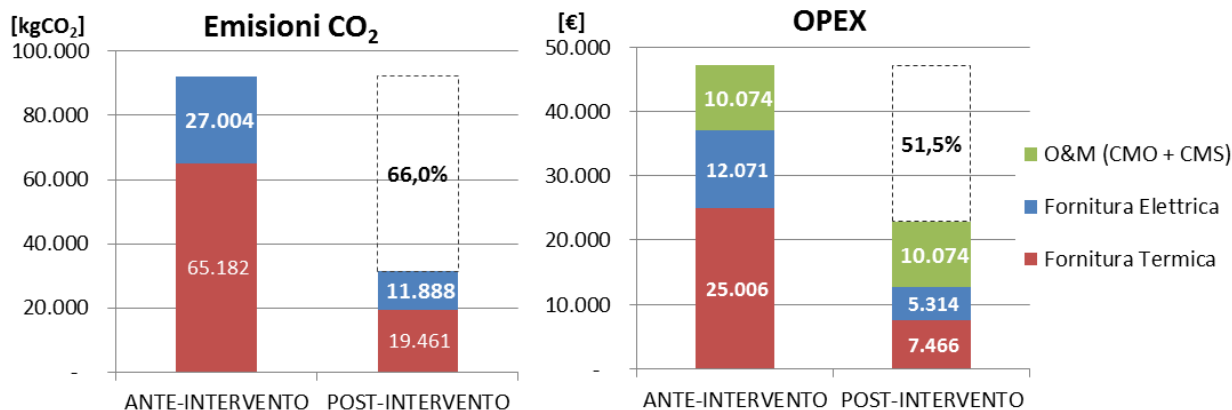
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9.19e nella Figura 9.19. È possibile notare che a fronte degli interventi di efficientamento energetico proposti si ha un miglioramento di 1 classi energetica, passando dalla classe F dello stato di fatto alla classe C.

Tabella 9.19 – Risultati analisi SCN2

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento di regolazione	[%]	83,5	98	-17,4%
Rendimento di generazione	[%]	85,1	98,3	-15,5%
Trasmittanza media infissi	[W/mqK]	3,447	2,282	33,8%
Potenza elettrica installata per illuminazione	[W]	30572	12152	60,3%
Trasmittanza media murature verticali	[W/mqK]	1,607	0,389	75,8%
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	312.331	93.250	70,1%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	55.883	24.602	56,0%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	322.682	96.341	70,1%
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	57.824	25.457	56,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	65.182	19.461	70,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	27.004	11.888	56,0%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>92.186</b>	<b>31.349</b>	<b>66,0%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	25.006	7.466	70,1%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	12.071	5.314	56,0%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>37.078</b>	<b>12.780</b>	<b>65,5%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	7.959	7.959	0,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	2.116	2.116	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	10.074	10.074	0,0%
OPEX	[€]	47.152	22.855	51,5%
Classe energetica	[-]	F	C	+3 CLASSI

Nota (18) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO2 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: 0,077 [€/kWh] per il vettore termico e 0,209 [€/kWh] per il vettore elettrico

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

E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.20, Tabella 9.21 e Tabella 9.22 e nelle successive figure.

Tabella 9.20 – 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	$n_0$	2020
Anni dell'ammortamento	$n_A$	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CDP}$	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CDP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	$f$	0,50%
deriva dell'inflazione	$f'$	0,70%
%, interessi debito	$k_D$	3,82%
%, interessi equity	$k_E$	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	$\tau$	27,90%
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	15
Anni Equity	$n_E$	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$Io$	€ 397.189
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 11.916
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 409.105
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	$I_D$	€ 327.284
Equity	$I_E$	€ 81.821
Fattore di annualità Debito	$FA_D$	11,41
Rata annua debito	$q_D$	€ 28.693
Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 430.388
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 103.104



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

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€	30.392
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€	8.257
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	<b>38.649</b>
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		<b>65,5%</b>
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		<b>0,0%</b>
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		<b>10,0%</b>
Risparmio annuo PA garantito	<b>51,6%</b>	€	<b>17.637</b>
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	<b>Risp.IM</b>	€	3.865
Risparmio PA durante la concessione	<b>14%</b>	€	288.095
Risparmio annuo PA al termine della concessione	<b>Risp.Term.</b>	€	26.846
N° di Canoni annuali	<b>anni</b>		<b>24</b>
Utile lordo della ESCO	<b>%CAPEX</b>		<b>19,52%</b>
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	€	3.328
Costi FTT €/anno IVA escl.	$C_{FTT}$	€	4.296
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	$C_{CAPEX}$	€	6.148
Canone O&M €/anno	$C_{nM}$	€	8.793
Canone Energia €/anno	$C_{nE}$	€	12.218
Canone Servizi €/anno IVA escl.	$C_{nS}$	€	21.012
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	$C_{nD}$	€	13.772
Canone Totale €/anno IVA escl.	<b><math>C_n</math></b>	€	<b>34.784</b>
Aliquota IVA %	<b>IVA</b>		<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	$R_{IVA}$	€	71.624
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	$R_B$	€	189.919
Durata Incentivi, anni	$n_B$		<b>5</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno			<b>2022</b>

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

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>		<b>10,77</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>		<b>17,97</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	€	<b>37.683</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	<b>TIR &gt; WACC</b>		<b>5,49%</b>
Indice di Profitto	<b>IP</b>		<b>9,49%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>		<b>14,23</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>		<b>3,36</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	€	<b>28.891</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b>TIR &gt; ke</b>		<b>31,52%</b>
Debit Service Cover Ratio	<b>DSCR &lt; 1,3</b>		<b>1,103</b>
Loan Life Cover Ratio	<b>LLLCR &lt; 1</b>		<b>0,959</b>
Indice di Profitto Azionista	<b>IP</b>		<b>7,27%</b>





Figura 9.20 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

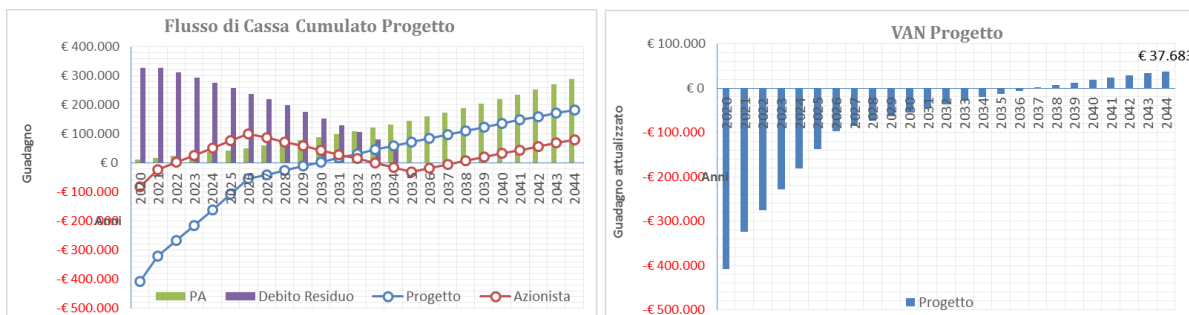
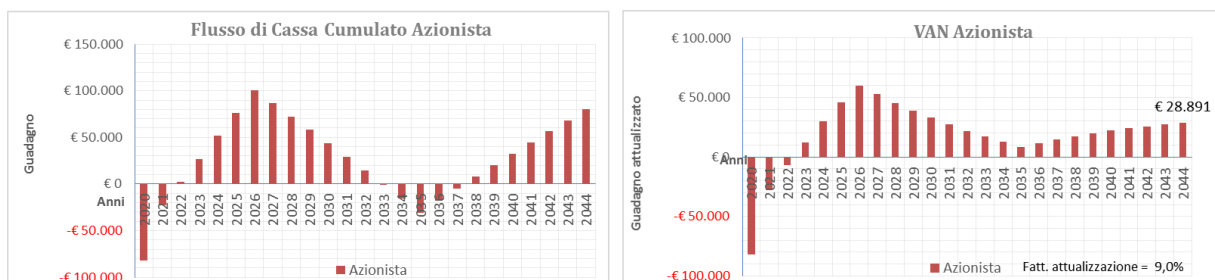
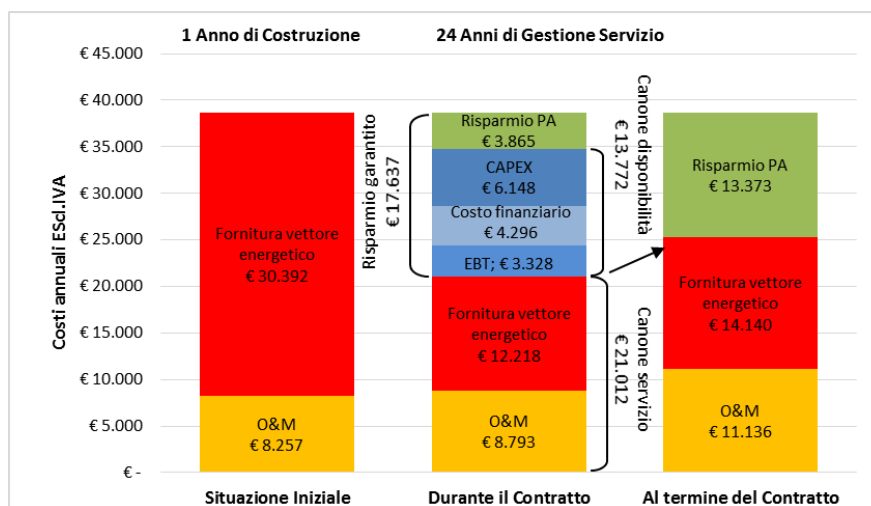


Figura 9.21 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



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

Figura 9.22 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



## 10 CONCLUSIONI

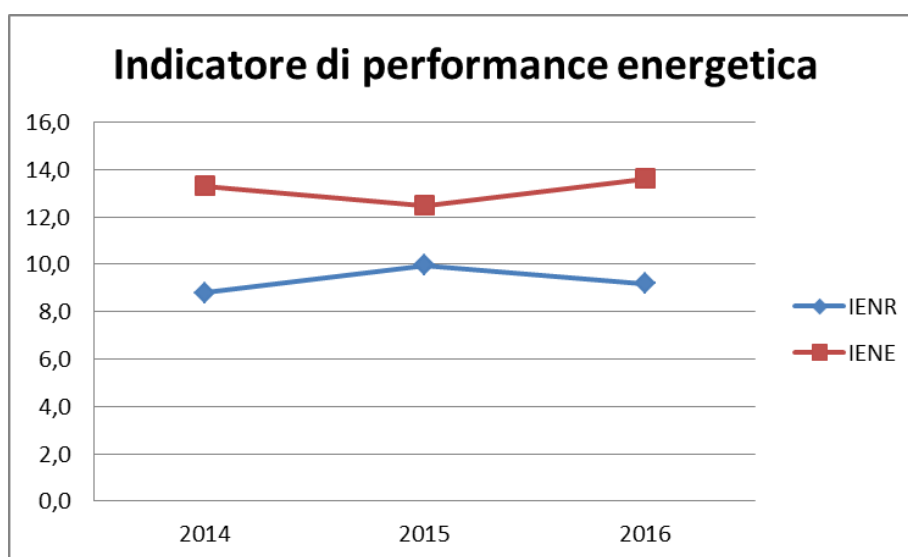
### 10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

Nel presente documento sono stati individuati diverse tipologie di indici di performance energetica, tra cui IEN e ed IEN<sub>r</sub>, ricavati dal documento ENEA-FIRE “Guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole” e gli indici calcolati secondo DM 26/06/2015.

Relativamente alle classi di merito riportate nelle Linee Guida ENEA - FIRE, si ottiene un valore circa costante del valore di benchmark di IEN<sub>R</sub>. Il giudizio per questo indicatore è buono per tutto il triennio considerato.

L’indicatore IEN<sub>E</sub> subisce invece un progressivo aumento del valore, dovuto appunto ad aumento dei consumi così come registrato dal distributore di energia elettrica. Il giudizio per questo indicatore rimane insufficiente per tutto il periodo considerato.

Figura 10.1 – Indicatori di performance energetica



In riferimento al modello realizzato in funzionamento standard, così come richiesto per la redazione degli attestati di prestazione energetica, l’edificio oggetto di diagnosi risulta in classe energetica G, se confrontato con il relativo edificio di riferimento.

Nella seguente tabella sono riportati gli indicatori di prestazione energetica riferiti all’energia primaria totale ed energia primaria totale non rinnovabile relativi allo stato di fatto.

Tabella 10.1 – Indicatori di prestazione energetica secondo DM 26/06/2015 riferiti all’energia primaria totale ed energia primaria totale non rinnovabile (modalità di funzionamento standard) – stato di fatto

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	176,67	164,52
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	125,66	123,42
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	0,83	0,67
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	50,17	40,43
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	0	0
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	35	35



Nelle Tabella 10.2 e Tabella 10.3 sono invece riportati gli indici di prestazione energetica ricavati a seguito della valutazione dei 2 scenari di intervento descritti in precedenza.

Tabella 10.2– Indicatori di prestazione energetica secondo DM 26/06/2015 riferiti all’energia primaria totale ed energia primaria totale non rinnovabile (modalità di funzionamento standard) – SCN1

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	
Globale	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	104,54	98,15
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	73,15	72,86
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	0,83	0,67
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	30,55	24,62
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	0	0
Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	21	21

Tabella 10.3– Indicatori di prestazione energetica secondo DM 26/06/2015 riferiti all’energia primaria totale ed energia primaria totale non rinnovabile (modalità di funzionamento standard) – SCN2

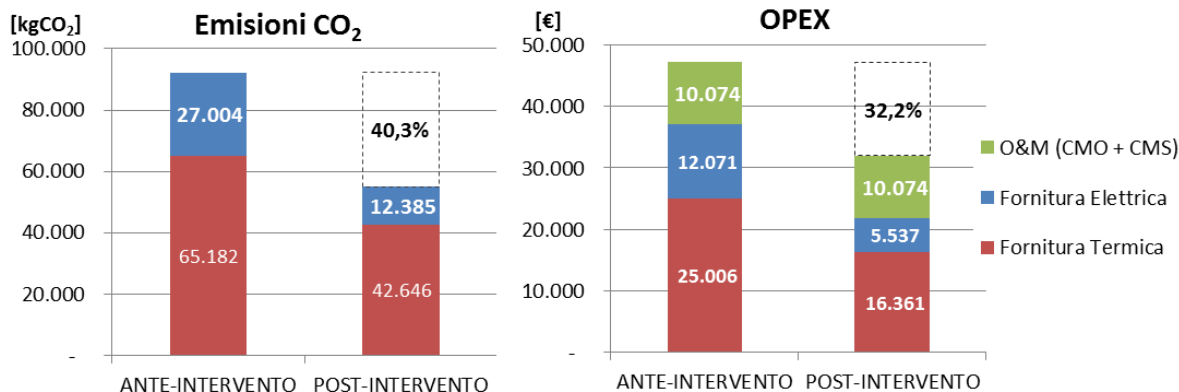
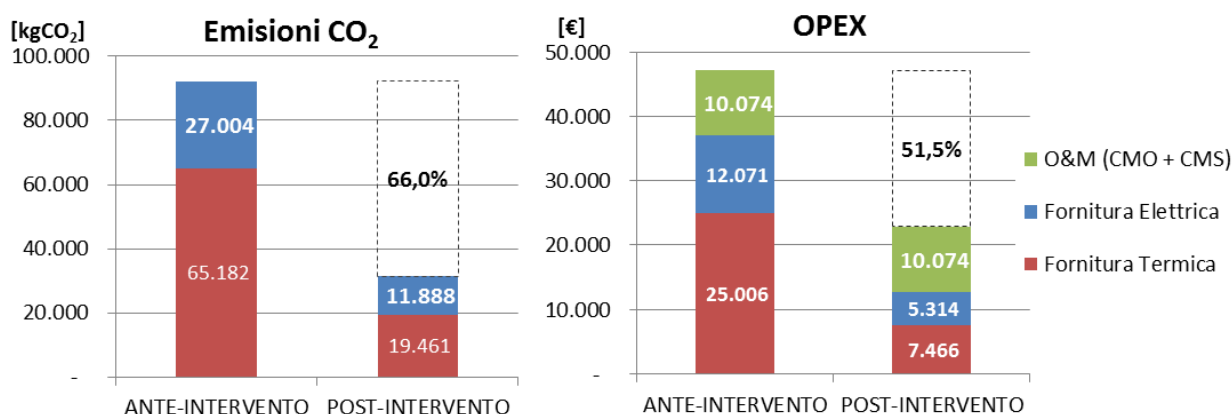
INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	
Globale	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	58,84	52,62
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	27,34	27,24
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	0,84	0,67
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	30,66	24,70
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	0	0
Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	11	11

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

A seguito dell’individuazione dei possibili interventi di efficientamento energetico, sono state proposte due soluzioni progettuali, SCN1 ed SCN2 con tempi di ritorno semplice a 25 e 15 anni, comprendenti i seguenti interventi:

- **Scenario 1: SCN1**
  - Sostituzione infissi
  - Installazione valvole termostatiche sui terminali di emissione del calore
  - Sostituzione generatore di calore e installazione di pompa ad inverter
  - Sostituzione dei corpi illuminanti.
- **Scenario 2: SCN2 –.**
  - Sostituzione infissi
  - Installazione valvole termostatiche sui terminali di emissione del calore
  - Sostituzione generatore di calore e installazione di pompa ad inverter
  - Sostituzione dei corpi illuminanti
  - Coibentazione intradosso murature verticali.

Di seguito si riportano la riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 nelle due ipotesi adottate.

Figura 10.2 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baselineFigura 10.3 – SCN2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline

Come è possibile notare sono maggiori i risparmi in costi operativi e in emissioni nello scenario a 25 anni (SCN2), infatti sono più numerosi e più incisivi gli interventi effettuati sull'edificio. In entrambi gli scenari si raggiungono comunque ottimi risultati sia in termini di emissioni di anidride carbonica sia in termini di spesa per l'energia. L'edificio oggetto di diagnosi risulta quindi avere un ampio margine di miglioramento delle sue performance energetiche, principalmente intervenendo sull'involucro attualmente non coibentato e sulla regolazione più spinta dell'impianto di riscaldamento.

Dagli approfondimenti eseguiti non esistono particolari interferenze tra gli interventi relativi alle coibentazioni degli involucri edilizi tra di loro e nemmeno con l'intervento di sostituzione dei corpi illuminanti.

Le proposte presentate possono essere realizzate con un unico cantiere nel periodo di chiusura estiva della scuola, al fine di non creare interferenze o disturbi alle normali lezioni.

Al fine di misurare in modo efficace i risparmi energetici a valle delle azioni di efficientamento intraprese, si dovrebbe dotare l'edificio di un semplice sistema di monitoraggio dell'energia elettrica e termica. Per quanto riguarda il fabbisogno elettrico, si potrebbe prevedere l'installazione di una apparecchiatura di misura a trasformatori amperometrici sui quadri elettrici generali delle due scuole; in questo modo si riuscirebbero a tenere sotto controllo i consumi globali della struttura e confrontarli con ciò che arriva dalla misura del distributore in fattura. Tuttavia l'installazione di diversi punti di misura per le diverse utenze (illuminazione, FEM, etc), consentirebbe di valutare più accuratamente altri possibili margini di risparmio dell'energia, principalmente per quanto riguarda il comportamento delle persone che usufruiscono della struttura. Essendo i consumi termici dovuti alla sola climatizzazione invernale e l'impianto costituito da un unico circuito, sarebbe sufficiente l'installazione di un sistema di contabilizzazione del calore composto da un misuratore di portata e da una coppia di sonde di temperatura. In questo modo sarebbe possibile confrontare il consumo di gas naturale derivante dalle letture al contatore con la produzione di energia termica generata in



centrale. Per entrambe le soluzioni di misura dei fabbisogni energetici esistono applicazioni ICT, ormai molto diffuse, in grado di monitorare quasi in tempo reale i consumi di energia.

### 10.3 RACCOMANDAZIONI

Di seguito sono riportate le raccomandazioni e le buone pratiche per il miglioramento dell'efficienza energetica, a completamento del lavoro di diagnosi energetica eseguito, che comprendono vari aspetti relativi l'edificio: dall'utilizzo della struttura fatta dagli utenti, alle modalità di utilizzo delle apparecchiature elettriche, all'illuminazione, agli aspetti gestionali e di formazione.

Ambito	Raccomandazioni	Considerazioni
<b>Acquisti</b>	Acquistare attrezzature ad alta efficienza energetica.	<p>In caso di nuovo acquisto di apparecchiature elettriche di vario tipo e soggette ad etichettatura energetica, verificare che siano in classe A o superiore.</p> <p>Nel caso di acquisto di notebook, fotocopiatrici e stampanti verificare la predisposizione alla modalità di funzionamento in stand-by.</p>
<b>Apparecchiature elettriche</b>	Spegnere le fotocopiatrici, le stampanti, i monitor, i pc e le altre attrezzature elettriche se non utilizzate per lungo tempo e nei periodi di chiusura della struttura.	<p>Per non avere sprechi nelle ore di chiusura dell'edificio è possibile spegnere manualmente le apparecchiature elettriche prima dell'uscita del personale o programmare adeguatamente il temporizzatore già inserito a bordo macchina dei modelli più recenti.</p> <p>Predisporre prese comandate per togliere l'alimentazione dai pc, dalle stampanti multifunzione e dalle apparecchiature informatiche in generale, in quanto il consumo in stand-by dei dispositivi elettrici / informatici può essere notevole quando questi sono molto numerosi all'interno dell'edificio (si stima che un pc spento consumi circa 7-8 Wh).</p> <p>Terminato l'uso, spegnere le macchinette portatili del caffè, in quanto il consumo di energia elettrica derivante da queste è significativo. Si stima che una macchinetta da caffè espresso consumi fino a 50 kWh all'anno dovuti al suo consumo in modalità stand-by.</p>
<b>Climatizzazione</b>	<p>Mantenere la temperatura di set-point di legge pari a 20°C.</p> <p>Corretta regolazione delle centraline climatiche</p>	<p>Evitare di modificare i valori di temperatura imposti dalla legge pari a 20°C agendo con una modifica su valvola termostatica (una volta installata) o termostato, si stima un consumo medio maggiore del 7-8 % per ogni grado che si discosta dalla temperatura di set-point invernale.</p> <p>Si consiglia di verificare con il manutentore i settaggi delle centraline climatiche. Le centraline climatiche dovrebbero essere una per ogni zona termica, in modo tale da poter</p>



Ambito	Raccomandazioni	Considerazioni
	<p>Non utilizzare altri generatori di calore esterni al circuito del riscaldamento principale.</p> <p>Regolazione dell'impianto termico in funzione dei locali effettivamente utilizzati.</p> <p>Limitare la ventilazione naturale dei locali a brevi periodi e negli orari corretti.</p> <p>Tenere i terminali di emissione del calore liberi da eventuali ostruzioni.</p> <p>Spegnimento dell'impianto di produzione del calore.</p>	<p>personalizzare gli orari di funzionamento e le temperatura di mandata a seconda del tipo di utenza servita.</p> <p>Non usare stufette elettriche che, oltre che creare ulteriori consumi, spesso comportano rischi per la sicurezza e discomfort nell'ambiente di lavoro (sovratemperatura indesiderata, secchezza dell'aria, pericoli di folgorazione e di incendio). Si stima che il risparmio annuale dovuto alla mancata accensione di una stufa elettrica sia pari a 300 kWh.</p> <p>In caso di mancato utilizzo di un locale, per un solo giorno o per un periodo di tempo più prolungato, prevedere, se possibile, l'eventuale spegnimento del terminale di emissione. Il beneficio dovuto a questo accorgimento può fare risparmiare dall'1% al 3% di energia primaria all'anno.</p> <p>L'apertura delle finestre deve essere limitata ad una durata di pochi minuti, specie con temperature esterne estreme, in quanto le perdite di energia termica per ventilazione ricoprono una quota importante delle dispersioni termiche degli edifici. Tuttavia se ben utilizzata la ventilazione naturale garantisce un'adeguata qualità dell'aria degli ambienti. Le perdite di energia termica per ventilazione ricoprono una quota importante delle dispersioni termiche degli edifici e per limitare questi effetti è importante che il ricambio d'aria venga realizzato quanto possibile negli orari corretti, ovvero la mattina presto in estate e nelle ore di piena insolazione in inverno.</p> <p>Il personale deve inoltre assicurarsi della chiusura di tutte le aperture vetrate prima dell'uscita dall'edificio.</p> <p>I terminali di emissione di calore devono essere liberi e non coperti da tendaggi o altro materiale che ostruisce la diffusione del calore nell'ambiente e riduce l'efficienza dell'impianto. Avere dei terminali più efficienti può permettere di regolare la temperatura di mandata del fluido termovettore ad un valore più basso, e di conseguenza può ridurre i consumi di metano o gasolio.</p> <p>Dopo diverse ore di funzionamento l'edificio</p>



Ambito	Raccomandazioni	Considerazioni
		<p>mantiene una propria inerzia termica, è pertanto consigliabile spegnere l'impianto termico 30-60 minuti prima dell'uscita, ottenendo anche un adattamento alle condizioni esterne. Si può prevedere un ulteriore risparmio fino al 4%.</p>
<b>Formazione del personale</b>	Eeguire una campagna informativa in tema di risparmio energetico.	<p>Fornire informazioni su tutte le possibili azioni di risparmio energetico realizzate e di potenziale realizzazione all'interno dell'edificio.</p> <p>Realizzare incontri per la diffusione della cultura del risparmio energetico.</p> <p>Distribuzione di materiale informativo sull'efficienza energetica negli edifici.</p>
<b>Illuminazione</b>	<p>Prediligere l'utilizzo della luce naturale durante il giorno.</p> <p>Evitare gli sprechi.</p>	<p>Non tenere la tapparella abbassata con l'illuminazione accesa.</p> <p>Uscendo dalla stanza o da un altro ambiente spegnere le luci, specialmente negli ambienti poco frequentati (archivi, sale riunioni e bagni).</p> <p>Il personale deve inoltre assicurarsi dello spegnimento di tutte le luci prima dell'uscita dall'edificio.</p>

#### 10.4 CONCLUSIONI E COMMENTI

La Scuola Media “Bertani-Ruffini” e la Scuola Elementare “Grillo” presenta uno stato di fatto, al momento del sopralluogo avvenuto a novembre 2017, in scarse condizioni. Dall'intervista eseguita agli occupanti della struttura non sono emerse particolari criticità relative all'impianto termico, ma sono risultate molte problematiche relative all'involucro edilizio, si presentano criticità soprattutto negli infissi di tipologia con telaio in metallo e vetro singolo ad alta trasmittanza.

Dopo aver eseguito l'analisi dei consumi e la modellazione energetica, si sono definiti i possibili interventi di efficientamento energetico ed i possibili scenari con tempi di ritorno a 15 e 25 anni.

Nei due scenari individuati si presentano due situazioni diverse, nello SCN 1 si ha un intervento di regolazione dell'impianto di riscaldamento invernale, che prevede l'installazione di valvole termostatiche e di pompe ad inverter, la sostituzione del generatore di calore e dei corpi illuminanti, nonché degli infissi in pessime condizioni, che porta ad un passaggio di una sola classe energetica dalla F dello stato di fatto alla E.

Nello SCN2, oltre gli interventi contenuti nello SCN1, è stato eseguito un intervento di coibentazione interna delle murature verticali che, unito ai precedenti interventi, ha portato al passaggio di 3 classi energetiche, dalla F dello stato di fatto alla C.

Gli indicatori economici finanziari risultano positivi in entrambi i casi presentati.





## ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

	Titolo	Data	Nome file
1	Elenco documentazione fornita	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato A_Elenco doc fornita.xlsx



## ALLEGATO B – ELABORATI

	Titolo	Descrizione	Data	Nome file
1	Elaborazione consumi diagnosi	Elaborazione consumi per diagnosi e calcoli IEN E IER	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato B-Consumi per diagnosi - benchmark.xlsx
2	Elenco lampade e attrezzature elettriche	Elenco lampade ed attrezzature elettriche	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato B-Elenco lampade ed attrezzature edificio.xlsx
3	Grafici template	Grafici ed elaborazioni dati utilizzati per la diagnosi ed il calcolo degli interventi migliorativi e gli scenari	03/08/2018	DE_Lotto.1-E1678_revB-Allegato B-Grafici_Template.xlsx
4	Posizionamento POD e zone termiche – piano terra	Planimetria zone termiche e posizionamento POD e PDR – piano terra	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato B_PT.dwg
5	Posizionamento PDR	Posizionamento PDR – piano terra	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato B_PDR.dwg
6	Posizionamento zone termiche – piano primo	Planimetria zone termiche – piano primo	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato B_P1.dwg
7	Posizionamento zone termiche – piano secondo	Planimetria zone termiche – piano secondo	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato B_P2.dwg
8	Posizionamento zone termiche – piano terzo	Planimetria zone termiche – piano terzo	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato B_P3.dwg
9	Posizionamento zone termiche – piano quarto	Planimetria zone termiche – piano quarto	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato B_P4.dwg
10	Visura catastale sub 1	Visura catastale sub 1	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato B-Visura catastale_sub1.JPG
11	Visura catastale sub 4	Visura catastale sub 4	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato B-Visura catastale_sub4.JPG
12	Schema a blocchi impianto elettrico	Schema a blocchi impianto elettrico	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-AllegatoB_Schema a blocchi elettrico.xlsx
13	Planimetrie catastali	Planimetrie catastali	03/08/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato B-Planimetria catastale.pdf



## ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

	Titolo	Data	Nome file
1	Report termografico	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato C-Report termografico.docx



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

	Titolo	Data	Nome file
1	Report Strumentali	03/08/2018	DE_Lotto1-E1678_revB_AllegatoD_Report Strumentali.docx



## ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

	Titolo	Data	Nome file
1	Relazione di calcolo energetico Scuola Media “Bertani Ruffini” e Scuola Elementare “Grillo”	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato E-Relazione di calcolo.RTF



## ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

	Titolo	Data	Nome file
1	Certificato CTI software	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato F_CertCTI.pdf



## ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

	Titolo	Data	Nome file
1	Attestato di prestazione energetica – Edificio E1678 – Bozza	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato G - BATTISTINE_APE - APE2015.RTF



## ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

	Titolo	Data	Nome file
1	Attestato di prestazione energetica – Edificio E1678 – Scenario SCN1 – 15 anni –Bozza	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato H-Bozza SCN1_ape.RTF
2	Attestato di prestazione energetica – Edificio E1678 – Scenario SCN2 – 25 anni –Bozza	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato H-Bozza SCN2_ape.RTF





## ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

	Titolo	Data	Nome file
1	Dati climatici di riferimento	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato I-Dati meteo Stazione Centro Funzionale.xlsx



## ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

	Titolo	Data	Nome file
1	Schede AICARR E1678	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato J_Check list AICARR.xlsx

**ALLEGATO K – SCHEDE ORE**

	Titolo	Data	Nome file
1	Sostituzione serramenti	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato K_A1.2 - Chiusure verticali trasparenti - sostituzione dei serramenti.pdf
2	Coibentazione interna delle murature verticali	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato K_A2.5 - Chiusure verticali opache-coibentazione dall interno con pannelli.pdf
3	Sostituzione del generatore di calore	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato K_H2 - Caldaie a condensazione.pdf
4	Installazione pompe ad inverter	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato K_H15 - Installazione di pompe a portata variabile.pdf
5	Installazione valvole termostatiche	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato K_H16 - Installazione valvole termostatiche.pdf
6	Sostituzione corpi illuminanti	08/04/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato K_L1 - Installazione di sorgenti luminose ad alta efficienza.pdf



## ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

	Titolo	Data	Nome file
1	Analisi Piano Economico Finanziario	03/08/2018	DE_Lotto.1-E1678_revB-Allegato L-AnalisiPEF.xlsx



## ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

	Titolo	Data	Nome file
1	Report di benchmark lotto 1	03/08/2018	DE_Lotto.1-E1678_revA-Allegato _Benchmark.docx



## ALLEGATO N – CD-ROM