

Scuole Medie “Don Luigi” e “C. Colombo” E1375

Salita di Carbonara 65 B

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

ATI:



(mandataria)



(mandante)

Scuole Medie “Don Luigi” e “C. Colombo” E1375

Salita di Carbonara n°65 B, Genova

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Giugno/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; www.comune.genova.it

Energynet s.r.l.

Viale Muratori 201 – 41124 – Modena

Tel 059 211085 – info@energynet.it

More Energy s.r.l.

Via Ragazzi del '99 39 – 42124 - Reggio Emilia

Tel. 0522 516610 – info@more-energy.it

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	06/07/2018	Lara Nuara	Irene Paradisi Luigi Guerra	Saverio Magni	Prima Pubblicazione
B	26/07/2018	Lara Nuara	Irene Paradisi Luigi Guerra	Saverio Magni	Seconda pubblicazione a seguito della Revisione PA del 12/07/2018

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

EXECUTIVE SUMMARY	I
1 INTRODUZIONE	1
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
2 DATI DELL'EDIFICIO.....	7
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO	7
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	8
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	9
3 DATI CLIMATICI	11
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	11
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	12
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	12
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	14
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	14
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	14
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	16
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	17
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	17
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	18
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	19
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	21
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	22
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	22
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	23
5 CONSUMI RILEVATI	23
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	23
5.1.1 <i>Energia termica</i>	24
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	26
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	30
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	34
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	35
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	36
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	36
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	38
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO.....	40
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	40
7.1.1 <i>Vettore termico</i>	40
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i>	40
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	44
7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	44
7.4 BASELINE DEI COSTI.....	45
8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	47



8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	47
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	47
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento</i>	51
8.1.3	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	53
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA	54
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	54
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	63
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D’INTERVENTO E SCENARI D’INVESTIMENTO	71
9.3.1	<i>Scenario 1: sostituzione caldaia + installazione valvole termostatiche</i>	74
9.3.2	<i>Scenario 2: coibentazione copertura + sostituzione caldaia + installazione valvole termostatiche</i>	80
10	CONCLUSIONI	87
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	87
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	87
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	87
ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA		A
ALLEGATO B – ELABORATI		A
ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA		1
ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI		1
ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI		1
ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE		1
ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA		1
ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI		1
ALLEGATO I – DATI CLIMATICI		1
ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT		1
ALLEGATO K – SCHEDE ORE		1
ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI		1
ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK		1
ALLEGATO N – CD-ROM		1

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		'900
Anno di ristrutturazione		n.d.
Zona climatica		D
Destinazione d'uso	E.7 (Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili)	
Superficie utile riscaldata	[m ²]	2.949,38
Superficie disperdente (S)	[m ²]	5.522,21
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	16.733,97
Rapporto S/V	[1/m]	0,33
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	5.938,43
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	5.938,43
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	1.069
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas Naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	54,74
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{rti} /anno]	174.834
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	11.255
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{ei} /anno]	41.592
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	8.907

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Isolamento della copertura
- EEM 2: Isolamento delle pareti dall'esterno
- EEM 3: Sostituzione dei serramenti
- EEM 4: Installazione delle valvole termostatiche
- EEM 5: Sostituzione lampade con LED
- EEM 6: Sostituzione Caldaia
- SCN 1: Sostituzione caldaia + installazione valvole termostatiche
- SCN 2: Sostituzione caldaia + installazione valvole termostatiche + coibentazione copertura

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

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													
	% ΔE [%]	% ΔCO_2 [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	DSCR	LLCR
EEM 1	7,1%	5,7%	999	-	-	56.594	26,6	36,9	30	-10.900<0	0,7%	-0,19	-	-
EEM 2	16,0%	12,9%	2.263	-	-	256.922	34,9	41,5	30	-73.404<0	-2,4%	-0,29	-	-
EEM 3	36,2%	29,2%	5.125,4	-	-	378.103	54,4	80,0	30	-243.339<0	-4,3%	-0,64	-	-
EEM 4	43,9%	35,4%	6.228,6	822,1	-	11.548	1,7	1,8	15	56.011>0	54,0%	4,85	-	-
EEM 5	4,0%	7,4%	1.860,0	-	-	60.897	10,8	11,6	8	-19.565<0	-12,9%	-0,32	-	-
EEM 6	0,4%	0,3%	56,3	822,1	-	42.639	18,7	21,0	15	-12.512<0	-5,9%	-0,9	-	-
SCN 1 ⁽²⁾	44,3%	35,9%	6325,4	822,1	-	54.187	8,04	10,48	15	7.442>0	7,22%	13,73%	1,101	1,107
SCN 2 ⁽²⁾	49,7%	40,1%	7.055,8	822,1	-	111.223	8,74	12,63	25	16.584>0	7,15%	14,91%	1,026	1,002

Nota (2): valori degli indicatori di redditività TRS, TRA VAN TIR e IP del progetto pre-imposte e degli indicatori di redditività DSCR e LLCR della ESCO pre imposte.

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

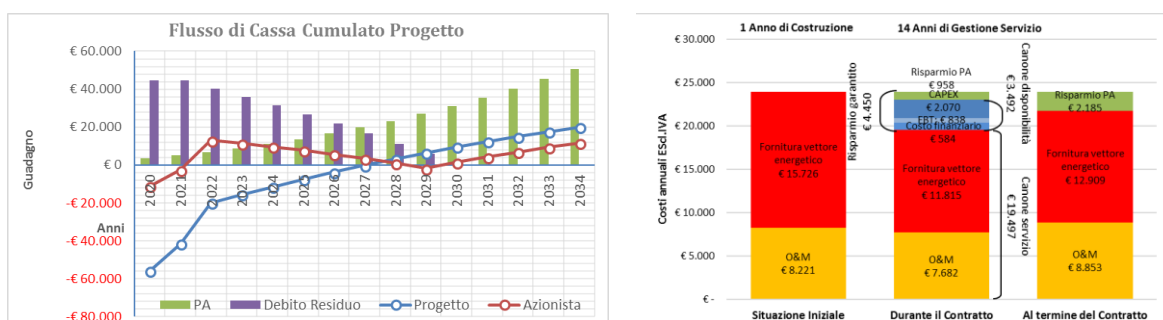
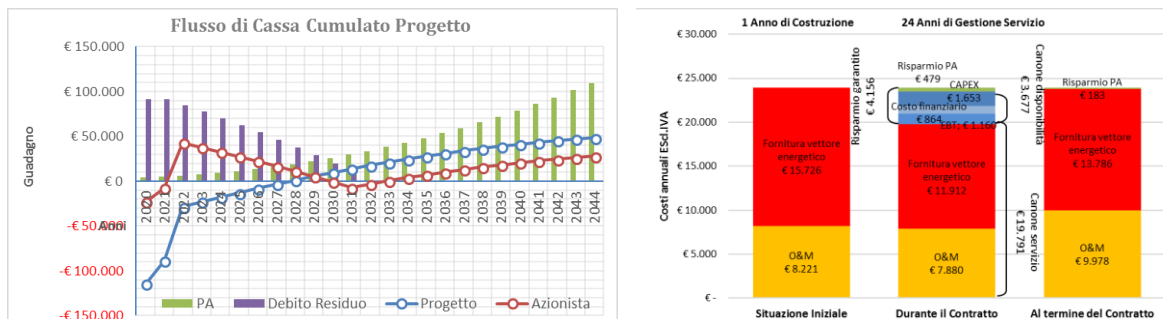


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

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

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

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Ovest



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 CO₂.

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

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

1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

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

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

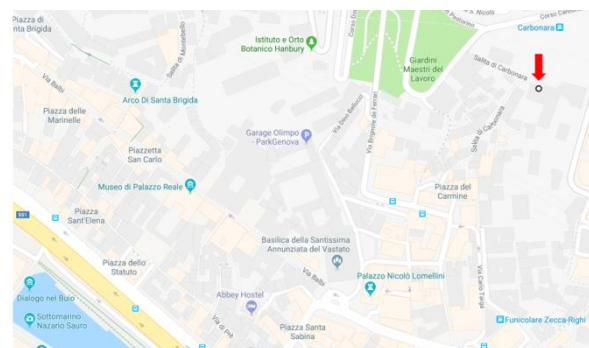
NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Silvia Scarcelli Lara Nuara	Tecnico del rilievo	Sopralluogo in sito
Irene Paradisi Lara Nuara	Tecnico dell’analisi preliminare	Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Lara Nuara	Tecnico del calcolo energetico	Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Lara Nuara	Tecnico del report di diagnosi	Redazione report di diagnosi energetica
Irene Paradisi	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Luigi Guerra	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Saverio Magni	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL’EDIFICIO

L’immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU F. GEA Mapp. 194 e 99 Sub. 1 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nella Salita di Carbonara.

L’edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a scuola media.

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		’900
Anno di ristrutturazione		n.d.
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 (Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili)
Superficie utile riscaldata	[m ²]	2.949,38
Superficie disperdente (S)	[m ²]	5.522,21
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	16.733,97
Rapporto S/V	[1/m]	0,33

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	5.938,43
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	5.938,43
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	1.069
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas Naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	54,74
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{tit} /anno]	174.834
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	11.255
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{ve} /anno]	41.592
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	8.907

Nota (1): Valori di Baseline

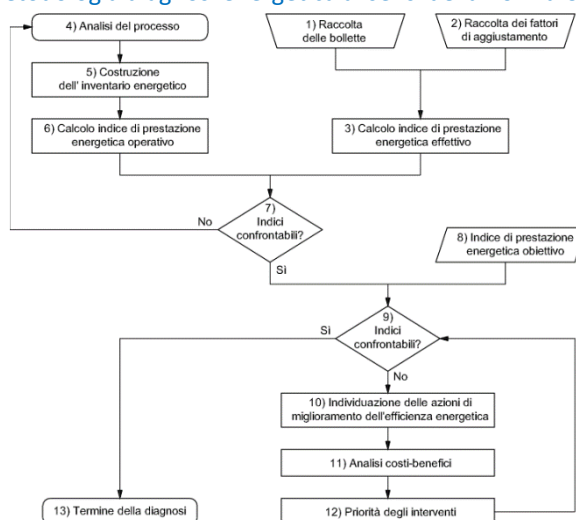
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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 14/12/2017 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 e/o frigorifera, 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, Assistal, 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 8.17.49 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n. 73 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- 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_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo Genova – Centro funzionale e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) 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_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;

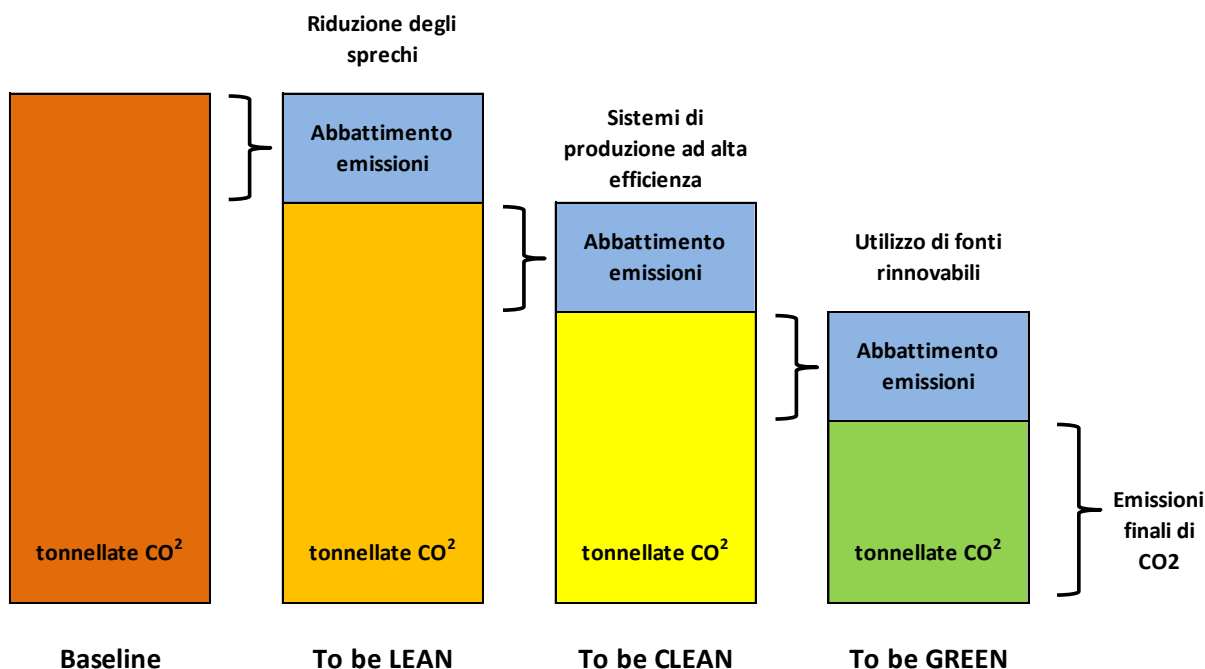
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- 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 CO₂, 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 sulle domande d'utenza (anche relativamente ai sistemi di emissione, regolazione, distribuzione, accumulo), partendo dal baseline e a approdando a un nuovo valore di baseline ridotto, ("to Be Lean"). In seguito, da questo valore ridotto di baseline si è valutato il dimensionamento delle apparecchiature e il risparmio conseguibile dapprima dalla riqualificazione degli impianti di generazione per la climatizzazione e, dopo, dall'installazione di tecnologie di generazione da fonti rinnovabili.

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

- TRS (Tempo di rientro semplice);

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

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

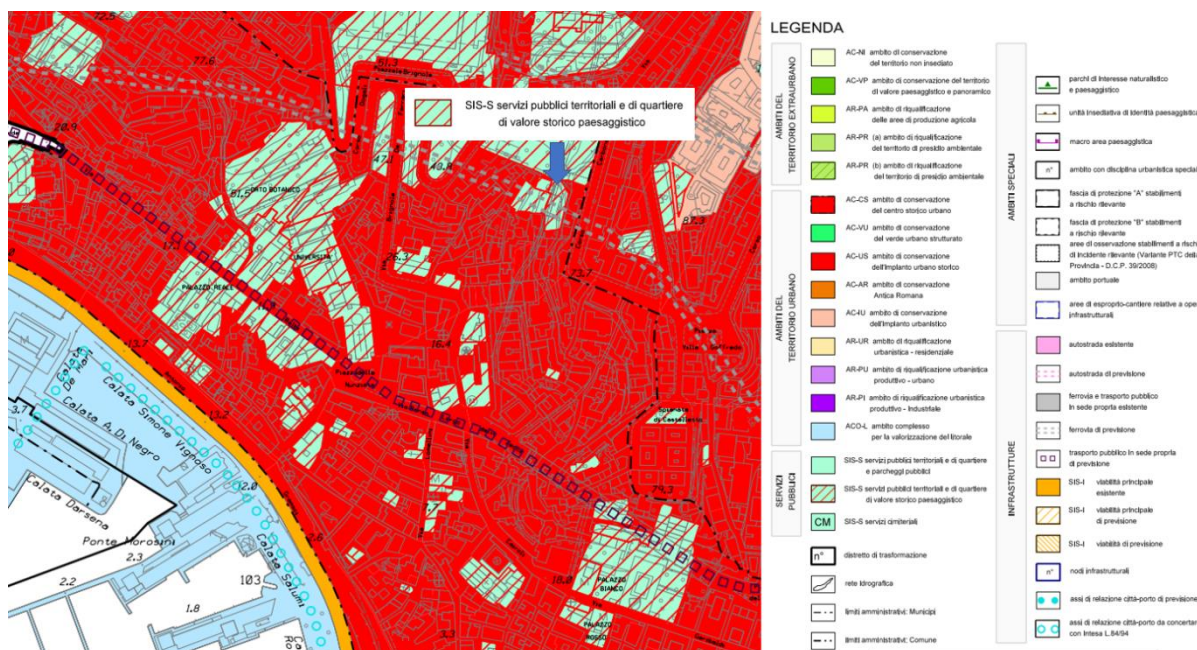
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

2 DATI DELL’EDIFICIO

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

Lo strumento urbanistico vigente, il P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 con entrata in vigore il 3/12/2015, classifica l’edificio oggetto della DE in zona SIS_S - servizi pubblici territoriali e di quartiere di valore storico paesaggistico.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D’USO

L’edificio ove è ubicato l’edificio oggetto della DE risale all’incirca al ‘900 e, ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d’uso E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.

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

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

L’edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da tre piani fuori terra, occupati dalle aule e due seminterrati occupati dalla palestra e da laboratori.

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

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

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



E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽²⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽³⁾
Seminterrato S02	Palestra, aule musica	[m ²]	662,755	471,89
Seminterrato S01	Aule	[m ²]	838,21	636,80
Terra	Aule, servizi, biblioteca	[m ²]	780,31	599,08
Primo	Aule, aula informatica, presidenza, servizi	[m ²]	780,31	609,07
Secondo	Aule, laboratori, servizi	[m ²]	780,31	610,23
Terzo	Laboratorio	[m ²]	131,84	60,57
TOTALE		[m ²]	3.973,74	2.987,64

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

L'edificio oggetto della DE, pur trovandosi nel centro storico, non presenta vincoli.

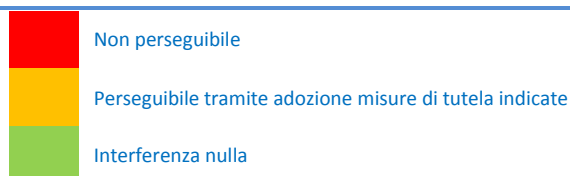
Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁴⁾	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: isolamento della copertura piana	-		-
EEM 2: isolamento delle pareti perimetrali	-		-
EEM 3: sostituzione serramenti	-		-
EEM 4: installazione valvole termostatiche	-		-
EEM 5: installazione LED	-		-
EEM 6: sostituzione caldaia	-		-

Nota (2): Legenda livelli di interferenza:



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

2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

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

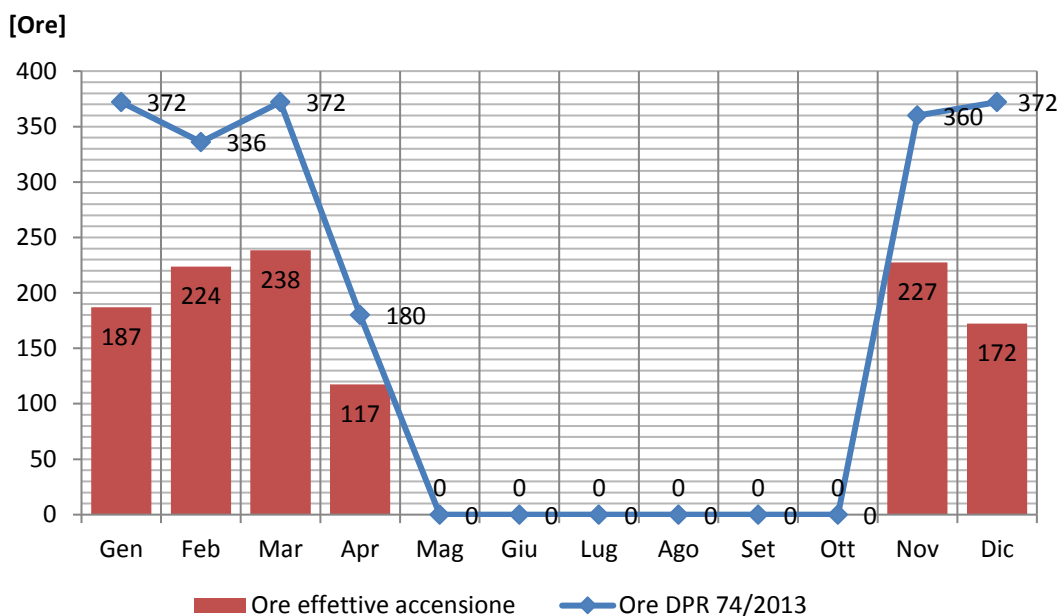
Gli orari di effettivo utilizzo dell’edificio sono stati ricavati tramite intervista al personale.

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

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

PERIODO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	dal lunedì al venerdì	8.00 – 16.30	6.00 – 18.00
Dal 16 Aprile al 10 Luglio	dal lunedì al venerdì	8.00 – 16.30	-
Dal 1 Settembre al 31 Ottobre			

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



Dall’analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale all’interno della struttura, pertanto, nonostante le lezioni finiscano alle 16:30, lo spegnimento dell’impianto di riscaldamento avviene alle ore 18.



E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

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 898 GG calcolati su 106 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

Tabella 3.2 – Profili mensili dei GG_{rif}

Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	GG _{rif}	PROFILO DI INCIDENZA
Gennaio	31	10,4	31	298	17	17	163	18%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	193	22%
Marzo	31	11,1	31	276	22	22	193	21%
Aprile	30	15,3	15	71	20	11	54	6%
Maggio	31	18,7	-	-	21	-	-	0%
Giugno	30	22,4	-	-	21	-	-	0%
Luglio	31	24,6	-	-	10	-	-	0%
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	0%
Settembre	30	22,2	-	-	-	-	-	0%
Ottobre	31	18,2	-	-	-	-	-	0%
Novembre	30	13,3	30	201	21	21	138	15%
Dicembre	31	10,0	31	310	16	16	157	17%
TOTALE	365		166	1421	168	106	898	100%

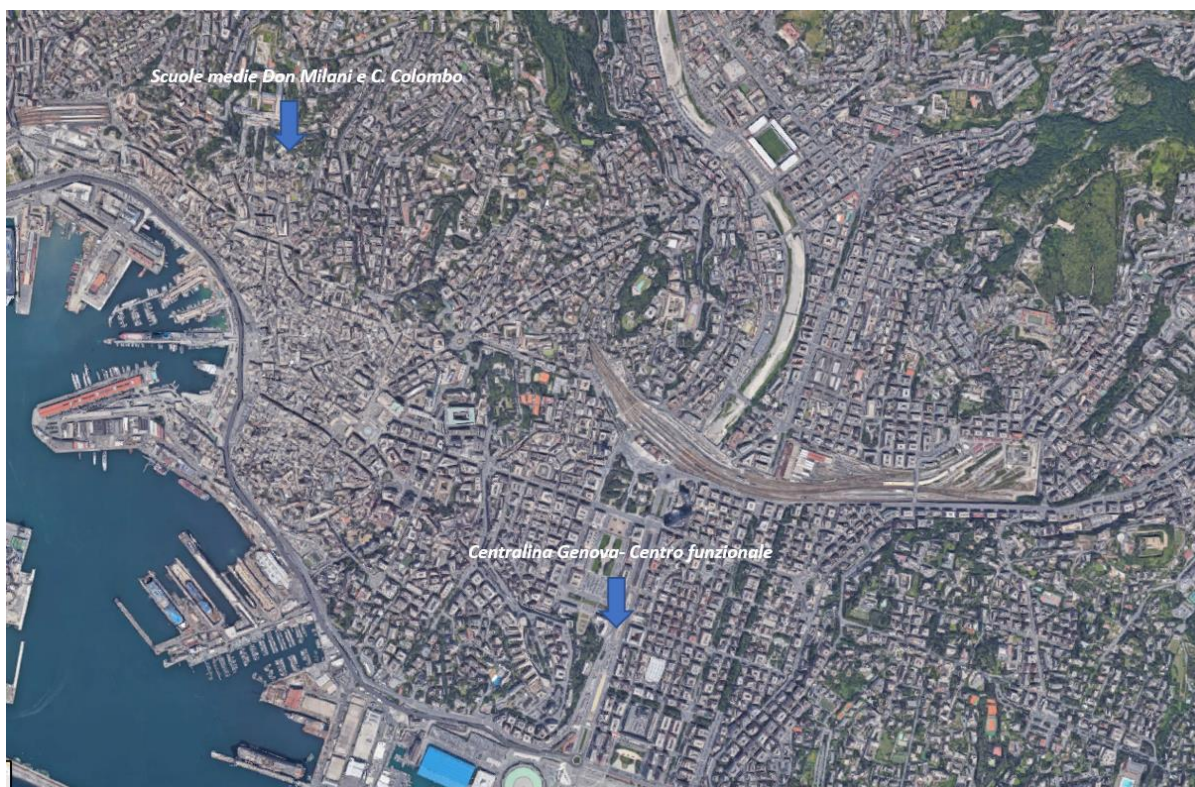
3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica Genova - Centro funzionale, sita in via Brigate Partigiane n° 2, Genova.

Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centralina in quanto è ubicata in una zona limitrofa all’edificio oggetto della DE e ad una altitudine simile.

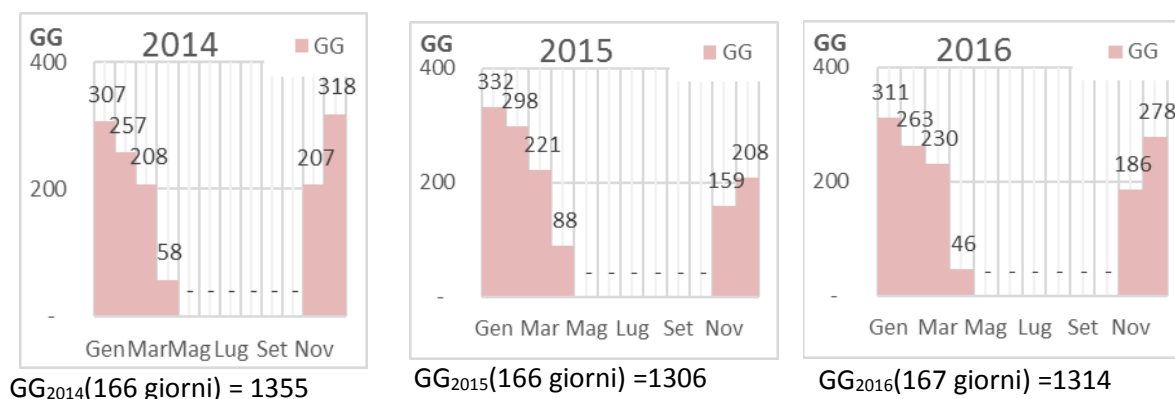
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all’edificio oggetto di DE



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

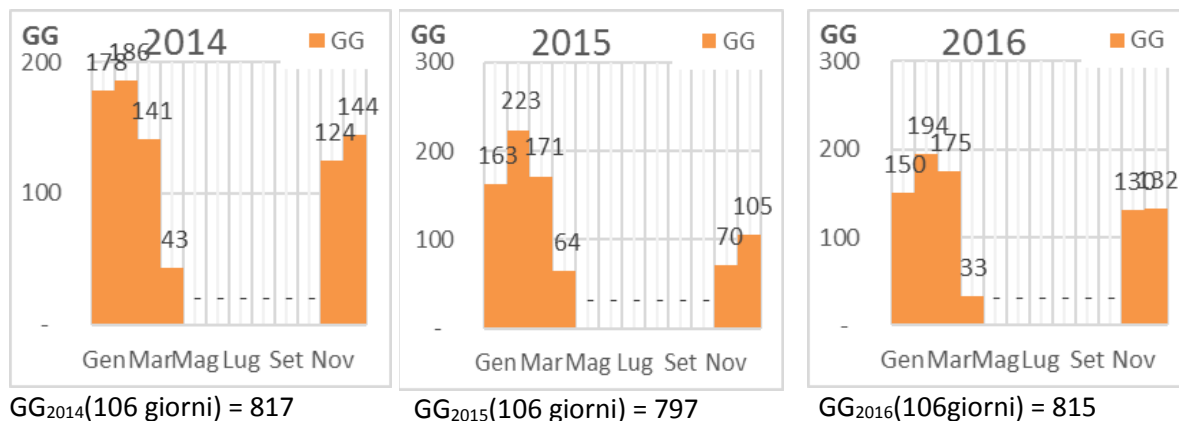


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 810 GG calcolati su 106 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

I GG così calcolati definiscono i GG_{real} ai fini del processo di normalizzazione di cui al capitolo 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 reali risulta essere fortemente influenzato dall'effettivo svolgimento delle lezioni e, di conseguenza, dalle festività.

4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

4.1.1 Involucro opaco

L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è sostanzialmente composto da una struttura in calcestruzzo armato con muratura di tamponamento in laterizio.

Le strutture opache orizzontali sono in laterocemento.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro



Figura 4.2 - Particolare della copertura



L'edificio presenta due piani seminterrati, inoltre la facciata esposta ad est risulta essere ombreggiata per gran parte della giornata. Ciò incide profondamente sul comportamento termico dell'edificio, andando a costituire zone fortemente influenzate dall'incidenza solare e significative differenze di fabbisogni termici tra i singoli ambienti.

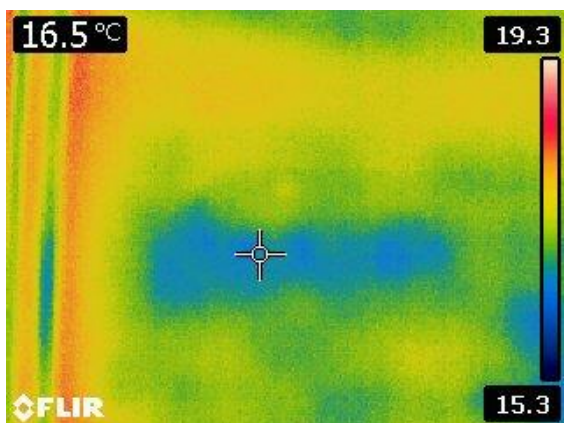
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR E50
- Analisi visiva

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Muratura di tamponamento a sacco con paramenti in laterizio
- Solai in laterocemento
- Copertura piana della palestra in laterocemento con guaina impermeabile

Figura 4.3 – Rilievo termografico della parete



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	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA	STATO DI CONSERVAZIONE
		[cm]		[W/m ² K]	
Copertura	S2	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Solaio	S3	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Solaio	S4	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Solaio	P2	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Pavimento	P4	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Pavimento	P5	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Muro	M6	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Muro	M7	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Muro	M8	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Muro	M9	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Muro	M10	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Muro	M11	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Muro	M12	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Muro	M13	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Muro	M15	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Muro	M16	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Muro	M17	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Muro	M18	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono
Muro	M19	Vedere Allegato E	Assente	Vedere Allegato E	Buono

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

4.1.2 Involucro trasparente

L’involucro trasparente che costituisce l’edificio è composto da serramenti con telaio in legno e vetri singoli.

Lo stato di conservazione degli stessi è scarso, pertanto si generano infiltrazioni d’aria all’interno degli ambienti, causando elevati dispersioni termiche e creando un notevole disagio per gli utenti presenti all’interno dell’edificio

Figura 4.4 - Particolare dei serramenti



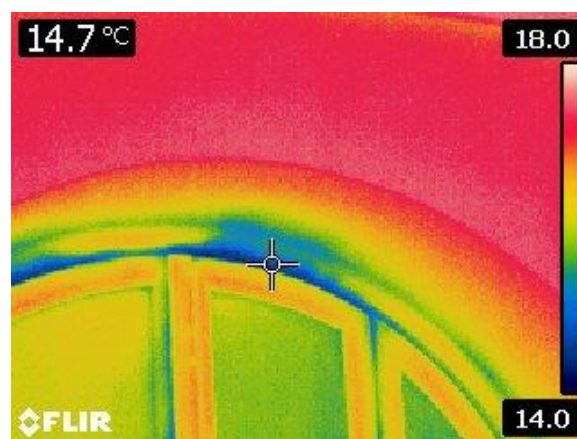
Ai fini di un’identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell’involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l’utilizzo di termo camera FLIR E50
- Analisi visiva
- Intervista agli occupanti l’edificio

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Serramenti con telaio in PVC e vetro singolo
- Serramenti con telaio in legno e vetro singolo
- Scarsa tenuta dei serramenti in legno

Figura 4.5 – Rilievo termografico dei serramenti



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



Tabella 4.2.

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento esterno	M20	Vedere Allegato E	Legno	Vetro singolo	Vedere Allegato E	Insufficiente
Serramento esterno	W7	Vedere Allegato E	Legno	Vetro singolo	Vedere Allegato E	Sufficiente
Serramento esterno	W8	Vedere Allegato E	Legno	Vetro singolo	Vedere Allegato E	Sufficiente
Serramento esterno	W9	Vedere Allegato E	Legno	Vetro singolo	Vedere Allegato E	Sufficiente
Serramento esterno	W10	Vedere Allegato E	Legno	Vetro singolo	Vedere Allegato E	Sufficiente
Serramento esterno	W11	Vedere Allegato E	Legno	Vetro singolo	Vedere Allegato E	Sufficiente
Serramento esterno	W12	Vedere Allegato E	Legno	Vetro singolo	Vedere Allegato E	Sufficiente
Serramento esterno	W13	Vedere Allegato E	Legno	Vetro singolo	Vedere Allegato E	Sufficiente
Serramento esterno	W14	Vedere Allegato E	Metallo	Vetro singolo	Vedere Allegato E	Sufficiente
Serramento esterno	W15	Vedere Allegato E	Legno	Vetro singolo	Vedere Allegato E	Sufficiente
Serramento esterno	W16	Vedere Allegato E	Legno	Vetro singolo	Vedere Allegato E	Sufficiente
Serramento esterno	W17	Vedere Allegato E	Legno	Vetro singolo	Vedere Allegato E	Sufficiente

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

4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

L’impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da radiatori a parete, con distribuzione a colonne montanti e generazione mediante caldaia tradizionale funzionante a gas naturale. La caldaia serve anche una seconda zona termica costituita dall’edificio con codice E1372, che ospita la mensa della Scuola media “Don Milani” e una scuola dell’infanzia.

4.2.1 Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito da radiatori in ghisa.

Figura 4.6 - Particolare dei terminali di emissione



Figura 4.7 – Rilievo termografico dei radiatori

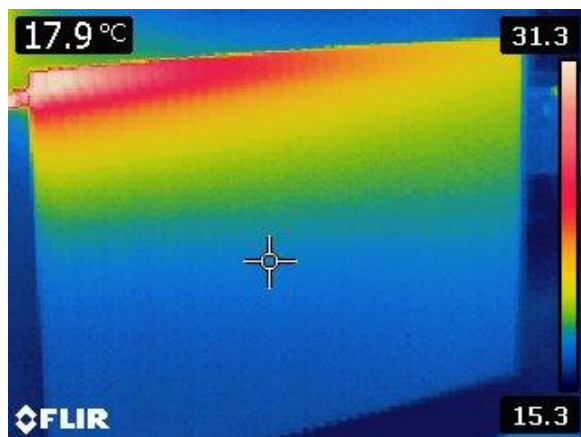


Figura 4.8 - Particolare dei radiatori



Dalle indagini termografiche è emerso che alcuni dei radiatori dei laboratori di musica risultano essere malfunzionanti.

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

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

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Scuole medie E1375	radiatori in ghisa	91,0%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

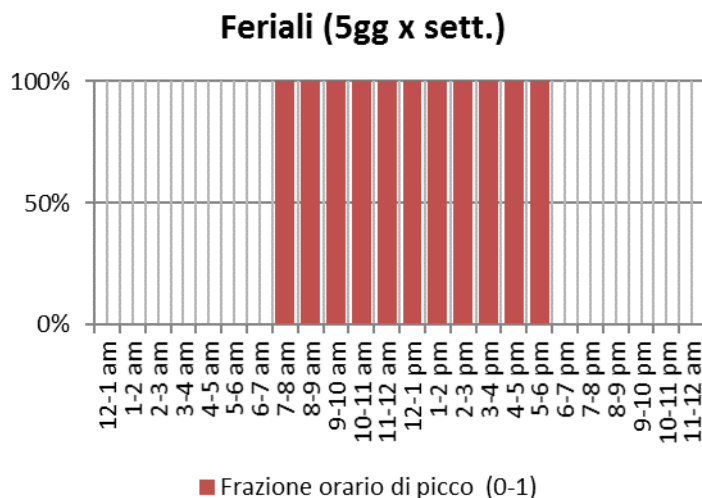
PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA MEDIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
-2	su parete esterna non isolata	13	2,17	28,28	-	-
-1	su parete esterna non isolata	24	2,33	56,01	-	-
0	su parete esterna non isolata	20	2,26	45,19	-	-
1	su parete esterna non isolata	21	2,34	49,08	-	-
2	su parete esterna non isolata	21	3,06	64,35	-	-
3	su parete esterna non isolata	3	0,68	9,72	-	-
TOTALE					-	-

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 una sonda climatica collegata alla valvola a tre vie del circuito della scuola. Non sono presenti sistemi di controllo di zona o ambiente.

Figura 4.9 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per la zona termica della scuola E1375



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
Scuole medie E1375	Climatica	68,2%

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 è costituito dai seguenti elementi:

1) Circuito primario di collegamento tra la caldaia ed i due collettori caldo e freddo (fluido termovettore acqua)

2) Circuito secondario di mandata ai radiatori

1) **Circuito primario:** è presente una pompa di circolazione con caratteristiche riportate nella Tabella 4.6.

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

NOME	SERVIZIO	PORTATA	PREVALENZA	POTENZA ASSORBITA ⁽⁴⁾
		m ³ /h	kPa	[kW]
Grundfos UMK 50 30	pompa di circolazione	n.d. ⁽³⁾	n.d. ⁽³⁾	0,235

Nota (3): Non è stato possibile rilevare il dato in sede di sopralluogo

Nota (4): Valore ricavato da dati di targa

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

Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁵⁾	TEMPERATURA CALCOLO ⁽⁶⁾
	°C		°C	°C
Caldaia	Mandata	Caldo	59	70
Caldaia	Ritorno	Caldo	41	60

Nota (5): Valori ricavati in sede di sopralluogo

Nota (6): Valori utilizzati nel modello di calcolo

2) **Circuito secondario:** è presente una pompa gemellare per la mandata al circuito di distribuzione. (un'altra pompa gemellare serve il circuito di distribuzione dell'edificio con codice E1372)

Le caratteristiche dei circolatori a servizio del circuito secondario sono riportate nella Tabella 4.8.

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito secondario

	NOME	SERVIZIO	PORTATA ⁽⁷⁾ m ³ /h	PREVALENZA ⁽⁸⁾ kPa	POTENZA ASSORBITA ⁽⁸⁾ kW
Scuole medie	Salmson ECX 2800-T3-N2	mandata acqua calda ai terminali	23,76	7,28	1,6

Nota (7): Valori ricavati dal modello energetico

Nota (8): Valori ricavati da dati di targa

Le temperature del fluido termovettore all'interno del circuito secondario sono riportate nella Tabella 4.9.

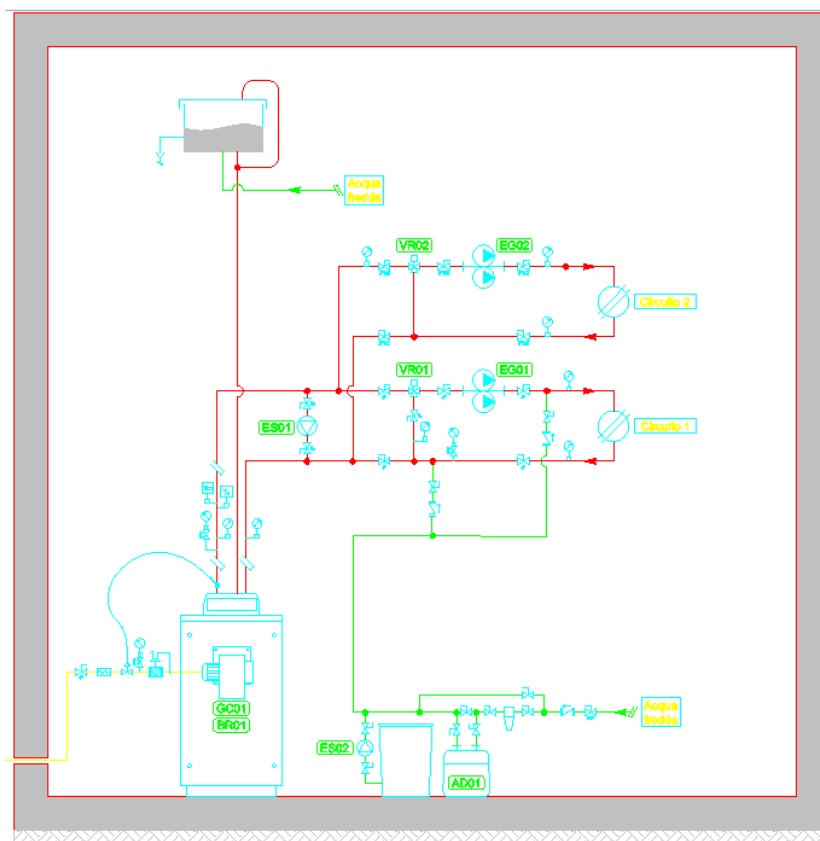
Tabella 4.9 – Temperature di mandata e ritorno del circuito secondario

	CIRCUITO		TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁹⁾ °C	TEMPERATURA CALCOLO ⁽¹⁰⁾ °C
Scuole medie	Mandata	Caldo	59	70
Scuole medie	Ritorno	Caldo	41	60

Nota (9): Valori ricavati in sede di sopralluogo

Nota (10): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Figura 4.10 - Particolare dello schema di impianto (Fonte: 125-S02-013-CENTRALE TERMICA.dwg)



E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione, in accordo con la normativa UNI/TS 11300-2 prospetto 15 è stato assunto nella DE pari al 93.7%.

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

4.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una caldaia tradizionale modello ICI Caldaie REX K100 F alimentata a gas metano ed installata nel 2009. La caldaia serve, oltre al circuito di distribuzione dell’edificio con codice E1375, sede delle scuole medie “Don Milani” e “C: Colombo”, anche il circuito di riscaldamento dell’edificio con codice E1372, sede della scuola materna “San Luigi”.

Figura 4.11 - Particolare della caldaia



Figura 4.12 - Particolare della caldaia



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella Tabella 4.10.

Tabella 4.10 - Riepilogo caratteristiche del sistema di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]	
Gen 1	Riscaldamento	ICI Caldaie	Rex k100F	2009	1069	1020	95,42%	1,6

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 95,6%. Tale valore, essendo dipendente dal carico e quindi dalle temperature esterne, risulta essere leggermente diverso da quello indicato nella scheda tecnica a potenza nominale. Si specifica inoltre che non è stato possibile fare confronti con il rendimento da prova fumi poiché non disponibile.

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

4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Il consumo di acqua calda sanitaria è relativamente ridotto data la destinazione d’uso dell’edificio. La produzione è eseguita tramite un bollitore elettrico ad accumulo installato localmente nei servizi igienici.

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



I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell’impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.11.

Tabella 4.11 – Rendimenti dell’impianto di produzione acqua calda sanitaria

SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE	SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE	SOTTOSISTEMA DI RICIRCOLO	SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO	SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE	RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE
100%	92,6%	-	-	75%	28,7%

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

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella Tabella 4.12.

Tabella 4.12 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Scuole medie	PC Uffici	15	0,2	3,0	1.624
Scuole medie	PC Aula inf.	13	0,2	2,6	1.218
Scuole medie	PC Aule	24	0,2	4,8	1.218
Scuole medie	TV	18	0,2	3,6	1.218
Scuole medie	Stampante	2	0,3	0,6	609
Scuole medie	Fotocopiatrice	4	0,7	2,8	812
Scuole medie	Proiettore	2	0,3	0,6	609
Scuole medie	Stereo	2	0,4	0,8	609
Scuole medie	Pianola	6	0,2	1,2	609
Scuole medie	LIM	1	0,3	0,3	1.218
Scuole medie	Frigo	1	0,8	1	8.760
Scuole medie	Distributore caffè	2	1,0	2	609

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

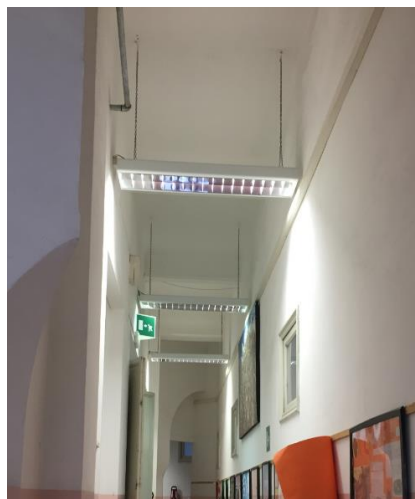
Scuole medie	Distributore bevande fredde	1	0,5	1	4.872
--------------	-----------------------------	---	-----	---	-------

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

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade a fluorescenza.

Figura 4.14 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati in un corridoio



L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella Tabella 4.13.

Tabella 4.13 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

Tipologia	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
2x36	lampada a fluorescenza	301	72	21672
1x36	lampada a fluorescenza	23	36	828
1x30	lampada a fluorescenza	5	30	150

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.

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

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

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di un contatore il quale è risultato a servizio del seguente utilizzo:

- Centrale termica per il riscaldamento degli ambienti delle Scuole medie “Don Milani” e “C.Colombo” (E1375) e degli ambienti della Scuola materna “San Luigi e della mensa della scuola “Don Milani (E1372)”.

Tra i dati forniti dalla committenza è presente un riferimento ad un secondo PDR (3270019222919), il quale, a seguito del sopralluogo, è risultato essere a servizio della mensa della scuola materna. I consumi associati a tale PDR, pertanto, non verranno trattati in questo report.

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

L’analisi dei consumi storici di Gas metano si basa sulla base de m³ di gas rilevati dalla società di distribuzione nel triennio di riferimento.

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

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

PDR	Utilizzo	2014 [Sm ³]	2015 [Sm ³]	2016 [Sm ³]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
3270049334602	Riscaldamento	24.860	20.398	26.602	234.182	192.146	250.591

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

Dall’analisi effettuata è emerso che il prelievo termico del triennio è caratterizzato da un valore minimo pari a 20.398 Sm³ nel 2015, e un valore di massimo prelievo pari a 26.602 Sm³ nel 2016. Confrontando l’andamento ei consumi con i GG_{real} del triennio di riferimento si può notare che l’andamento dei dati di consumo segue quello dei GG_{real}.

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.

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

\bar{Q}_{ACS} = Consumo termico reale per ACS dell’edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per l’ACS nel triennio di riferimento. Tale contributo non è stato valutato in quanto l’acqua calda sanitaria è prodotta tramite boiler elettrici.

\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 non presente.

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 5.3 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG _{REAL} SU 106 GIORNI	GG _{RIF} SU 106 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 898 GG [kWh]
2014	817	898	24.860	234.248	286,6	257.385
2015	797	898	20.398	192.204	241,2	216.642
2016	815	898	26.602	250.663	307,5	276.168
Media	810	898	23.953	225.705	278,7	250.325

Come si può notare dai dati, l’andamento dei consumi è stato fortemente influenzato dalle temperature esterne medie mensili rilevate nel triennio di riferimento.

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

Si sono pertanto definiti per il calcolo della Baseline i parametri riportati nella Tabella 5.4:

Tabella 5.4 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[Kwh]
\bar{Q}_{ACS}	-
\bar{Q}_{ALTRO}	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	250.252
$Q_{baseline}$	250.252

5.1.2 Energia elettrica

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

- Scuola media “Don Milani”;
- Scuola media “C.Colombo”;
- Centrale Termica.

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 5.5 con indicazione dei POD di riferimento.

Tabella 5.5 – Elenco POD e relativi consumi annuali per il triennio di riferimento

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E00097869	Scuola elementare 1	39.816	42.768	42.193	41.592
					EEbaseline 41.592

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-EXXXX ed è emerso uno scostamento del valore medio dei consumi del triennio di circa il 7%.

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

Si è pertanto definito un consumo $EE_{baseline}$ pari a 41.592 kWh.

Tabella 5.6 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento

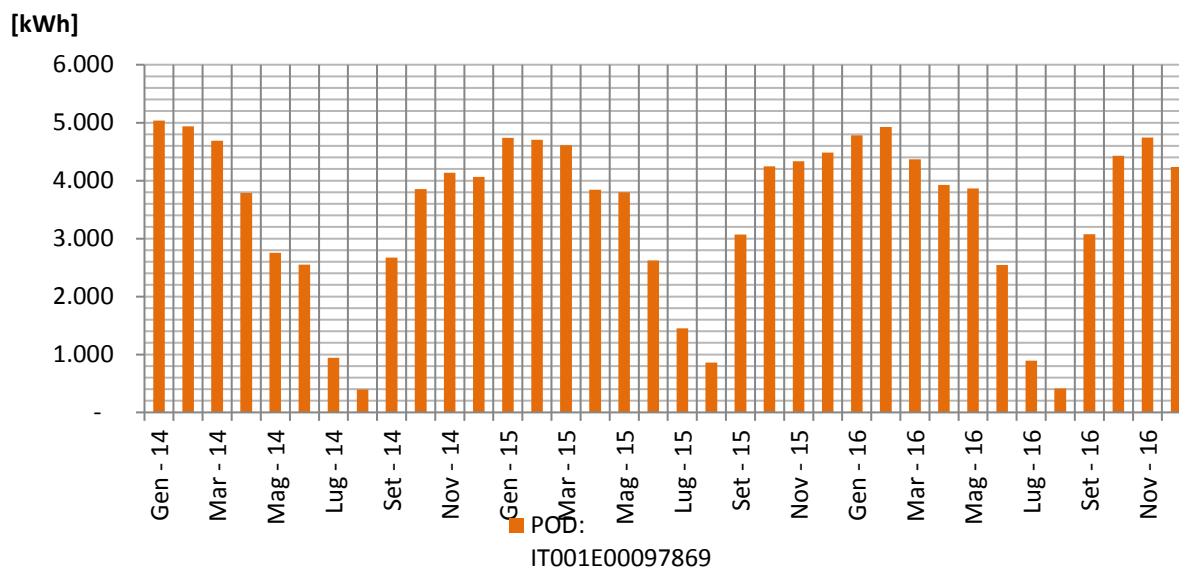
POD IT001E00097869	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	3.641	530	867	5.038
Feb - 14	3.622	552	760	4.934
Mar - 14	3.131	639	920	4.690
Apr - 14	2.422	496	870	3.788
Mag - 14	1.374	520	859	2.753
Giu - 14	1.546	364	638	2.548

**E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”**

Lug - 14	423	183	338	944
Ago - 14	164	76	156	396
Set - 14	1.707	381	582	2.670
Ott - 14	2.717	479	660	3.856
Nov - 14	2.869	497	772	4.138
Dic - 14	2.788	480	793	4.061
Totale	26.404	5.197	8.215	39.816
POD: IT001E00097869	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	3.286	570	879	4.735
Feb - 15	3.382	561	760	4.703
Mar - 15	3.151	581	881	4.613
Apr - 15	2.468	483	892	3.843
Mag - 15	2.280	571	950	3.801
Giu - 15	1.370	394	856	2.620
Lug - 15	601	304	547	1.452
Ago - 15	285	196	381	862
Set - 15	1.890	474	707	3.071
Ott - 15	2.910	568	770	4.248
Nov - 15	2.948	547	842	4.337
Dic - 15	3.047	566	870	4.483
Totale	27.618	5.815	9.335	42.768
POD: IT001E00097869	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	3.282	577	923	4.782
Feb - 16	3.531	597	798	4.926
Mar - 16	2.914	572	883	4.369
Apr - 16	2.479	595	852	3.926
Mag - 16	2.593	519	752	3.864
Giu - 16	1.428	420	697	2.545
Lug - 16	327	202	366	895
Ago - 16	119	96	196	411
Set - 16	1.846	487	740	3.073
Ott - 16	2.974	590	862	4.426
Nov - 16	3.285	566	892	4.743
Dic - 16	2.561	638	1.034	4.233
Totale	27.339	5.859	8.995	42.193

Si riporta nella Figura 5.1 il profilo elettrico reale relativo all'utenza elettrica per il triennio di riferimento.

Figura 5.1 – 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.

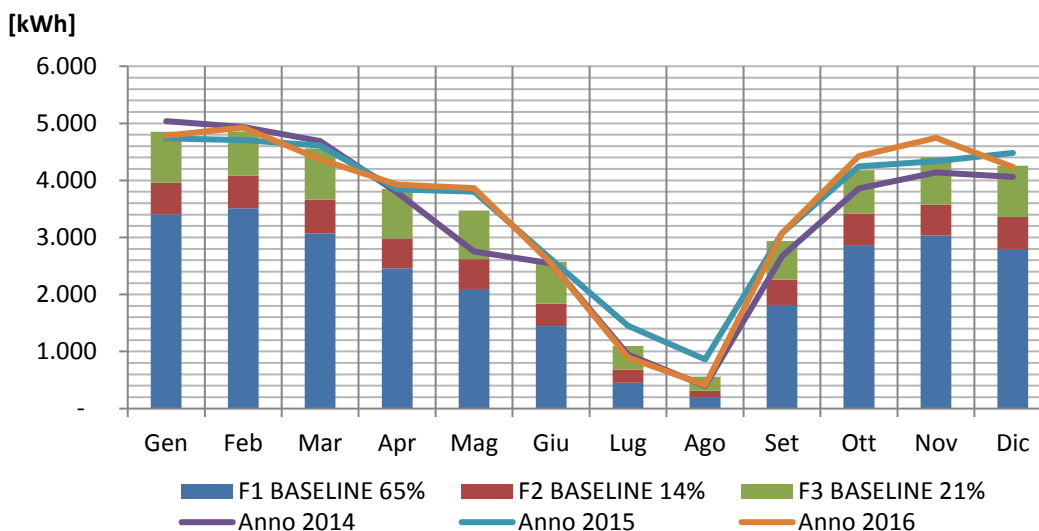
Tali valori sono riportati nella Tabella 5.7.

Tabella 5.7 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	3.403	559	890	4.852
Febbraio	3.512	570	773	4.854
Marzo	3.065	597	895	4.557
Aprile	2.456	525	871	3.852
Maggio	2.082	537	854	3.473
Giugno	1.448	393	730	2.571
Luglio	450	230	417	1.097
Agosto	189	123	244	556
Settembre	1.814	447	676	2.938
Ottobre	2.867	546	764	4.177
Novembre	3.034	537	835	4.406
Dicembre	2.799	561	899	4.259
Totale	27.120	5.624	8.848	41.592

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

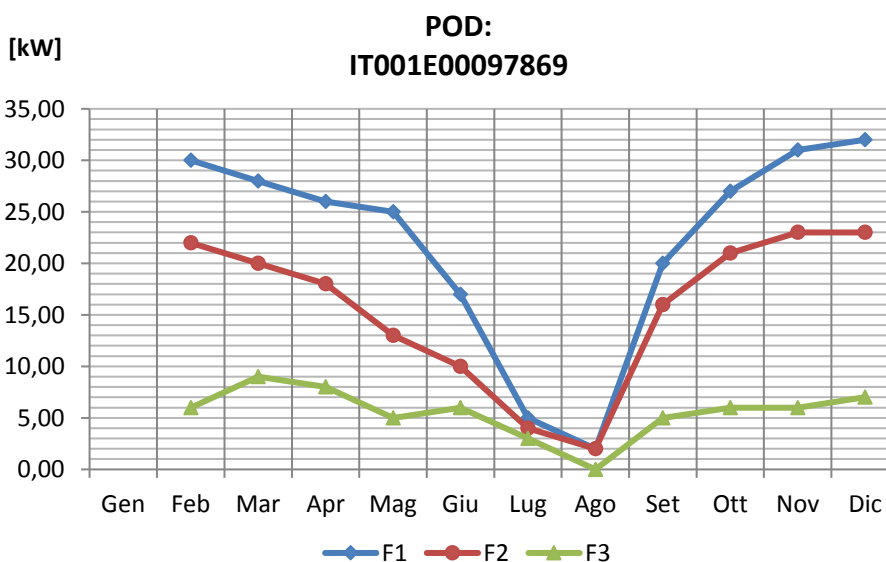
Figura 5.2 – Confronto tra i profili mensili elettrici reali e i valori di Baseline per il triennio di riferimento



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti in accordo con l'occupazione della struttura. Sono presenti consumi anche nei mesi estivi, probabilmente dovuti alla presenza dei collaboratori scolastici e ad utenze elettriche come frigoriferi e distributori di bevande.

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

Figura 5.3 – Profili di potenza massimi mensili per il POD IT001E00097869



Il prelievo di potenza massima è pari a 32 kW e si verifica nel mese di Dicembre. Tale potenza richiesta risulta coerente con la potenza massima erogata dal contatore installato.

Tali profili risultano coerenti con l'effettivo utilizzo dell'edificio e delle utenze elettriche presenti.

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 CO₂ utilizzati sono riportati nella Tabella 5.8 - Fattori di emissione di CO₂.

Tabella 5.8 - Fattori di emissione di CO₂.

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

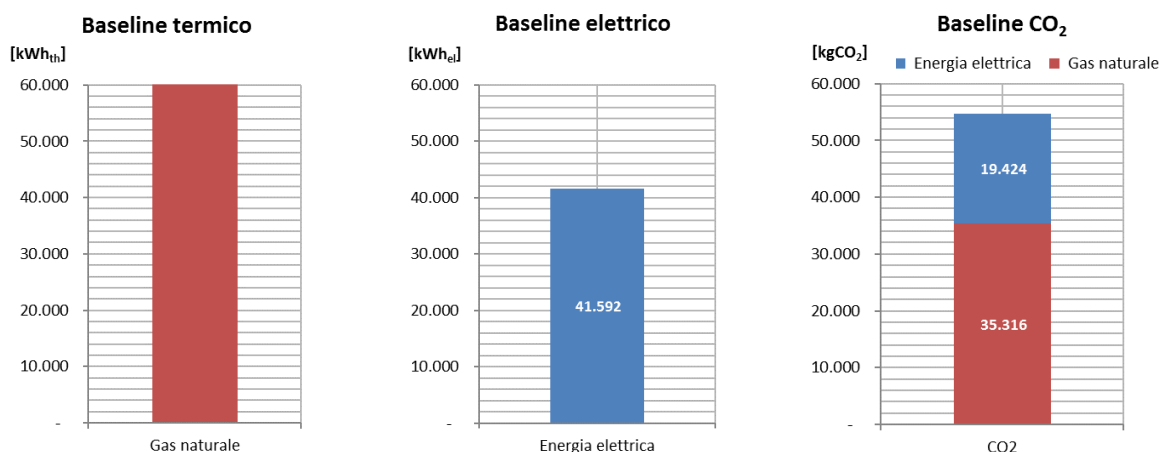
* da “Linee Guida Patto dei Sindaci” per anno 2010

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO₂, come riportato nella Tabella 5.9 – Baseline delle emissioni di CO₂. Tabella 5.9 e nella Figura 5.4

Tabella 5.9 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[tCO ₂]
Energia elettrica	174.834	* 0,467	35.316
Gas naturale	41.592	* 0,202	19.424

Figura 5.4 – Rappresentazione grafica della Baseline dei consumi e delle emissioni di CO₂.



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 5.10 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

COMBUSTIBILE	F _{P,nren}	F _{P,ren}	F _{P,tot}
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 5.11.

Tabella 5.11 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	2.949	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	3.157	m ²
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	18.096	m ³

Nella Tabella 5.12 e

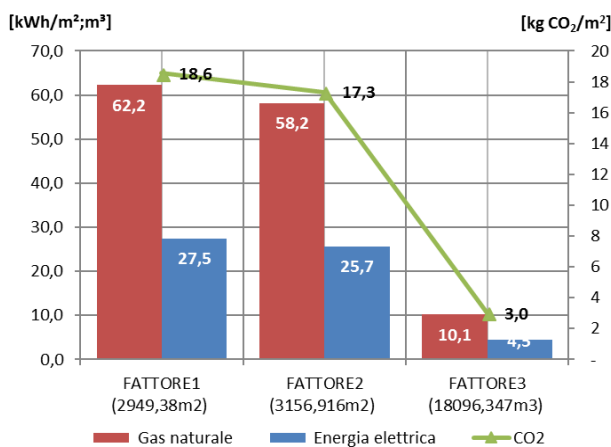
Tabella 5.13 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell’Allegato J – Schede di audit.

Tabella 5.12 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all’energia primaria totale

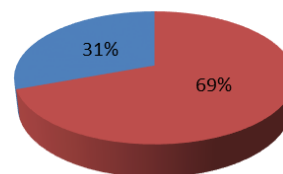
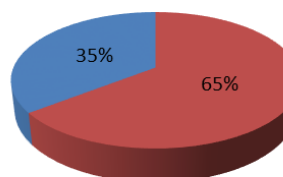
VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	174.834	1,05	183.576	62,2	58,2	10,1	11,97	11,19	1,95
Energia elettrica	41.592	2,42	100.653	34,1	31,9	5,6	6,59	6,15	1,07
TOTALE			284.229	96	90	16	19	17	3

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	174.834	1,05	183.576	62,2	58,2	10,1	11,97	11,19	1,95
Energia elettrica	41.592	1,95	81.105	27,5	25,7	4,5	6,59	6,15	1,07
TOTALE			264.681	90	84	15	19	17	3

Figura 5.5 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO₂ valutati in funzione della superficie utile riscaldata

 Figura 5.6 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO₂

Ripartizione % energia primaria


 Ripartizione % emissioni CO₂


■ Gas naturale ■ Energia elettrica

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

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

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

La formula definita è sotto riportata:

$$IEN_R = \frac{\text{Consumo_annuo_riscaldamento} \times F_e \times F_h \times 1000}{GG \times V_{risc}}$$

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

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

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

$$IEN_E = \frac{\text{Consumo_energia_elettrica} \times F_h}{A_p}$$

Tabella 5.14 – Indicatori di performance energetici

COMBUSTIBILE	IEN _R			IEN _E		
	Wh/(m ³ GG anno)			Wh/(m ³ anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	6,1	5,0	6,6			
Energia elettrica				6.034	6.482	6.395



E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

È stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo una buona classe di merito sia per quanto riguarda il riscaldamento sia per il consumo di energia elettrica.

Nell'Allegato M è possibile trovare un riepilogo degli indici sopra calcolati di tutti gli edifici del Lotto 8.

6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl,nren}$	kWh/mq anno	147,50	142,26
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	122,16	121,8
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	1,02	0,82
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	22,72	18,31
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	Kg/mq anno	28,39	

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	
	[kWh/anno]	[kWh/anno]	
Gas Naturale	338.487	338.487	355.411
Energia Elettrica	32.901	32.901	64.157

Il modello di calcolo utilizzato deve essere validato attraverso il confronto dei fabbisogni 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;

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

- Nel caso di consumo elettrico, $E_{teorico}$ è assunto pari al fabbisogno complessivo di energia elettrica prelevata dalla rete (EE_{in}) valutata come sommatoria dei contributi riportati nella Tabella 6.3;
- $E_{baseline}$ è il consumo energetico reale di baseline dell’edificio assunto rispettivamente pari al $Q_{baseline}$ e a $EE_{baseline}$

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

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

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

Nota (*) Tale contributo non è definito all’interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall’Auditor sulla base dei dati di targa

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 ricorda che, essendo la centrale termica a servizio di due edifici (E1372 e E1375), e non essendoci un sistema di contabilizzazione del calore, si è ritenuto opportuno validare il modello termico sui consumi totali e considerando l’interno sistema di distribuzione del calore. Si sono poi ripartiti i consumi totali sui singoli edifici come da modello.

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell’edificio adattando tutti i parametri sulla base delle informazioni raccolte durante il 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 non rinnovabile	$EP_{gl, nren}$	kWh/mq anno	99,95	93,12
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	66,1	65,8
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	1,02	0,82
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	15,96	12,86
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	Kg/mq anno	19,25	

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

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
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	181.982	191.082
Energia Elettrica	42.858	83.572

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]	[%]
181.982,40	174834,01	3,93%

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]	[%]
42.857,59	41.592,33	2,95%

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

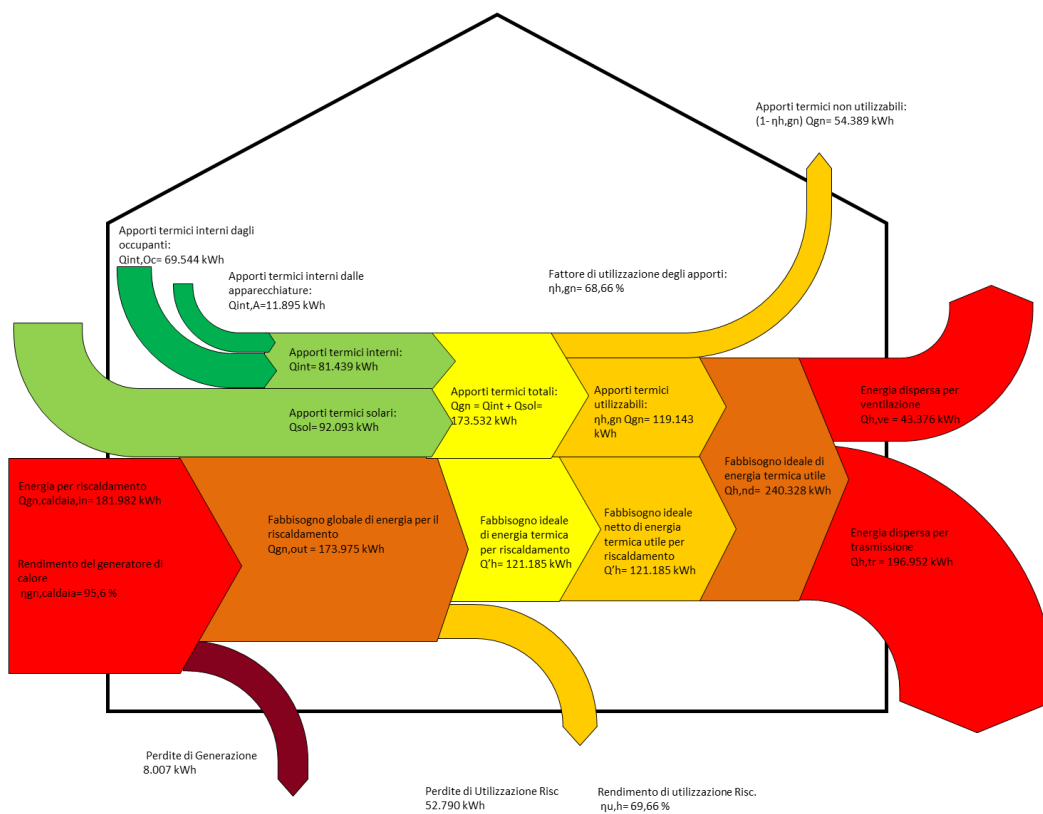
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

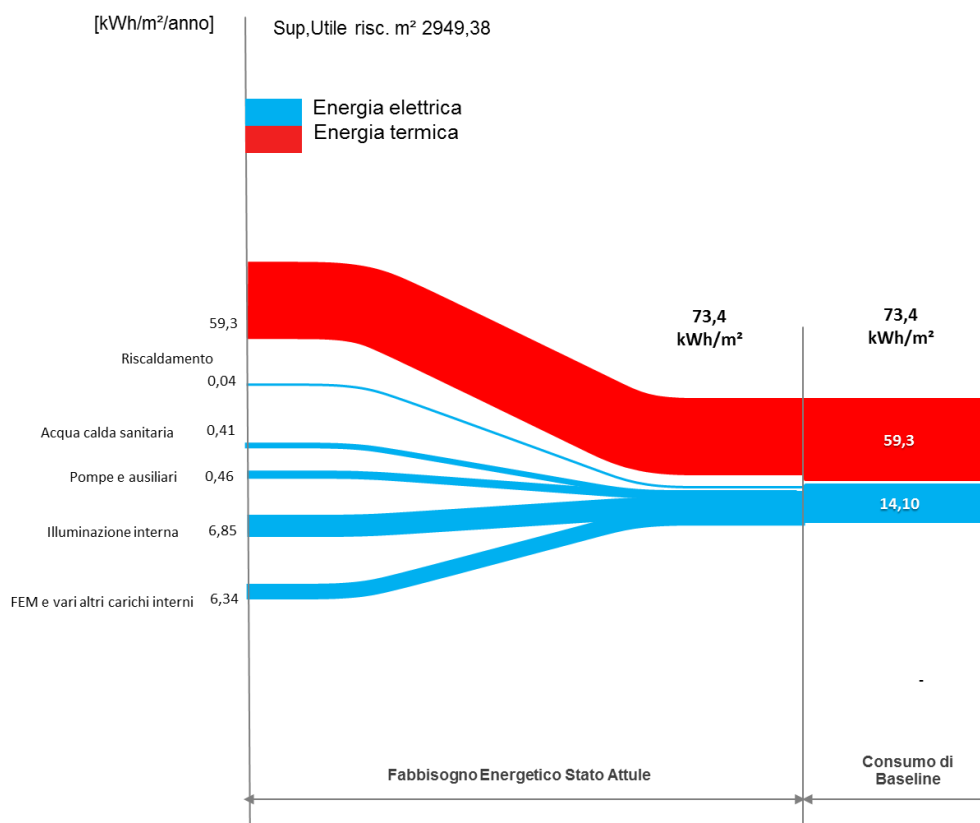
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio allo stato attuale



Dal diagramma si evince che il fabbisogno ideale di energia termica utile è dovuto principalmente alla dispersione per trasmissione.

È 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/(m² anno), sulla base delle superfici utili delle zone riscaldate.

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

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

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

Dall’analisi del diagramma di Sankey relativo al bilancio energetico complessivo dell’edificio è possibile notare che il consumo specifico maggiore è quello dovuto al riscaldamento dei locali, mentre, relativamente all’energia elettrica, il consumo specifico maggiore è dovuto all’illuminazione.

6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici di Baseline in funzione dei diversi utilizzi presenti all’interno dell’edificio oggetto della DE.

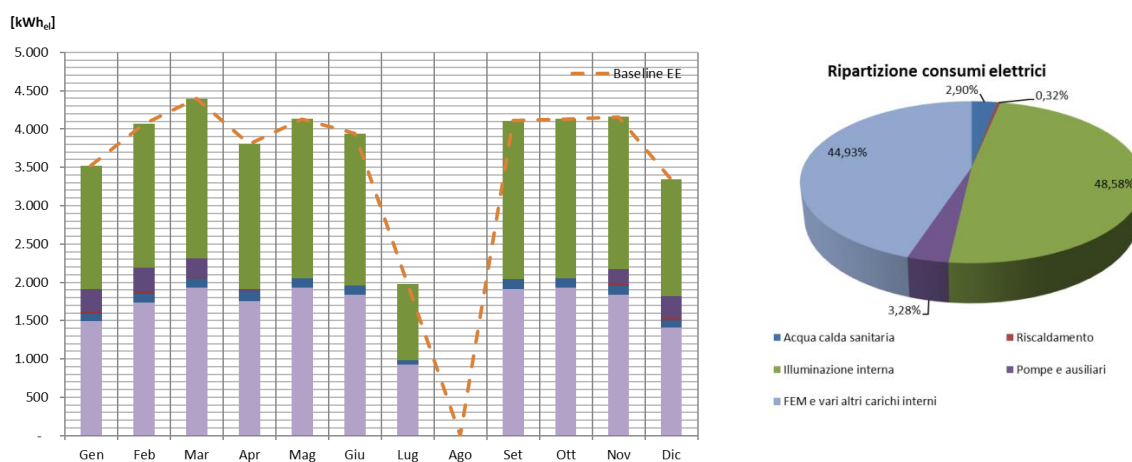
I consumi energetici termici di Baseline dell’edificio oggetto della DE sono interamente dovuti al riscaldamento degli ambienti; per l’analisi dei fabbisogni di energia elettrica, invece, la ripartizione tra i vari utilizzi è stata effettuata in funzione degli esiti della modellazione.

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

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.3.

Figura 6.3 – Andamento mensile dei consumi elettrici ricavati dalla modellazione energetica, ripartiti tra i vari utilizzi



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi all'illuminazione interna, pertanto tra gli interventi migliorativi proposti, si valuterà anche l'ipotesi di sostituzione delle lampade esistenti con lampade a LED.

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

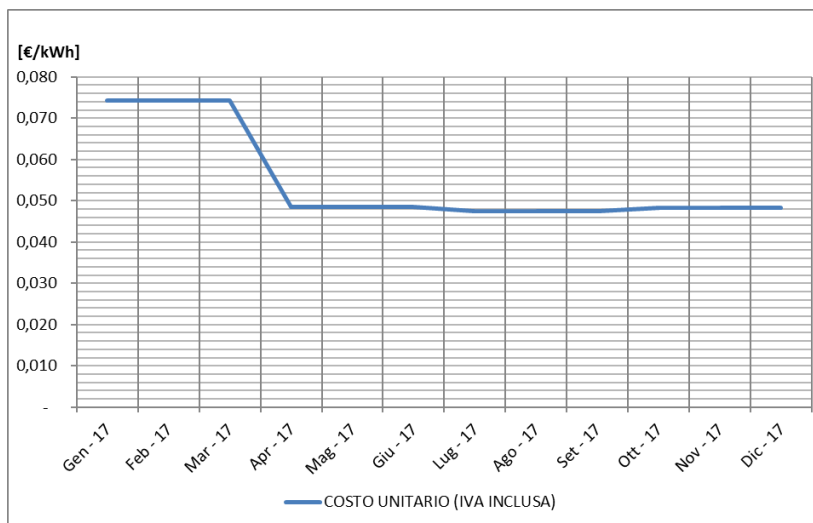
7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico (PDR 3270049334602) avviene tramite un contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Non è stato quindi possibile effettuare un’analisi dei costi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA.

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

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

Figura 7.1 – Andamento del costo unitario del vettore termico per il 2017



7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite contratto di fornitura del vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. È stato quindi possibile effettuare un’analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

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

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

POD: IT001E00097869	Gennaio 2014-Marzo 2015	Aprile 2015-Marzo 2016	Aprile 2016-Dicembre 2016
---------------------	-------------------------	------------------------	---------------------------



E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova, Via di Francia 1 16124 Genova	Comune di Genova- Direzione Patrimonio, Via di Francia 1 16124 Genova	Comune di Genova, Via di Garibaldi 9 16124 Genova Codice ufficio WOQ6PS
Società di fornitura	Edison	GALA	Iren
Inizio periodo fornitura	01/10/2013	01/04/2015	01/04/2016.
Fine periodo fornitura	31/03/2015	31/03/2016	n.d.
Potenza elettrica impegnata	44 kW	44 kW	44 kW
Potenza elettrica disponibile	44 kW	44 kW	27 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	Utenza altri usi	Altri usi
Opzione tariffaria ⁽⁹⁾	-	BTA6	-
Prezzi della fornitura dell'energia elettrica ⁽¹⁰⁾	0,078810 €/kWh ⁽¹¹⁾	0,039430 €/ kWh ⁽¹²⁾	0,032470€/ kWh ⁽¹²⁾

Nota (9) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

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.

Nota (11) Corrispettivo unitario relativo alla fascia F1 del mese di Gennaio

Nota (12) Corrispettivo unitario relativo alla fascia F1 del mese di Aprile

Nella Tabella 7.2 si riporta l'andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti.

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

POD: IT001E00097869	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 14	430	14	505	63	101	1.113	5.038	0,221
Feb - 14	387	14	509	62	97	1.069	4.934	0,217
Mar - 14	363	13	482	59	92	1.009	4.690	0,215
Apr - 14	290	12	427	47	78	854	3.788	0,226
Mag - 14	286	12	432	47	78	855	2.753	0,310
Giu - 14	192	8	295	32	53	581	2.548	0,228
Lug - 14	-	-	-	-	-	-	944	-
Ago - 14	29	2	65	5	10	111	396	0,279
Set - 14	203	8	305	33	55	604	2.670	0,226
Ott - 14	296	12	434	48	79	869	3.856	0,225
Nov - 14	312	13	470	52	85	932	4.138	0,225
Dic - 14	299	13	460	51	82	905	4.061	0,223
Totale	3.087	122	4.385	498	809	8.902	39.816	0,224

POD: IT001E00097869	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]

**E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”**

Gen - 15	337	13	500	59	91	1.001	4.735	0,211
Feb - 15	322	13	498	59	89	981	4.703	0,209
Mar - 15	300	13	479	58	85	935	4.613	0,203
Apr - 15	179	11	415	48	65	719	3.843	0,187
Mag - 15	169	11	409	48	64	700	3.801	0,184
Giu - 15	116	8	287	33	44	488	2.620	0,186
Lug - 15	62	4	160	18	24	269	1.452	0,185
Ago - 15	36	3	103	11	15	168	862	0,195
Set - 15	113	9	341	38	50	553	3.071	0,180
Ott - 15	150	12	457	58	68	745	4.248	0,175
Nov - 15	155	13	475	54	70	767	4.337	0,177
Dic - 15	155	13	488	56	71	784	4.483	0,175
Totale	2.096	123	4.612	539	737	8.108	42.768	0,190

POD: IT001E00097869	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	278	14	497	60	85	934	4.782	0,195
Feb - 16	218	14	510	62	80	885	4.926	0,180
Mar - 16	177	14	450	55	70	766	4.369	0,175
Apr - 16	143	14	421	49	63	691	3.926	0,176
Mag - 16	155	14	418	48	64	699	3.864	0,181
Giu - 16	108	14	279	32	43	477	2.545	0,187
Lug - 16	43	14	98	11	17	184	895	0,205
Ago - 16	17	14	26	5	6	69	411	0,169
Set - 16	155	14	361	38	57	626	3.073	0,204
Ott - 16	284	14	485	55	84	923	4.426	0,208
Nov - 16	344	14	517	59	93	1.028	4.743	0,217
Dic - 16	288	14	468	53	82	905	4.233	0,214
Totale	2.211	172	4.530	527	744	8.185	42.193	0,194

Nel grafico in Figura 7.2 è riportato l'andamento del costo unitario del vettore elettrico nel triennio di riferimento e per le mensilità dell'anno 2017 per cui è stato possibile ricavare i costi unitari forniti dall'AEEGSI.

Figura 7.2 – Andamento del costo unitario del vettore elettrico per il triennio di riferimento e per il 2017

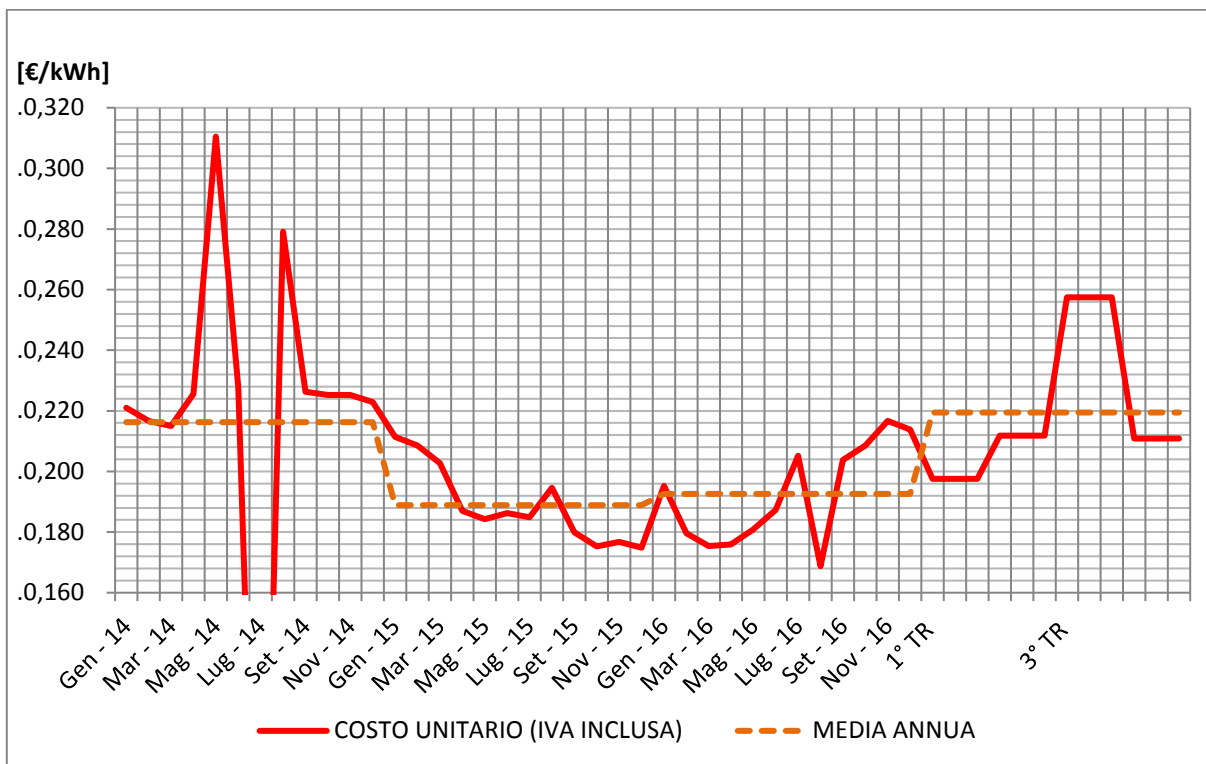
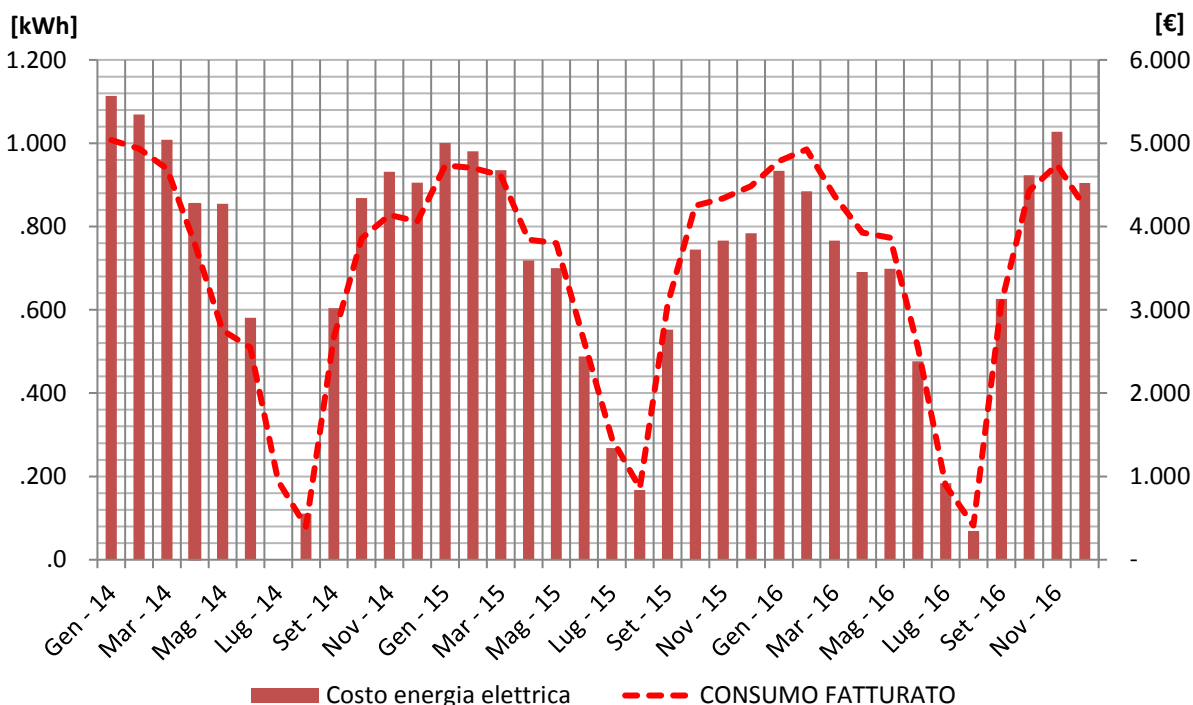


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia elettrica



Dall’analisi effettuata risulta evidente che l’andamento dei costi segue l’andamento dell’occupazione dei locali durante l’anno.

Si evidenzia che tra i dati forniti dalla Committenza non sono presenti i dati di fatturazione del mese di Luglio 2014.

7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL’ANALISI

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

Nella Tabella 7.3 sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati.

Tabella 7.3 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO		
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]
2014	234.182	n.d.	n.d.	39.816	8902	0,224
2015	192.182	n.d.	n.d.	42.768	8108	0,190
2016	192.591	n.d.	n.d.	42.193	8185	0,194
2017	n.d.	n.d.	0,064	n.d.	n.d.	0,214

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.4.

Tabella 7.4 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell’energia termica	Valore relativo all’ultimo anno a disposizione	C _{UQ}	0,064 [€/kWh]
Costo unitario dell’energia elettrica	Valore relativo all’ultimo anno a disposizione	C _{UEE}	0,214 [€/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 al seguente impianto:

- L1-042-125: 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 31.007,23 €.

Nel caso di impianti su cui è attivo il Servizio A all’interno del vigente contratto SIE3, i costi di 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:

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

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

Si precisa che, essendo la centrale termica a servizio dei due edifici E1372 e E1375, si è ripartito il canone annuale considerando per l’edificio oggetto della presente DE una percentuale del 69,86% (pari alla percentuale di consumi dovuti al riscaldamento dell’edificio E1375 sul totale).

7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

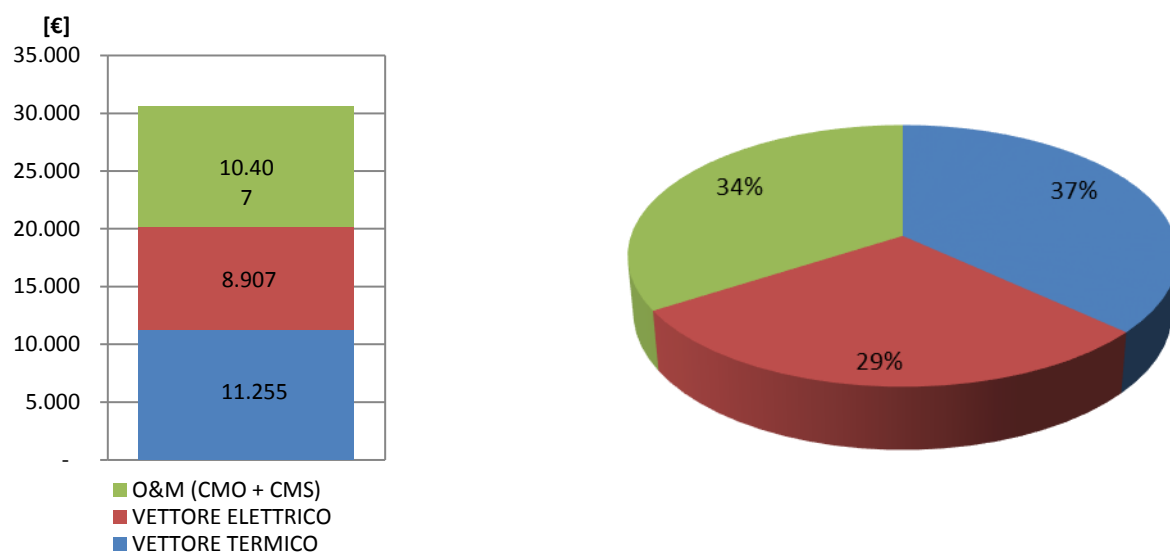
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un $C_{baseline}$ pari a € 30.569.

Tabella 7.5 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO				O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)		TOTALE
$Q_{baseline}$	C_{uQ}	C_Q	$EE_{baseline}$	C_{uEE}	C_{EE}	C_M	C_{MO}	C_{MS}	$C_Q + C_{EE} + C_M$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
174.834	0,064	11.255	41.592	0,214	8.907	10.407	8.221	2.185	30.569

Figura 7.4 – Baseline dei costi e loro ripartizione



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

EEM1: Isolamento della copertura

Generalità

La misura prevede l'isolamento con pannelli isolanti della copertura piana del terzo piano.

Caratteristiche funzionali e tecniche

Si è scelto di applicare pannelli in XPS con conducibilità pari a 0,038 W/m K.

Gli spessori utilizzati permettono di raggiungere una trasmittanza tale da poter accedere agli incentivi del Conto termico.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

Prestazioni raggiungibili

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

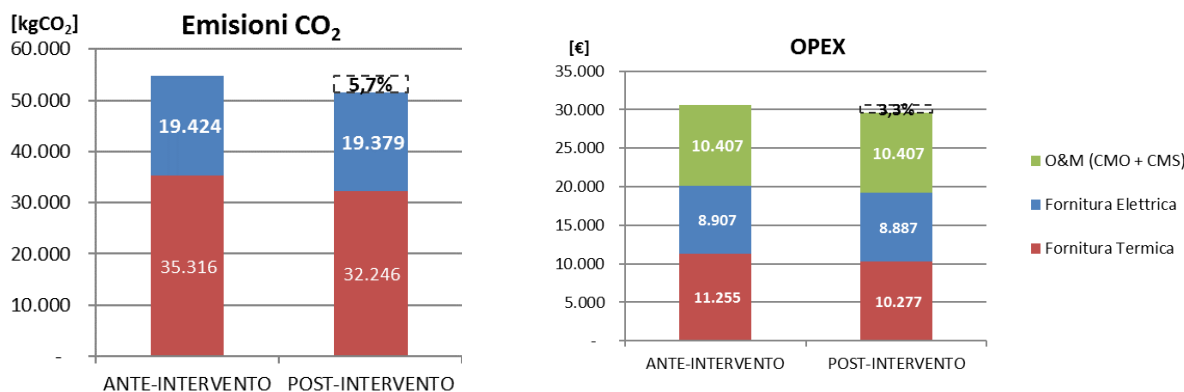
Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Isolamento della copertura

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza	[W/m ² K]	Vedere Allegato E	< 0,22	
Q _{teorico}	[kWh]	181.982	166.163	8,7%
EE _{teorico}	[kWh]	42.857	42.759	0,2%
Q _{baseline}	[kWh]	174.834	159.636	8,7%
EE _{Baseline}	[kWh]	41.592	41.497	0,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	35.316	32.246	8,7%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	19.424	19.379	0,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	54.740	51.625	5,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	11.255	10.277	8,7%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	8.907	8.887	0,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	20.162	19.163	5,0%
C _{MO}	[€]	8.221	8.221	0,0%
C _{MS}	[€]	2.185	2.185	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.407	10.407	0,0%
OPEX	[€]	30.569	29.570	3,3%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (x) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO2 sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 tCO₂/MWh per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 8.1 – EEM1: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



EEM2: Isolamento dall'esterno delle pareti perimetrali

Generalità

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

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

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

Caratteristiche funzionali e tecniche

I pannelli isolanti hanno una superficie massima di 1m². Nel caso studio si sono scelti di installare spessori di isolante di Silicato di Calcio con conducibilità pari a 0,045 W/m K e tali da ottenere una trasmittanza di parte di 0,26 W/mq K.

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

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

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

Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

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

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

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

Infine si procede stendendo lo strato di finitura.

Prestazioni raggiungibili

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

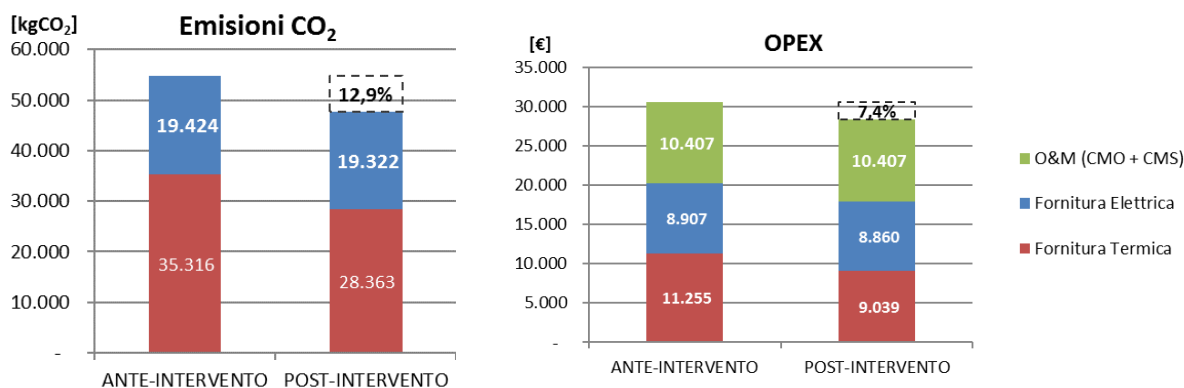
Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Isolamento dall’esterno delle pareti perimetrali

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza	[W/m ² K]	Vedere Allegato E	< 0,26	
Q _{teorico}	[kWh]	181.982	146.153	19,7%
EE _{teorico}	[kWh]	42.857	42.632	0,5%
Q _{baseline}	[kWh]	174.834	140.412	19,7%
EE _{Baseline}	[kWh]	41.592	41.374	0,5%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	35.316	28.363	19,7%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	19.424	19.322	0,5%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	54.740	47.685	12,9%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	11.255	9.039	19,7%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	8.907	8.860	0,5%
Fornitura Energia, C_E	[€]	20.162	17.899	11,2%
C _{MO}	[€]	-	-	
C _{MS}	[€]	-	-	
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	-	-	
OPEX	[€]	20.162	17.899	11,2%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (x) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO2 sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 tCO₂/MWh per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 8.2 – EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



EEM3: Sostituzione dei serramenti

Generalità

Nella fase di intervista al personale si è evidenziata una condizione di discomfort nelle zone vicine ai più vecchi serramenti in legno. Si propone dunque di seguito lo smontaggio e successiva sostituzione completa di telaio e vetro di tali serramenti.

Caratteristiche funzionali e tecniche

I vetri e i telai scelti permettono di raggiungere una trasmittanza tale da poter accedere agli incentivi del Conto termico nel caso di installazione congiunta con valvole termostatiche.

Descrizione dei lavori

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

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.3, Tabella 8.2 e nella Figura 8.3

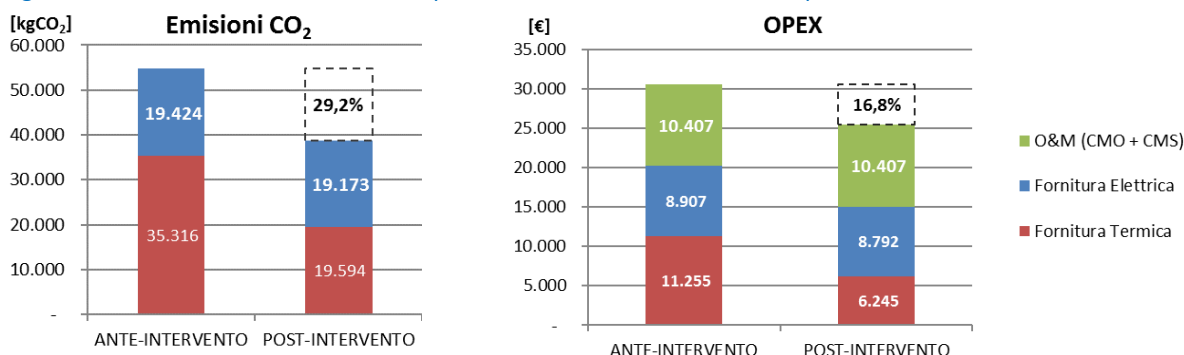
Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Sostituzione dei serramenti

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza	[W/m ² K]	Vedere Allegato E	1,67	
Q _{teorico}	[kWh]	181.982	100.968	44,5%
EE _{teorico}	[kWh]	42.857	42.304	1,3%
Q _{baseline}	[kWh]	174.834	97.002	44,5%
EE _{Baseline}	[kWh]	41.592	41.056	1,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	35.316	19.594	44,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	19.424	19.173	1,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	54.740	38.767	29,2%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	11.255	6.245	44,5%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	8.907	8.792	1,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	20.162	15.037	25,4%
C _{MO}	[€]	8.221	8.221	0,0%
C _{MS}	[€]	2.185	2.185	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.407	10.407	0,0%
OPEX	[€]	30.569	25.443	16,8%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classe

Nota (x) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO2 sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 tCO₂/MWh per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 8.3 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



8.1.2 Impianto riscaldamento

EEM4: Installazione delle valvole termostatiche

Generalità

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

Questo intervento permette di ottenere un risparmio energetico legato all'effettiva richiesta di carico termico differenziabile per ciascun ambiente di ogni zona climatizzata.

Al fine di un corretto funzionamento è prevista l'installazione di una pompa modulante in sostituzione a quella esistente.

Caratteristiche funzionali e tecniche

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

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

Prestazioni raggiungibili

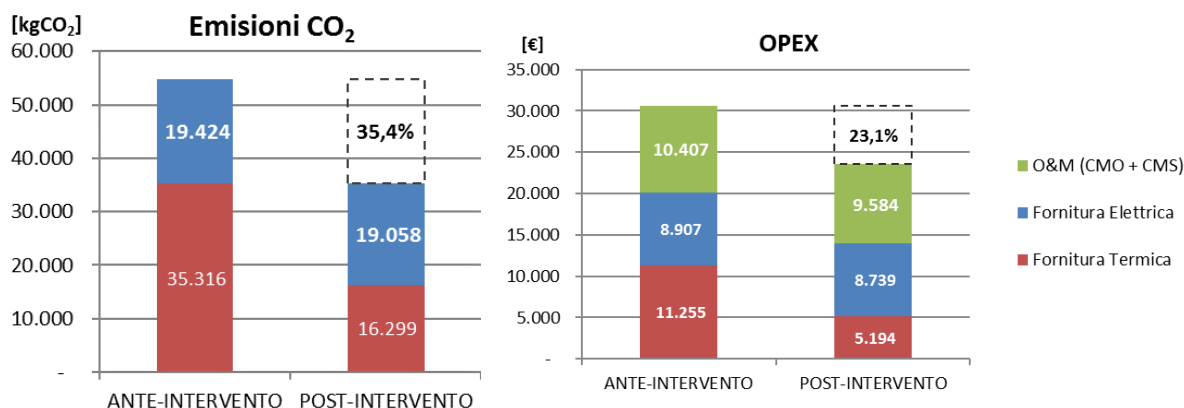
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati Tabella 8.4 e nella Figura 8.4.

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Installazione valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	181.982	83.985	53,9%
$EE_{teorico}$	[kWh]	42.857	42.050	1,9%
$Q_{baseline}$	[kWh]	174.834	80.686	53,9%
$EE_{baseline}$	[kWh]	41.592	40.809	1,9%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	35.316	16.299	53,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	19.424	19.058	1,9%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	54.740	35.356	35,4%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	11.255	5.194	53,9%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	8.907	8.739	1,9%
Fornitura Energia, C_E	[€]	20.162	13.934	30,9%
C_{MO}	[€]	8.221	7.399	10,0%
C_{MS}	[€]	2.185	2.185	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	10.407	9.584	7,9%
OPEX	[€]	30.569	23.518	23,1%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classi

Nota (x) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 tCO₂/MWh per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 8.4 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline


EEM6: Sostituzione della caldaia

Generalità

L'intervento consiste nella sostituzione dell'attuale generatore di calore tradizionale con una caldaia a condensazione ad alto rendimento. La potenzialità è valutata preliminarmente senza considerare l'interazione con altre EEM. Si precisa pertanto che la combinazione con altri interventi può incrementare in maniera significativa i benefici sia in termini di risparmio energetico che economico.

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

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'installazione di un generatore a condensazione consente di ottenere maggiori rendimenti di generazione (96%).

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM6 sono riportati Tabella 8.5 e nella Figura 8.5.

Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM6 – Sostituzione caldaia

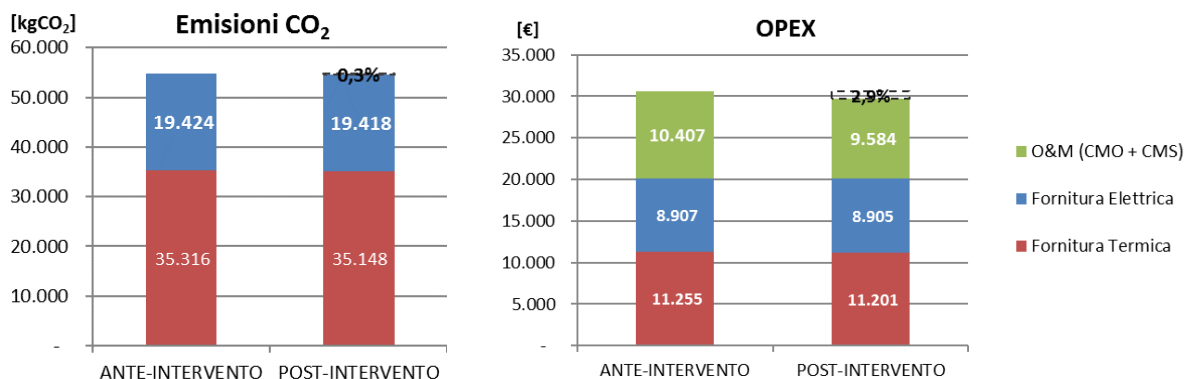
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q _{teorico}	[kWh]	181.982	181.114	0,5%
EE _{teorico}	[kWh]	42.857	42.845	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	174.834	174.000	0,5%
EE _{Baseline}	[kWh]	41.592	41.580	0,0%
Emiss. CO ₂ Termico	[kgCO ₂]	35.316	35.148	0,5%
Emiss. CO ₂ Elettrico	[kgCO ₂]	19.424	19.418	0,0%
Emiss. CO₂ TOT	[kgCO₂]	54.740	54.566	0,3%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	11.255	11.201	0,5%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	8.907	8.905	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	20.162	20.106	0,3%
C _{MO}	[€]	8.221	7.399	10,0%
C _{MS}	[€]	2.185	2.185	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.407	9.584	7,9%

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

OPEX	[€]	30.569	29.690	2,9%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (x) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 tCO₂/MWh per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 8.5 – EEM6: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

8.1.3 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico
EEM4: Installazione di lampade LED
Generalità

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

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

Caratteristiche funzionali e tecniche

Si sostituiscono le sorgenti luminose seguenti:

- Lampade fluorescenti 2x36W con lampade LED da 36 W;
- Lampade fluorescenti 1x36W con lampade LED da 20 W;
- Lampade fluorescenti 1x30W con lampade LED da 20 W;

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati Tabella 8.6, Tabella 8.4 e nella Figura 8.6.

Tabella 8.6 – Risultati analisi EEM5 – Installazione LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q _{teorico}	[kWh]	181.982	181.982	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	42.857	33.908	20,9%
Q _{baseline}	[kWh]	174.834	174.834	0,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	41.592	32.907	20,9%
Emiss. CO ₂ Termico	[kgCO ₂]	35.316	35.316	0,0%
Emiss. CO ₂ Elettrico	[kgCO ₂]	19.424	15.368	20,9%
Emiss. CO₂ TOT	[kgCO₂]	54.740	50.684	7,4%
Fornitura Termica, C _q	[€]	11.255	11.255	0,0%

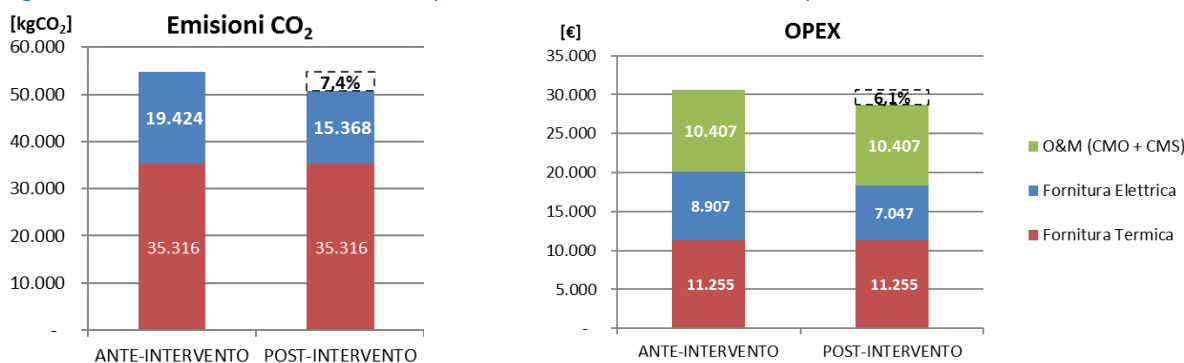
E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	8.907	7.047	20,9%
Fornitura Energia, C_E	[€]	20.162	18.302	9,2%
C _{MO}	[€]	8.221	8.221	0,0%
C _{MS}	[€]	2.185	2.185	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.407	10.407	0,0%
OPEX	[€]	30.569	28.709	6,1%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (x) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 tCO₂/MWh per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 8.6 – EEM5: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: Isolamento della copertura

Nella realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali sono stati quantificati come descritto dagli Allegati 1 e 2 del Decreto MISE del 16/05/2016.

In particolare, l'intervento di isolamento delle strutture opache orizzontali, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 200 €/mq per l'isolamento dall'esterno della copertura e un valore massimo dell'incentivo pari a 400.000 €.

La durata dell'incentivo è stata stimata pari ad un anno, come previsto dall'Art. 7, comma 5 del Decreto MISE del 16/05/2016.

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1 che consiste nell'isolamento della copertura.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali sono stati quantificati come descritto dagli Allegati 1 e 2 del Decreto MISE del 16/05/2016.

In particolare, l'intervento di isolamento delle strutture opache orizzontali, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 200 €/mq per l'isolamento dall'esterno della copertura e un valore massimo dell'incentivo pari a 400.000 €.

La durata dell'incentivo è stata stimata pari ad un anno, come previsto dall'Art. 7, comma 5 del Decreto MISE del 16/05/2016.

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

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

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE	
				UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO				
						(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)	
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]	
25.A05.C10.010	Preparazione copertura	Prezziario Regione Liguria	710,39	m2	€ 6,88	€ 6,25	€ 4.443,17	22%	€ 5.420,66
PR.A18.A25.120	Fornitura materiale impermeabilizzante	Prezziario Regione Liguria	710,39	m2	€ 5,11	€ 4,65	€ 3.300,08	22%	€ 4.026,10
25.A48.A30.010	Posa in opera materiale impermeabilizzante	Prezziario Regione Liguria	710,39	m2	€ 11,81	€ 10,74	€ 7.627,01	22%	€ 9.304,95
PR.A17.W01.010	Fornitura materiale isolante (XPS 0.038 W/mK - spessore 2-3-4- 5-6)	Prezziario Regione Liguria	710,39	m2	€ 15,00	€ 13,64	€ 9.687,14	22%	€ 11.818,31
25.A44.050.010	Posa in opera materiale isolante	Prezziario Regione Liguria	710,39	m2	€ 6,68	€ 6,07	€ 4.314,00	22%	€ 5.263,09
PR.A18.A20.100	Fornitura tessuto non tessuto	Prezziario Regione Liguria	710,39	m2	€ 2,44	€ 2,22	€ 1.575,77	22%	€ 1.922,44
25.a48.a25.025	Posa in opera tessuto non tessuto	Prezziario Regione Liguria	710,39	m2	€ 4,98	€ 4,53	€ 3.216,13	22%	€ 3.923,68
PR.A20.A10.010	Fornitura piastrelle cemento	Prezziario Regione Liguria	710,39	m2	€ 12,40	€ 11,27	€ 8.008,03	22%	€ 9.769,80
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			1265,14	22%	€ 1.543,47
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			2951,9934	22%	€ 3.601,43
TOTALE (I₀ – EEM1)						€ 46.388	22%	€ 56.594	
Incentivi	[Conto termico]								€ 22.637,57
Durata incentivi									1
Incentivo annuo									€ 22.637,57

EEM2: isolamento delle pareti

Nella La realizzazione di tale intervento consentirebbe l’ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali sono stati quantificati come descritto dagli Allegati 1 e 2 del Decreto Mise del 16/05/2016.

In particolare, l’intervento di isolamento delle strutture opache verticali dall’interno, di cui all’articolo 4, comma 1, lettera a), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 80 €/mq e un valore massimo dell’incentivo pari a 400.000 €.

La durata dell’incentivo è stata stimata pari ad un anno, come previsto dall’Art. 7, comma 5 del Decreto Mise del 16/05/2016.

Tabella 9.2 è riportata l’analisi dei costi relativi alle EEM 2 che consiste nell’isolamento delle pareti perimetrali.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l’ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali sono stati quantificati come descritto dagli Allegati 1 e 2 del Decreto Mise del 16/05/2016.

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

In particolare, l'intervento di isolamento delle strutture opache verticali dall'interno, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 80 €/mq e un valore massimo dell'incentivo pari a 400.000 €.

La durata dell'incentivo è stata stimata pari ad un anno, come previsto dall'Art. 7, comma 5 del Decreto MISE del 16/05/2016.

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – isolamento delle pareti

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
					UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO			(IVA ESCLUSA)
					[€/m ² cm]	[€/m ² cm]	[€]	[%]	[€]
PR.A17.D01.010	Isolanti di origine minerale. Pannelli in silicato di calcio, per l'isolamento termoacustico a cappotto di facciate e soffitti; permeabili al vapore, antincendio, traspirabili, incombustibili (classe 0). Lambda = 0,045 W/mK spessore da 6 a 20 cm per ogni cm	Prezzario Regione Liguria	26027,76	m2cm	€ 3,49	€ 3,17	€ 82.578,98	22%	€ 100.746,36
PR.A02.A20.600	Malta premiscelata Rivestimento minerale per rasature armate /cappotto termico idr/m2orepellente, impermeabile e traspirante in sacchi . Resa per mano 1,8 kg.	Prezzario Regione Liguria	2.339	kg	€ 0,82	€ 0,75	€ 1.743,42	22%	€ 2.126,97
PR.A02.A25.010	Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	1169,365	kg	€ 0,49	€ 0,45	€ 520,90	22%	€ 635,50
95.B10.S10.010	Ponteggiature "di facciata", in elementi metallici prefabbricati e/o "giunto-tubo", compreso il montaggio e lo smontaggio finale, i piani di lavoro, idonea segnaletica, impianto di messa a terra, compresi gli eventuali oneri di progettazione, escluso: mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione - Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.	Prezzario Regione Liguria	2338,73	m2	€ 14,28	€ 12,98	€ 30.360,97	22%	€ 37.040,38
25.A05.E10.015	Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su muratura di mattoni o calcestruzzo	Prezzario Regione Liguria	2338,73	m2	€ 7,26	€ 6,60	€ 15.435,62	22%	€ 18.831,45
25.A54.A30.010	Intonaco esterno in malta a base di calce idraulica strato aggrappante a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (EN459-1) e sabbie calcaree classificate, spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	2338,73	m2	€ 4,81	€ 4,37	€ 10.226,63	22%	€ 12.476,49

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

25.A54.B40.010	Rasatura armata con malta preconfezionata a base minerale eseguita a due riprese fresco su fresco rifinita a frattazzo, con interposta rete in fibra di vetro o in poliestere compresa pulizia e preparazione del supporto con una mano di apposito primer. per rivestimento di intere campiture con rete in fibra di vetro 4x4 da 150 gr/mq , spessore totale circa mm 4.	Prezziario Regione Liguria	2338,73	m2	€ 23,79	€ 21,63	€ 50.580,35	22%	€ 61.708,03
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 5.743,41	22%	€ 7.006,96
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 13.401,28	22%	€ 16.349,56
TOTALE (I₀ – EEM1)							€ 210.592	22%	€ 256.922
Incentivi		[Conto termico]							€ 93.549
Durata incentivi									1
Incentivo annuo									€ 93.549

EEM3: sostituzione dei serramenti

Nella Tabella 9.3 è riportata l’analisi dei costi relativi alle EEM 3 che consiste nella sostituzione dei serramenti.

La realizzazione di tale intervento singolo, non essendo l’impianto di riscaldamento dell’edificio dotato di valvole termostatiche, non consentirebbe l’ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0.

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – sostituzione dei serramenti

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO	TOTALE	IVA	TOTALE
				PREZZARIO	SCONTATO			(IVA ESCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
25.A05.H01.100	Prezziario Regione Liguria	834,63	m2	€ 39,61	€ 36,01	€ 30.054,27	22%	€ 36.666,21
PR.A23.A30.010	Prezziario Regione Liguria	834,63	m2	€ 328,90	€ 299,00	€ 249.554,37	22%	€ 304.456,33



E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

apertura ad una o due ante o a vasistas											
PR.A23.B10.020	Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	115,55985	m	€	7,59	€	6,90	€ 797,36	22%	€ 972,78
25.A15.C10.020	Trasporto eseguito con autocarro, motocarro o simili, della portata fino a 1000 kg, di materiali di risultata da scavi e/o demolizioni, per ogni km del tratto entro i primi 5. Misurato in banco	Prezziario Regione Liguria	125,1945	m3	€	11,77	€	10,70	€ 1.339,58	22%	€ 1.634,29
	Costi per la sicurezza	-	3%	%					€ 8.452,37	22%	€ 10.311,89
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%					€ 19.722,19	22%	€ 24.061,07
TOTALE (I₀ – EEM1)									€ 309.920	22%	€ 378.103
Incentivi		[Conto termico]									-
Durata incentivi											-
Incentivo annuo											-

EEM4: installazione valvole termostatiche

Nella Tabella 9.4 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4 che consiste nell'installazione delle valvole termostatiche nei terminali dell'edificio con codice E1375.

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4 – installazione delle valvole termostatiche

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE	
				UNITARIO	UNITARIO			(IVA	ESCLUSA)
codice				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]	
PR.C17.A15.010	Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezziario Regione Liguria	102	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 3.284,40	22%	€ 4.006,97
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 ³ /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	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 63,62	€ 57,84	€ 57,84	22%	€ 70,56

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

 diametro nominale di:
 maggiore di 65 mm fino a
 80 mm

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	
RU.M01.E01.020	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	37	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 1.072,33	22%	€ 1.308,24	
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 258,16	22%	€ 314,96	
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 602,38	22%	€ 734,90	
TOTALE (I₀ – EEM1)							€ 9.466	22%	€ 11.548	
Incentivi		[Conto termico]							0	
Durata incentivi									1	
Incentivo annuo									0	

EEM5: installazione lampade LED

Nella Tabella 9.5 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5 che consiste nella sostituzione delle lampade esistenti a fluorescenza con lampade LED ad alta efficienza.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali sono stati quantificati come descritto dagli Allegati 1 e 2 del Decreto MISE del 16/05/2016.

In particolare, l'intervento di sostituzione di corpi illuminanti con lampade a LED, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera f), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 35 €/mq e un valore massimo dell'incentivo pari a 70.000 €.

La durata dell'incentivo è stata stimata pari ad un anno, come previsto dall'Art. 7, comma 5 del Decreto MISE del 16/05/2016

Tabella 9.5 – Analisi dei costi della EEM5 – installazione delle lampade LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO	TOTALE	IVA	TOTALE
				PREZZARIO	SCONTATO			(IVA ESCLUSA)
				[€/n° o €/m ₂]	[€/n° o €/m ₂]	[€]	[%]	[€]
045161b	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismatico internamente, per installazione a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada: lunghezza 1.300 mm, 36 W, 5.830 lm	301	cad	€ 156,66	€ 142,42	€ 42.867,87	22%	€ 52.298,80



E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

045129b	Apparecchio ad incasso con corpo in alluminio, lampada led temperatura di colore 3000 K, alimentatore incorporato, riflettore in alluminio cromato, classe di isolamento 1, grado di protezione IP 23, alimentazione 230 V 50 Hz, classe energetica A, apertura del fascio 95°: potenza 20 W, equivalente a 36 W fluorescente, Ø 190 mm	DEI Imp. Ele. 2017	28	cad	€ 98,61	€ 89,65	€ 2.510,07	22%	€ 3.062,29
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.361,34	22%	€ 1.660,83
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3.176,46	22%	€ 3.875,28
TOTALE (I₀ – EEM1)							€ 49.916	22%	€ 60.897
Incentivi [Conto termico]									€ 24.358,88
Durata incentivi									1
Incentivo annuo									€ 24.358,88

EEM6: Sostituzione caldaia

Nella Tabella 9.6 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 6 che consiste nella sostituzione della caldaia tradizionale esistente con una a condensazione a più alta efficienza.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali sono stati quantificati come descritto dagli Allegati 1 e 2 del Decreto Mise del 16/05/2016.

In particolare, l'intervento di isolamento di sostituzione della caldaia con un generatore di calore a condensazione, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera c), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 130 €/kWh e un valore massimo dell'incentivo pari a 40.000 €.

La durata dell'incentivo è stata stimata pari ad un anno, come previsto dall'Art. 7, comma 5 del Decreto Mise del 16/05/2016.

Tabella 9.6 – Analisi dei costi della EEM6 – sostituzione caldaia

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
					[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
PR.C76.B10.045	Caldaie a condensazione a basamento, corpo in lega di alluminio-silicio-magnesio con scambiatore primario a basso contenuto d'acqua, classe 5 NOx, rendimento energetico a 4 stelle in base alle direttive europee, bruciatore modulante con testata metallica ad irraggiamento, compreso il pannello di comando montato sul mantello di	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 26.754,75	€ 24.322,50	€ 24.322,50	22%	€ 29.673,45



E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

	rivestimento, della potenza termica nominale di: 525 Kw circa								
PR.C84.C05.515	Sistema fumario prefabbricato a sezione circolare, con giunti maschio-femmina con profilo conico a elementi modulari a doppia parete acciaio inox (parete interna AISI316L e parete esterna AISI304), coibentazione 25mm in lana di roccia pressata, senza guarnizioni di tenuta Coppa di scarico condensa Ø 250 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 232,76	€ 211,60	€ 211,60	22%	€ 258,15
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
05.A01.A03.005	Fornitura in opera di caldaia murale a condensazione per installazione in gruppo modulare con potenza al focolare > di 34,9 kW, di qualunque tipo, forma e dimensione completa di tutti gli accessori per garantire il corretto funzionamento, con accensione elettronica, controllo della fiamma a ionizzazione, pannello di comando della caldaia integrato, rendimento 4 stelle, classe NOx 5, con esclusione del solo raccordo fumario. Compresa la verifica circolazione idraulica, impostazione parametri di funzionamento, analisi della combustione, compilazione di libretto di centrale. F.O. di caldaia murale a condensazione, potenza al focolare 45 Kw;	Prezzario Piemonte 2018		cad	€ 3.721,20	€ 3.382,91	€ -	22%	€ -
05.A01.A03.010	Fornitura in opera di caldaia murale a condensazione per installazione in gruppo modulare con potenza al focolare > di 34,9 kW, di qualunque tipo, forma e dimensione completa di tutti gli accessori per garantire il corretto	Prezzario Piemonte 2018		cad	€ 4.154,17	€ 3.776,52	€ -	22%	€ -

	funzionamento, con accensione elettronica, controllo della fiamma a ionizzazione, pannello di comando della caldaia integrato, rendimento 4 stelle, classe NOx 5, con esclusione del solo raccordo fumario. Compresa la verifica circolazione idraulica, impostazione parametri di funzionamento, analisi della combustione, compilazione di libretto di centrale. F.O. di caldaia murale a condensazione, potenza al focolare 65 kW.								
PR.C76.A30.020	Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezziario Regione Liguria	15	cad	€ 21,13	€ 19,21	€ 288,14	22%	€ 351,53
PR.C76.A30.015	Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 28,46	€ 25,87	€ 25,87	22%	€ 31,56
	Pn > 0 e Pn <= 35	Prezziario CCIAA RE		cad	€ 776,14	€ 705,58	€ -	22%	€ -
	Pn > 35 e Pn <= 70	Prezziario CCIAA RE		cad	€ 1.001,52	€ 910,47	€ -	22%	€ -
	Pn > 70 e Pn <= 116	Prezziario CCIAA RE		cad	€ 1.226,90	€ 1.115,36	€ -	22%	€ -
	Pn > 116 e Pn <= 250	Prezziario CCIAA RE		cad	€ 1.426,90	€ 1.297,18	€ -	22%	€ -
	Pn > 250 e Pn <= 350	Prezziario CCIAA RE		cad	€ 1.777,66	€ 1.616,05	€ -	22%	€ -
	Pn > 350 e Pn <= 500	Prezziario CCIAA RE		cad	€ 2.853,80	€ 2.594,36	€ -	22%	€ -
	Pn > 500 e Pn <= 700	Prezziario CCIAA RE	1	cad	€ 4.067,25	€ 3.697,50	€ 3.697,50	22%	€ 4.510,95
	Regolazione Punto fisso	Prezziario CCIAA RE		cad	€ 413,00	€ 375,45	€ -	22%	€ -
	Nessuna regolazione aggiuntiva	Prezziario CCIAA RE		cad	€ 147,00	€ 133,64	€ -	22%	€ -
	Regolazione Climatica	Prezziario CCIAA RE	1	cad	€ 546,00	€ 496,36	€ 496,36	22%	€ 605,56
	Bollitore da 500 litri	Prezziario CCIAA RE		cad	€ 6.052,00	€ 5.501,82	€ -	22%	€ -
	Bollitore da 1500 litri	Prezziario CCIAA RE		cad	€ 8.091,00	€ 7.355,45	€ -	22%	€ -
	Bollitore da 2500 litri	Prezziario CCIAA RE		cad	€ 8.635,00	€ 7.850,00	€ -	22%	€ -
40.F10.H10.030	Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezziario 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	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 29,71	€ 27,01	€ 27,01	22%	€ 32,95



E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

orologio da inserire in quadro elettrico									
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	15	h	€ 34,41	€ 31,28	€ 469,23	22%	€ 572,46
RU.M01.E01.020	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	40	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 1.159,27	22%	€ 1.414,31
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	80	m³km	€ 4,72	€ 4,29	€ 343,27	22%	€ 418,79
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 953,17	22%	€ 1.162,87
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 2.224,07	22%	€ 2.713,37
TOTALE (I₀ – EEM1)							€ 34.950	22%	€ 42.639
Incentivi		[Conto termico]							€ 23.451
Durata incentivi									1
Incentivo annuo									€ 23.451

9.2 ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

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

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

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

- TRS (tempo di ritorno semplice);

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

Essi sono così definiti:

- 1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

- 2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

- 3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

- 5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

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

EEM1: isolamento della copertura

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

Tabella 9.7 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM1– isolamento della copertura

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€	56.594
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	22.638
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	45,1	26,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	68,2	36,9
Valore attuale netto	VAN	- 32.667	- 10.900
Tasso interno di rendimento	TIR	-3,0%	0,7%
Indice di profitto	IP	-0,58	-0,19

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

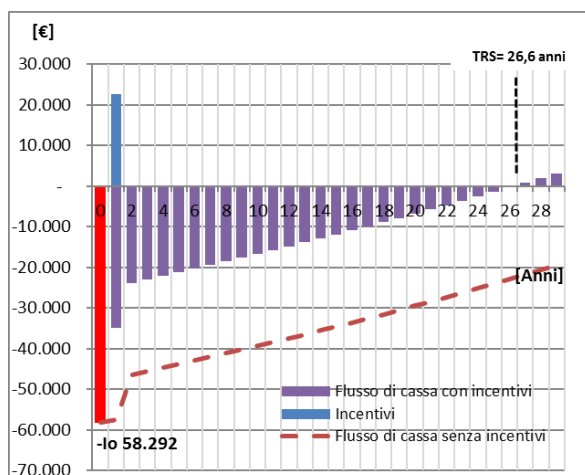
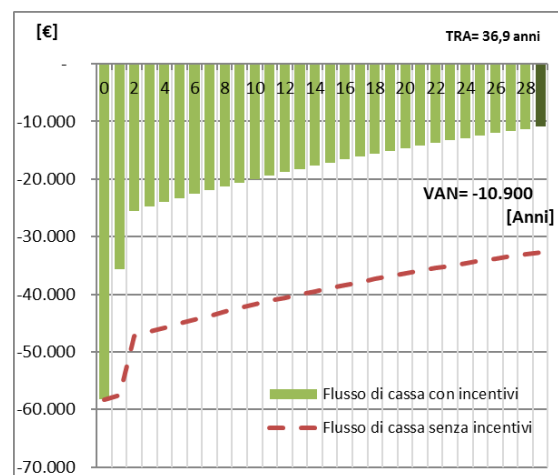


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento singolo di coibentazione della copertura piana, ha un VAN negativo. L’intervento è stato comunque preso in considerazione nella creazione degli scenari poiché consente di ottenere una percentuale di incentivazione maggiore se effettuato insieme ad un intervento sull’impianto. Inoltre, la riduzione del fabbisogno potrebbe consentire la scelta di una caldaia di taglia inferiore con conseguente riduzione dei costi di investimento.

EEM2: isolamento delle pareti

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

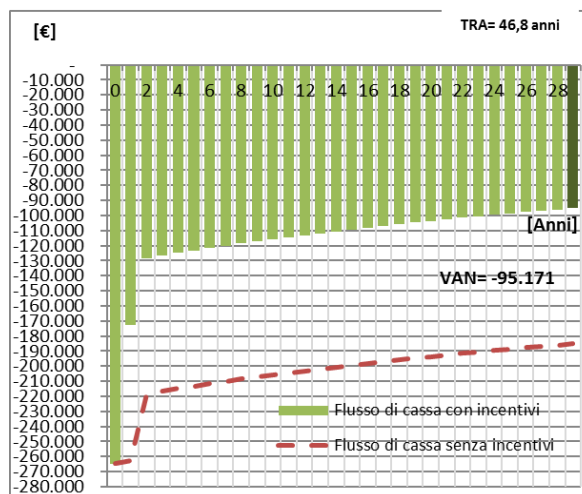
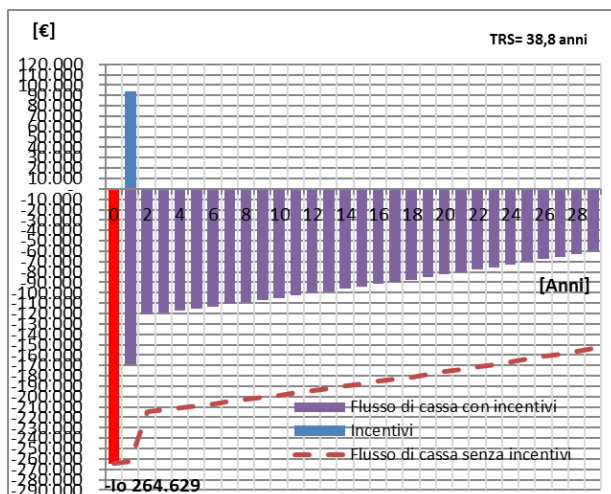
Tabella 9.8 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM2– isolamento delle pareti

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€ 256.922	
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%] 3,0%	
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%	
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni 3	
Vita utile	n	anni 30	
Incentivo annuo	B	€/anno 93.549	
Durata incentivo	n_B	anni 1	
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%	
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI	
Tempo di rientro semplice	TRS	71,5	38,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	99,9	46,8
Valore attuale netto	VAN	- 185.122	- 95.171
Tasso interno di rendimento	TIR	-6,4%	-3,5%
Indice di profitto	IP	-0,72	-0,37

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle seguenti figure:

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

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



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento singolo di coibentazione delle pareti perimetrali non è economicamente conveniente.

EEM3: sostituzione serramenti

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

Tabella 9.9 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM3– sostituzione serramenti

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 378.103
Oneri Finanziari % I_0	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	3 anni
Vita utile	n	30 anni
Incentivo annuo	B	€/anno -
Durata incentivo	n_B	1 anni
Tasso di attualizzazione	i	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRs	54,4
Tempo di rientro attualizzato	TRa	80,0
Valore attuale netto	VAN	- 243.339
Tasso interno di rendimento	TIR	-4,3%
Indice di profitto	IP	-0,64

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle seguenti figure:

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

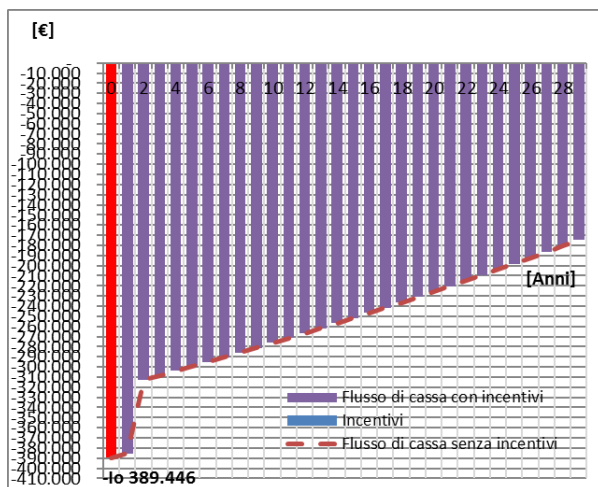
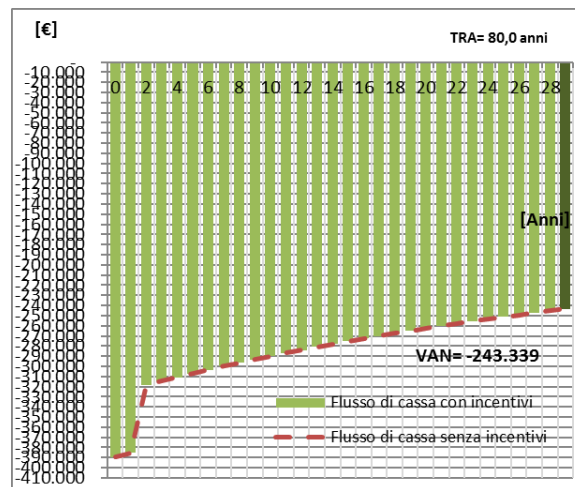


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento singolo di sostituzione dei serramenti, pur ottenendo un risparmio del 44,5% sui consumi di Gas Naturale, a causa degli elevati costi di investimento, non risulta essere economicamente conveniente.

EEM4: installazione delle valvole termostatiche

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

Tabella 9.10 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM4– installazione valvole termostatiche

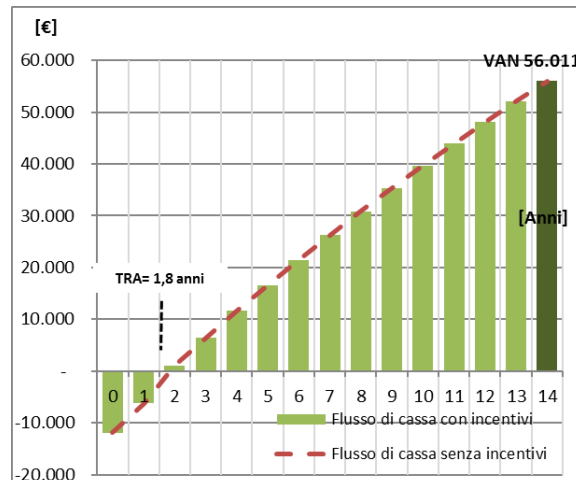
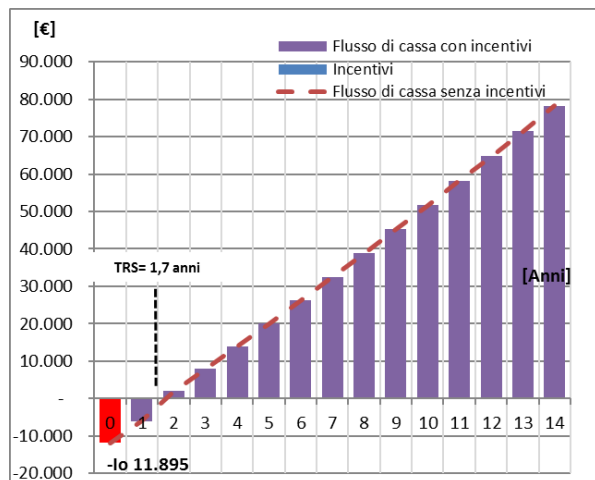
PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 11.548
Oneri Finanziari % I_0	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	3
Vita utile	n	15
Incentivo annuo	B	€/anno -
Durata incentivo	n_B	1
Tasso di attualizzazione	i	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	1,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	1,8
Valore attuale netto	VAN	56.011
Tasso interno di rendimento	TIR	54,0%
Indice di profitto	IP	4,85

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle seguenti figure:

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

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



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento singolo di installazione delle valvole termostatiche, pur non prevedendo l’ottenimento di incentivi da Conto Termico, consente un tempo di ritorno semplice minore di due anni e un VAN pari a 56.011 €.

EEM5: installazione delle lampade LED

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

Tabella 9.11 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM5– installazione lampade LED

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 60.897
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni 3
Vita utile	n	anni 8
Incentivo annuo	B	€/anno 24.359
Durata incentivo	n_B	anni 1
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	22,6 / 10,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	25,4 / 11,6
Valore attuale netto	VAN	- 42.987 / - 19.565
Tasso interno di rendimento	TIR	-25,3% / -12,9%
Indice di profitto	IP	-0,71 / -0,32

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle seguenti figure:

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

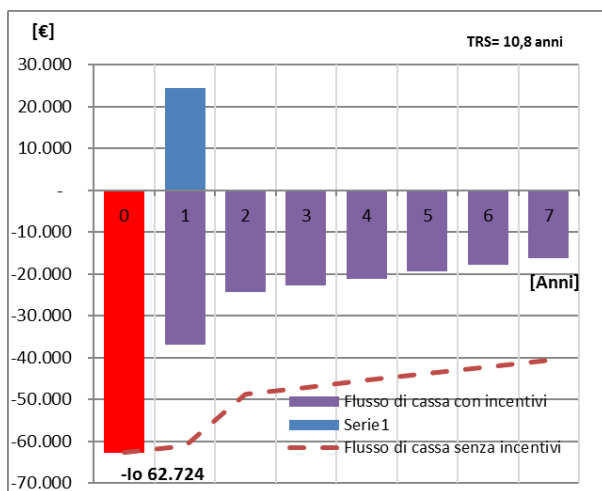
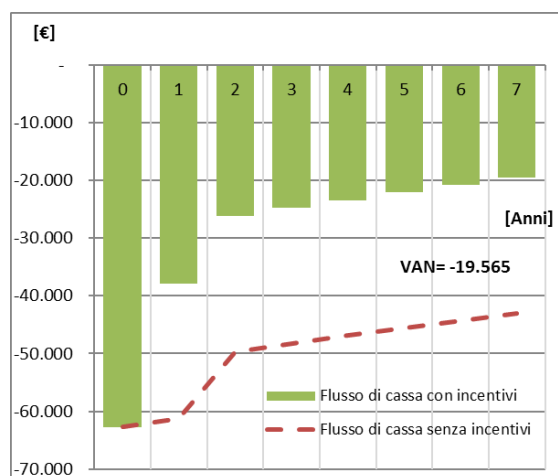


Figura 9.10 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che per l’intervento singolo di sostituzione delle lampade, gli elevati costi di investimento non consentono di ottenere un tempo di ritorno minore della vita utile. Tale intervento, pertanto, non risulta essere economicamente conveniente.

EEM6: sostituzione della caldaia

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

Tabella 9.12 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM6– sostituzione caldaia

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 42.639
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni 3
Vita utile	n	anni 15
Incentivo annuo	B	€/anno 17.055
Durata incentivo	n_B	anni 1
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRs 36,2	18,7
Tempo di rientro attualizzato	TRa 43,9	21,0
Valore attuale netto	VAN - 28.912	12.512
Tasso interno di rendimento	TIR -12,6%	-5,9%
Indice di profitto	IP -0,68	-0,29

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle seguenti figure:

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

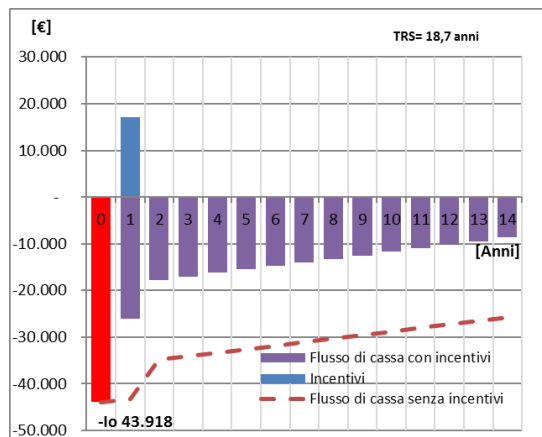
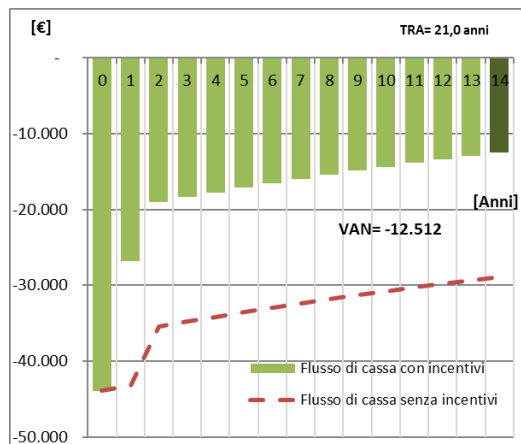


Figura 9.12 – EEM6: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento singolo di sostituzione della caldaia esistente, con un’altra a più alta efficienza a condensazione non risulta essere economicamente conveniente. Si ricorda che la potenzialità è valutata preliminarmente per l’intervento singolo senza considerare l’interazione con altre EEM. Si precisa pertanto che la combinazione con altri interventi può incrementare in maniera significativa i benefici sia in termini di risparmio energetico che economico, in particolare, potrebbe richiedere investimenti minori grazie alla minore potenzialità richiesta ed inoltre potrebbe far accedere ad una percentuale di incentivazione maggiore se combinato con altri interventi sull’involucro.

Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.13 e Tabella 9.14.

Tabella 9.13 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

	% Δ_E [%]	% Δ_{CO2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	7,1%	5,7%	999	-	-	56.594	45,1	68,2	30	-32.667<0	-3,0%	-0,19
EEM 2	16,0%	12,9%	2.263	-	-	256.922	71,5	99,9	30	-185.122<0	-6,4%	-0,72
EEM 3	36,2%	29,2%	5.125,4	-	-	378.103	54,4	80,0	30	-243.339<0	-4,3%	-0,64
EEM 4	43,9%	35,4%	6.228,6	822,1	-	11.548	1,7	1,8	15	56.011>0	54,0%	4,85
EEM 5	4,0%	7,4%	1.860,0	-	-	60.897	22,6	25,4	8	-42.987<0	-25,3%	-0,71
EEM 6	0,4%	0,3%	56,3	822,1	-	42.639	36,2	43,9	15	-28.912<0	-12,6%	-0,68

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

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

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

CON INCENTIVI												
	% Δ_E [%]	% Δ_{CO2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	7,1%	5,7%	999	-	-	56.594	26,6	36,9	30	-10.900<0	0,7%	-0,19
EEM 2	16,0%	12,9%	2.263	-	-	256.922	34,9	41,5	30	-73.404<0	-2,4%	-0,29
EEM 3	36,2%	29,2%	5.125,4	-	-	378.103	54,4	80,0	30	-243.339<0	-4,3%	-0,64
EEM 4	43,9%	35,4%	6.228,6	822,1	-	11.548	1,7	1,8	15	56.011>0	54,0%	4,85
EEM 5	4,0%	7,4%	1.860,0	-	-	60.897	10,8	11,6	8	-19.565<0	-12,9%	-0,32
EEM 6	0,4%	0,3%	56,3	822,1	-	42.639	18,7	21,0	15	-12.512<0	-5,9%	-0,9

Dall'analisi dei risultati emerge che solo un intervento singolo, quello di installazione delle valvole termostatiche, risulta economicamente conveniente. Per la creazione degli scenari si è tuttavia ritenuto opportuno studiare l'interazione tra più EEM.

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

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

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

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

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

- Scenario ottimale 1, (SCN1), per il quale è 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%
- τ 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 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 è quindi individuato il seguente scenario, che fornisce i maggiori vantaggi in termini di riduzione dei costi e consumi energetici, nei tempi di ritorno accettabili sopra descritti.

- **Scenario 1: sostituzione caldaia + installazione valvole termostatiche:** Tale scenario consiste nella realizzazione dell’intervento combinato che prevede l’installazione delle valvole termostatiche e la sostituzione della caldaia tradizionale esistente con una a condensazione a più alta efficienza. Tale scenario consente il miglioramento di una sola classe energetica.
- **Scenario 2: coibentazione copertura + sostituzione caldaia + installazione valvole termostatiche:** Tale scenario consiste nella realizzazione dell’intervento combinato che prevede l’isolamento della copertura, l’installazione delle valvole termostatiche e la sostituzione della caldaia tradizionale esistente con una a condensazione a più alta efficienza.

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

La diminuzione del fabbisogno dovuta all’intervento di coibentazione consente di scegliere una caldaia con potenzialità più bassa rispetto a quella del singolo EEM di sostituzione caldaia e pari a 542 kW. Inoltre, il Conto Termico prevede una percentuale di incentivazione maggiore (55% dell’investimento anziché 40%) per gli interventi combinati di sostituzione caldaia e coibentazione involucro.

A causa degli scarsi risultati degli indici economici delle singole EEM, non è stato possibile creare ulteriori scenari di investimento.

9.3.1 Scenario 1: sostituzione caldaia + installazione valvole termostatiche

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

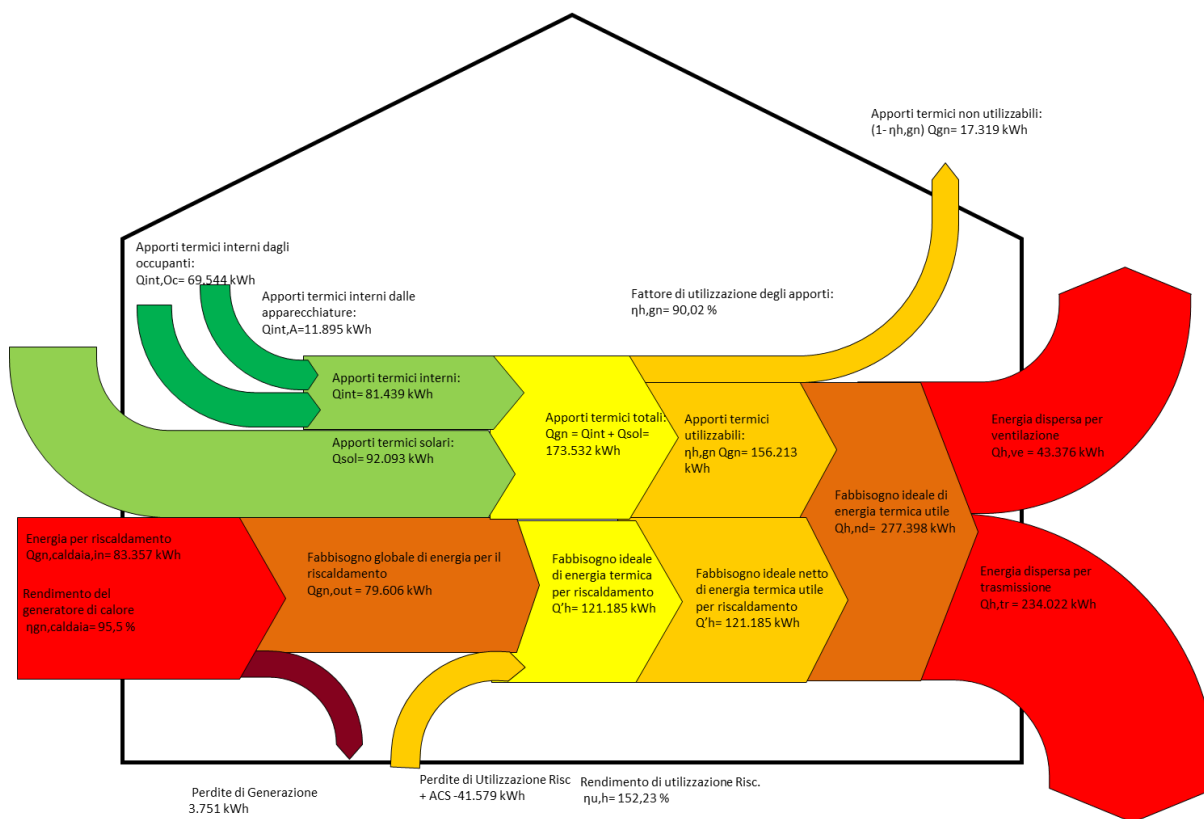
- EEM4: installazione delle valvole termostatiche;
- EEM6: sostituzione della caldaia.

Tabella 9.15 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AI 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM4 Fornitura & Posa	8.605,38	1.893,18	10.498,57
EEM6 Fornitura & Posa	31.772,48	6989,95	38.762,43
Costi per la sicurezza	1.211,34	266,49	1.477,83
Costi per la progettazione	2.826,45	621,82	3.448,27
TOTALE (Ia)	44.415,65	9.771,44	54.187,09
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]	
Incentivi	[Conto termico]	17.055,47	
Durata incentivi		1	
Incentivo annuo		17.055,47	

A seguito della modellazione dello scenario ottimale è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di sankey relativo alle situazioni post-intervento.

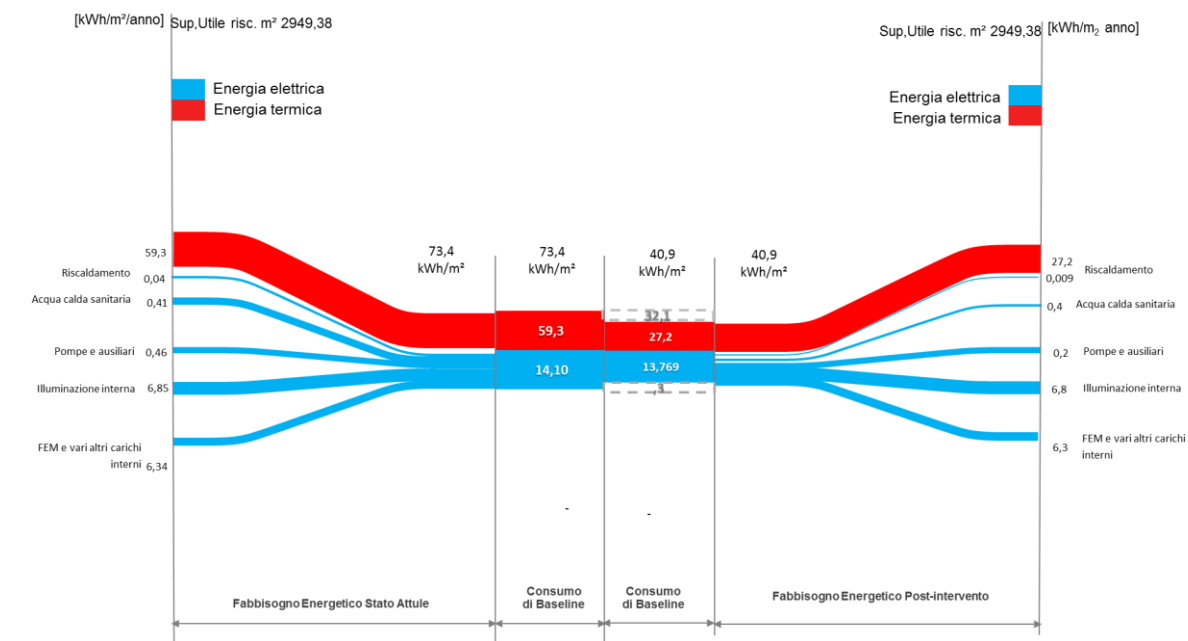
Figura 9.13 – SCN1: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento



Dall’analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio post intervento è possibile notare che il risparmio energetico conseguito è dovuto al miglioramento del sistema impiantistico.

Si precisa che il valore negativo della quantità “Perdite di Utilizzazione Risc” è dovuto ai fattori di correzione per intermittenza mensili minori di uno previsti dalla normativa UNITS 11300-1.

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



E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

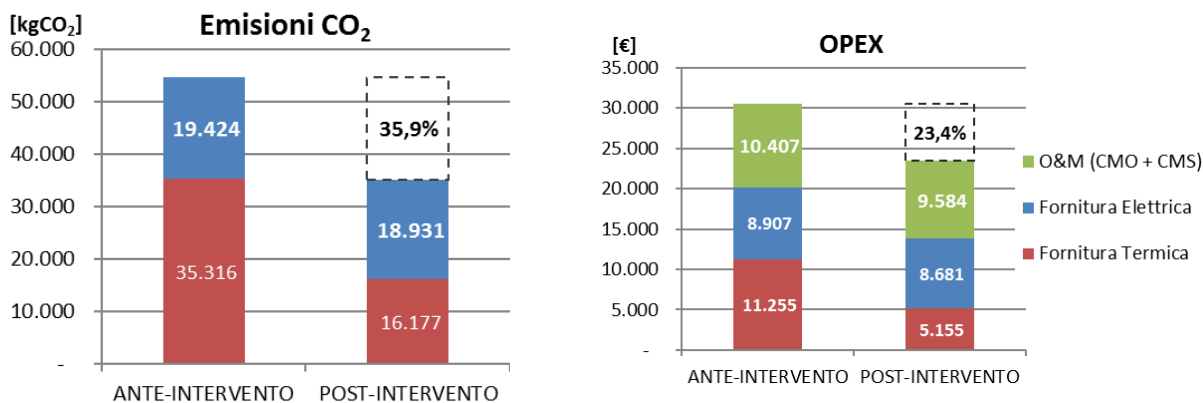
I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9.21 e nella Figura 9.21

Tabella 9.16 – Risultati analisi SCN1 –sostituzione caldaia + installazione valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
Q _{teorico}	[kWh]	181.982	83.357	54,2%
EE _{teorico}	[kWh]	42.857	41.771	2,5%
Q _{baseline}	[kWh]	174.834	80.082	54,2%
EE _{Baseline}	[kWh]	41.592	40.538	2,5%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	35.316	16.177	54,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	19.424	18.931	2,5%
Emiss. CO2 Totale	[kgCO₂]	54.740	35.108	35,9%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	11.255	5.155	54,2%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	8.907	8.681	2,5%
Fornitura Energia, C_E	[€]	20.162	13.837	31,4%
Costo Manutenzione Ordinaria, C _{MO}	[€]	8.221	7.399	10,0%
Costo Manutenzione Straordinaria, C _{MS}	[€]	2.185	2.185	0,0%
Costo per O&M (C _M = C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.407	9.584	7,9%
OPEX	[€]	30.569	23.421	23,4%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classe

Nota (x) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 [tCO₂/MWh] per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 per il vettore elettrico.

 Figura 9.15 – SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline


È stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all’Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell’analisi sono riportati nella Tabella 9.22, Tabella 9.23 e Tabella 9.24 e nelle successive figure.

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

Tabella 9.17 – Parametri finanziari dell’analisi di redditività dello SCN1– sostituzione caldaia + installazione valvole termostatiche

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	14
Anni Concessione	n	15
Anno inizio Concessione	n_o	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	9
Anni Equity	n_E	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_o	€ 54.187
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 1.626
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 55.813
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 44.650
Equity	I_E	€ 11.163
Fattore di annualità Debito	FA_D	7,61
Rata annua debito	q_D	€ 5.870
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 52.829
Costi per interessi debito, INT _D	INT_D=$q_D * n_D - D$	€ 8.179

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

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 15.726
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€ 8.221
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 23.947
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	%ΔC_E	31,4%
Riduzione% costi O&M	%ΔC_M	10,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	%$C_{Baseline}$	4,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 4.450
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 958
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 50.812
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 6.892
N° di Canoni annuali	anni	14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	21,01%

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€	838
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	584
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	2.070
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€	7.682
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€	11.815
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€	19.497
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€	3.492
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€	22.989
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	9.771
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	17.055
Durata Incentivi, anni	n_B		1
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.19 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	8,04
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	10,48
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 7.442
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	7,22%
Indice di Profitto	IP	13,73%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	11,28
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	2,25
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 6.064
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	50,75%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,101
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,107
Indice di Profitto Azionista	IP	11,19%

Figura 9.16 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

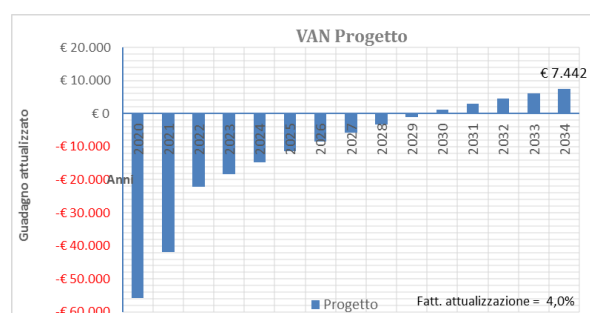
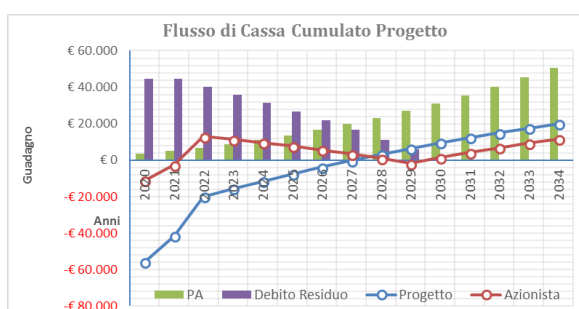


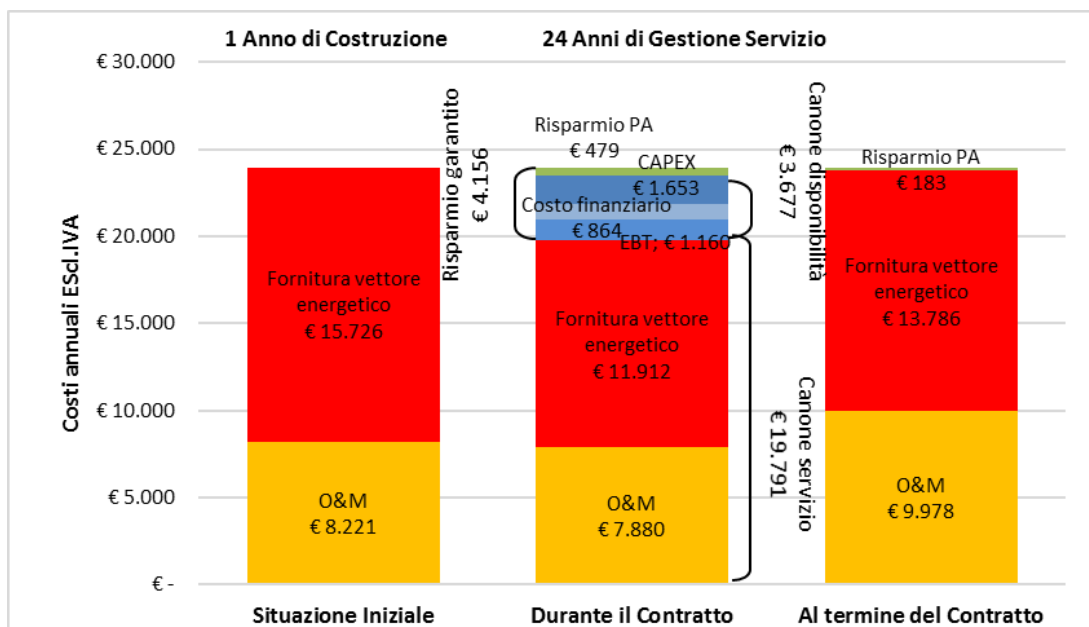
Figura 9.17 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che, la combinazione di interventi, pur non permettendo un miglioramento di due classi energetiche, consente di ottenere VAN positivi e indici Cover Ratio maggiori di 1.

Si riportano di seguito i risultati relativi 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 9.24.

Figura 9.18 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

9.3.2 Scenario 2: coibentazione copertura + sostituzione caldaia + installazione valvole termostatiche

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

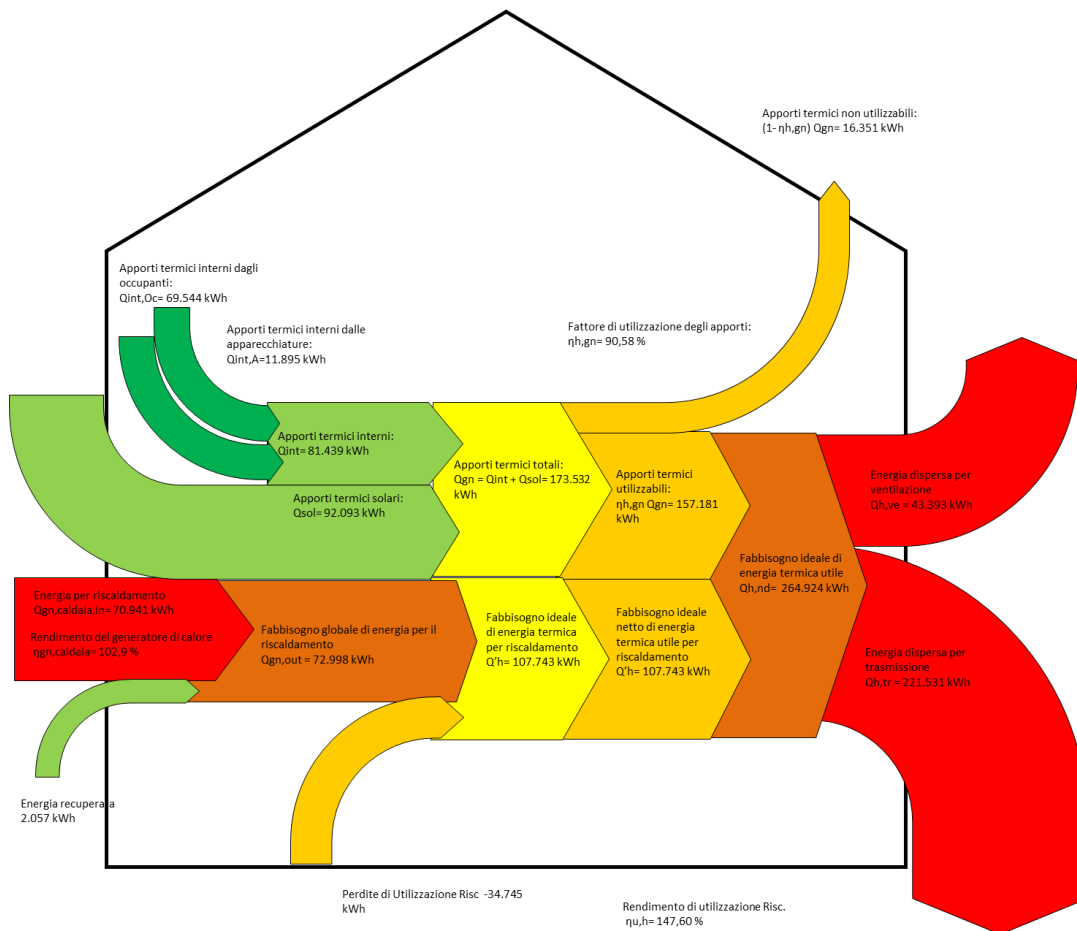
- EEM4: installazione delle valvole termostatiche;
- EEM6: sostituzione della caldaia,
- EEM1: isolamento della copertura.

Tabella 9.20 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	42.171,33	9.277,69	51.449,03
EEM4 Fornitura & Posa	8.605,38	1.893,18	10.498,57
EEM6 Fornitura & Posa	32.101,95	7.062,43	39.164,38
Costi per la sicurezza	2486,36	547,00	3033,36
Costi per la progettazione	5801,51	1276,33	7077,84
TOTALE (I₀)	91.166,53	20.056,63	111.223,18
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	54.821,11	
Durata incentivi		1	
Incentivo annuo		54.821,11	

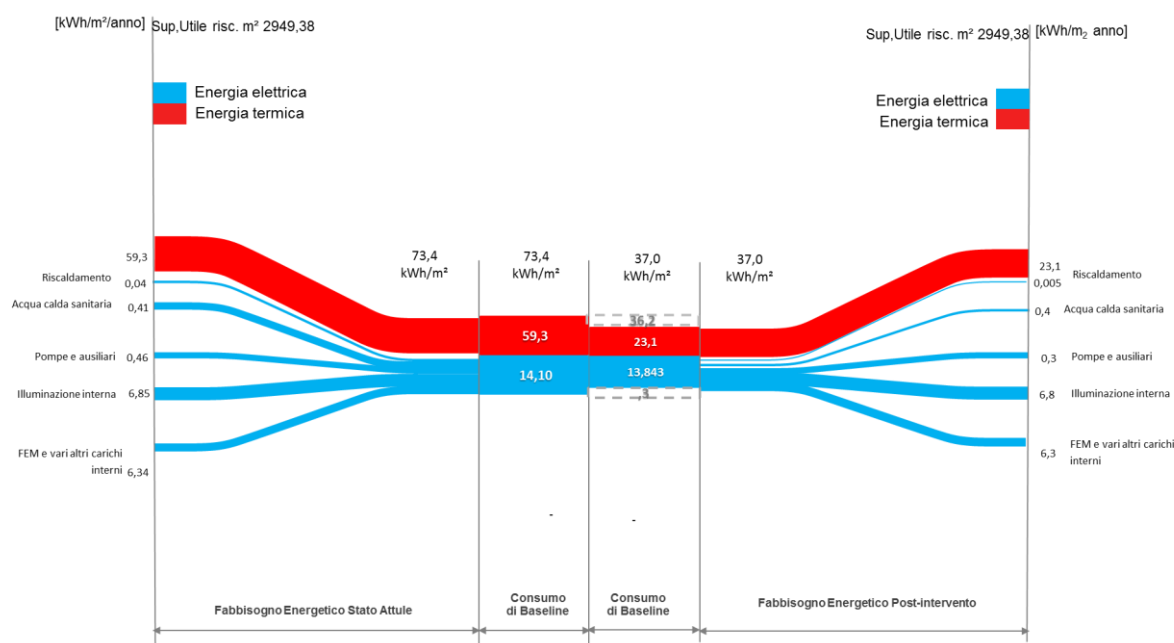
A seguito della modellazione dello scenario ottimale è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di sankey relativo alle situazioni post-intervento.

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



Dall’analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio post intervento è possibile notare che il risparmio energetico conseguito è dovuto principalmente al miglioramento del sistema impiantistico.

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



I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9.21 e nella Figura 9.21

Tabella 9.21 – Risultati analisi SCN2 – coibentazione copertura + sostituzione caldaia + installazione valvole termostatiche

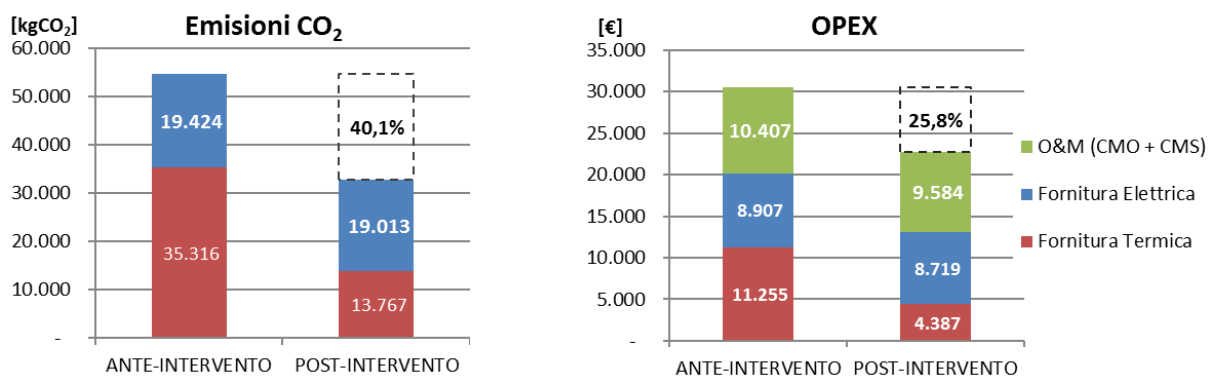
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
$Q_{teorico}$	[kWh]	181.982	70.941	61,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	42.857	41.952	2,1%
$Q_{baseline}$	[kWh]	174.834	68.154	61,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	41.592	40.714	2,1%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	35.316	13.767	61,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	19.424	19.013	2,1%
Emiss. CO2 Totale	[kgCO₂]	54.740	32.780	40,1%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	11.255	4.387	61,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	8.907	8.719	2,1%
Fornitura Energia, C_E	[€]	20.162	13.106	35,0%
Costo Manutenzione Ordinaria, C_{MO}	[€]	8.221	7.399	10,0%
Costo Manutenzione Straordinaria, C_{MS}	[€]	2.185	2.185	0,0%
Costo per O&M ($C_M = C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	10.407	9.584	7,9%
OPEX	[€]	30.569	22.691	25,8%
Classe energetica	[-]	E	C	+2 classi

Nota (x) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 [tCO₂/MWh] per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 per il vettore elettrico.

Figura 9.21 – SCN2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”



È stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.22, Tabella 9.23 e Tabella 9.24 e nelle successive figure.

E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

Tabella 9.22 – Parametri finanziari dell’analisi di redditività dello SCN2– coibentazione copertura + sostituzione caldaia + installazione valvole termostatiche

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	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	11
Anni Equity	n_E	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_0	€ 111.223
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 3.337
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 114.560
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 91.648
Equity	I_E	€ 22.912
Fattore di annualità Debito	FA _D	8,97
Rata annua debito	q_D	€ 10.216
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 112.376
Costi per interessi debito, INT _D	INT _D = $q_D * n_D - D$	€ 20.729

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

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 15.726
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€ 8.221
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 23.947
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	% ΔC_E	35,0%
Riduzione% costi O&M	% ΔC_M	10,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	% $C_{Baseline}$	2,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 4.156
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 479
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 109.629
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 8.532
N° di Canoni annuali	anni	24
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	24,30%



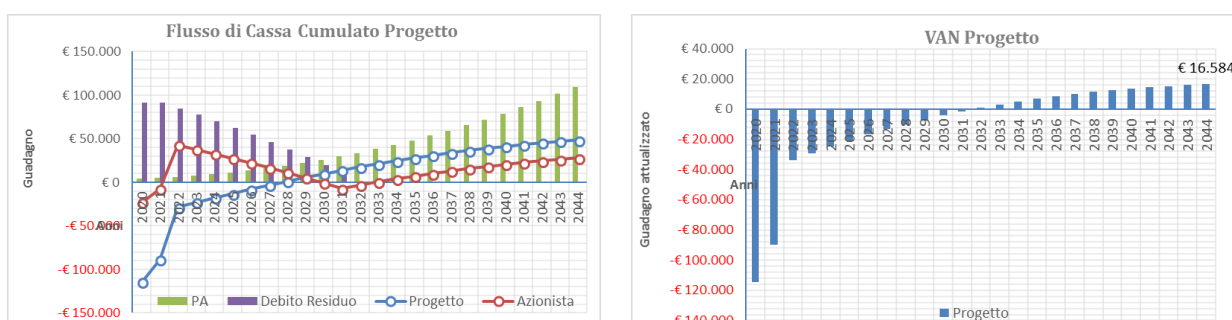
E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€	1.160
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	864
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	1.653
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€	7.880
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€	11.912
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€	19.791
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€	3.677
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€	23.468
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	20.057
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_b	€	54.821
Durata Incentivi, anni	n_b		1
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.24 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN2

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	8,74
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	12,63
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 16.584
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	7,15%
Indice di Profitto	IP	14,91%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	14
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	2,21
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 14.551
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	75,81%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,026
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,002
Indice di Profitto Azionista	IP	13,08%

Figura 9.22 –SCN2: Flussi di cassa del progetto



E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

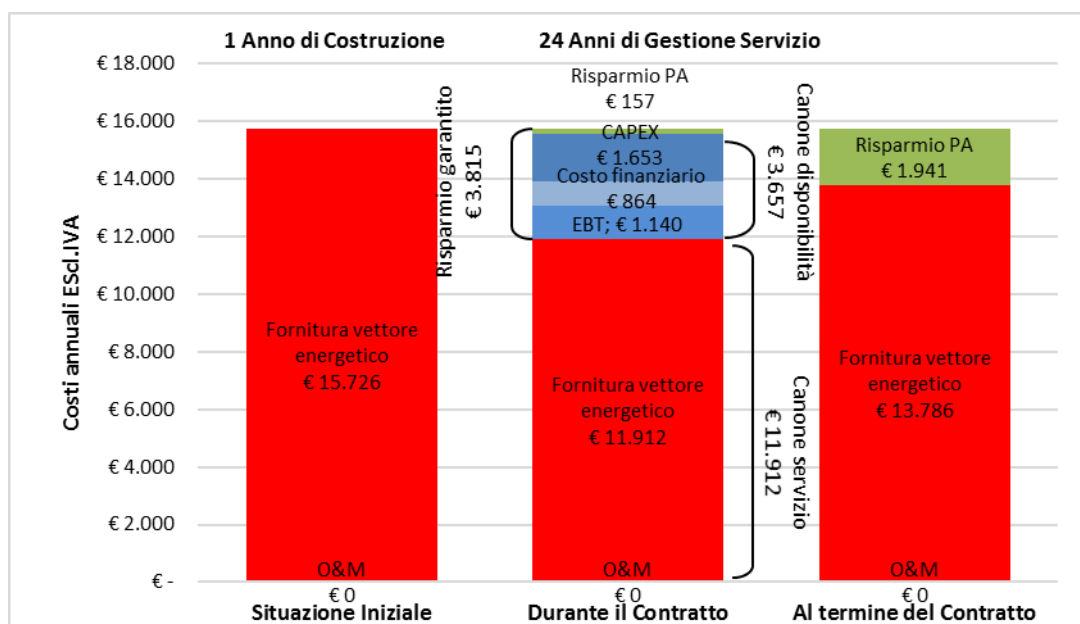
Figura 9.23 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che la combinazione di interventi consente, con un valore percentuale di “obiettivo riduzione spesa” pari al 2% e considerando una durata del debito pari ad 11 anni, di ottenere VAN positivi e indici Cover Ratio maggiori di 1.

Si riportano di seguito i risultati relativi 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 9.24.

Figura 9.24 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

	Ep glob nr	EP H	EPW	EPL	EPT	CLASSE
	kWh/mq anno	kWh/mq anno	kWh/mq anno	kWh/mq anno	kWh/mq anno	
STATO DI FATTO	93,12	66,05	1,02	15,96	15,80	E
EEM1	87,43	60,56	1,02	15,96	15,80	E
EEM2	80,22	53,32	1,02	15,96	15,80	E
EMM3	63,91	36,92	1,02	15,96	15,80	D
EEM4	57,70	30,63	1,02	15,96	15,80	D
EEM5	87,21	30,63	1,02	9,10	15,80	E
EMM6	92,80	65,97	1,02	15,96	15,80	E
SCN1	57,29	30,13	1,02	15,96	15,80	D
SCN2	52,99	25,88	1,02	15,96	15,80	C

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

	CON INCENTIVI													
	% Δ _E [%]	% Δ _{CO2} [%]	Δ C _E [€/anno]	Δ C _{MO} [€/anno]	Δ C _{MS} [€/anno]	I ₀ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	DSCR	LLCR
EEM 1	7,1%	5,7%	999	-	-	56.594	26,6	36,9	30	-10.900<0	0,7%	-0,19	-	-
EEM 2	16,0%	12,9%	2.263	-	-	256.922	34,9	41,5	30	-73.404<0	-2,4%	-0,29	-	-
EEM 3	36,2%	29,2%	5.125,4	-	-	378.103	54,4	80,0	30	-243.339<0	-4,3%	-0,64	-	-
EEM 4	43,9%	35,4%	6.228,6	822,1	-	11.548	1,7	1,8	15	56.011>0	54,0%	4,85	-	-
EEM 5	4,0%	7,4%	1.860,0	-	-	60.897	10,8	11,6	8	-19.565<0	-12,9%	-0,32	-	-
EEM 6	0,4%	0,3%	56,3	822,1	-	42.639	18,7	21,0	15	-12.512<0	-5,9%	-0,9	-	-
SCN 1 ⁽¹³⁾	44,3%	35,9%	6325,4	822,1	-	54.187	8,04	10,48	15	7.442>0	7,22%	13,73%	1,101	1,107
SCN 2 ⁽¹³⁾	49,7%	40,1%	7.055,8	822,1	-	111.223	8,74	12,63	25	16.584>0	7,15%	14,91%	1,026	1,002

Nota (13): valori degli indicatori di redditività TRS, TRA VAN TIR e IP del progetto pre-imposte e degli indicatori di redditività DSCR e LLCR della ESCO pre imposte.

10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

Si sono valutate diverse possibilità di intervento in base alla loro fattibilità tecnica ed economica, in rispetto delle norme attualmente vigenti e di eventuali vincoli presenti sull’edificio oggetto di studio. Sono state così individuate due soluzioni ottimali.

Il primo scenario consente di ottenere un miglioramento di una classe energetica e tempi di ritorno minori di 15 anni. Esso consiste nella combinazione di due interventi quali installazione di valvole termostatiche e sostituzione del generatore di calore con una caldaia a condensazione. Per questa soluzione si è valutata una spesa pari a 54.187 €, l’ottenimento di 17.055 € di incentivi da Conto termico, un TRA del progetto pari a 10,48 anni ed un VAN pari a 7.442 €. Dal punto di vista dell’azionista, tale scenario consente di ottenere un VAN pari a 6.064 € e un TRA pari a 2,25 anni. Gli indici finanziari *Cover Ratio* sono maggiori di 1.

Il secondo scenario consente di ottenere un salto di due classi energetiche e un tempo di ritorno semplice minore di 25 anni. Esso consiste nella combinazione di diversi interventi quali isolamento della copertura, installazione di valvole termostatiche e sostituzione del generatore di calore con una caldaia a condensazione di potenzialità minore. Per questa soluzione si è valutata una spesa pari a 111.223 €, l’ottenimento di 54.821 € di incentivi da Conto termico, un TRA del progetto pari a 12,63 anni ed un VAN pari a 16.584 €. Dal punto di vista dell’azionista, tale scenario consente di ottenere



E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”

un VAN pari a 14.551 € e un TRA pari a 2,21 anni. Anche per quest'ultimo scenario gli indici finanziari *Cover Ratio* sono leggermente superiori all'unità.

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo		Nome file
Tavola di inquadramento	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-E01375.dwg
Planimetria piano1	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-PIAN1.dwg
Planimetria piano seminterrato SS1	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-PIAN1SS.dwg
Planimetria piano 2	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-PIAN2.dwg
Planimetria piano seminterrato SS2	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-PIAN2SS.dwg
Planimetria piano seminterrato SS2A	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-PIAN2SSA.dwg
Planimetria piano 3	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-PIAN3.dwg
Planimetria piano seminterrato SS3	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-PIAN3SS.dwg
Copertura	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-PIANC.dwg
Planimetria piano terra	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-PIANT.dwg
Centrale termica	20/06/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-125-S02-013-CENTRALE TERMICA.dwg
Planimetria Piano terra con informazioni su impianti	20/06/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-L1-042-125-P00.dwg
Planimetria Piano 1 con informazioni su impianti	20/06/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-L1-042-125-P01.dwg
Planimetria Piano 2 con informazioni su impianti	20/06/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-L1-042-125-P02.dwg
Planimetria Piano 3 con informazioni su impianti	20/06/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-L1-042-125-P03.dwg
Planimetria Piano seminterrato S1 con informazioni su impianti	20/06/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-L1-042-125-S01.dwg
Planimetria Piano seminterrato S2 con informazioni su impianti	20/06/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-L1-042-125-S02.dwg
Centrale termica	30/11/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-ct.pdf
Planimetria Piano terra con informazioni su impianti	30/11/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-P00.pdf
Planimetria Piano 1 con informazioni su impianti	30/11/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-P01.pdf
Planimetria Piano 2 con informazioni su impianti	30/11/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-P02.pdf
Planimetria Piano 3 con informazioni su impianti	30/11/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-P03.pdf
Planimetria Piano seminterrato S1 con informazioni su impianti	30/11/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-S01.pdf
Planimetria Piano seminterrato S2 con informazioni su impianti	30/11/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-S02.pdf
Checklist piano terra	20/06/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-L1-042-125-P00-Checklist
Checklist piano primo	20/06/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-L1-042-125-P01-Checklist
Checklist piano secondo	20/06/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-L1-042-125-P02-Checklist
Checklist piano terzo	20/06/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-L1-042-125-P03-Checklist
Checklist piano seminterrato S1	20/06/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-L1-042-125-S01-Checklist
Checklist piano seminterrato S2	20/06/2017	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-L1-042-125-S02-Checklist
Tabulato consumi EE	06/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoA-Tabulato consumi EE
Fattura EE	2014	5700098222.pdf
Fattura EE	2014	5700134953.pdf
Fattura EE	2014	5700176198.pdf
Fattura EE	2014	5700214976.pdf
Fattura EE	2014	5700248943.pdf
Fattura EE	2014	5700291175.pdf
Fattura EE	2014	5700345592.pdf
Fattura EE	2014	5700373692.pdf

*E1375 – Scuole medie “Don Luigi” e “C. Colombo”*

Fattura EE	2014	5700411925.pdf
Fattura EE	2015	5700492869.pdf
Fattura EE	2015	5700544104.pdf
Fattura EE	2015	5750082199.pdf
Fattura EE	2015	E000018558.pdf
Fattura EE	2015	E000163930.pdf
Fattura EE	2015	E000310246.pdf
Fattura EE	2016	E000334605.pdf
Fattura EE	2016	E000337523.pdf
Fattura EE	2016	11640087944.pdf
Fattura EE	2016	11640126638.pdf
Fattura EE	2016	11740001581.pdf
Fattura EE	2016	11740042570.pdf

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Modello	Modello degli edifici E1372 e E1375	11/05/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoB-E1372 e E1375.E0001
Grafici Template		06/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoB-Grafici_Template.xlsx
Grafici Template		19/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revB-AllegatoB-Grafici_Template.xlsx
Planimetria zone termiche spazi non riscaldati destinazioni uso			DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoB-E1375_Planimetria zone termiche spazi non riscaldati destinazioni uso
Planimetria 1 100_1 200			DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoB-E1375_Planimetria 1 100_1 200
Diagramma blocchi impianto elettrico			DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoB-E1375_Diagramma blocchi impianto elettrico
Contestualizzazione geografica climatica urbana			DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoB-E1375_Contestualizzazione geografica climatica urbana.dwg
Diagramma blocchi impianto termico			DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoB-E1375_Diagramma blocchi impianto termico



ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Report termografico dell'edificio E1375	05/06/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoC-Report termografico.docx



ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Titolo	Data	Nome file

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
Relazione di calcolo Edilclima	06/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoE-Relazione calcolo Edilclima.RTF

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificazione di conformità del software		DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoF-CertCTI.pdf



ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
APE stato di fatto	06/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoG-22232_2018_8042.pdf
APE stato di fatto	06/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoG-22232_2018_8042.xml

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE Scenario 2	06/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoH-APE_SCN2_22232_2018_8042.pdf
APE Scenario 2	06/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoH-APE_SCN2_22232_2018_8042.xml
APE Scenario 1	06/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoH-APE_SCN1_22232_2018_8042.pdf
APE Scenario 1	06/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoH-APE_SCN1_22232_2018_8042.xml

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
Dati climatici e calcolo GG	06/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoI-GG.xlsx

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

	Titolo	Data	Nome file
	Schede di Audit	06/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoI-Scheda Audit.xlsx

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
Schede ORE	06/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoK-Schede ORE.pdf

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Analisi PEF dello scenario individuato	06/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN2.xlsx
Analisi PEF Scenario 1	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revB-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN1.xlsx
Analisi PEF Scenario 2	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revB-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN2.xlsx

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report di Benchmark	06/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revA-AllegatoM-Benchmark.xlsx
Report di Benchmark	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1375_revB-AllegatoM-Benchmark.xlsx



ALLEGATO N – CD-ROM