

Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

E169

Via Cesare Battisti 6, Genova

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio 2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

ATI:



(mandataria)



(mandante)

Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

E169

Via Cesare Battisti 6, Genova

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Luglio 2018

COMUNE DI GENOVA

STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

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

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

Tel 010 5573560 – 5573855; energymanager@comune.genova.it; 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	9/07/2018	Emanuele Schiavone	Irene Paradisi Luigi Guerra	Saverio Magni	Prima Pubblicazione
B	26/07/2018	Emanuele Schiavone	Irene Paradisi Luigi Guerra	Saverio Magni	Seconda Pubblicazione a seguito di Revisione PA 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

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI	3
INDICE.....	I
EXECUTIVE SUMMARY	I
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 Involucro opaco	14
4.1.2 Involucro trasparente	15
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	17
4.2.1 Sottosistema di emissione	17
4.2.2 Sottosistema di regolazione.....	19
4.2.3 Sottosistema di distribuzione.....	19
4.2.4 Sottosistema di generazione.....	20
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	21
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA	22
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	23
4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	24
5 CONSUMI RILEVATI	25
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	25
5.1.1 Energia termica.....	25
5.1.2 Energia elettrica.....	27
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	31
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	35
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	35
6.1.1 Validazione del modello termico	36
6.1.2 Validazione del modello elettrico	37
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	37
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	39
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	41
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	41
7.1.1 Vettore termico.....	41
7.1.2 Vettore elettrico.....	41



7.2	TARIFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	45
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	45
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	46
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	48
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	48
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	48
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento</i>	52
8.1.3	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	54
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	56
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	56
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	62
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO.....	73
9.3.1	<i>Scenario 1: coibentazione copertura + sostituzione caldaia + installazione valvole termostatiche + sostituzione lampade a LED:</i>	76
10	CONCLUSIONI	84
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	84
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	84
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	84
	ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....	85
	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		1952
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]	4212
Superficie disperdente (S)	[m ²]	6076
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	19600
Rapporto S/V	[1/m]	0,31
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	4821
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	5178
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	-
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	350
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]	79
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	262492
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	20402
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	55598
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	12448

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: isolamento pareti verticali esterne
- EEM 2: isolamento coperture
- EEM 3: sostituzione infissi
- EEM 4: installazione valvole termostatiche
- EEM 5: sostituzione caldaia
- EEM 6: installazione lampade LED
- SCN 1: combinazione degli interventi EEM2, EEM4, EEM5 e EEM6

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

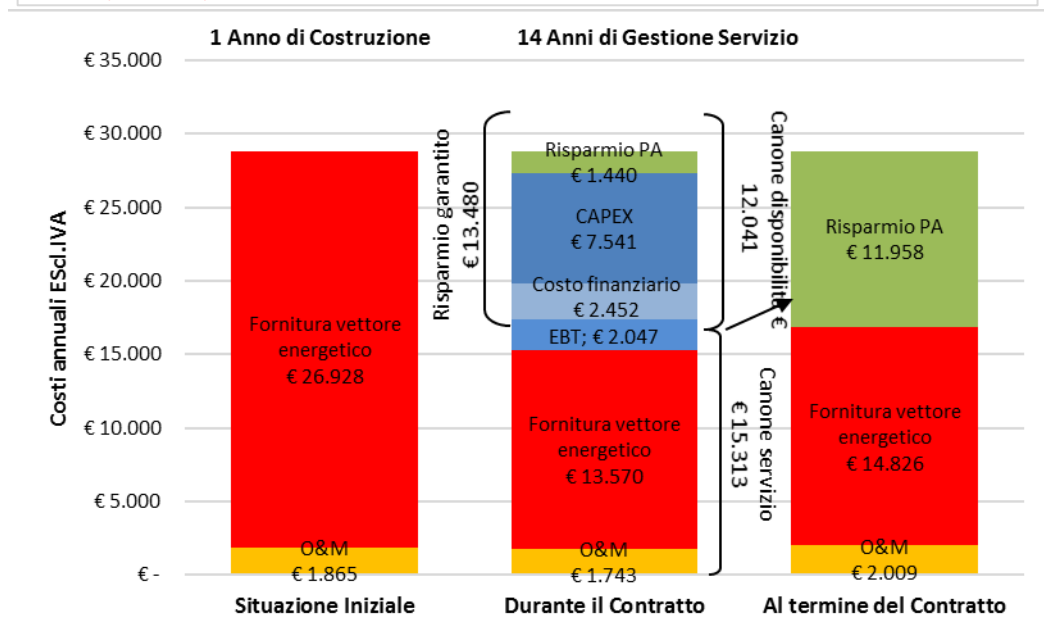
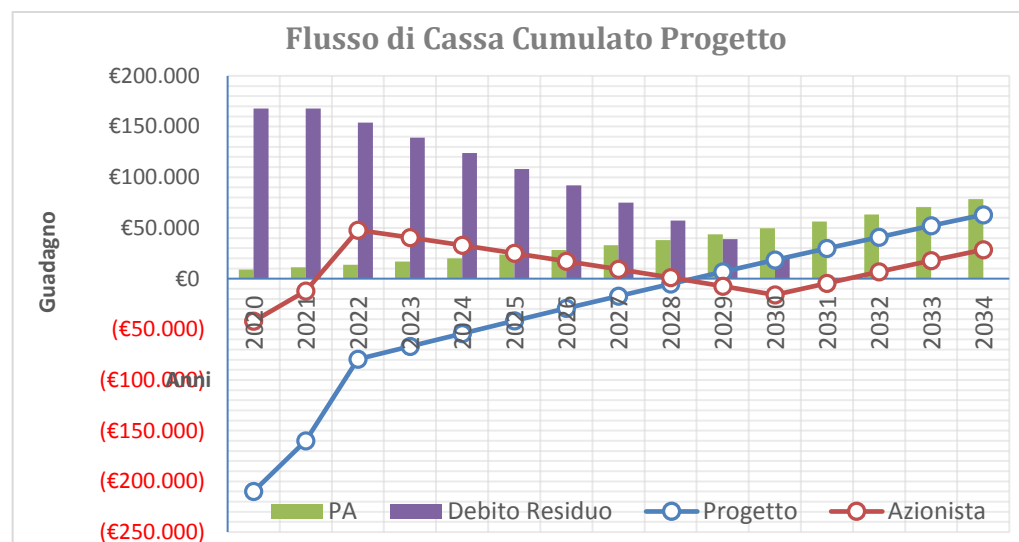
	CON INCENTIVI													
	%Δ _E	%Δ _{CO2}	ΔC _e	ΔC _{Mo}	ΔC _{Ms}	I ₀	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	17,1%	14,1%	4292			244602	29,0	39,3	30	-59719	0,0%	-0,24		
EEM 2	19,2%	15,8%	4810			105600	11,6	16,6	30	27410	7,4%	0,26		
EEM 3	19,2%	15,7%	4800			542295	71,3	99,6	30	-390358	-6,3%	-0,72		



EEM 4	44,5%	36,5%	11117	228	12488	1,2	1,3	15	95871	78,6%	7,68		
EEM 5	12,7%	10,5%	3233	228	32310	5,0	6,5	15	16999	14,7%	0,53		
EEM 6	4,2%	7,9%	2988		32603	5,9	8,0	8	-208	3,7%	-0,01		
SCN 1 ⁽²⁾	63,2%	56,3%	17734	228	203692	9,4	12,5	15	16248	5,8%	7,99%	1,06	1,02

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



INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

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

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

Figura 0.1 - Vista della facciata esposta a Est



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 0.1 sono riportati i nominativi di tutti i soggetti coinvolti nelle varie fasi di svolgimento della DE.

Tabella 0.1 – 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
Emanuele Schiavone	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. GEB Mapp. 776 è sito nel Comune di Genova e più precisamente in via Cesare Battisti.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a scuola d'infanzia, scuola elementare e scuola media.

Figura 0.2 – Ubicazione dell'edificio



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

Tabella 0.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1952
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]	4212
Superficie disperdente (S)	[m ²]	6076
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	19600
Rapporto S/V	[1/m]	0,31
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	4821
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	5178
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	-
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	350
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas Naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler elettrici
Emissioni CO2 di riferimento ⁽³⁾	[t/anno]	79
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽³⁾	[kWh _{th} /anno]	262492
Spesa annuale Gas Metano ⁽³⁾	[€/anno]	20402
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽³⁾	[kWh _{el} /anno]	55598
Spesa annuale energia elettrica ⁽³⁾	[€/anno]	12448

Nota (3): Valori di Baseline

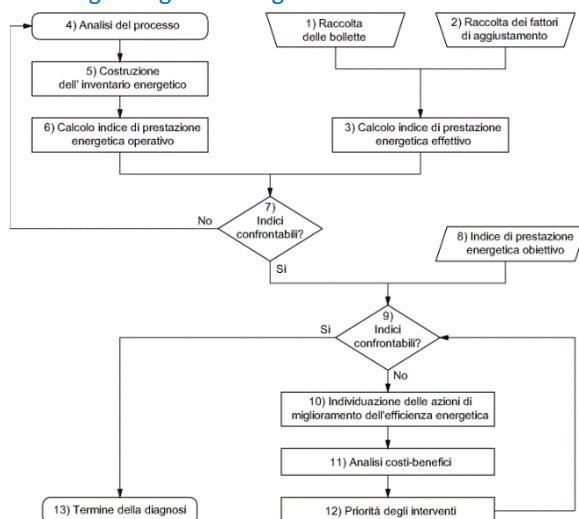
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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; **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**
- 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 07/12/2017 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

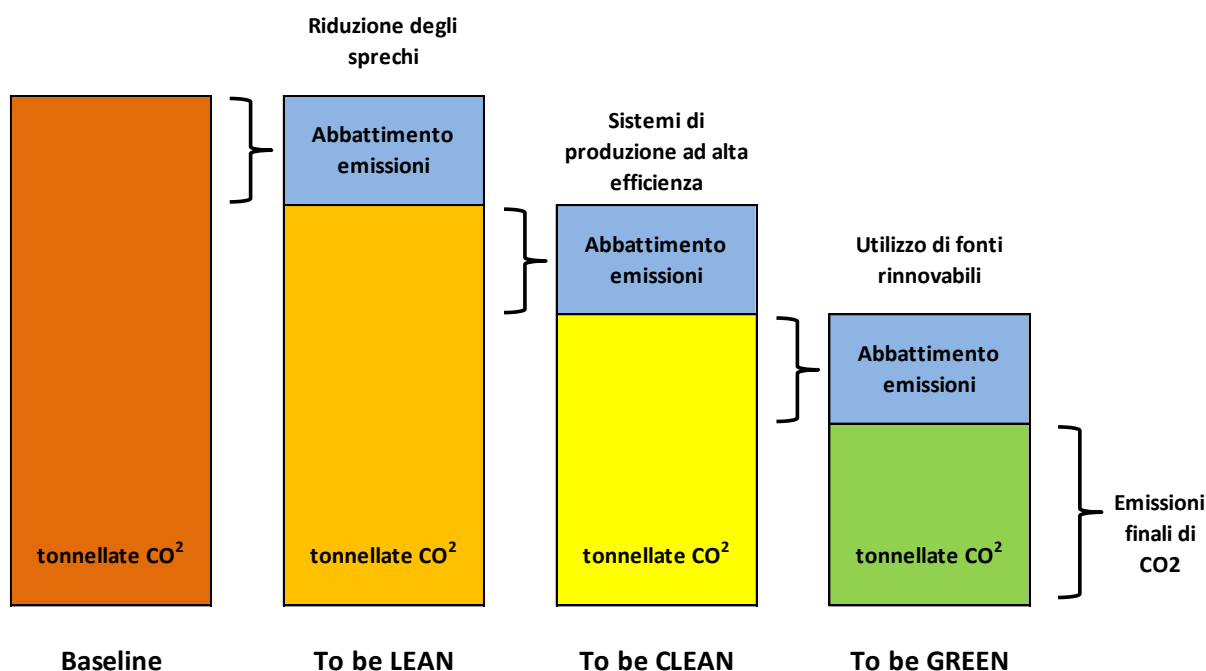
- destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- j) Individuazione della "baseline elettrica" di riferimento (e relative emissioni di CO_2) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai 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 0.3 – 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 0.4

Figura 0.4 - 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 sulla domanda d'utenza (anche relativamente ai sistemi di emissione, regolazione, distribuzione, accumulo), partendo dal baseline e a approdando a un nuovo valore di baseline ridotto, ("to Be Lean"). In seguito, da questo valore ridotto di baseline si è valutato il dimensionamento delle apparecchiature e il risparmio conseguibile dapprima dalla riqualificazione degli impianti di generazione per la climatizzazione e, dopo, dall'installazione di tecnologie di generazione da fonti rinnovabili.

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

- TRS (Tempo di rientro semplice);
- TRA (Tempo di rientro attualizzato);
- VAN (Valore attuale netto);

- TIR (Tasso interno di rendimento);
- IP (indice di profitto).

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

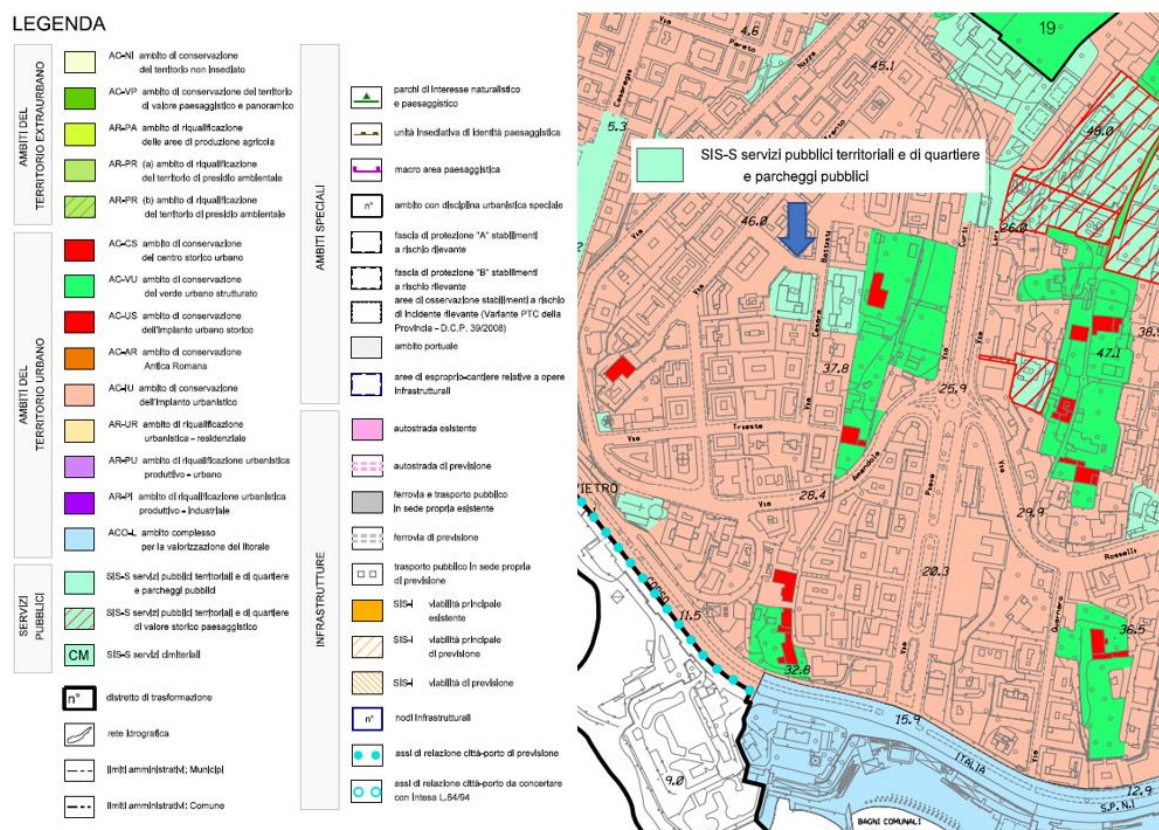
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

Lo strumento urbanistico vigente, il P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 con entrata in vigore il 3/12/2015, classifica l'edificio oggetto della DE in zona 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 al 1952 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 5 piani fuori terra occupati dalle aule e da un seminterrato occupato dalla palestra e dalla mensa.

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

E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

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

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

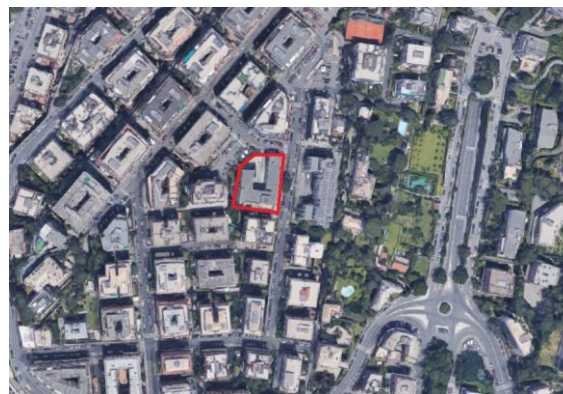


Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽⁴⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽⁵⁾
Seminterrato	Palestra, spogliatoi, cucina, refettorio, atrio, corridoi, servizi, centrale termica e magazzini	[m ²]	1205	1065
Terra	Aule, servizi, atrio, corridoi, uffici, magazzini	[m ²]	1205	756
Primo	Aule, servizi, sale, corridoi	[m ²]	786	680
Secondo	Aule, servizi, corridoi, biblioteca, aula d'informatica	[m ²]	786	677
Terzo	Aule, servizi, corridoi, sala professori	[m ²]	786	682
Quarto	Aule, servizi, corridoi	[m ²]	410	352
TOTALE		[m²]	5178	4212

Nota (4): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

Nota (5): Superficie utile valutata ai fini della creazione del modello energetico

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

L'edificio oggetto della DE non presenta vincoli per quanto riguarda gli interventi di risparmio energetico.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli

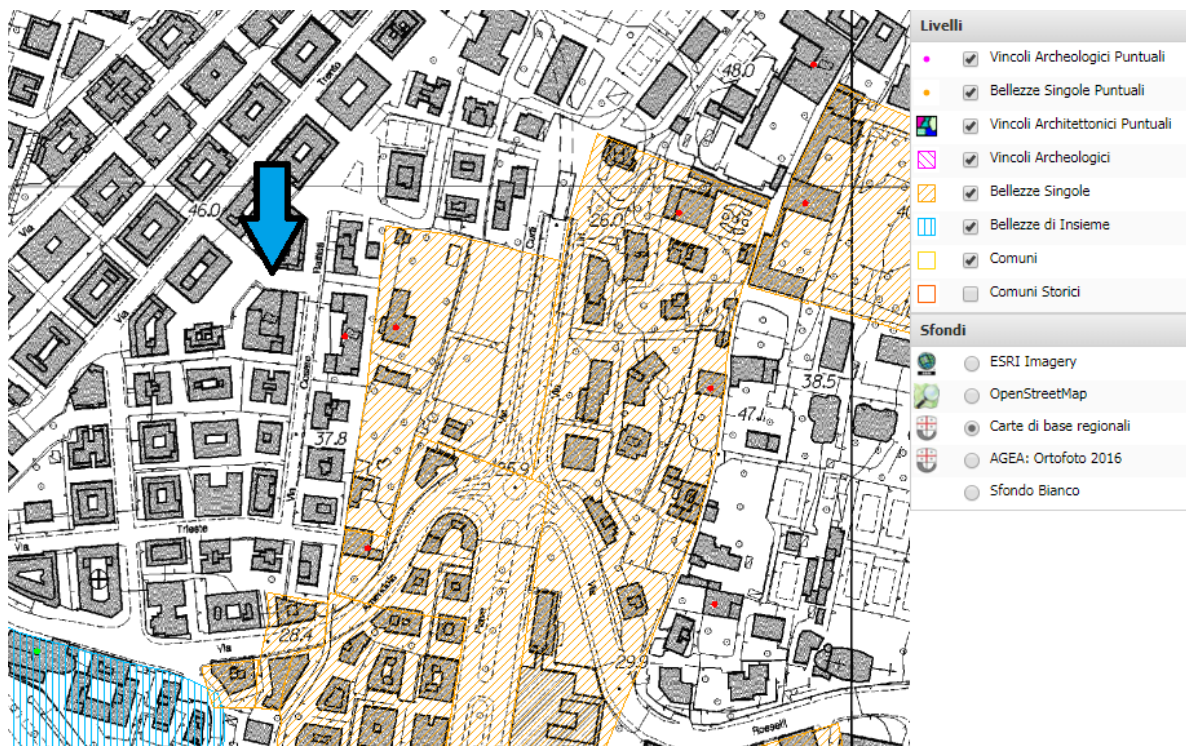


Tabella 2.2 - Misure di efficienza energetica individuate e valutazione delle interferenze con gli attuali vincoli

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁶⁾	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 (6): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

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

2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

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

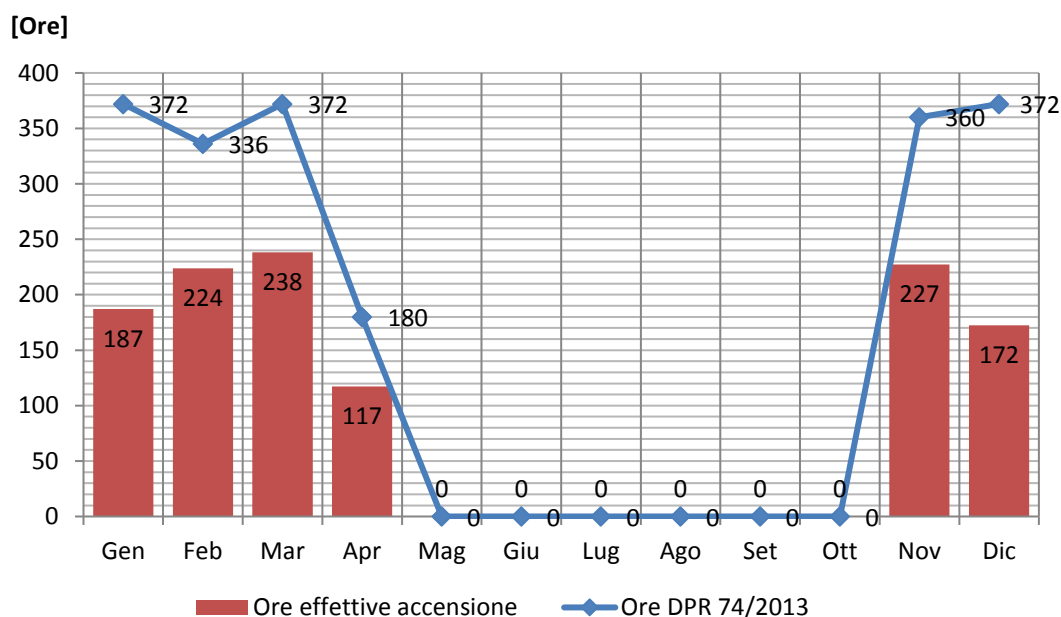
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ricavati tramite intervista al personale.

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 SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	dal lunedì al venerdì	7:30 – 17:30	07:00 – 18:00
Dal 1 Settembre al 30 Giugno	dal lunedì al venerdì	7:30 – 17:30	

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 mediamente alle 16:10 per la scuola elementare e alle 17:30 per la scuola materna, lo spegnimento dell'impianto di riscaldamento avviene alle ore 18:00.

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

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

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

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

3 DATI CLIMATICI

3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 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	20	17	163	18%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	193	22%
Marzo	31	11,1	31	276	21	22	193	21%
Aprile	30	15,3	15	71	20	11	54	6%
Maggio	31	18,7	-	-	21	-	-	0%
Giugno	30	22,4	-	-	20	-	-	0%
Luglio	31	24,6	-	-	-	-	-	0%
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	0%
Settembre	30	22,2	-	-	20	-	-	0%
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	0%
Novembre	30	13,3	30	201	20	21	138	15%
Dicembre	31	10,0	31	310	15	16	157	18%

TOTALE	365	16,7	166	1421	198	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.

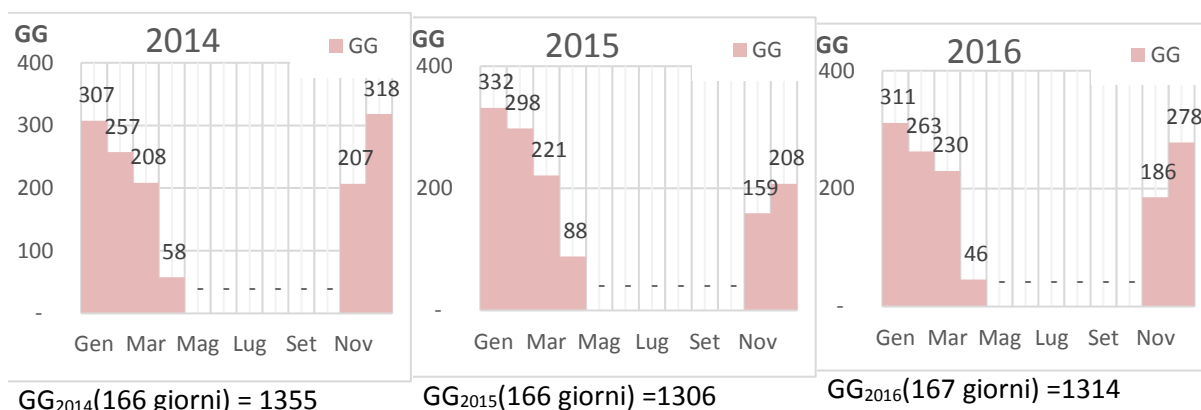
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



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

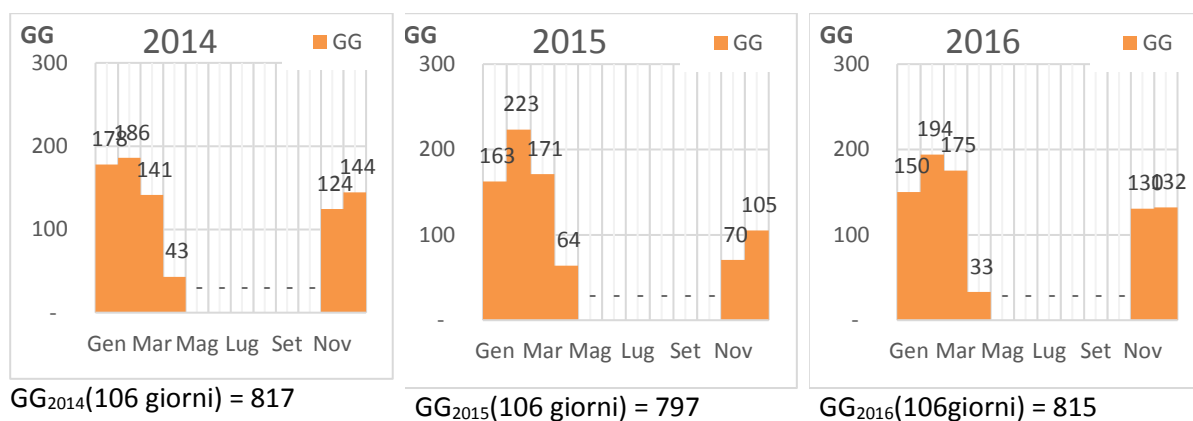


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto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

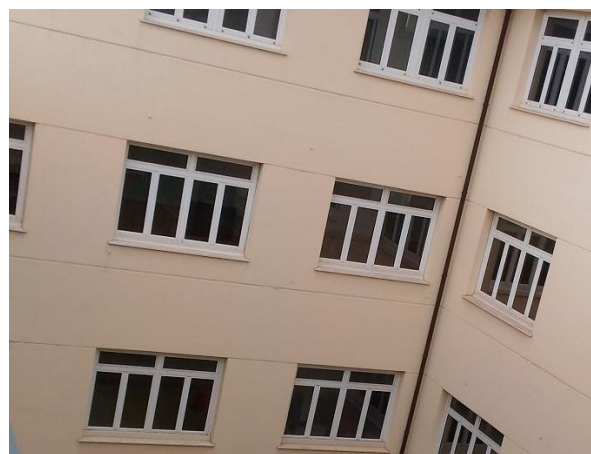


Figura 4.3 - Particolare della copertura



Figura 4.4 - Particolare della copertura



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 4.5 – Rilievo termografico della parete



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

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m ² K]	STATO DI CONSERVAZIONE
Muro	M1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Muro	M2	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Muro	M3	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Muro	M4	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Muro	M5	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
Pavimento	P1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Pavimento	P2	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Soffitto	S1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Soffitto	S2	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Soffitto	S3	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

Figura 4.6 - Particolare dei serramenti

E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

composto da serramenti con telaio in PVC, alcuni sono costituiti da vetri singoli, altri da vetri doppi. Pur non essendo scarso il loro stato di conservazione, 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



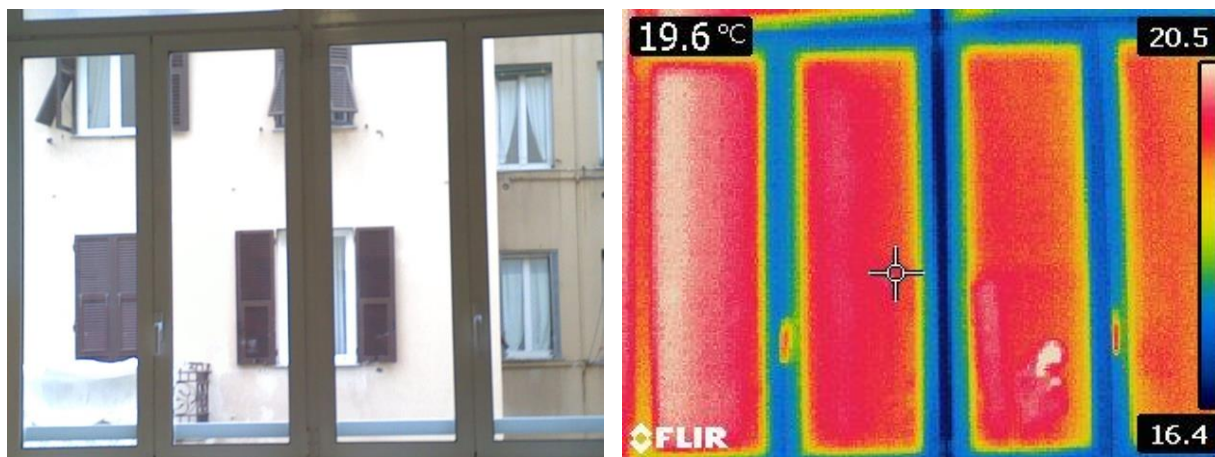
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- 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 PVC e vetro doppio
- Serramenti con telaio in Legno e vetro singolo

Figura 4.7 – 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/m ² K]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento verticale	W1	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W2	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W3	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W4	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W5	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W6	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W7	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W8	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W9	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W10	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W11	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W12	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W13	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W14	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W15	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W16	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W17	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W18	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W19	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W20	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W21	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W22	Vedere allegato E	PVC	Vedere allegato E	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.

4.2.1 Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito da radiatori in ghisa. [Figura 4.8 - Particolare dei terminali di emissione](#)



Figura 4.9 – Particolare dei radiatori

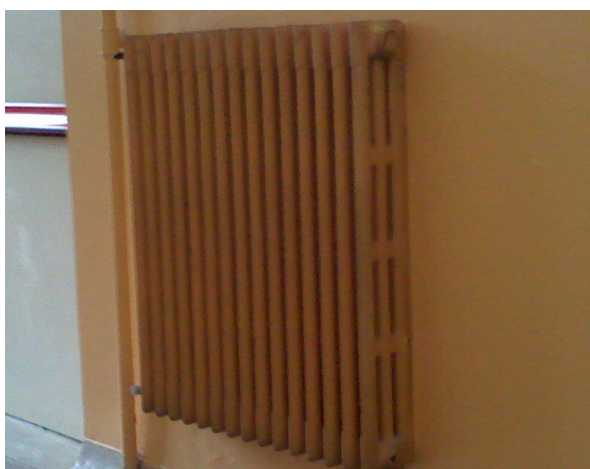
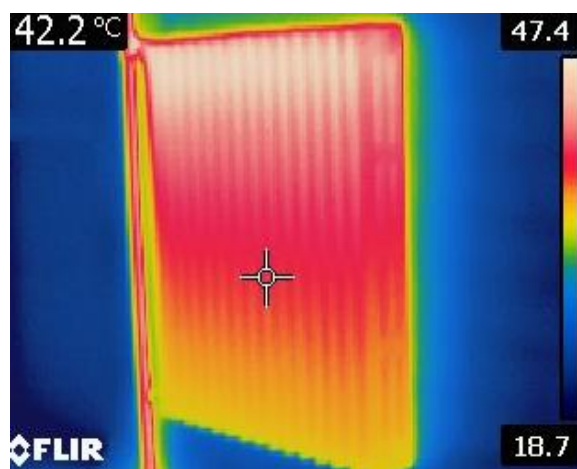


Figura 4.10 - Rilievo termografico dei radiatori



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
Intero edificio	Radiatori in Ghisa	93%

Le caratteristiche dei terminali di emissione installati sono sintetizzate nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

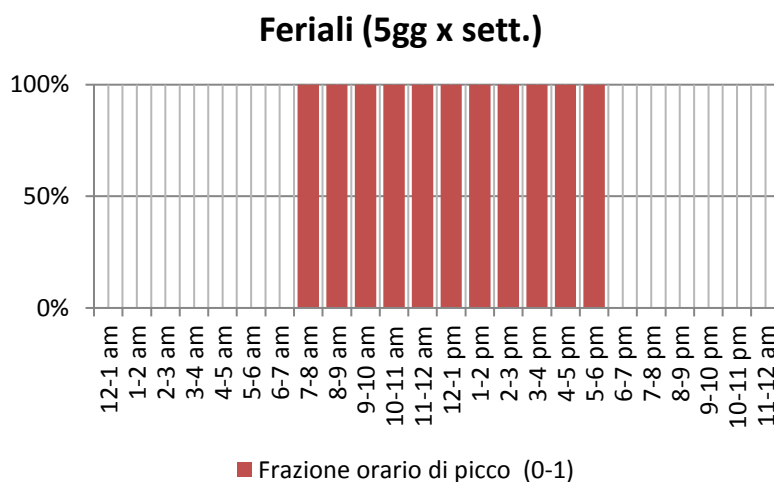
PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA MEDIA [kW]	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA [kW]	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA [kW]	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA [kW]
Seminterrato	Su parete esterna non isolata	20	2,43	29	-	-
Terra	Su parete esterna non isolata	22	2,29	30	-	-
Primo	Su parete esterna non isolata	23	2,34	33	-	-
Secondo	Su parete esterna non isolata	18	2,33	21	-	-
Terzo	Su parete esterna non isolata	19	2,74	41	-	-
Quarto	Su parete esterna non isolata	12	2,97	24	-	-
TOTALE		114		178	-	-

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 4.11 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per la zona termica



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
Intero edificio	Climatica	72%

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 da un circuito di collegamento tra la caldaia ed i terminali di emissione, il quale è servito da una pompa gemellare.

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

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

NOME		SERVIZIO	PORTATA [m ³ /h]	PREVALENZA [kPa]	POTENZA ASSORBITA ⁽⁷⁾ [kW]
Pompa di circolazione	Grundfos (Gemel) UPSD 80-120	mandata acqua calda ai terminali	63,7	107,9	1,50
Pompa di anticondensa	Grundfos UPS 50-	anticondensa	19,6	24,5	0,16

Nota (7): Valori ricavati dal modello energetico

Nota (8): Valori ricavati da progetto

Nota (9): Valori ricavati da dati di targa

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

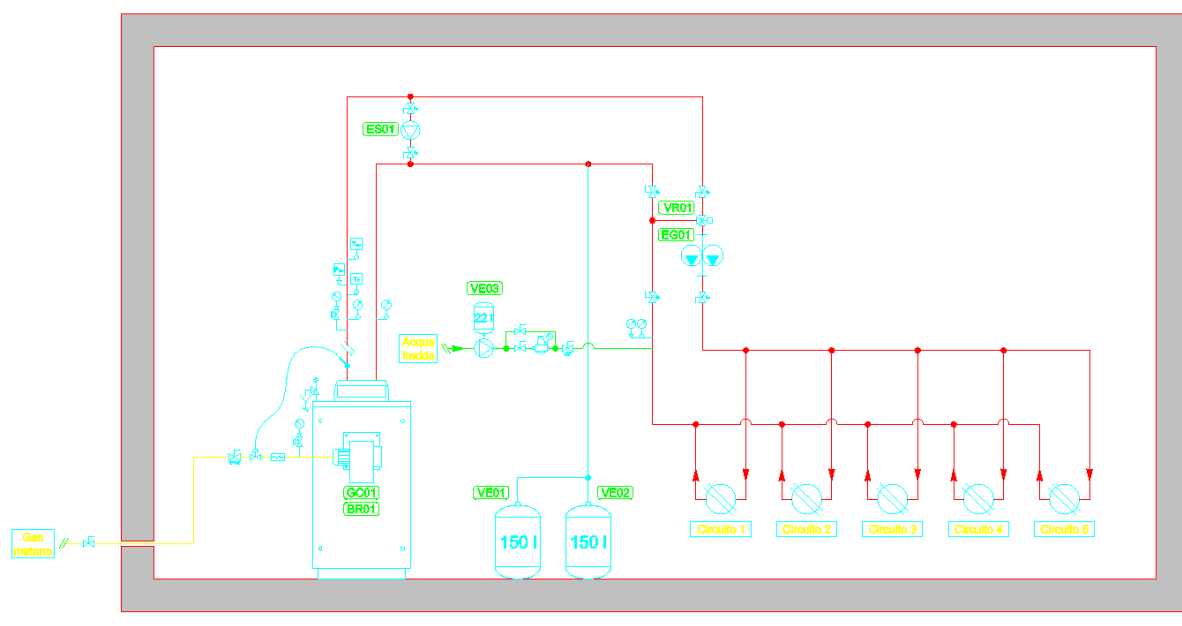
Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA	TEMPERATURA CALCOLO ⁽¹⁰⁾
			°C	°C
Zona 1	Mandata	Caldo	n.d. ⁽¹¹⁾	70
	Ritorno	Caldo	n.d. ⁽¹¹⁾	60

Nota (10): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Nota (11): Valore non rilevato causa isolamento tubazioni

Figura 4.12 - Particolare dello schema di impianto



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione, in accordo con la normativa UNI/TS 11300-2 prospetto 15, è stato assunto nella DE pari a 94,2%.

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

4.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una caldaia tradizionale modello ICI Caldaie GREENOx.e-35 alimentata a gas metano ed installata nel 2004.

Figura 4.13 - Particolare della caldaia



Figura 4.14 - Particolare della caldaia



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

Tabella 4.8 - 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	GREENOx.e 35	2004	367	350	92,7	0,59

In accordo con la normativa UNI/TS 11300-2 prospetto 15, il rendimento complessivo del sottosistema di generazione in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 89,6%. 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 poichè 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.

Figura 4.15 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria

E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

La produzione è eseguita tramite 5 bollitori elettrici ad accumulo installati localmente nei servizi igienici.



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

Tabella 4.9 – Rendimenti dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria

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

L'impianto di ventilazione è un impianto di sola estrazione situato nella cucina della scuola.

Figura 4.16 - Particolare del sistema di ventilazione meccanica controllata

E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

Le ore di funzionamento sono 3 d'inverno e 2 d'estate, con una portata di estrazione di 4320,16 m³/h e una potenza elettrica assorbita di circa 3 kW.



L'elenco dei componenti dell'impianto di ventilazione meccanica controllata rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 8 dell' Allegato J – Schede di audit.

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

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

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

Tabella 4.10 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [kW]	POTENZA COMPLESSIVA [kW]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Intero edificio	Frigorifero	1	0,8	0,8	8.760
Intero edificio	Congelatore	1	0,8	0,8	8.760
Intero edificio	Fotocopiatrice	2	1,8	3,6	639
Intero edificio	PC	18	0,2	9,0	1.065
Intero edificio	Stampante	2	0,3	0,6	426
Intero edificio	Distributore bevande calde	2	1,5	3,0	639
Intero edificio	Distributore bevande fredde	1	0,5	0,5	8.760
Intero edificio	Lim	12	0,3	3,6	533
Intero edificio	Tv	2	0,2	0,4	213
Intero edificio	Lavastoviglie	1	3,0	3,0	426
Intero edificio	Ascensore	1	4,0	4,0	172

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.

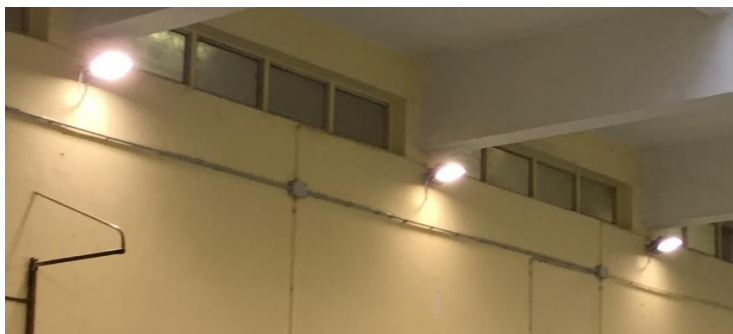
4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade a fluorescenza nelle aule e corridoi. In palestra ci sono fari a fluorescenza.

Figura 4.17 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule



Figura 4.18 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nella palestra



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

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Intero edificio	A fluorescenza	18	1X25	450
Intero edificio	A fluorescenza	202	1X58	11716
Intero edificio	A fluorescenza	3	2X18	108
Intero edificio	A fluorescenza	107	2X58	12412
Intero edificio	A fluorescenza	14	4X18	1008
Palestra	A fluorescenza	8	1X200	1600

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

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 ⁽¹²⁾	0,85	n/a	n/a	10,09

Nota (12) Fonte: Prospetto B.19 UNI TS 11300-2:2014

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di un contatore, il quale è risultato a servizio della centrale termica per il riscaldamento degli ambienti dell'intero edificio.

Tra i dati forniti dalla committenza è presente un riferimento ad un secondo PDR (3270015194302), il quale, a seguito del sopralluogo, è risultato essere a servizio della mensa della scuola. 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]
03270038088975	Riscaldamento	22.092	26.353	26.930	208.106	248.241	253.681

Dall'analisi effettuata è emerso che il prelievo termico del triennio è caratterizzato da un valore minimo pari a 22.092 Sm³ nel 2014, e un valore di massimo prelievo pari a 26.930 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 6.1.

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

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

\bar{Q}_{ALTRO} = Consumo termico reale per eventuali altri utilizzi dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per altri usi, nel triennio di riferimento. Tale contributo non è stato valutato in quanto 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	22.092	208.106	254,7	228.662
2015	797	898	26.353	248.241	311,6	279.804
2016	815	898	26.930	253.681	311,3	279.493
Media	810	898	25.125	236.676	292	262.492

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

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]
-----------	-----------------

$$\frac{\overline{Q}_{ACS}}{\overline{Q}_{ALTRO}} \times \overline{a}_{rif} \times GG_{rif}$$

262.492

 $Q_{baseline}$

262.492

5.1.2 Energia elettrica

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

- Scuola elementare "Diaz";
- Scuola media "Doria-Pascoli";
- Scuola dell'infanzia "S. Pietro";
- 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 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]	MEDIA [kWh]
IT001E00098144	Intero edificio	52.367	65.238	49.189	55.598
TOTALE					EEbaseline = 55.598

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 5%.

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 55.598 kWh.

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

POD: IT001E00098144	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	4.914	841	810	6.565
Feb - 14	4.624	876	620	6.120
Mar - 14	4.226	870	745	5.841
Apr - 14	3.458	684	671	4.813
Mag - 14	2.957	652	676	4.285
Giu - 14	1.818	432	563	2.813
Lug - 14	1.407	351	503	2.261
Ago - 14	355	281	524	1.160
Set - 14	2.648	601	538	3.787



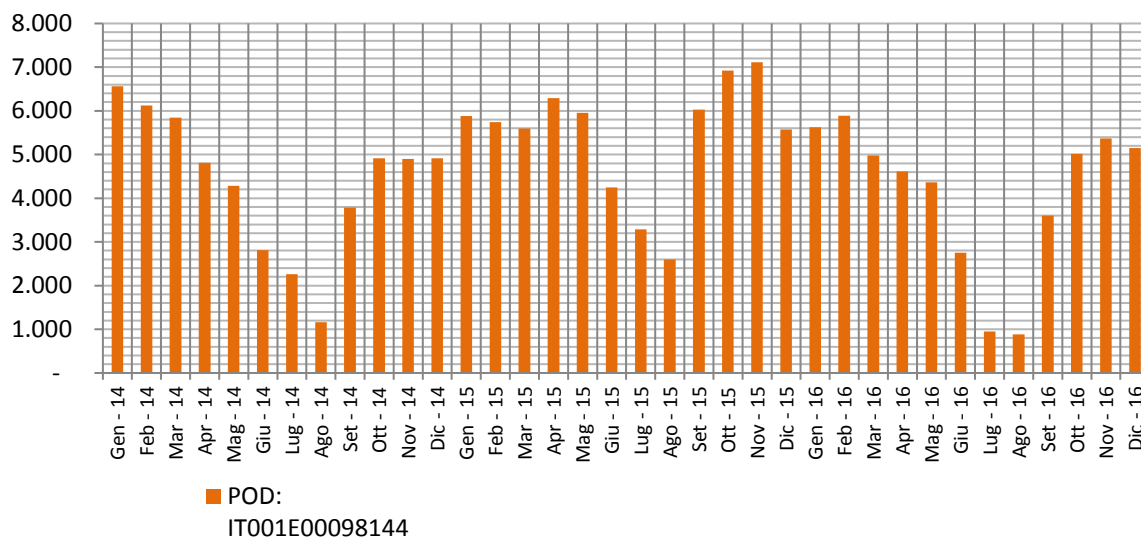
E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

Ott - 14	3.547	769	595	4.911
Nov - 14	3.553	653	694	4.900
Dic - 14	3.519	660	732	4.911
Totale	37.026	7.670	7.671	52.367
POD: IT001E00098144	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	4.306	826	749	5.881
Feb - 15	4.300	823	622	5.745
Mar - 15	4.060	825	712	5.597
Apr - 15	4.006	917	1.367	6.290
Mag - 15	3.718	900	1.333	5.951
Giu - 15	2.582	682	984	4.248
Lug - 15	1.862	554	873	3.289
Ago - 15	1.263	439	899	2.601
Set - 15	3.981	917	1.130	6.028
Ott - 15	4.859	997	1.064	6.920
Nov - 15	5.044	953	1.114	7.111
Dic - 15	3.938	668	971	5.577
Totale	43.919	9.501	11.818	65.238
POD: IT001E00098144	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	4.085	749	787	5.621
Feb - 16	4.446	764	675	5.885
Mar - 16	3.595	664	723	4.982
Apr - 16	3.149	719	746	4.614
Mag - 16	3.194	582	587	4.363
Giu - 16	1.779	419	555	2.753
Lug - 16	313	231	406	950
Ago - 16	293	200	390	883
Set - 16	2.536	548	518	3.602
Ott - 16	3.550	827	639	5.016
Nov - 16	3.943	797	629	5.369
Dic - 16	3.466	812	873	5.151
Totale	34.349	7.312	7.528	49.189

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

[kWh]



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.

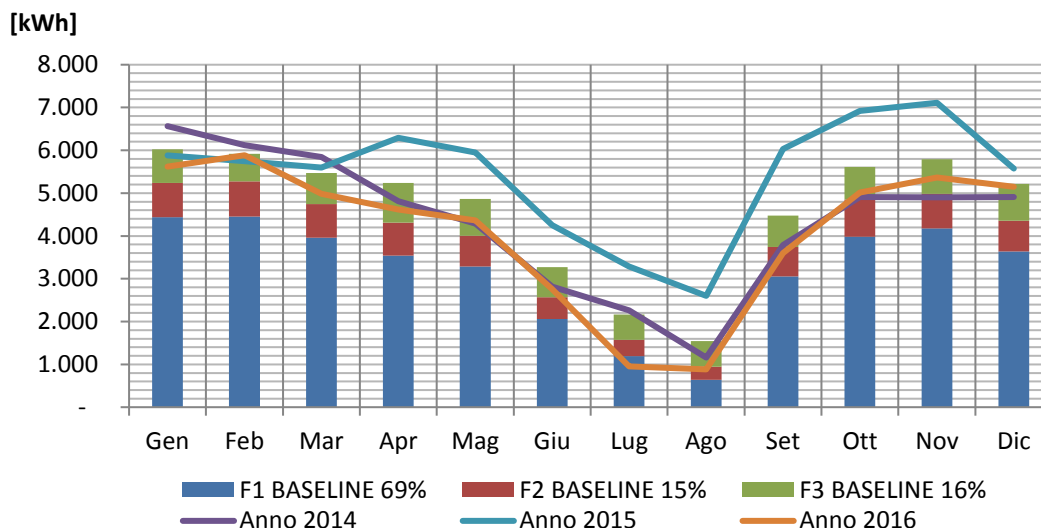
Tali valori sono riportati nella Tabella 5.7.

Tabella 5.7 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.218	403	391	3.011
Febbraio	2.228	411	320	2.958
Marzo	1.980	393	363	2.737
Aprile	1.769	387	464	2.620
Maggio	1.645	356	433	2.433
Giugno	1.030	256	350	1.636
Luglio	597	189	297	1.083
Agosto	319	153	302	774
Settembre	1.528	344	364	2.236
Ottobre	1.993	432	383	2.808
Novembre	2.090	401	406	2.897
Dicembre	1.821	357	429	2.607
Totale	19.216	4.081	4.503	27.799

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

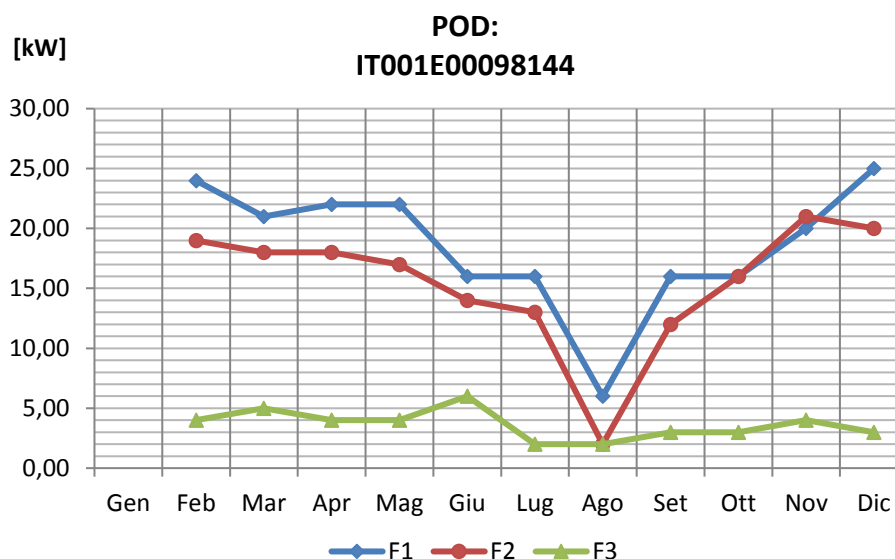


I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti in accordo con l'occupazione della struttura. Sono presenti consumi anche nei mesi estivi, probabilmente dovuti alla presenza dei collaboratori scolastici e ad utenze elettriche come frigoriferi e distributori di bevande.

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.

L'andamento dei profili giornalieri di consumo è riportato nei grafici in Figura 5.3.

Figura 5.3 – Profili di potenza massimi mensili per il POD IT001E00098144



Il prelievo di potenza massima è pari a 25 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.

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

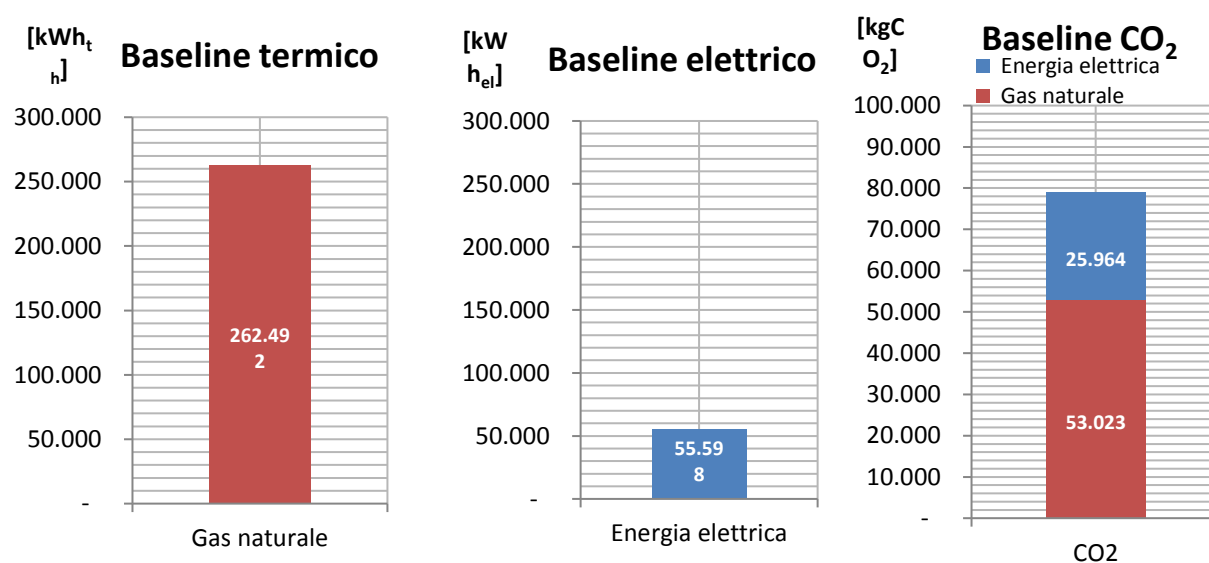
* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

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	55.598,00	* 0,467	25,96
Gas naturale	262.492,34	* 0,202	53,02

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,ren}	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	4.212	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	4.303	m ²
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	19.949	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

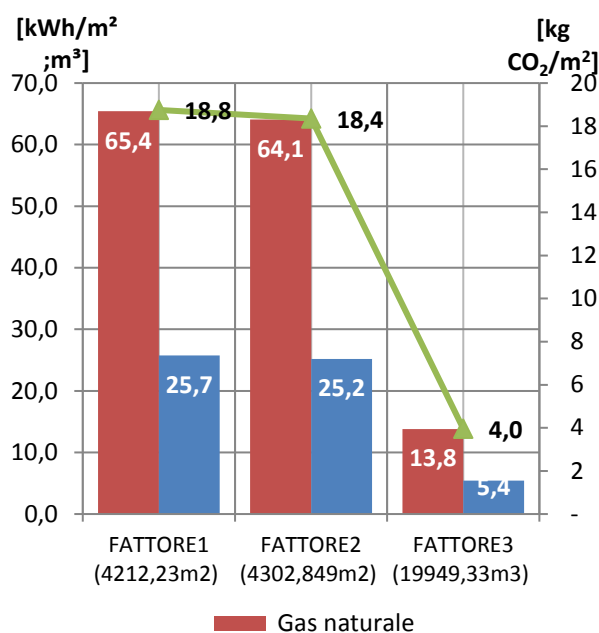
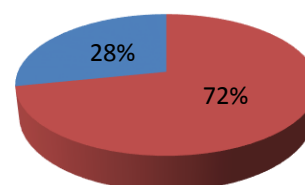
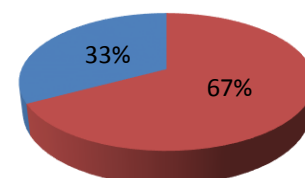
VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	262.492	1,05	275.617	65,4	64,1	13,8	12,59	12,32	2,66
Energia elettrica	55.598	2,42	134.547	31,9	31,3	6,7	6,16	6,03	1,30
TOTALE			410.164	97	95	21	19	18	4

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	262.492	1,05	275.617	65,4	64,1	13,8	12,59	12,32	2,66
Energia elettrica	55.598	1,95	108.416	25,7	25,2	5,4	6,16	6,03	1,30
TOTALE			384.033	91	89	19	19	18	4

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/(m³ GG anno)			Wh/(m³ anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	7,3	8,7	8,9	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	9776	12179	9183



E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

È stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo una classe di merito *buona* per l'intero edificio per quanto riguarda il riscaldamento e una classe di merito *buona* per quanto riguarda il consumo di energia elettrica della scuola d'infanzia "S. Pietro". Mentre il consumo di energia elettrica della scuola "Diaz" e "Doria-Pascoli" ha una classe di merito *sufficiente*. Nell'Allegato M è possibile trovare un riepilogo degli indici sopra calcolati di tutti gli edifici del Lotto 8.

6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale	EP _{gl}	kWh/mq anno	146,24	138,66
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	108,19	107,99
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	3,44	2,77
Ventilazione	EP _v	kWh/mq anno	5,03	4,06
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	18,93	15,25
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno	28,16	

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	430.029	454.869
Energia Elettrica	67.959	132.520

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

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

Dove:

- E_{teorico} è il fabbisogno teorico di energia dell'edificio, come calcolato dal software di simulazione;

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

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

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

FABBISOGNO	Corrispondenza UNI TS 11300 [kWh _{el}]
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per la produzione di ACS	$E_{W, aux, gn}$
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per il riscaldamento	$E_{H, aux, gn}$
Fabbisogno di energia elettrica dell'impianto di ventilazione meccanica e dei terminali di emissione	$E_{ve,el} + E_{aux,e}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari di distribuzione (Riscaldamento e ACS)	$E_{W, aux, d} + E_{W, aux, d}$
Fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione interna dell'edificio	$E_{L,int}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari degli impianti di climatizzazione	$Q_{c,aux}$
Fabbisogno di energia elettrica per i sistemi di trasporto (+ eventuali altri carichi interni)	$E_T + E_{altro}^{(*)}$
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 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	EP_{gl}	kWh/mq anno	98,46	92,20
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	66,92	66,78
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	3,44	2,77
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	1,57	1,27
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	15,9	12,81
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	0,39	0,32
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	Kg/mq anno	18,96	

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	265.576	278.855
Energia Elettrica	56.156	109.504

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)

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruit�
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
265.575,70	262.492,34	1,16%

Dall'analisi effettuata   emerso che il modello valutato in "Modalit  adattata all'utenza" risulta validato.

6.1.2 Validazione del modello elettrico

La validazione del modello energetico elettrico   stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline ($EE_{baseline}$) cos  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 modalit  adattata all'utenza)

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruit�
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
56.156	55.598	1,0%

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

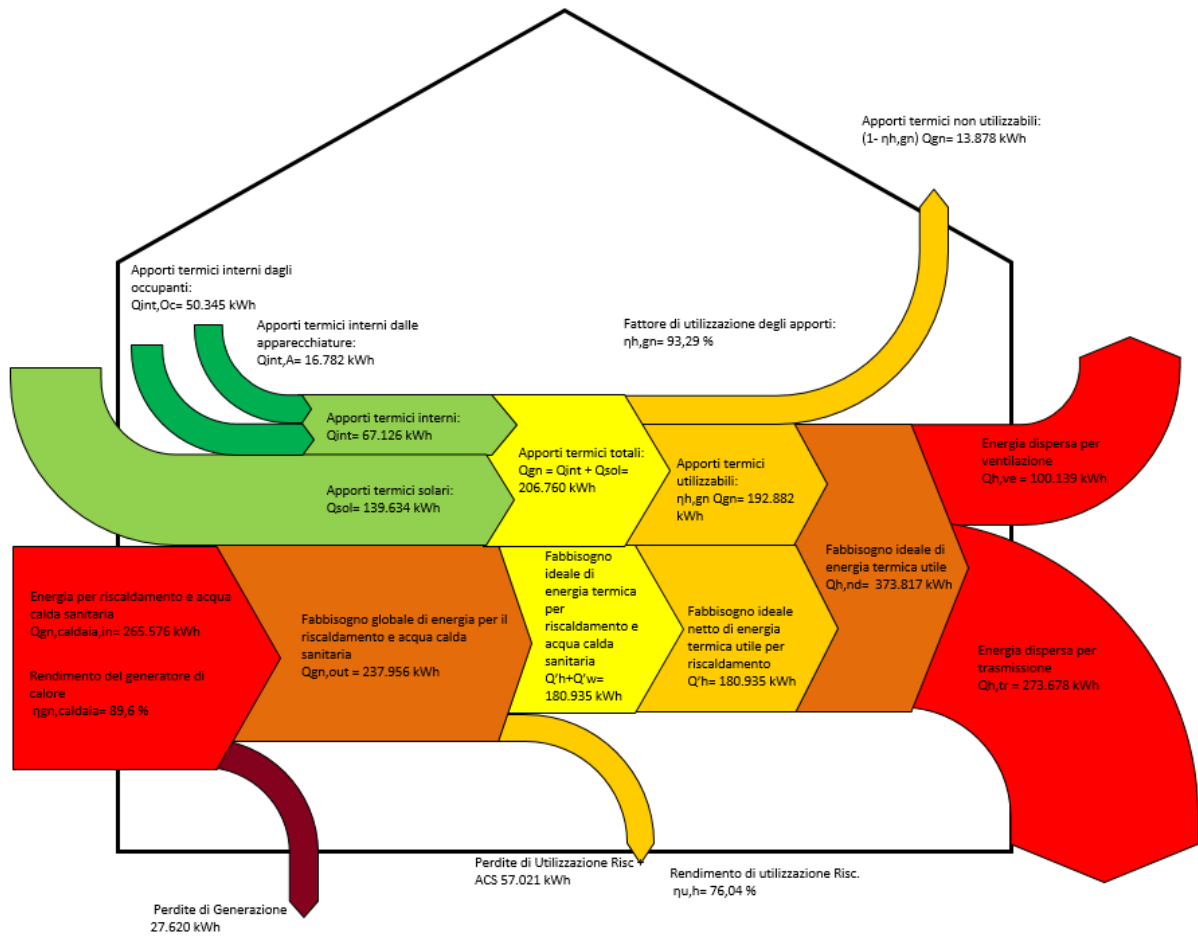
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si   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 criticit  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.

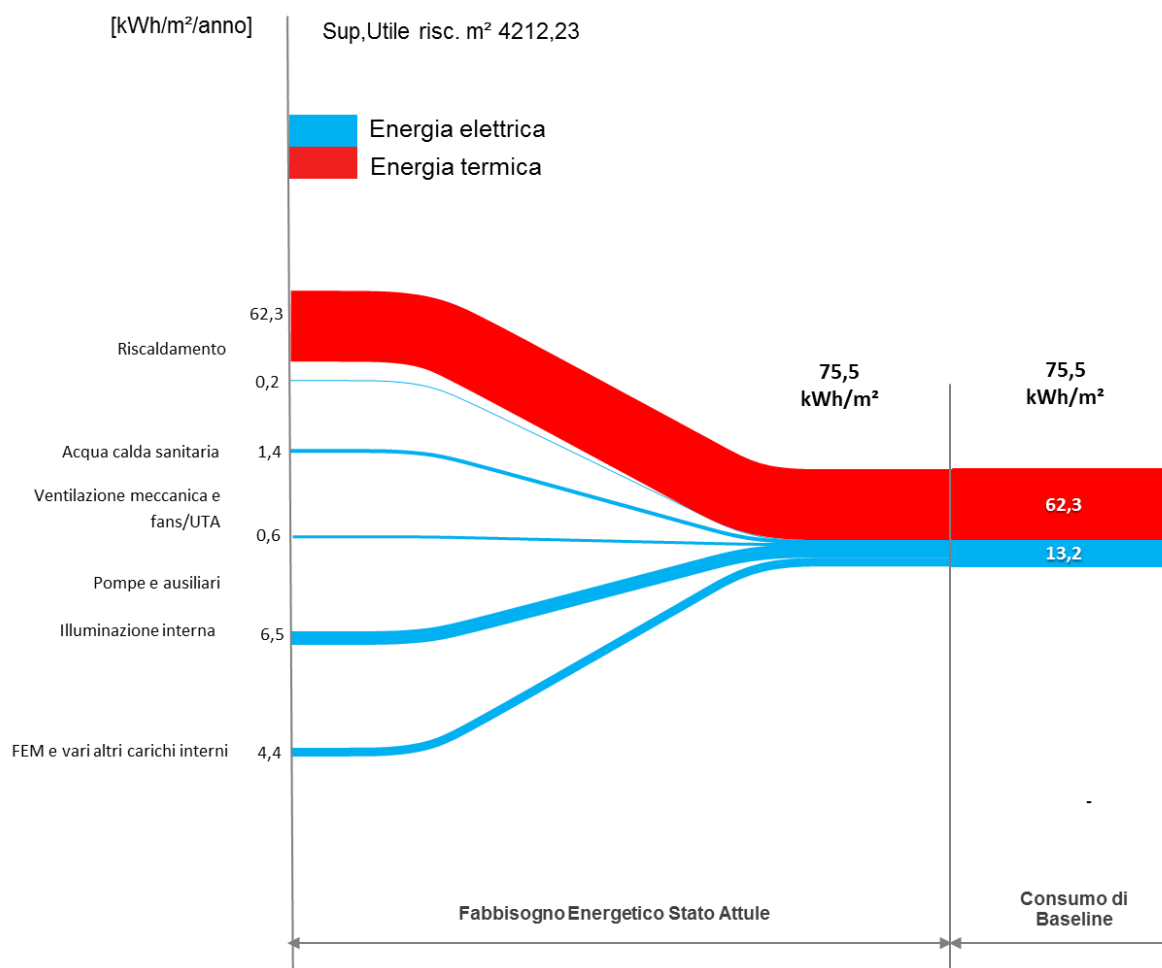
I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato in Figura 6.1

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



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.

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

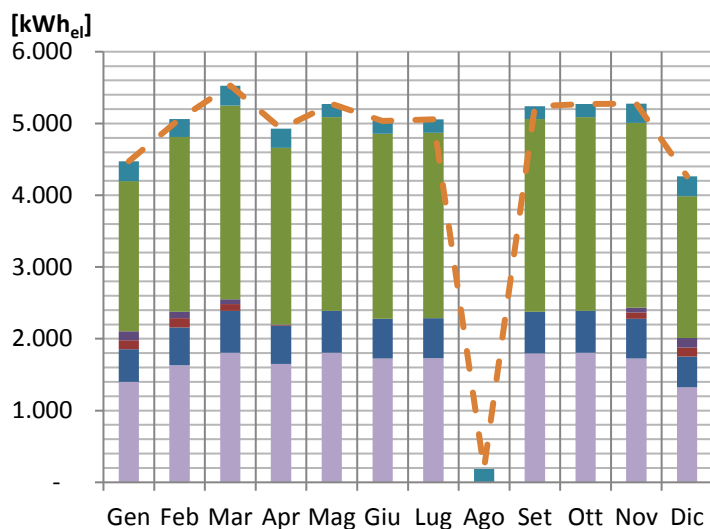
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici di Baseline in funzione dei diversi utilizzi presenti all'interno dell'edificio oggetto della DE. Tale profilo può essere confrontato con il profilo mensile del che si otterrebbe tramite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

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.

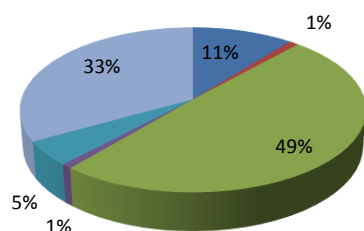
Si è inoltre effettuato un confronto grafico tra i profili mensili ottenuti dalla modellazione elettrica ed i profili mensili di Baseline.

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



Ripartizione consumi elettrici



- Acqua calda sanitaria
- Riscaldamento
- Illuminazione interna
- Ventilazione meccanica e fans/UTA
- FEM e vari altri carichi interni

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.

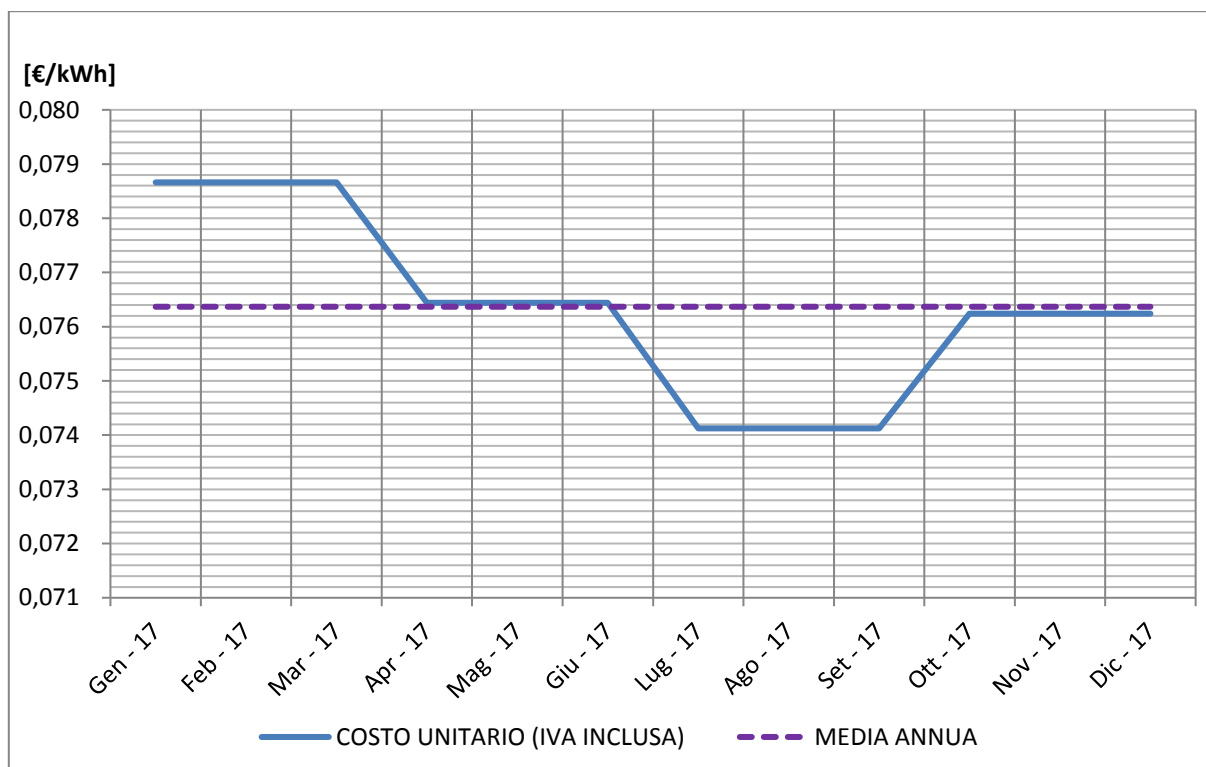
7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico (PDR 3270038088975) 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 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** 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 termico per il triennio di riferimento

PDR: 03270038088975	2014	2015	2016
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.
Classe del contatore	60 kW	60 kW	60 kW
Tipologia di contratto	60 kW	60 kW	33 kW
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	Forniture in BT (escluso IP)	Utenza altri usi	Altri usi
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile	-	BTA6	-
Prezzi di fornitura del combustibile ⁽²⁾ (IVA INCLUSA)	0,078810 €/kWh ⁽³⁾	0,039430 €/ kWh ⁽⁴⁾	0,032470€/ kWh ⁽⁴⁾

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

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

Nota (3) Corrispettivo unitario relativo alla fascia F1 del mese di Gennaio

Nota (4) 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: IT001E00098144	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 14	519	14	708	82	132	1.455	6.565	0,222
Feb - 14	486	13	675	77	125	1.376	6.120	0,225
Mar - 14	461	13	649	73	120	1.315	5.841	0,225
Apr - 14	378	12	589	60	104	1.142	4.813	0,237
Mag - 14	333	10	523	54	92	1.013	4.285	0,236
Giu - 14	216	7	364	35	62	685	2.813	0,243
Lug - 14		-	-		-	-	2.261	-
Ago - 14	82	3	135	15	23	257	1.160	0,222
Set - 14	294	9	471	47	82	904	3.787	0,239
Ott - 14	382	12	588	61	104	1.147	4.911	0,234
Nov - 14	375	12	588	61	104	1.139	4.900	0,232



E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

Dic - 14	426	13	665	74	118	1.296	4.911	0,264
Totale	3.951	117	5.956	638	1.066	11.729	52.367	0,224
POD: IT001E00098144	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 15	426	13	666	74	118	1.297	5.881	0,221
Feb - 15	400	13	651	72	114	1.249	5.745	0,217
Mar - 15	372	13	632	70	109	1.196	5.597	0,214
Apr - 15	290	13	639	79	102	1.123	6.290	0,178
Mag - 15	262	13	617	74	97	1.063	5.951	0,179
Giu - 15	180	9	452	53	69	764	4.248	0,180
Lug - 15	135	7	342	41	53	578	3.289	0,176
Ago - 15	106	6	278	33	42	465	2.601	0,179
Set - 15	218	13	627	75	93	1.026	6.028	0,170
Ott - 15	240	15	717	87	106	1.164	6.920	0,168
Nov - 15	248	15	747	89	110	1.210	7.111	0,170
Dic - 15	383	12	609	70	107	1.181	5.577	0,212
Totale	3.260	142	6.978	815	1.120	12.315	65.238	0,189
POD: IT001E00098144	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	332	14	603	70	102	1.121	5.621	0,199
Feb - 16	264	15	623	74	98	1.073	5.885	0,182
Mar - 16	204	13	543	62	82	905	4.982	0,182
Apr - 16	169	13	514	58	75	829	4.614	0,180
Mag - 16	176	12	506	55	75	824	4.363	0,189
Giu - 16	120	8	328	34	49	539	2.753	0,196
Lug - 16	46	3	116	12	18	194	950	0,204
Ago - 16	37	3	107	11	16	173	883	0,196
Set - 16	187	11	439	45	68	749	3.602	0,208
Ott - 16	328	14	569	63	97	1.071	5.016	0,213
Nov - 16	398	14	594	67	107	1.181	5.369	0,220
Dic - 16	358	14	588	64	103	1.128	5.151	0,219
Totale	2.619	135	5.529	615	890	9.787	49.189	0,199

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

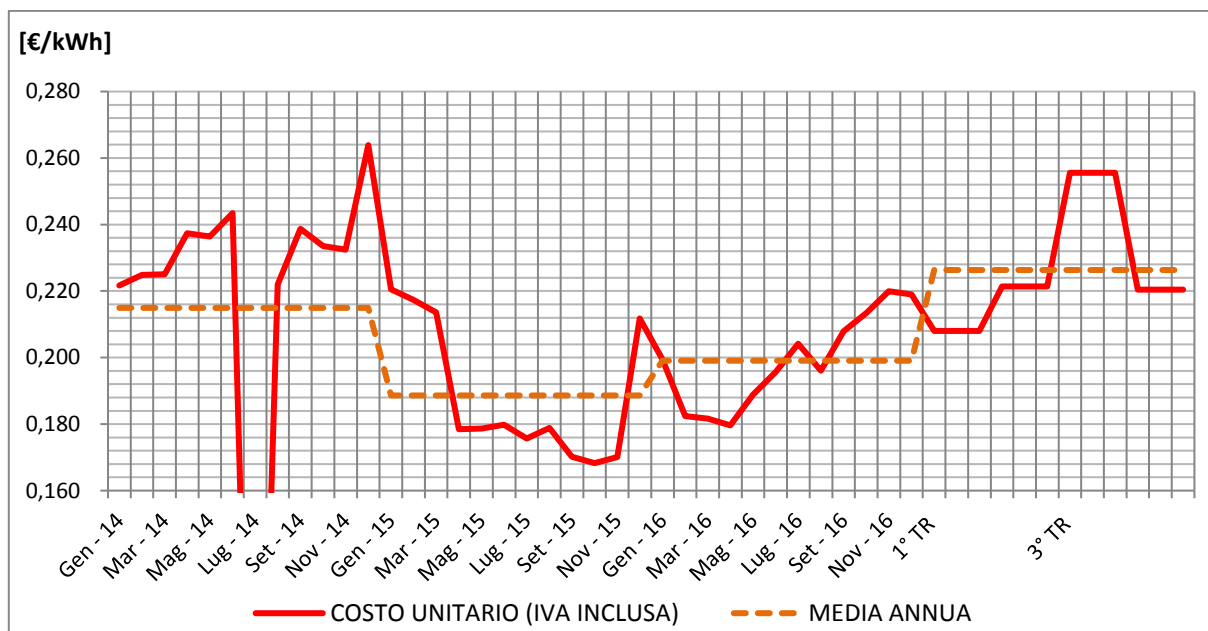
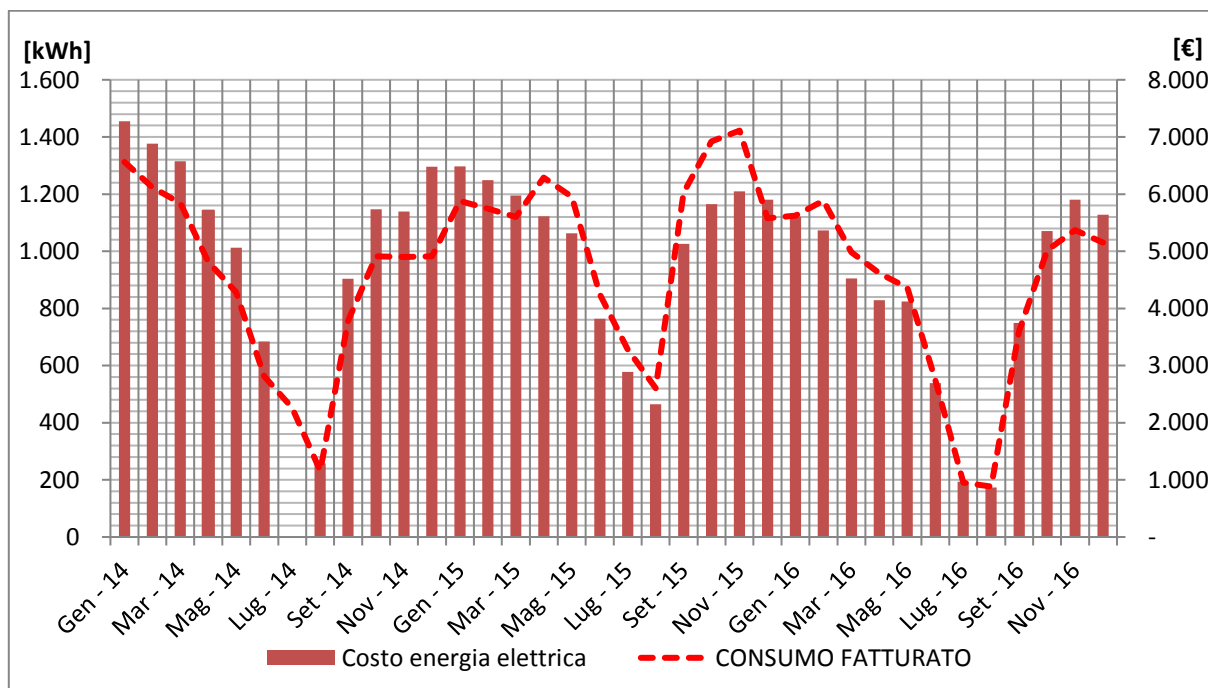


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



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	208.106	-	-	52.367	11.729	0,224
2015	248.241	-	-	65.238	12.315	0,189
2016	253.681	-	-	49.189	9.787	0,199
2017	-	-	0,078	-	-	0,224

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}	0,078 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{UEE}	0,224 [€/kWh]

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

7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI

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

- L1-042-131: 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 23281,28 €.

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:

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

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

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.5.

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	C_{MO}	2.275 [€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	C_{MS}	605 [€/anno]

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

7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

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

Ne risulta quindi un C_E pari a € 32.928 e un $C_{baseline}$ pari a € 35.808.

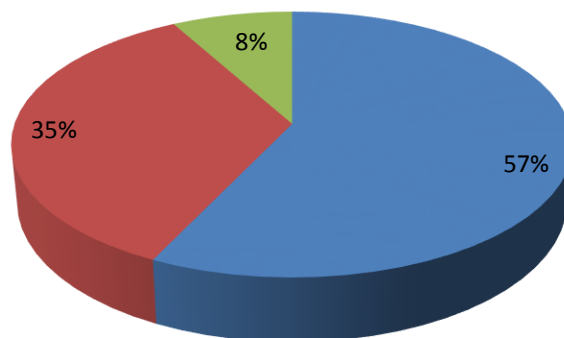
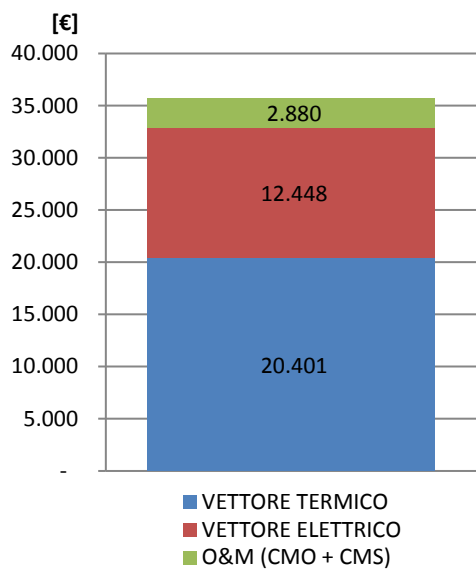
Tabella 7.6 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO				O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)		TOTALE
$Q_{baseline}$	Cu_Q	C_Q	$EE_{baseline}$	Cu_{EE}	C_{EE}	C_M	C_{MO}	C_{MS}	$CQ+C_{EE}+C_M$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
262.492	0,078	20.401	55.598	0,224	12.448	2.880	2.275	605	35.730

Figura 7.4 – Baseline dei costi e loro ripartizione



E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

EEM1: 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 EEM1 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.1.

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Isolamento delle pareti verticali con cappotto esterno

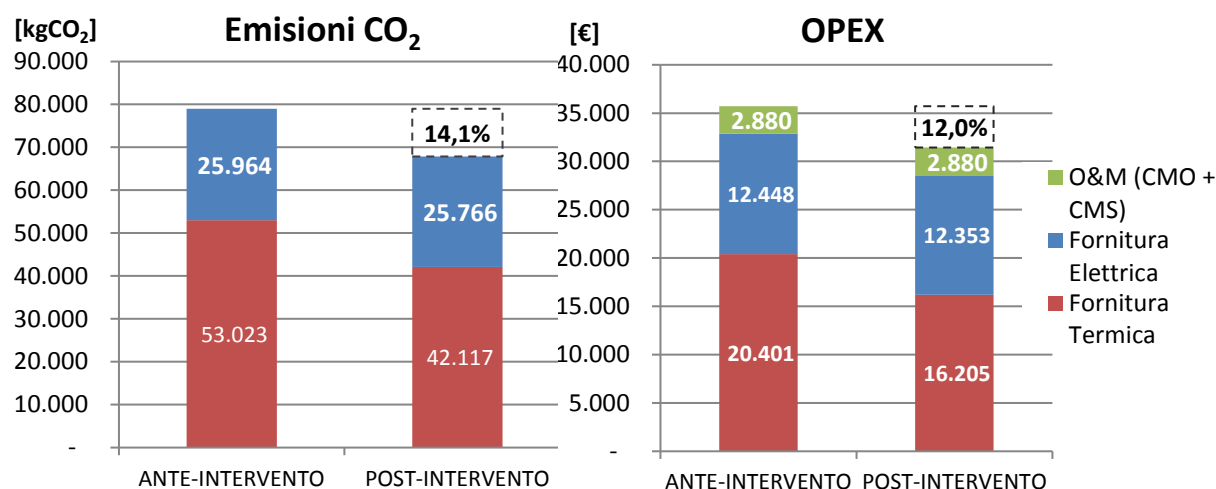
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza	[W/m ² K]	Vedere Allegato E	< 0,26	
Q _{teorico}	[kWh]	265.576	210.949	20,6%
EE _{teorico}	[kWh]	56.180	55.750	0,8%
Q _{baseline}	[kWh]	262.492	208.500	20,6%
EE _{baseline}	[kWh]	55.598	55.172	0,8%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	53.023	42.117	20,6%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	25.964	25.766	0,8%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	78.988	67.882	14,1%
Fornitura Termica, C ₀	[€]	20.401	16.205	20,6%

E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	12.448	12.353	0,8%
Fornitura Energia, C_E	[€]	32.849	28.558	13,1%
C _{MO}	[€]	2.275	2.275	0,0%
C _{MS}	[€]	605	605	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.880	2.880	0,0%
OPEX	[€]	35.730	31.438	12,0%
Classe energetica	[-]	D	C	+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 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,078 [€/kWh] per il vettore termico e 0,224 [€/kWh] per il vettore elettrico.

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


EEM2: 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 EEM2 sono riportati nella Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Isolamento della copertura e nella Figura 8.2 .

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Isolamento della copertura

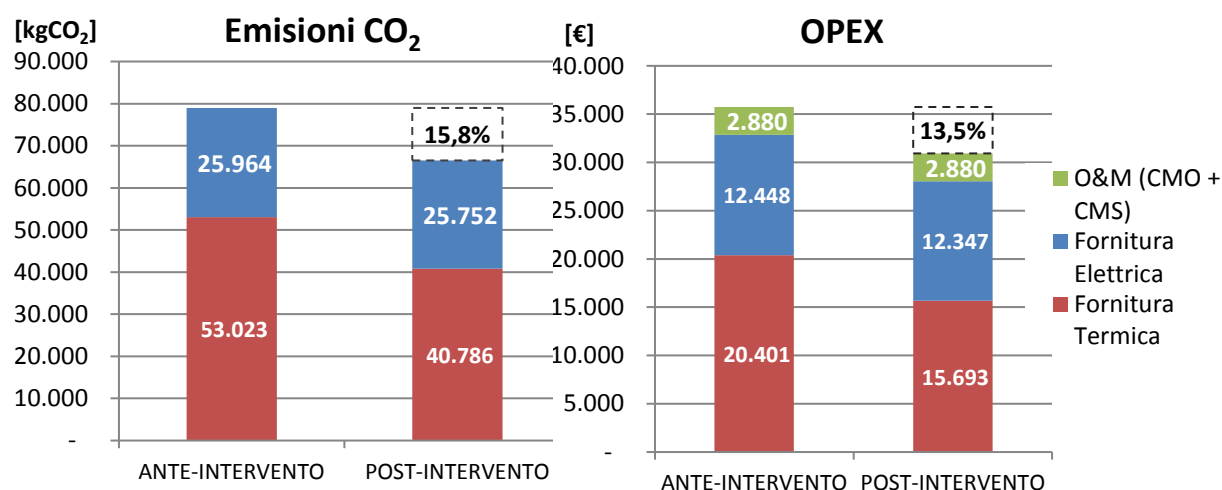
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza	[W/m ² K]	Vedere Allegato E	< 0,22	
Q _{teorico}	[kWh]	265.576	204.283	23,1%
EE _{teorico}	[kWh]	56.180	55.721	0,8%

E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

Q_{baseline}	[kWh]	262.492	201.912	23,1%
EE_{baseline}	[kWh]	55.598	55.144	0,8%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	53.023	40.786	23,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	25.964	25.752	0,8%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	78.988	66.538	15,8%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	20.401	15.693	23,1%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	12.448	12.347	0,8%
Fornitura Energia, C_E	[€]	32.849	28.039	14,6%
C _{MO}	[€]	2.275	2.275	0,0%
C _{MS}	[€]	605	605	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.880	2.880	0,0%
OPEX	[€]	35.730	30.920	13,5%
Classe energetica	[-]	D	C	+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 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,078 [€/kWh] per il vettore termico e 0,224 [€/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, e nella Figura 8.3

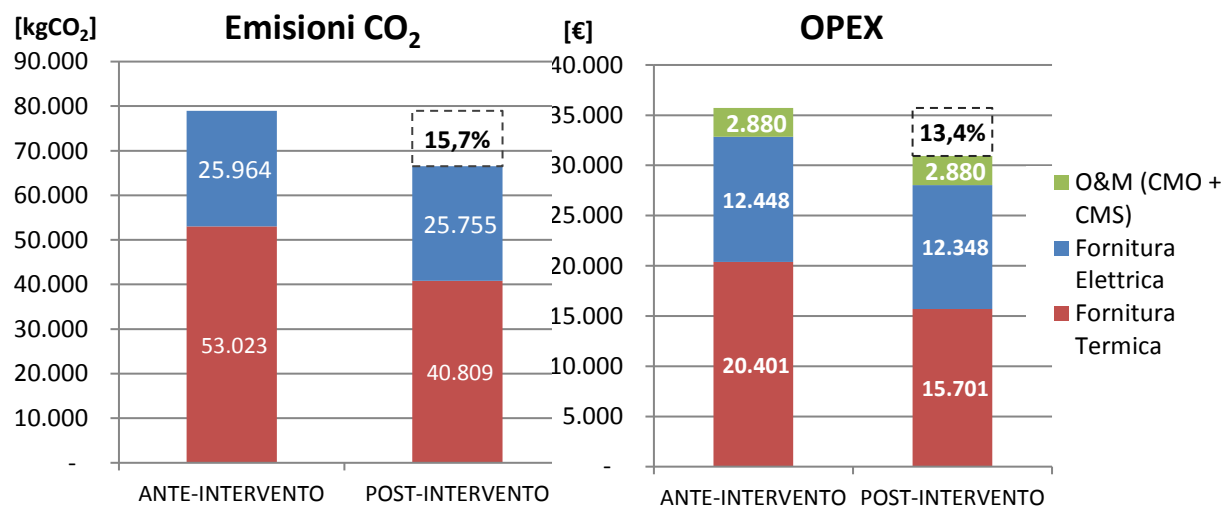
Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Sostituzione dei serramenti

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza	[W/m ² K]	Vedere Allegato E	1,67	
Q _{teorico}	[kWh]	265.576	204.396	23,0%
EE _{teorico}	[kWh]	56.180	55.728	0,8%
Q _{baseline}	[kWh]	262.492	202.023	23,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	55.598	55.150	0,8%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	53.023	40.809	23,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	25.964	25.755	0,8%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	78.988	66.564	15,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	20.401	15.701	23,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	12.448	12.348	0,8%
Fornitura Energia, C_E	[€]	32.849	28.049	14,6%
C _{MO}	[€]	2.275	2.275	0,0%
C _{MS}	[€]	605	605	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.880	2.880	0,0%
OPEX	[€]	35.730	30.930	13,4%
Classe energetica	[-]	D	C	+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 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,078 [€/kWh] per il vettore termico e 0,224 [€/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.

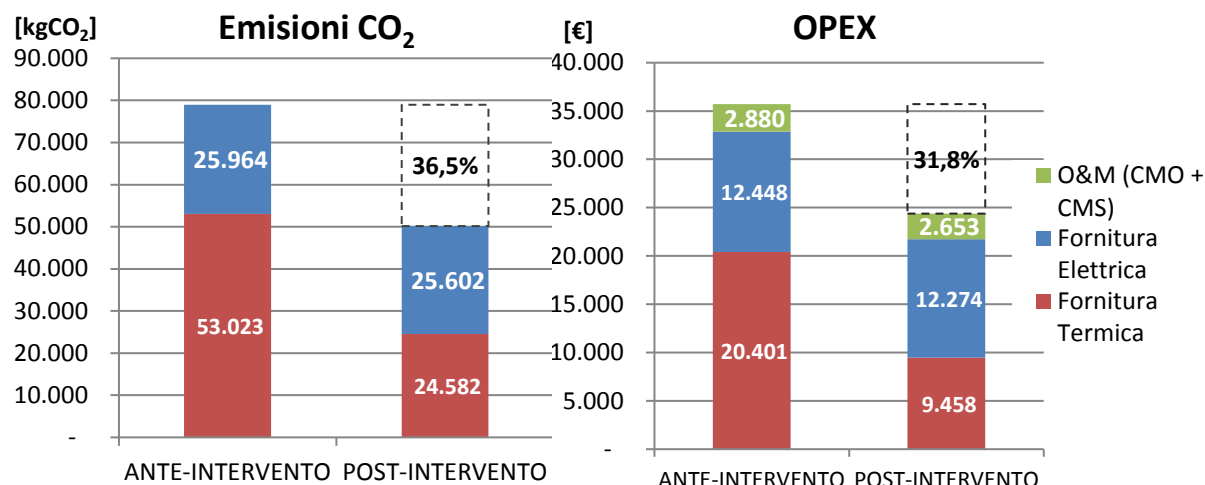
Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Installazione valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q _{teorico}	[kWh]	265.576	123.121	53,6%
EE _{teorico}	[kWh]	56.180	55.395	1,4%
Q _{baseline}	[kWh]	262.492	121.691	53,6%
EE _{baseline}	[kWh]	55.598	54.822	1,4%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	53.023	24.582	53,6%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	25.964	25.602	1,4%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	78.988	50.183	36,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	20.401	9.458	53,6%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	12.448	12.274	1,4%
Fornitura Energia, C_E	[€]	32.849	21.732	33,8%
C _{MO}	[€]	2.275	2.048	10,0%
C _{MS}	[€]	605	605	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.880	2.653	7,9%
OPEX	[€]	35.730	24.385	31,8%
Classe energetica	[-]	D	B	+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 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,078 [€/kWh] per il vettore termico e 0,224 [€/kWh] per il vettore elettrico.

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



EEM5: 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 (105,6%).

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

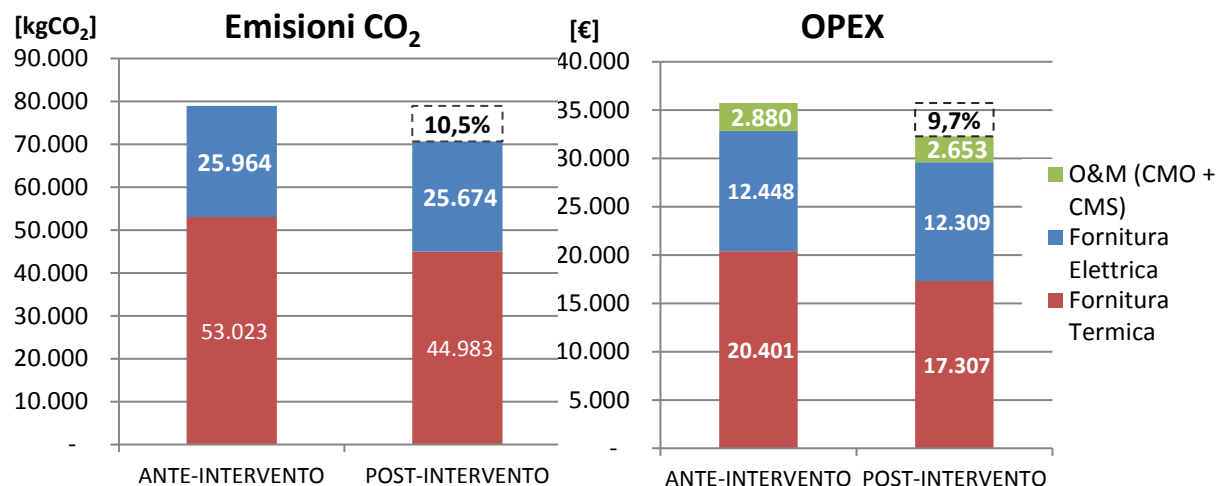
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento Caldaia	[%]	89,60%	105,60%	-17,9%
Q _{teorico}	[kWh]	265.576	225.301	15,2%
EE _{teorico}	[kWh]	56.180	55.551	1,1%
Q _{baseline}	[kWh]	262.492	222.686	15,2%
EE _{Baseline}	[kWh]	55.598	54.975	1,1%
Emiss. CO ₂ Termico	[kgCO ₂]	53.023	44.983	15,2%
Emiss. CO ₂ Elettrico	[kgCO ₂]	25.964	25.674	1,1%
Emiss. CO₂ TOT	[kgCO₂]	78.988	70.656	10,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	20.401	17.307	15,2%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	12.448	12.309	1,1%
Fornitura Energia, C_E	[€]	32.849	29.616	9,8%

E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

C _{MO}	[€]	2.275	2.048	10,0%
C _{MS}	[€]	605	605	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.880	2.653	7,9%
OPEX	[€]	35.730	32.269	9,7%
Classe energetica	[-]	D	D	+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 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,078 [€/kWh] per il vettore termico e 0,224 [€/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

EEM6: 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 2x18W con lampade LED da 20 W;
- Lampade fluorescenti 1x58W con lampade LED da 25 W;
- Lampade fluorescenti 4x18W con lampade LED da 36 W;
- Lampade fluorescenti 2x58W con lampade LED da 48 W;

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM6 sono riportati Tabella 8.6 e nella Figura 8.6.

Tabella 8.6 – Risultati analisi EEM6 – Installazione LED

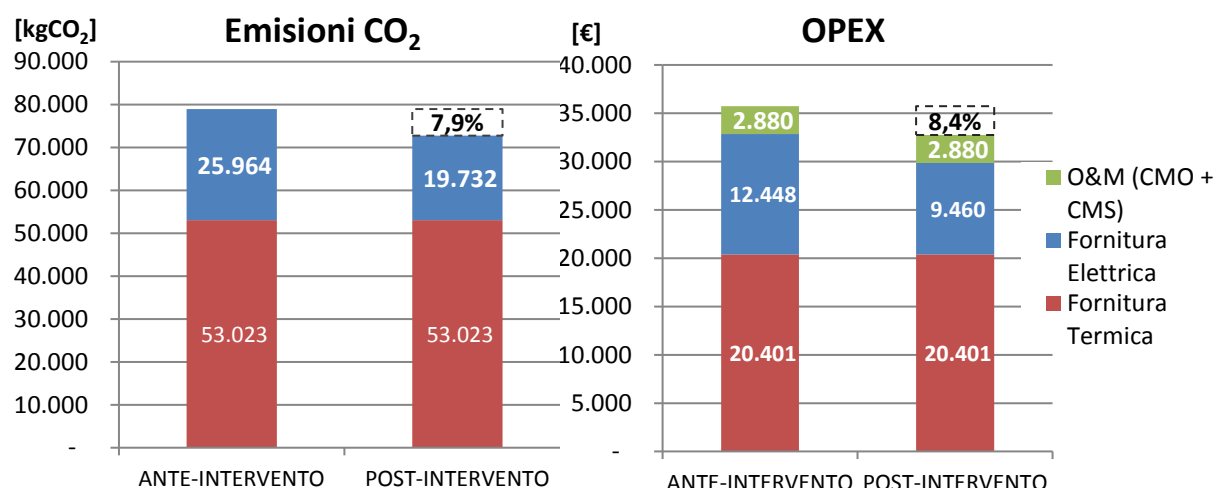
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Potenza lampade	[W]	27294	12800	53,1%

E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

Q_{teorico}	[kWh]	265.576	265.576	0,0%
EE_{teorico}	[kWh]	56.180	42.694	24,0%
Q_{baseline}	[kWh]	262.492	262.492	0,0%
EE_{Baseline}	[kWh]	55.598	42.252	24,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	53.023	53.023	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	25.964	19.732	24,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	78.988	72.755	7,9%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	20.401	20.401	0,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	12.448	9.460	24,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	32.849	29.861	9,1%
C_{MO}	[€]	2.275	2.275	0,0%
C_{MS}	[€]	605	605	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	2.880	2.880	0,0%
OPEX	[€]	35.730	32.741	8,4%
Classe energetica	[-]	D	D	+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 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,078 [€/kWh] per il vettore termico e 0,224 [€/kWh] per il vettore elettrico.

 Figura 8.6 – EEM6: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline


Acqua calda sanitaria

Non è stato previsto nessun intervento sulla sostituzione dei generatori di ACS in quanto il suo consumo è relativamente ridotto data la destinazione d'uso dell'edificio.

9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM2: isolamento delle pareti con cappotto esterno

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'esterno, 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 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1 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.

In particolare, l'intervento di isolamento delle strutture opache verticali dall'esterno, 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 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – isolamento delle pareti esterne

DESCRIZIONE	FORTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/m²cm]	[€/m²cm]	[€]	[%]	[€]
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	26211,22	m2cm	€ 3,49	€ 3,17	€ 83.161,05	22%	€ 101.456,48
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	2.129	kg	€ 0,82	€ 0,75	€ 1.587,08	22%	€ 1.936,24
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	1064,505	kg	€ 0,49	€ 0,45	€ 474,19	22%	€ 578,51
Ponteggiature "di facciata", in elementi metallici prefabbricati e/o "giunto-tubo", compreso il montaggio e lo smontaggio finale, i piani di lavoro, idonea segnaletica, impianto di messa a terra, compresi gli eventuali oneri di progettazione, escluso: mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione - Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.	Prezzario Regione Liguria	2129,01	m2	€ 14,28	€ 12,98	€ 27.638,42	22%	€ 33.718,87
Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su muratura di mattoni o calcestruzzo	Prezzario Regione Liguria	2129,01	m2	€ 7,26	€ 6,60	€ 14.051,47	22%	€ 17.142,79
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	Prezzario Regione Liguria	2129,01	m2	€ 4,81	€ 4,37	€ 9.309,58	22%	€ 11.357,69



circa.

Rasatura armata con malta preconfezionata a base minerale eseguita a due riprese fresco su fresco rifinita a frattazzo, con interposta rete in fibra di vetro o in poliestere compresa pulizia e preparazione del supporto con una mano di apposito primer. per rivestimento di intere campiture con rete in fibra di vetro 4x4 da 150 gr/mq, spessore totale circa mm 4.	Prezziario Regione Liguria	2129,01	m2	€ 23,79	€ 21,63	€ 46.044,68	22%	€ 56.174,51
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 5.467,99	22%	€ 6.670,95
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 12.758,65	22%	€ 15.565,56
TOTALE (I₀ - EEM1)						€ 200.493	22%	€ 244.602
Incentivi	[Conto termico]							€ 85.160,40
Durata incentivi								1

EEM1: Isolamento della copertura

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 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 9.2 e Tabella 9.14 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2 che consiste nell'isolamento rispettivamente della copertura S1 e S2 (vedere allegato E per maggiori dettagli).

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.

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – Isolamento della copertura S1

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U. M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
Preparazione copertura	Prezziario Regione Liguria	356,2	m2	€ 6,88	€ 6,25	€ 2.227,87	22%	€ 2.718,00
Fornitura materiale impermeabilizzante	Prezziario Regione Liguria	356,2	m2	€ 5,11	€ 4,65	€ 1.654,71	22%	€ 2.018,75



E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

Posa in opera materiale impermeabilizzante	Prezziario Regione Liguria	356,2	m2	€ 11,81	€ 10,74	€ 3.824,29	22%	€ 4.665,64
Fornitura materiale isolante (XPS 0.038 W/mK - spessore 2-3-4-5-6)	Prezziario Regione Liguria	356,2	m2	€ 15,80	€ 14,36	€ 5.116,33	22%	€ 6.241,92
Posa in opera materiale isolante	Prezziario Regione Liguria	356,2	m2	€ 6,68	€ 6,07	€ 2.163,11	22%	€ 2.638,99
Fornitura tessuto non tessuto	Prezziario Regione Liguria	356,2	m2	€ 2,44	€ 2,22	€ 790,12	22%	€ 963,94
Posa in opera tessuto non tessuto	Prezziario Regione Liguria	356,2	m2	€ 4,98	€ 4,53	€ 1.612,61	22%	€ 1.967,39
Fornitura piastrelle cemento	Prezziario Regione Liguria	356,2	m2	€ 12,40	€ 11,27	€ 4.015,35	22%	€ 4.898,72
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.	Prezziario Regione Liguria	0	m2	€ 14,28	€ 12,98	€ -	22%	€ -
Noleggio del ponteggio dopo il primo mese	Prezziario Regione Liguria	0	mes e m2	€ 1,32	€ 1,20	€ -	22%	€ -
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 642,13	22%	€ 783,40
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.498,31	22%	€ 1.827,93
TOTALE (I₀ - EEM2)						€ 23.545	22%	€ 28.725
Incentivi	[Conto termico]							€ 11.489,87
Durata incentivi								1

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM2 – Isolamento della copertura S2

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U. M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
Preparazione copertura	Prezziario Regione Liguria	964,97	m2	€ 6,88	€ 6,25	€ 6.035,45	22%	€ 7.363,25
Fornitura materiale impermeabilizzante	Prezziario Regione Liguria	964,97	m2	€ 5,11	€ 4,65	€ 4.482,72	22%	€ 5.468,92
Posa in opera materiale impermeabilizzante	Prezziario Regione Liguria	964,97	m2	€ 11,81	€ 10,74	€ 10.360,27	22%	€ 12.639,53
Fornitura materiale isolante (XPS 0.038 W/mK - spessore 2-3-4-5-6)	Prezziario Regione Liguria	964,97	m2	€ 15,00	€ 13,64	€ 13.158,68	22%	€ 16.053,59
Posa in opera materiale isolante	Prezziario Regione Liguria	964,97	m2	€ 6,68	€ 6,07	€ 5.860,00	22%	€ 7.149,20
Fornitura tessuto non tessuto	Prezziario Regione Liguria	964,97	m2	€ 2,44	€ 2,22	€ 2.140,48	22%	€ 2.611,38
Posa in opera tessuto non tessuto	Prezziario Regione Liguria	964,97	m2	€ 4,98	€ 4,53	€ 4.368,68	22%	€ 5.329,79
Fornitura piastrelle cemento	Prezziario Regione Liguria	964,97	m2	€ 12,40	€ 11,27	€ 10.877,84	22%	€ 13.270,97



E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

Costi per la sicurezza	-	3%	%	€	22%	€
				1.718,52		2.096,60
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€	22%	€
				4.009,89		4.892,06
TOTALE (I₀ – EEM2)				€ 63.013	22%	€ 76.875
Incentivi	[Conto termico]					€ 30.750,12
Durata incentivi						1

Nei costi si è ritenuto opportuno non considerare le ponteggiature "di facciata" in quanto entrambe le coperture da isolare sono accessibili dall'interno della struttura.

EEM3: sostituzione dei serramenti

Nella Tabella 9.4 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 9.4 – 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)	[%]	(IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
Smontaggio e recupero delle parti riutilizzabili, incluso accantonamento nell'ambito del cantiere, di: serramenti in acciaio, PVC, alluminio, compreso telaio (misura minima 2,00 m ²)	Prezziario Regione Liguria	1197,63	m ²	€ 39,61	€ 36,01	€ 43.125,57	22%	€ 52.613,19
Finestra o portafinestra in PVC completa di vetrocamera, qualità media, con valore massimo di trasmittanza U=2,8 W/m ² K, controtelaio escluso, misurazione minima per serramento m ² 1,0 apertura ad una o due ante o a vasistas	Prezziario Regione Liguria	1197,63	m ²	€ 328,90	€ 299,00	€ 358.091,37	22%	€ 436.871,47
Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	138,4272	m	€ 7,59	€ 6,90	€ 955,15	22%	€ 1.165,28
Trasporto eseguito con autocarro, motocarro o simili, della portata fino a 1000 kg, di materiali di risulta da scavi e/o demolizioni, per ogni km del tratto entro i primi 5. Misurato in banco	Prezziario Regione Liguria	179,6445	m ³	€ 11,77	€ 10,70	€ 1.922,20	22%	€ 2.345,08
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 12.122,83	22%	€ 14.789,85
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 28.286,60	22%	€ 34.509,65
TOTALE (I₀ – EEM3)						€ 444.504	22%	€ 542.295

L'incentivo per la sostituzione degli infissi non è previsto se l'intervento non è combinato con l'installazione di valvole termostatiche.

EEM4: installazione valvole termostatiche

E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

Nella Tabella 9.5 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4 che consiste nell'installazione delle valvole termostatiche nei terminali dell'edificio.

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

Tabella 9.5 – Analisi dei costi della EEM4 – installazione delle valvole termostatiche

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO	TOTALE	IVA	TOTALE
				PREZZARIO	SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	[%]	(IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezzario Regione Liguria	118	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 3.799,60	22%	€ 4.635,51
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	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 4.587,21	€ 4.170,19	€ 4.170,19	22%	€ 5.087,63
Sola posa in opera di pompe e/o circolatori singoli o gemellari per fluidi caldi o freddi, compreso bulloni, guarnizioni e il collegamento alla linea elettrica, escluse le flange. Per attacchi del diametro nominale di: maggiore di 80 mm fino a 100 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 97,34	€ 88,49	€ 88,49	22%	€ 107,96
Interruttore automatico magnetotermico con potere di interruzione 4,5KA bipolare fino a 32 A - 230 V	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 22,69	€ 20,63	€ 20,63	22%	€ 25,17
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	42	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 1.226,90	22%	€ 1.496,81
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 279,17	22%	€ 340,59
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 651,41	22%	€ 794,72
TOTALE (I₀ – EEM4)						€ 10.236	22%	€ 12.488

EEM5: Sostituzione caldaia

Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5 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 EEM5 – installazione delle valvole termostatiche



DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
Caldaie a condensazione a basamento, corpo in lega di alluminio-silicio-magnesio con scambiatore primario a basso contenuto d'acqua, classe 5 NOx, rendimento energetico a 4 stelle in base alle direttive europee, bruciatore modulante con testata metallica ad irraggiamento, compreso il pannello di comando montato sul mantello di rivestimento, della potenza termica nominale di: 396 Kw circa	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 21.536,63	€ 19.578,75	€ 19.578,75	22%	€ 23.886,08
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 300 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 253,00	€ 230,00	€ 230,00	22%	€ 280,60
Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	10	cad	€ 21,13	€ 19,21	€ 192,09	22%	€ 234,35
Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 28,46	€ 25,87	€ 25,87	22%	€ 31,56
Pn > 250 e Pn <= 350	Prezzario CCIAA RE	1	cad	€ 1.777,66	€ 1.616,05	€ 1.616,05	22%	€ 1.971,59
Nessuna regolazione aggiuntiva	Prezzario CCIAA RE	1	cad	€ 147,00	€ 133,64	€ 133,64	22%	€ 163,04
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 120,60	€ 109,64	€ 109,64	22%	€ 133,76
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: interruttore orologio da inserire in quadro elettrico	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 29,71	€ 27,01	€ 27,01	22%	€ 32,95
Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 146,74	€ 133,40	€ 133,40	22%	€ 162,75
Sonde di temperatura e umidità: sola temperatura, per impianti civili e industriali per esterno	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 76,47	€ 69,52	€ 69,52	22%	€ 84,81
Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	16	h	€ 34,41	€ 31,28	€ 500,51	22%	€ 610,62
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	40	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 1.159,27	22%	€ 1.414,31
Trasporto a discarica o a centro di riciclaggio di materiali di risulta provenienti da scavi e/o demolizioni, misurato su autocarro in partenza, esclusi gli eventuali oneri di discarica o smaltimento, eseguito con piccolo mezzo di trasporto con capacità di carico fino a 3 t. per ogni chilometro del tratto oltre i primi 5 km e fino al decimo km.	Prezzario Regione Liguria	70	m ³ km	€ 4,72	€ 4,29	€ 300,36	22%	€ 366,44
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 722,28	22%	€ 881,19



Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€	22%	€
				1.685,33		2.056,10
TOTALE (I₀ – EEM5)				€	22%	€
				26.484		32.310
Incentivi			[Conto termico]			€
						12.924
Durata incentivi						1

EEM6: installazione lampade LED

Nella Tabella 9.7 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 6 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 9.7 – Analisi dei costi della EEM6 – installazione delle lampade LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismaticizzato 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	DEI Imp. Ele. 2017	14	cad	€ 156,66	€ 142,42	€ 1.993,85	22%	€ 2.432,50
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	3	cad	€ 98,61	€ 89,65	€ 268,94	22%	€ 328,10
Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismaticizzato internamente, per installazione a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada: lunghezza 1.600 mm, 48 W, 7.780 lm	DEI Imp. Ele. 2017	107	cad	€ 185,06	€ 168,24	€ 18.001,29	22%	€ 21.961,57
Lampada a led, alimentazione 230 V c.a.: tubolari T8, attacco G13, fascio luminoso 270°: potenza 25 W, temperatura di colore 4000 K o 6500 K, 2.200 lm, lunghezza 1.500 mm		220	cad	€ 20,15	€ 18,32	€ 4.030,00	22%	€ 4.916,60
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 728,82	22%	€ 889,16
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.700,59	22%	€ 2.074,71

TOTALE (I₀ – EEM6)		€	22%	€
		26.723		32.603
Incentivi	[Conto termico]			€
				13.041,06
Durata incentivi				1

9.2 ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

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

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

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

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

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

- FC_n è il flusso di cassa all'anno n-esimo;
- f è il tasso di inflazione;
- f' è la deriva dell'inflazione;

- R è il tasso di sconto;
- $i = R - f - f'$ è il tasso di attualizzazione;
- $\frac{1}{(1+i)^n}$ è il fattore di annualità (FA_n).

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

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

EEM1: isolamento delle pareti

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

Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– isolamento delle pareti

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€	244.602
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	85.160
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	45,3	29,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	68,5	39,3
Valore attuale netto	VAN	- 141.604	- 59.719

Tasso interno di rendimento	TIR	-3,0%	0,0%
Indice di profitto	IP	-0,58	-0,24

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

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

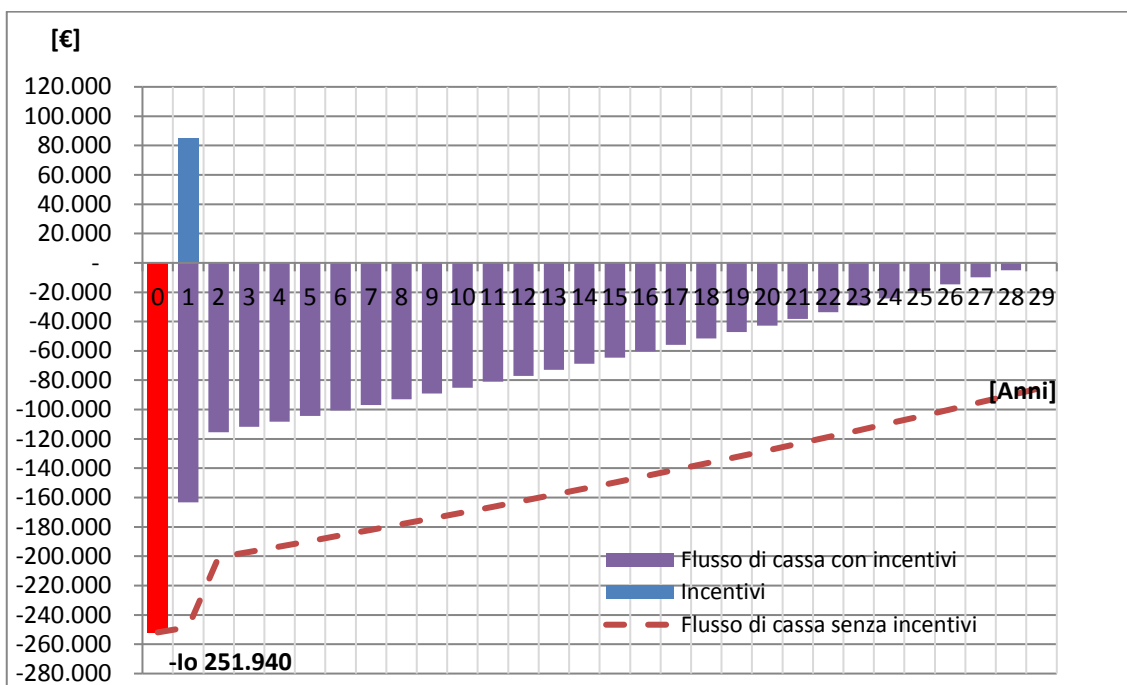
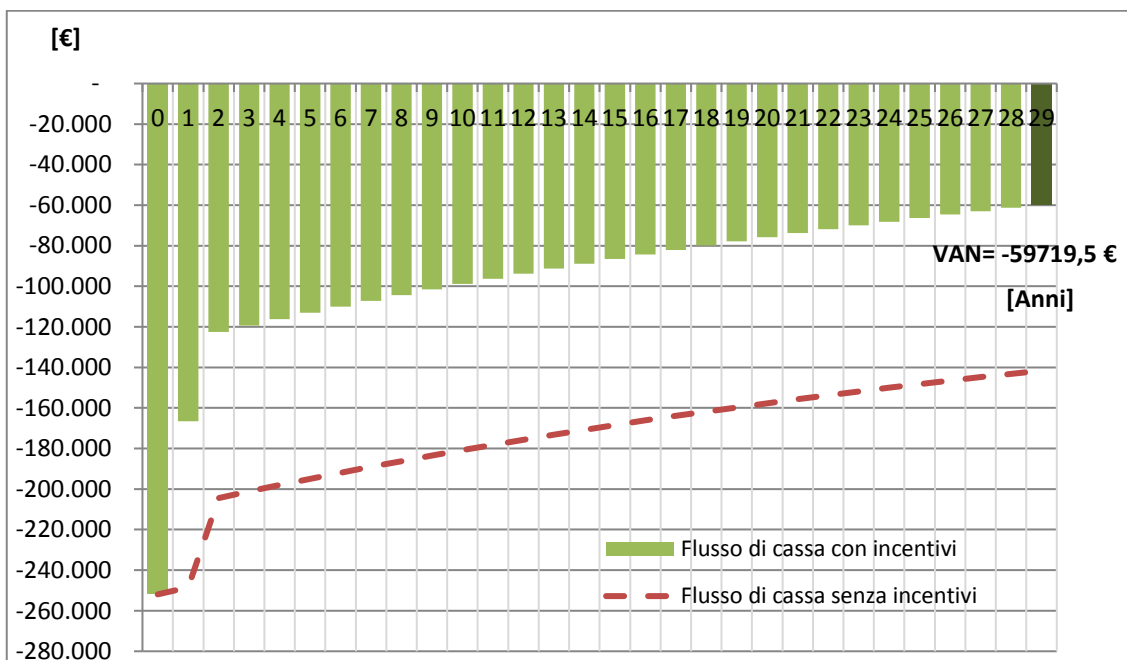


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento singolo di coibentazione delle pareti esterne, 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 della copertura

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

Tabella 9.9 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– isolamento delle pareti

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	Io	€ 105.600
Oneri Finanziari %Io	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 42.240
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 20,1	11,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA 34,1	16,6
Valore attuale netto	VAN - 13.205	27.410
Tasso interno di rendimento	TIR 2,8%	7,4%
Indice di profitto	IP -0,13	0,26

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

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

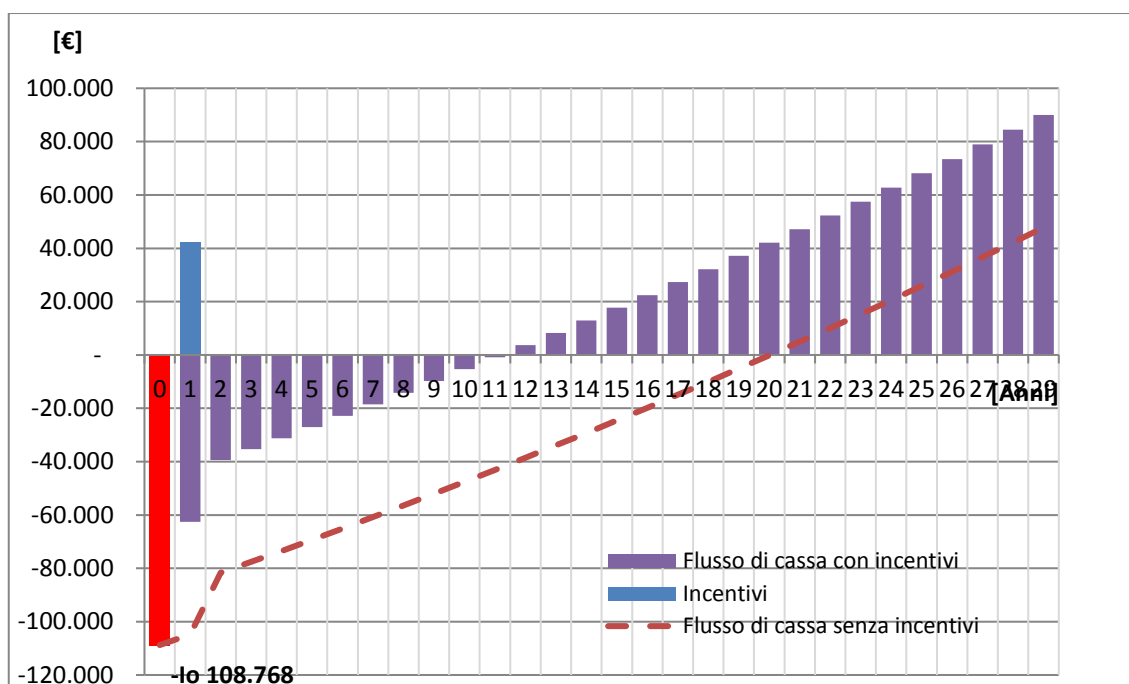
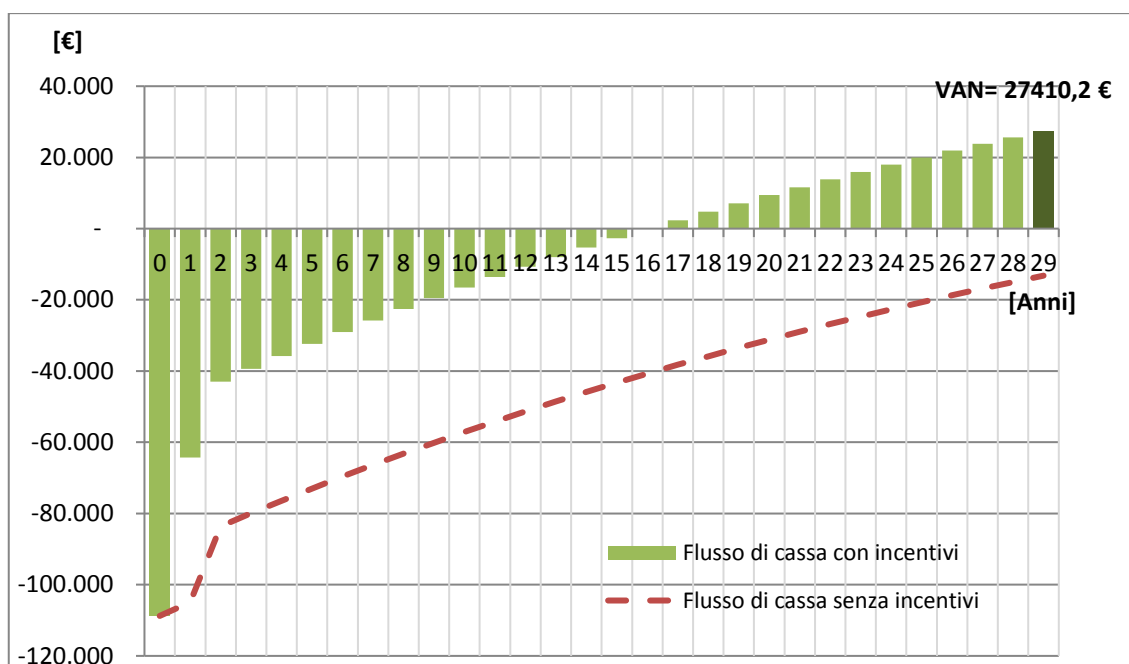


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento singolo di coibentazione della copertura è economicamente vantaggioso solo se si considerano gli incentivi da Conto Termico.

EEM3: sostituzione serramenti

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

Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3– sostituzione serramenti

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€	542.295
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	71,3	71,3
Tempo di rientro attualizzato	TRA	99,6	99,6
Valore attuale netto	VAN	- 390.358	- 390.358
Tasso interno di rendimento	TIR	-6,3%	-6,3%
Indice di profitto	IP	-0,72	-0,72

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

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

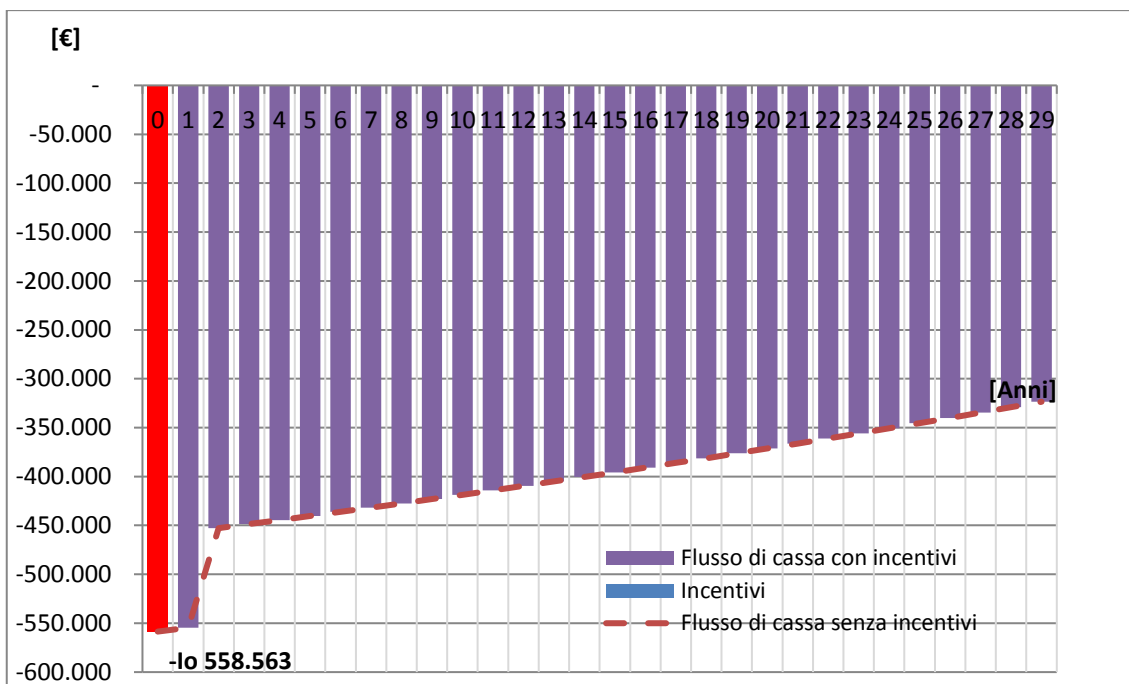
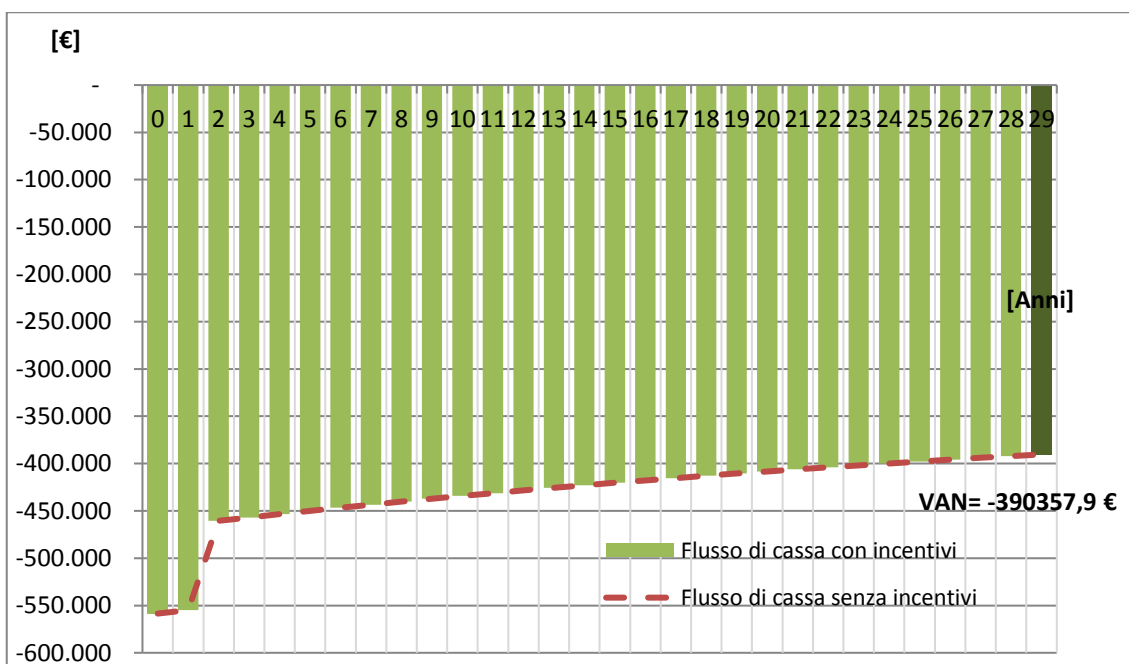


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento singolo di sostituzione dei serramenti, 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 9.11 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM4– sostituzione serramenti

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€ 12.488
Oneri Finanziari %I ₀	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%

E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"

Anno recupero erariale IVA	n _{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n _B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	1,2	1,2
Tempo di rientro attualizzato	TRA	1,3	1,3
Valore attuale netto	VAN	95.871	95.871
Tasso interno di rendimento	TIR	78,6%	78,6%
Indice di profitto	IP	7,68	7,68

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

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

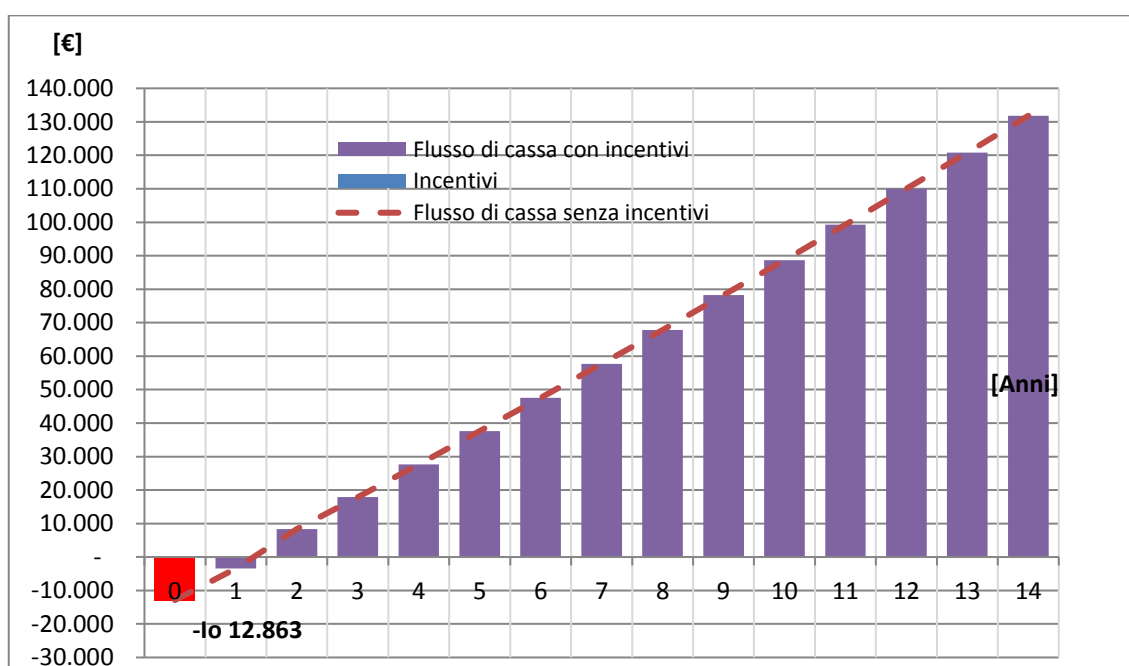
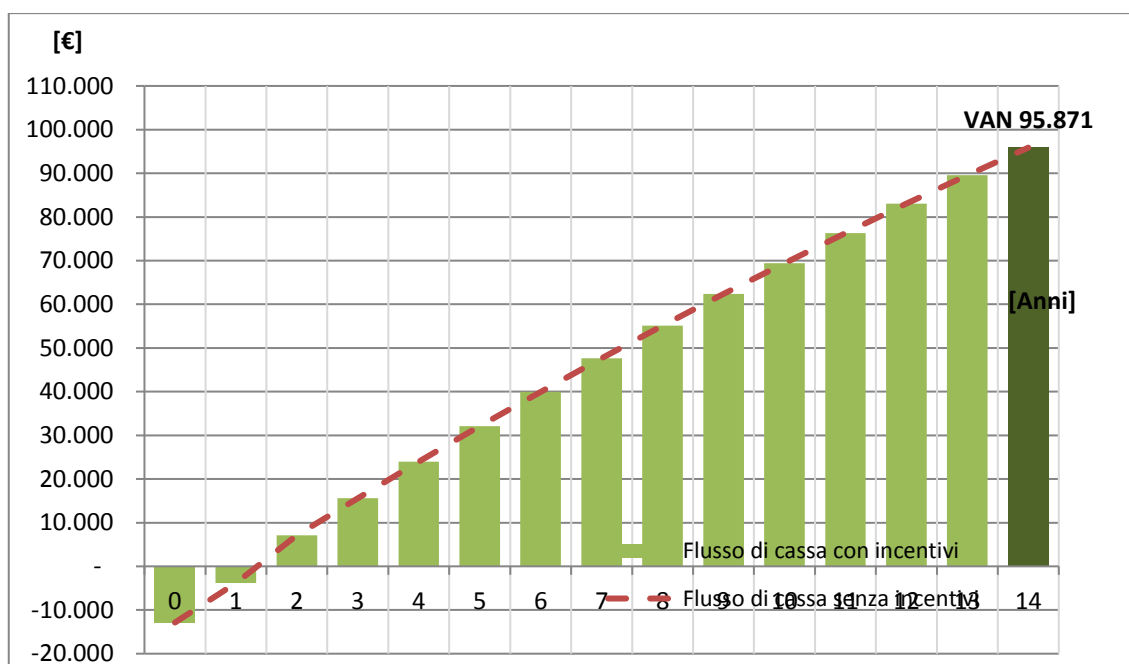


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento singolo di installazione delle valvole termostatiche, pur non prevedendo l'ottenimento di incentivi da Conto Termico, è economicamente vantaggioso, infatti consente un tempo di ritorno semplice minore di circa un anno e un VAN pari a 95.871 €.

EEM5: sostituzione della caldaia

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

Tabella 9.12 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5– sostituzione caldaia

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 32.310
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 12.924
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	9,2 / 5,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	11,8 / 6,5
Valore attuale netto	VAN	4.572 / 16.999
Tasso interno di rendimento	TIR	6,2% / 14,7%
Indice di profitto	IP	0,14 / 0,53

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

Figura 9.9 –EEM4: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

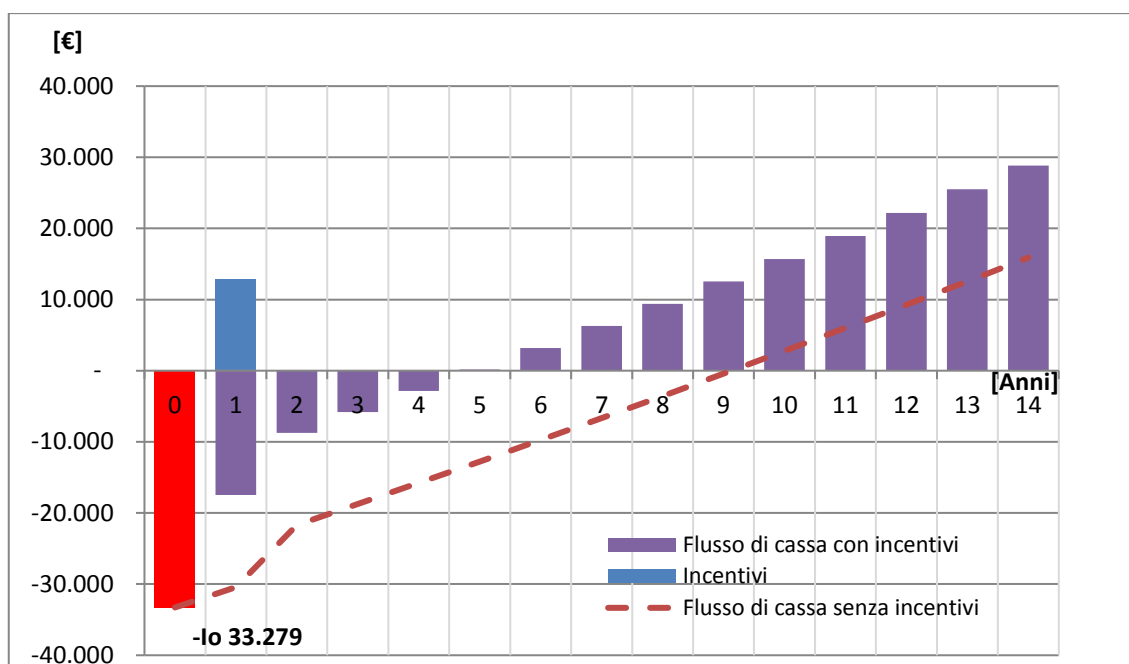
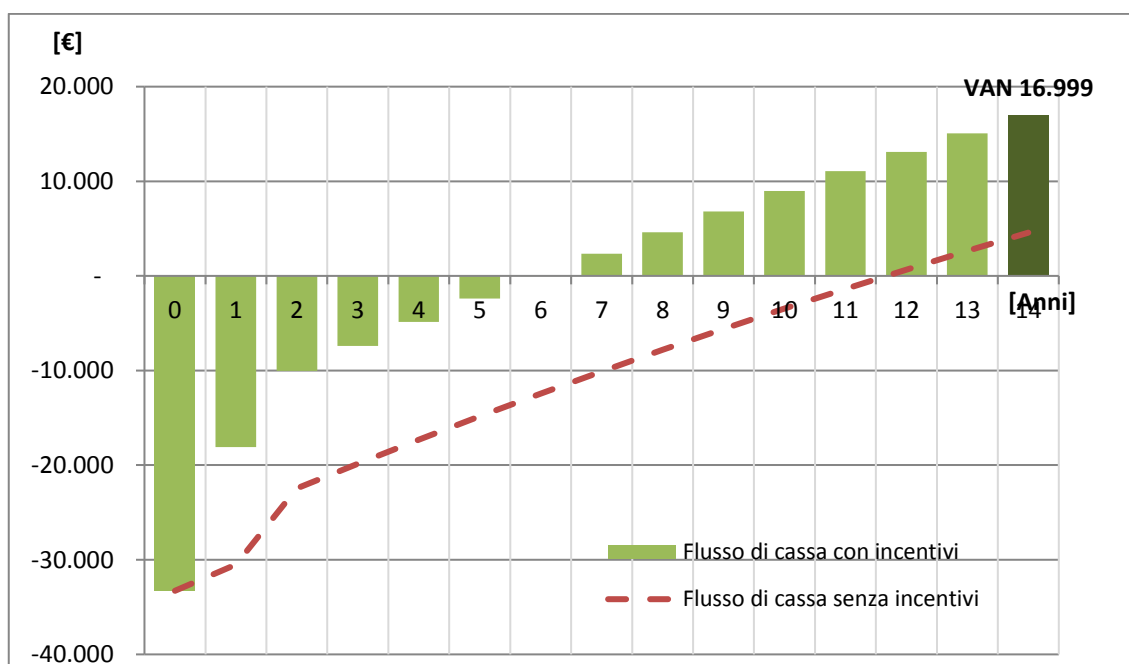


Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento singolo di sostituzione della caldaia esistente, con un'altra a più alta efficienza a condensazione risulta essere economicamente conveniente.

Si ricorda inoltre 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.

EEM6: installazione delle lampade LED

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

Tabella 9.13 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM6– installazione lampade LED

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 32.603
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 13.041
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 11,3	5,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA 12,9	8,0
Valore attuale netto	VAN - 12.748	- 208
Tasso interno di rendimento	TIR -8,8%	3,7%
Indice di profitto	IP -0,39	-0,01

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

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

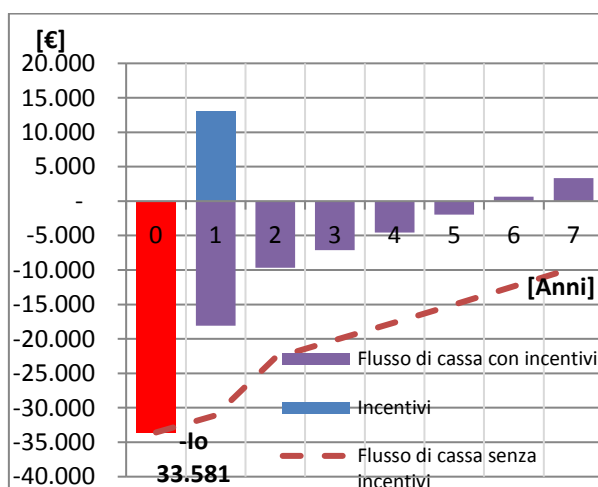
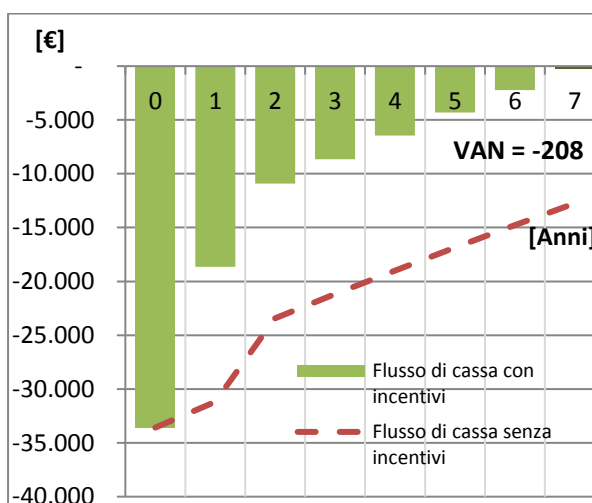


Figura 9.12 – EEM6: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che 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.

Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.14 e Tabella 9.15.

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

	SENZA INCENTIVI											
	% ΔE [%]	% Δ_{CO2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	17,1%	14,1%	4292			244602	45,3	68,5	30	-141604	-3,0%	-0,58

EEM 2	19,2%	15,8%	4810		105600	20,1	34,1	30	-13205	2,8%	-0,13
EEM 3	19,2%	15,7%	4800		542295	71,3	99,6	30	-390358	-6,3%	-0,72
EEM 4	44,5%	36,5%	11117	228	12488	1,2	1,3	15	95871	78,6%	7,68
EEM 5	12,7%	10,5%	3233	228	32310	9,2	11,8	15	4572	6,2%	0,14
EEM 6	4,2%	7,9%	2988		32603	11,3	12,9	8	-12748	-8,8%	-0,39

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

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

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

	CON INCENTIVI											
	$\% \Delta_E$	$\% \Delta_{CO_2}$	Δ_{CE}	Δ_{CMO}	Δ_{CMS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	17,1%	14,1%	4292			244602	29,0	39,3	30	-59719	0,0%	-0,24
EEM 2	19,2%	15,8%	4810			105600	11,6	16,6	30	27410	7,4%	0,26
EEM 3 ^(*)	19,2%	15,7%	4800			542295	71,3	99,6	30	-390358	-6,3%	-0,72
EEM 4 ^(*)	44,5%	36,5%	11117	228		12488	1,2	1,3	15	95871	78,6%	7,68
EEM 5	12,7%	10,5%	3233	228		32310	5,0	6,5	15	16999	14,7%	0,53
EEM 6	4,2%	7,9%	2988			32603	5,9	8,0	8	-208	3,7%	-0,01

Nota^(*): questi interventi non prevedono incentivi da Conto termico

Dall'analisi dei risultati emerge che, nel caso con incentivi, gli interventi singoli di installazione delle valvole termostatiche, sostituzione della caldaia e isolamento della copertura, risultano economicamente convenienti. 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 è stato possibile la definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte, 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 ≤ 15 anni;
- Scenario ottimale 2, (SCN2), per il quale è sarà verificato un tempo di ritorno semplice, TRS ≤ 25 anni.

Il primo scenario ottimale, con tempi di ritorno del capitale investito maggiore, permetterà la formulazione di 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 tn -esimo.

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

- **Scenario 1: coibentazione copertura + sostituzione caldaia + installazione valvole termostatiche + sostituzione lampade a LED:** Tale scenario consiste nella realizzazione dell'intervento combinato che prevede l'isolamento della copertura, l'installazione delle valvole termostatiche, la sostituzione dell'impianto d'illuminazione esistente con lampade a LED e la sostituzione della caldaia tradizionale con una a condensazione a più alta efficienza. 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. 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.

Non è stato possibile definire lo Scenario 2 poiché l'aggiunta di una qualunque EEM rimanente allo SCN1 non permette di ottenere indici Cover Ratio maggiori di 1.

9.3.1 Scenario 1: coibentazione copertura + sostituzione caldaia + installazione valvole termostatiche + sostituzione lampade a LED:

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

EEM2: Isolamento della copertura piana

EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori

EEM5: Installazione caldaia a condensazione

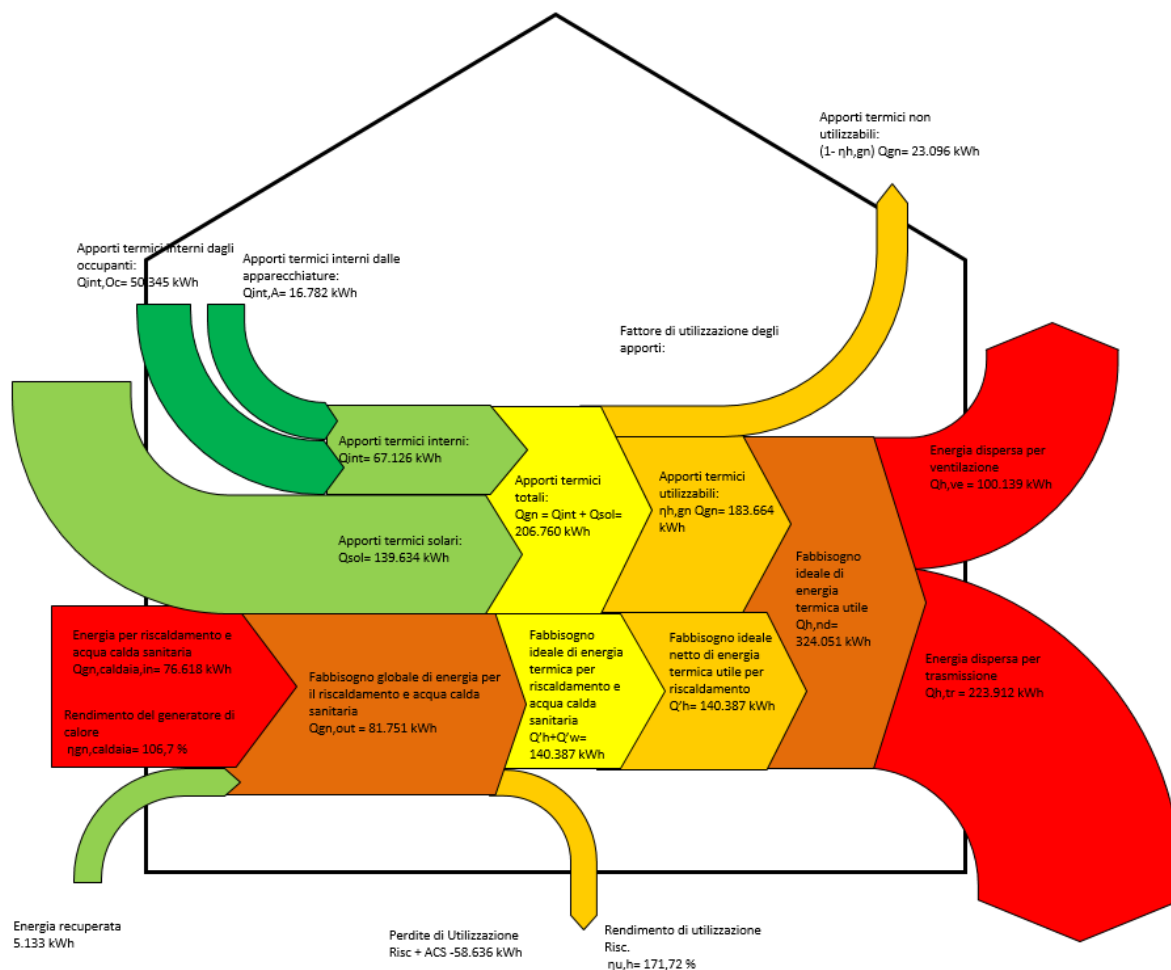
EEM6: Installazione lampade a LED

Tabella 9.16 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 Fornitura & Posa	78689	17311	96000
EEM4 Fornitura & Posa	9306	2047	11353
EEM5 Fornitura & Posa	15200	3344	18544
EEM6 Fornitura & Posa	48589	10689	59278
Costi per la sicurezza	4561	1004	5565
Costi per la progettazione	10625	2337	12962
TOTALE (Ia)	166969	36733	203692
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	82340	
Durata incentivi		1	
Incentivo annuo		82340	

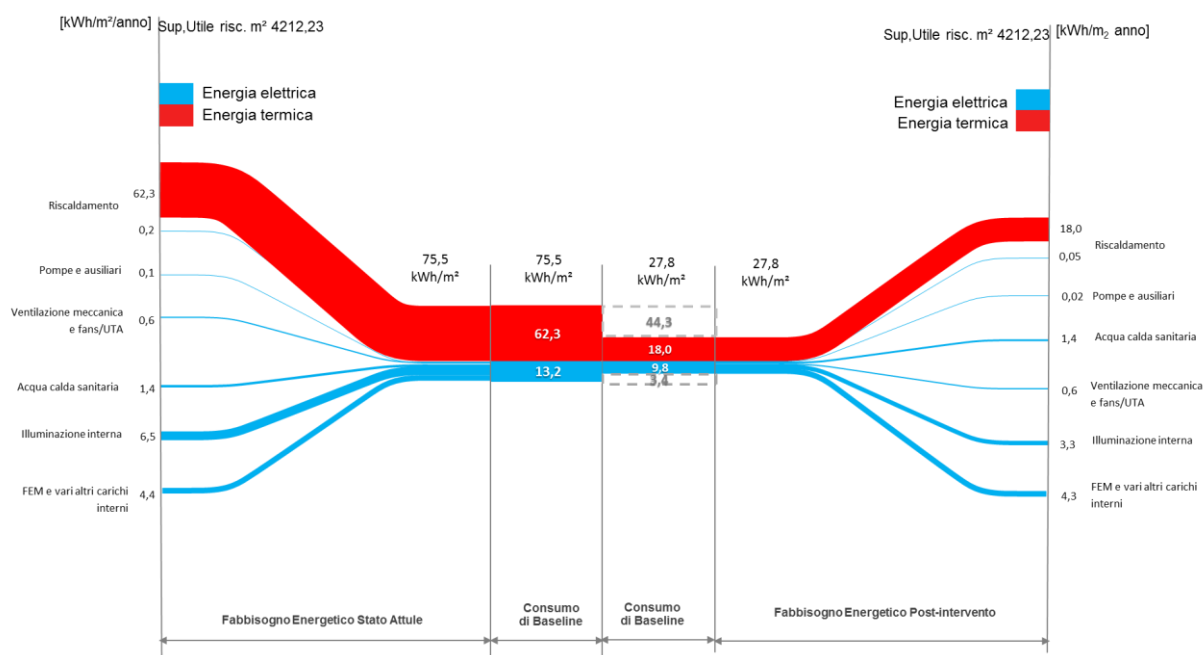
A seguito della modellazione dello scenario ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di Sankey relativo alle situazioni post-intervento.

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



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



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.17 e nella Figura 9.15

Tabella 9.17 – Risultati analisi SCN1 – coibentazione copertura + installazione valvole termostatiche + sostituzione caldaia + sostituzione lampade a LED

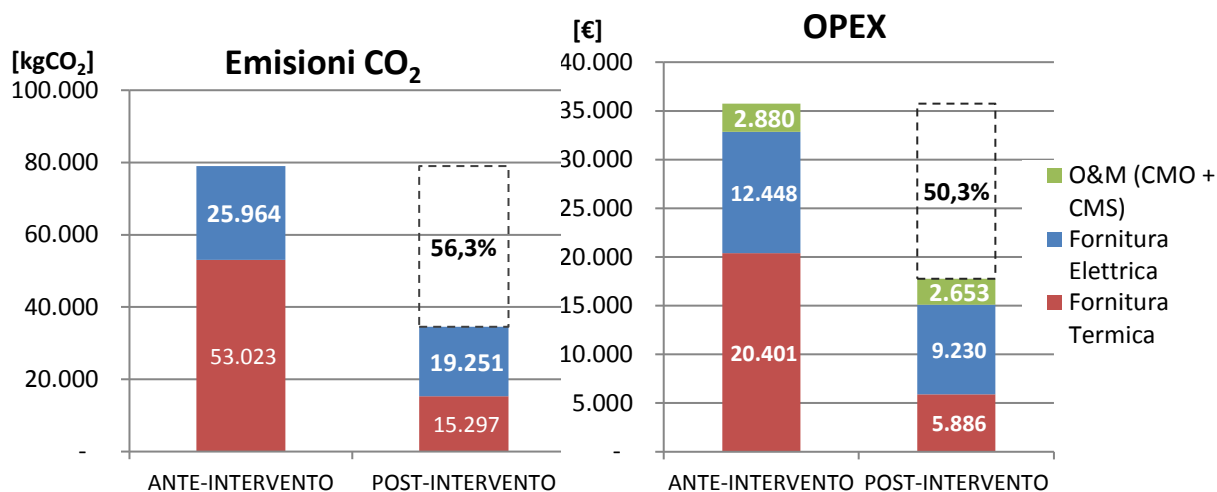
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM2 Copertura	[W/m²K]	Vedere allegato E	<0,22	
EEM4 Valvole				
EEM5 Caldaia	[%]	89,60%	106,70%	-19,1%
EEM6 LED	[kW]	27,3	12,8	53,1%
Q _{teorico}	[kWh]	265.576	76.618	71,2%
EE _{teorico}	[kWh]	56.180	41.654	25,9%
Q _{baseline}	[kWh]	262.492	75.728	71,2%
EE _{Baseline}	[kWh]	55.598	41.223	25,9%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	53.023	15.297	71,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	25.964	19.251	25,9%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	78.988	34.548	56,3%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	20.401	5.886	71,2%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	12.448	9.230	25,9%
Fornitura Energia, C_E	[€]	32.849	15.115	54,0%
C _{MO}	[€]	2.275	2.048	10,0%
C _{MS}	[€]	605	605	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.880	2.653	7,9%
OPEX	[€]	35.730	17.768	50,3%
Classe energetica	[-]	D	B	+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 [kgCO₂/kWh] per

il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,078 [€/kWh] per il vettore termico e 0,224 [€/kWh] 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 9.18, Tabella 9.19 e Tabella 9.20 e nelle successive figure.

Tabella 9.18 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1– coibentazione copertura + installazione valvole termostatiche + sostituzione caldaia + sostituzione lampade a LED

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	10
Anni Equity	n_E	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_o	€ 203.692
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 6.111
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 209.802
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%



Debito	I_D	€	167.842
Equity	I_E	€	41.960
Fattore di annualità Debito	FA_D		8,30
Rata annua debito	q_D	€	20.218
Costo finanziamento, $(D+INT_D)$	$q_D * n_D$	€	202.175
Costi per interessi debito, INT_D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€	34.333

Tabella 9.19 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€	26.928
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€	1.865
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	28.793
Altri costi di gestione ESCO post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		54,0%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		10,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		5,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	13.480
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	1.440
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	78.551
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	17.618
N° di Canoni annuali	anni		14
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$		13,66%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€	2.047
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	2.452
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	7.541
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€	1.743
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€	13.570
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€	15.313
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€	12.041
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€	27.353
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	36.731
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	67.492
Durata Incentivi, anni	n_B		1
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.20 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			Conviene
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = I_0 / FC$, Anni	T.R.S.		9,44
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		12,53
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - I_0$	VAN > 0	€	16.248
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC		5,80%
Indice di Profitto	IP		7,98%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			Conviene
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = I_0 / FC$, Anni	T.R.S.		12,5
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		11,2

Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 14.361
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	44,60%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,056
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,016
Indice di Profitto Azionista	IP	7,05%

Figura 9.16 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

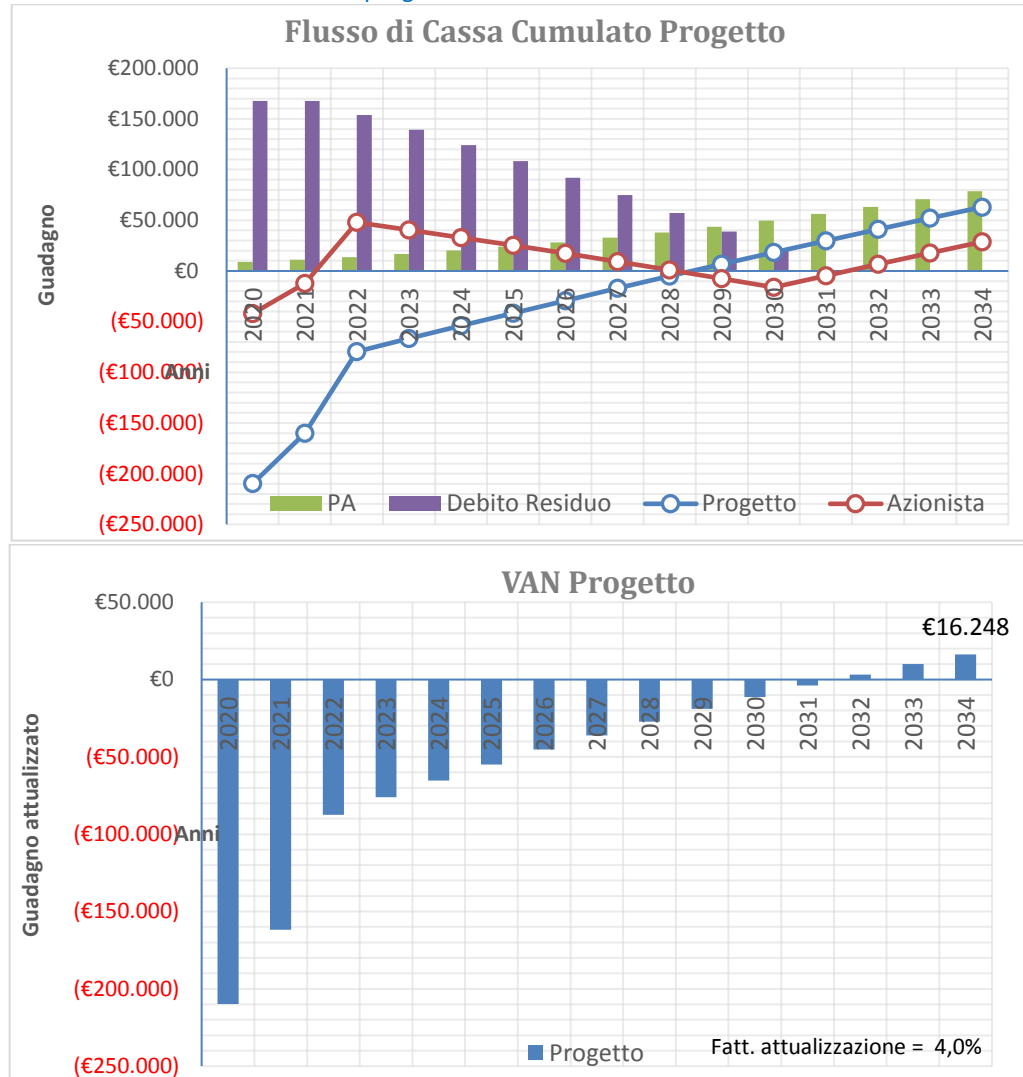
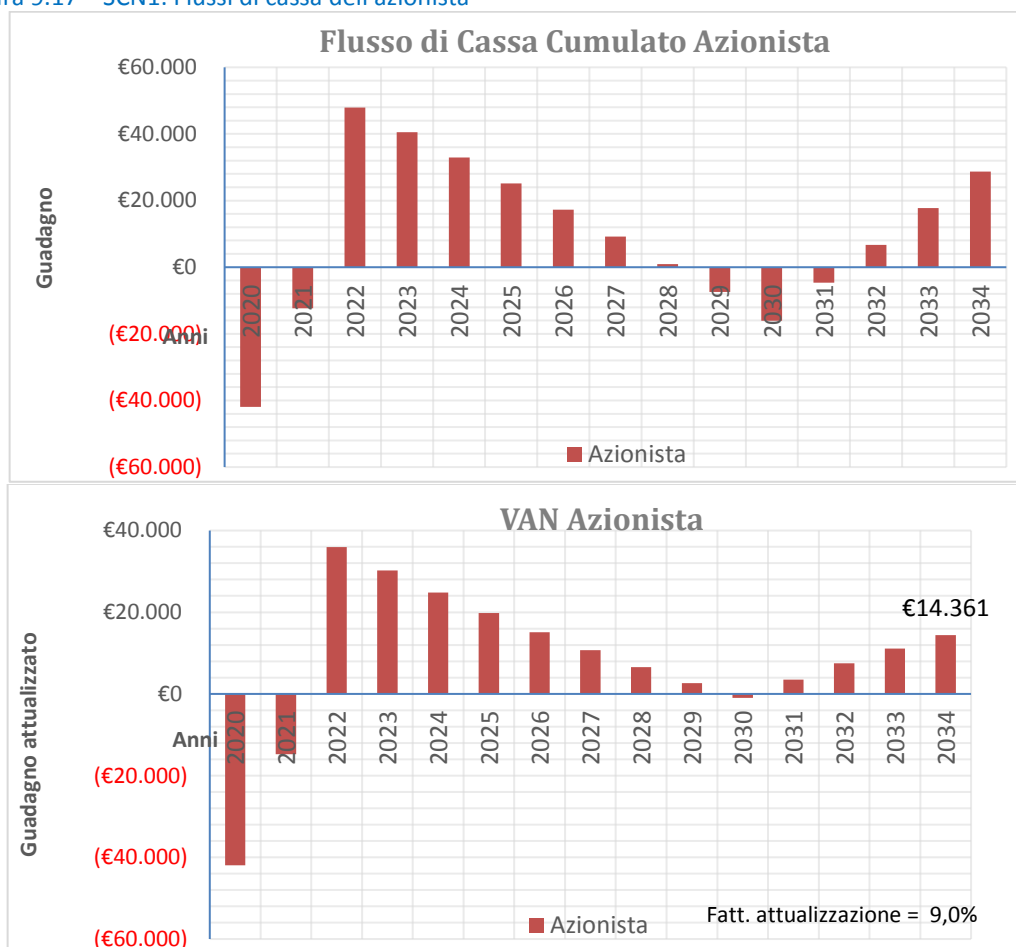


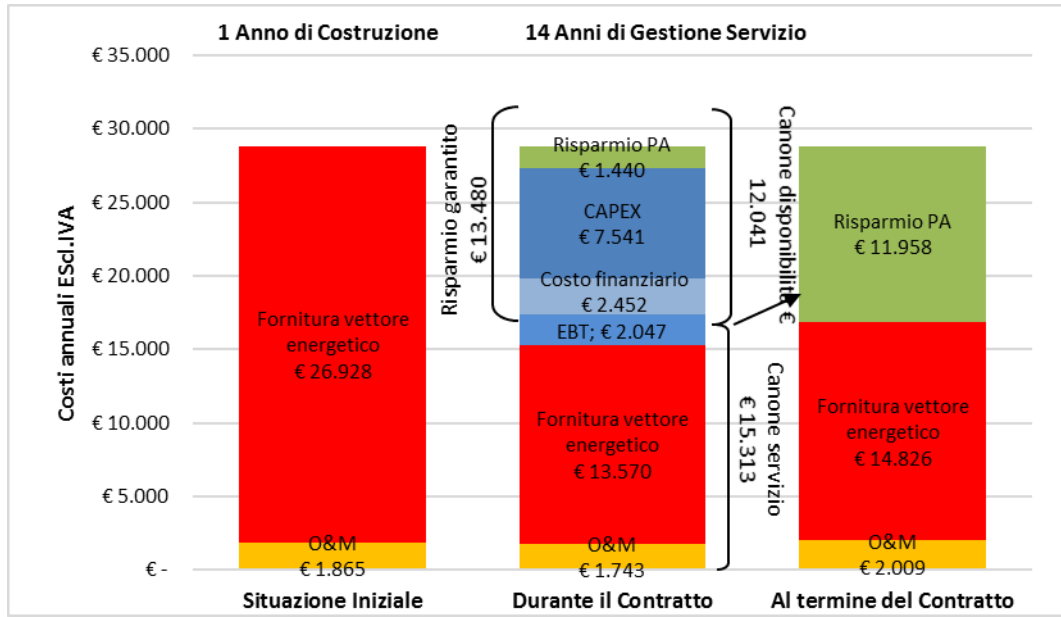
Figura 9.17 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che lo scenario risulta finanziariamente sostenibile in quanto l'indice DSCR presenta un valore maggiore di 1 e nell'intorno di 1,3 e l'indice LLCR presenta un valore maggiore di 1.

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

Figura 9.18 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

	EPgl,nren	EPH	EPw	EPv	EPC	EPL	CLASSE
	[kWh/m ² anno]	[kWh/m ² anno]	[kWh/m ² anno]	[kWh/m ² anno]	[kWh/m ² anno]	[kWh/m ² anno]	[kWh/m ² anno]
STATO DI FATTO	92,20	66,92	1,42	0,65		6,43	D
EEM 1	78,39	53,17	1,42	0,65		6,43	C
EEM 2	76,72	51,49	1,42	0,65		6,43	C
EEM 3	76,75	51,52	1,42	0,65		6,43	C
EEM 4	56,34	31,04	1,42	0,65		6,43	B
EEM 5	81,88	56,61	1,42	0,65		6,43	D
EEM 6	85,87	66,92	1,42	0,65		3,30	D
SCN1	38,38	19,27	1,42	0,65		3,30	B

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

	CON INCENTIVI													
	%Δ _E	%Δ _{CO2}	ΔC _e	ΔC _{MO}	ΔC _{MS}	I ₀	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	17,1%	14,1%	4292			244602	29,0	39,3	30	-59719	0,0%	-0,24		
EEM 2	19,2%	15,8%	4810			105600	11,6	16,6	30	27410	7,4%	0,26		
EEM 3	19,2%	15,7%	4800			542295	71,3	99,6	30	-390358	-6,3%	-0,72		
EEM 4	44,5%	36,5%	11117	228		12488	1,2	1,3	15	95871	78,6%	7,68		
EEM 5	12,7%	10,5%	3233	228		32310	5,0	6,5	15	16999	14,7%	0,53		
EEM 6	4,2%	7,9%	2988			32603	5,9	8,0	8	-208	3,7%	-0,01		
SCN 1 ^(*)	63,2%	56,3%	17734	228		203692	9,4	12,5	15	16248	5,8%	7,99%	1,06	1,02

Nota^(*): 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 una soluzione ottimale a 15 anni.

Essa consiste nella combinazione di diversi interventi quali isolamento esterno della copertura, installazione di valvole termostatiche, sostituzione del generatore di calore con una caldaia a condensazione e sostituzione delle lampade esistenti con lampade a LED.

Dal punto di vista tecnico-economica la spesa è risultata essere di a € 203692 con un TRS pari a 9,5 anni e VAN pari a € 15885 al fine di una gestione diretta da parte della PA o un TRS di 12,5 ANNI e un VAN di € 14044 al fine di una gestione indiretta da parte di una ESCO.

Il secondo scenario, che consente di ottenere una soluzione ottimale a 25 anni, non è stato possibile definirlo poiché l'aggiunta di una qualunque EEM rimanente allo SCN1 non permette di ottenere indici Cover Ratio maggiori di 1.

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
Centrale termica	17/06/2017	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-131-S01-001-CENTRALE TERMICA.dwg
Tavola di inquadramento edificio	18/09/1997	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-E00169.DWG
Planimetria con informazioni su impianti	17/06/2017	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-L1-042-131-S01.dwg
Planimetria con informazioni su impianti	17/06/2017	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-L1-042-131-P00.dwg
Planimetria con informazioni su impianti	17/06/2017	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-L1-042-131-P01.dwg
Planimetria con informazioni su impianti	17/06/2017	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-L1-042-131-P02.dwg
Planimetria con informazioni su impianti	17/06/2017	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-L1-042-131-P03.dwg
Planimetria con informazioni su impianti	17/06/2017	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-L1-042-131-P04.dwg
Checklist piano interrato	17/06/2017	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-L1-042-131-S01-Checklist.xlsx
Checklist piano terra	17/06/2017	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-L1-042-131-P00-Checklist.xlsx
Checklist primo piano	17/06/2017	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-L1-042-131-P01-Checklist.xlsx
Checklist secondo piano	17/06/2017	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-L1-042-131-P02-Checklist.xlsx
Checklist terzo piano	17/06/2017	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-L1-042-131-P03-Checklist.xlsx
Checklist quarto piano	17/06/2017	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-L1-042-131-P04-Checklist.xlsx
Tavola piano edificio scolastico	18/09/1997	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-PIAN1.DWG
Tavola piano edificio scolastico	18/09/1997	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-PIAN1SS.DWG
Tavola piano edificio scolastico	18/09/1997	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-PIAN2.DWG
Tavola piano edificio scolastico	18/09/1997	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-PIAN3.DWG
Tavola piano edificio scolastico	18/09/1997	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-PIAN4.DWG
Tavola piano edificio scolastico	18/09/1997	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-PIAN5.DWG
Tavola piano edificio scolastico	18/09/1997	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-PIANC.DWG
Tavola piano edificio scolastico	18/09/1997	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-PIANT.DWG
Tavola U.I.U. Civile	18/09/1997	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-UIU002.DWG
Consumi Elettrici	2014	2014-5700065495 (5)
Consumi Elettrici	2014	2014-5700098218 (4)
Consumi Elettrici	2014	2014-5700134957 (4)
Consumi Elettrici	2014	2014-5700176145 (4)
Consumi Elettrici	2014	2014-5700214975 (4)
Consumi Elettrici	2014	2014-5700248944 (4)
Consumi Elettrici	2014	2014-5700291206 (4)
Consumi Elettrici	2014	2014-5700345541 (4)
Consumi Elettrici	2014	2014-5700373449 (3)
Consumi Elettrici	2014	2014-5700411327 (3)
Consumi Elettrici	2015	2015-5700493139 (9)
Consumi Elettrici	2015	2015-5700544142 (5)
Consumi Elettrici	2015	2015-5750081967 (4)
Consumi Elettrici	2016	2016_060_011640087944_FE16A88 (4)
Consumi Elettrici	2016	2016_060_011640126638_FE16F55 (3)
Consumi Elettrici	2016	2016_00310245E_GE1150 (3)
Consumi Elettrici	2016	2016_00334604E_GE1150 (6)
Consumi Elettrici	2016	2016_E000163929_GE1100 (5)

*E169 Scuola Elementare "Diaz", Scuola Comunale Infanzia "S. Pietro" e Scuola Media "Doria-Pascoli"*

Consumi Elettrici	2016	2017_060_011740001581_FE17017 (9)
Consumi Elettrici	2016	011640011738_SCUO-IST
Consumi Elettrici	2016	E00218121_GE1150 nc_E000150590-marzo (4)
Consumi Elettrici	2016	E000238237 (5)
Tabulato consumi	9/07/2018	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoA-Tabulato consumi EE.xlsx

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Diagnosi Energetica Edilclima		9/07/2018	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoB-E169.E0001
Grafici Template		9/07/2018	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoB-Grafici_Template.xlsx
Grafici Template		26/07/2018	DE_Lotto.8-E169_revB-AllegatoB-Grafici_Template.xlsx

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Report termografico	9/07/2018	DE_Lotto.8-E169_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 calcolo Edilclima	9/07/2018	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoE-Relazione calcolo Edilclima.RTF

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificazione di conformità del software		DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoF-CertCTI.pdf

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE scenario 15 anni	9/07/2018	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoH-APE_Bozza_SCN1.pdf
APE scenario 15 anni	9/07/2018	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoH-APE_Bozza_SCN1.RTF

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

	Titolo	Data	Nome file
	Dati climatici	9/07/2018	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoI-GG.xlsx

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
Scheda di Audit	9/07/2018	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoJ-Scheda Audit.xlsx

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

	Titolo	Data	Nome file
	Schede ore	9/07/2018	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoK-Schede ORE.pdf

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Analisi PEF Scenario 1	9/07/2018	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN1.xlsx
Analisi PEF Scenario 1	26/07/2018	DE_Lotto.8-E169_revB-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN1.xlsx

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report di Benchmark	9/07/2018	DE_Lotto.8-E169_revA-AllegatoM-Benchmark.xlsx
Report di Benchmark	26/07/2018	DE_Lotto.8-E169_revB-AllegatoM-Benchmark.xlsx

ALLEGATO N – CD-ROM

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

