

ASILO NIDO "VILLA SAVORETTI"

E357

VIALE BERNABO' BREA 67, GENOVA

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio 2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

ATI:

 energynet

(mandataria)

 more
energy
Integrated Engineering

(mandante)

ASILO NIDO “VILLA SAVORETTI” E357

VIALE BERNABO' BREA 67, 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
00	12/06/2018	Andrea Bertolini	Irene Paradisi	Saverio Magni	Prima Pubblicazione
B	26/07/2018	Emanuele Schiavone	Luigi Guerra Irene Paradisi Luigi Guerra	Saverio Magni	Seconda pubblicazione a seguito della Revisione PA del 12/07/2018

Nell'ambito del servizio di Audit e Diagnosi Energetica, denominato Fondo Kyoto - Scuola 3, il presente documento si pone l'obiettivo di supportare la redazione del rapporto di diagnosi energetica attraverso la predisposizione di un modello di relazione standardizzato. Qualsiasi parere, suggerimento d'investimento o giudizio su fatti, persone o società contenuti all'interno di questo documento è di esclusiva responsabilità del soggetto terzo che lo utilizza per emanare tale parere, suggerimento o giudizio.

Il Comune di Genova non si assume alcuna responsabilità per le conseguenze che possano scaturire da qualsiasi uso di questo documento da parte di terzi. Questo documento contiene informazioni riservate e di proprietà intellettuale esclusiva. E' vietata la riproduzione totale o parziale, in qualsiasi forma o mezzo e di qualsiasi parte del presente documento senza l'autorizzazione scritta da parte del Comune di Genova.

INDICE

PAGINA

EXECUTIVE SUMMARY	I
1 INTRODUZIONE	1
1.1 PREMessa	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	2
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	6
2 DATI DELL'EDIFICIO.....	7
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO	7
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	8
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	9
3 DATI CLIMATICI	11
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	11
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	12
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	12
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	14
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	14
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	14
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	16
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	17
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	17
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	18
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	19
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	20
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	21
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	ERRORE. IL
SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È
DEFINITO.	
4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	22
4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	23
4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE.....	ERRORE. IL
SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
5 CONSUMI RILEVATI	24
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	24
5.1.1 <i>Energia termica</i>	24
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	27
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	30
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	33
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	33
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	34
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	35
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	35
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	37
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	39
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	39



7.1.1	Vettore termico.....	39
7.1.2	Vettore elettrico.....	41
7.2	TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	44
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>	<i>48</i>
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento.....</i>	<i>51</i>
8.1.3	<i>Impianto produzione acqua calda sanitaria</i>	<i>Errore. Il segnalibro non è definito.</i>
8.1.4	<i>Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva.....</i>	<i>Errore. Il segnalibro non è definito.</i>
8.1.5	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	<i>54</i>
8.1.6	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili.....</i>	<i>Errore. Il segnalibro non è definito.</i>
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.....	61
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO.....	69
9.3.1	<i>Scenario 1: isolamento con cappotto interno + isolamento del sottotetto + installazione valvole termostatiche + installazione LED:.....</i>	<i>71</i>
9.3.2	<i>Scenario 2: isolamento con cappotto interno + isolamento del sottotetto + installazione valvole termostatiche + sostituzione caldaia + installazione LED</i>	<i>77</i>
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.....		A
ALLEGATO B – ELABORATI		A
ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA		1
ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI		1
ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI		1
ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE		1
ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA		1
ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI.....		1
ALLEGATO I – DATI CLIMATICI.....		1
ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT.....		1
ALLEGATO K – SCHEDE ORE.....		1
ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI		1
ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK.....		1
ALLEGATO N – CD-ROM		1

EXECUTIVE SUMMARY

Caratteristiche dell'edificio oggetto della DE

Tabella 0.1 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1910
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]	428,69
Superficie disperdente (S)	[m ²]	991,74
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	1983,47
Rapporto S/V	[1/m]	0,5
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.138,18
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	1.138,18
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	80
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Produzione combinata
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	18,02
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	51.272
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	4.532,08
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	16.411
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	3.815,08

Nota (1): Valori di Baseline

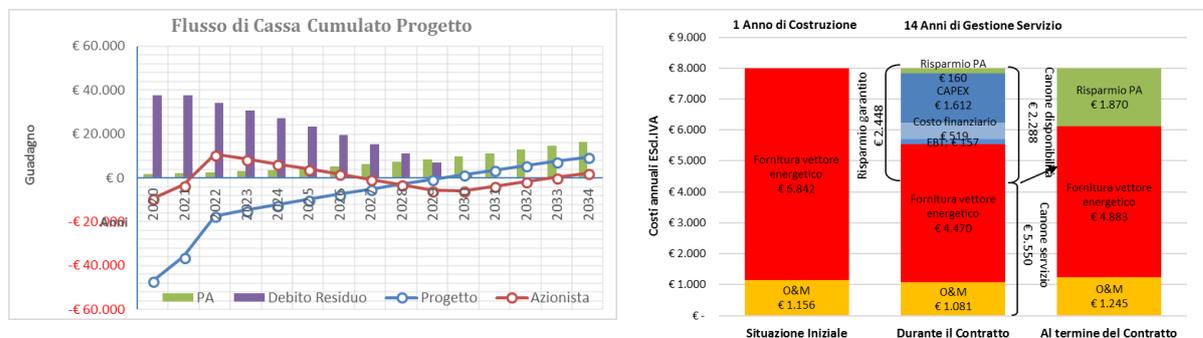
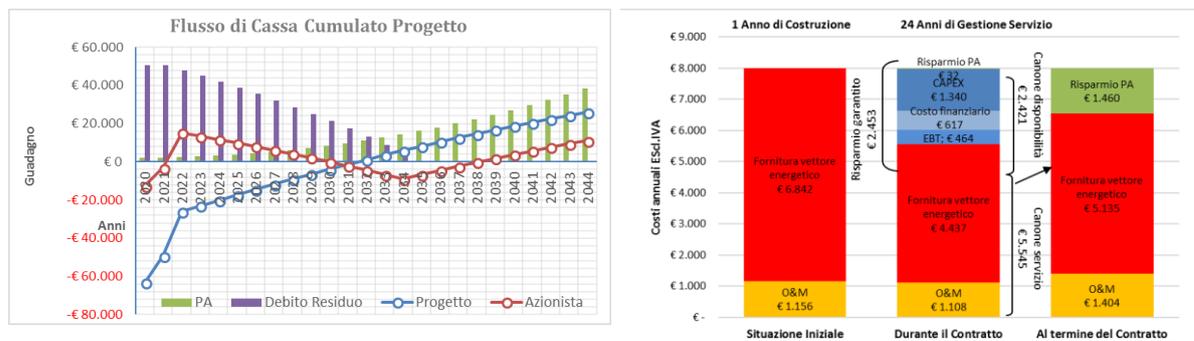
Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM1: Isolamento con cappotto interno
- EEM2: Isolamento del sottotetto
- EEM3: Sostituzione dei serramenti
- EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori
- EEM5: Installazione caldaia a condensazione
- EEM6: Installazione di lampade LED a basso consumo
- SCN1: Combinazione di EEM1, EEM2, EEM4, EEM6
- SCN2: Combinazione di EEM1, EEM2, EEM4, EEM5, EEM6

E357 – ASILO NIDO “VILLA SAVORETTI”
Tabella 0.2 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica proposte e degli scenari ottimali, caso con incentivi

	CON INCENTIVI													
	% ΔE [%]	% Δ_{CO_2} [%]	ΔC_E [€/an no]	ΔC_{MO} [€/an no]	ΔC_{MS} [€/an no]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [an ni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	DSCR	LLCR
EEM 1	18,4%	14,3%	1.135	0	0	26.738	12,0	17,8	30	5.602	6,8%	0,21	[n/a]	[n/a]
EEM 2	11,9%	9,2%	733	0	0	3.503	2,8	3,0	30	10.207	29,5%	2,91	[n/a]	[n/a]
EEM 3	7,3%	5,7%	448	0	0	49.767	70,6	98,8	30	-35.692	-6,3%	-0,72	[n/a]	[n/a]
EEM 4	28,0%	21,8%	1.731	141	0	7.768	4,3	4,8	15	10.847	21,5%	1,40	[n/a]	[n/a]
EEM 5	6,3%	5,2%	419	141	0	11.314	18,5	21,9	15	-5.178	-4,0%	-0,32	[n/a]	[n/a]
EEM 6	4,2%	7,4%	662	0	0	7.492	6,0	8,2	8	-174	3,1%	-0,02	[n/a]	[n/a]
SCN1 ⁽²⁾	48,0%	41,5%	3.368	141	0	45.501	10,3	14,6	15	463	4,25%	1,02%	1,003	1,040
SCN2 ⁽²⁾	68,0%	45,7%	3.702	141	0	61.469	12,6	19,4	30	4.463	5,20%	7,26%	1,009	1,004

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

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria


1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

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

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

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Nord - Ovest



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

1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

La presente DE si inserisce in questo contesto ed analizza, pertanto, le possibili soluzioni tecniche e contrattuali, che potrebbero portare alla realizzazione di interventi di miglioramento dell'efficienza energetica volti ad una riduzione dei consumi e ad un conseguente abbattimento delle emissioni di CO₂.

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

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

1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

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

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

Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

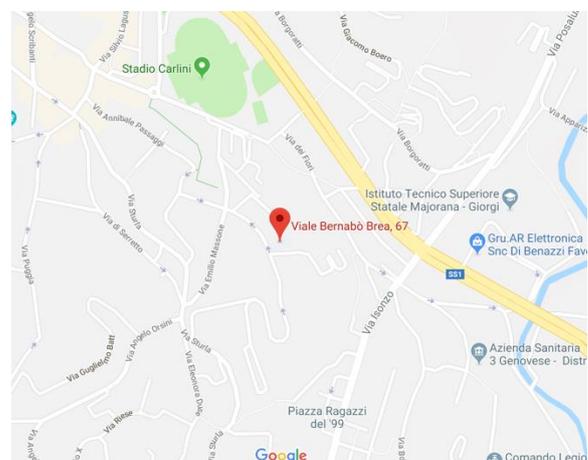
NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Lara Nuara Silvia Scarcelli	Tecnico del rilievo	Sopralluogo in sito
Irene Paradisi Lara Nuara	Tecnico dell’analisi preliminare	Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Lara Nuara	Tecnico del calcolo energetico	Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Andrea Bertolini	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 55 Mapp. 47,48 Sub. 0 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nel quartiere San Martino.

L’edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito ad asilo nido.

Figura 1.2 – Ubicazione dell’edificio



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

Tabella 1.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell’edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1910
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]	428,69
Superficie disperdente (S)	[m ²]	991,74
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	1983,47

Rapporto S/V	[1/m]	0,5
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	459,99
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.138,18
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	1.138,18
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	80
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Produzione combinata
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽³⁾	[t/anno]	18,02
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽³⁾	[kWh _{th} /anno]	51.272
Spesa annuale Gas Metano ⁽³⁾	[€/anno]	4.532,08
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽³⁾	[kWh _{el} /anno]	16.411
Spesa annuale energia elettrica ⁽³⁾	[€/anno]	3.815,08

Nota (3): Valori di Baseline

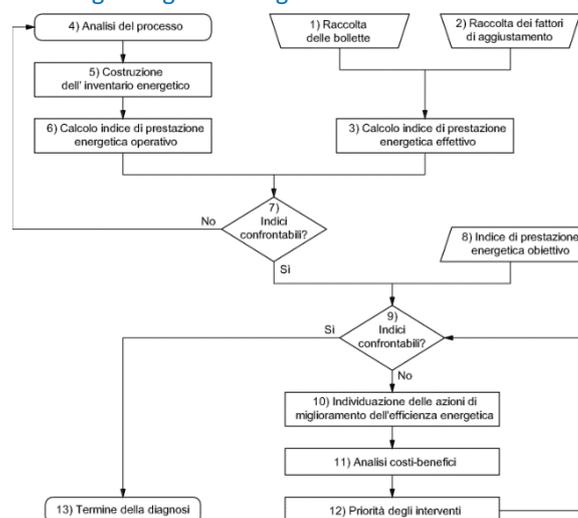
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- a) Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all'Allegato A – Elenco documentazione fornita dalla committenza; **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**
- b) Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- c) Visita agli edifici, effettuata in data 4/12/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- d) Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assistal, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- f) Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Edilclima EC700 versione 8.17.49 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n. 73 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- g) Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- h) Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo Genova – Centro Funzionale e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- i) 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});

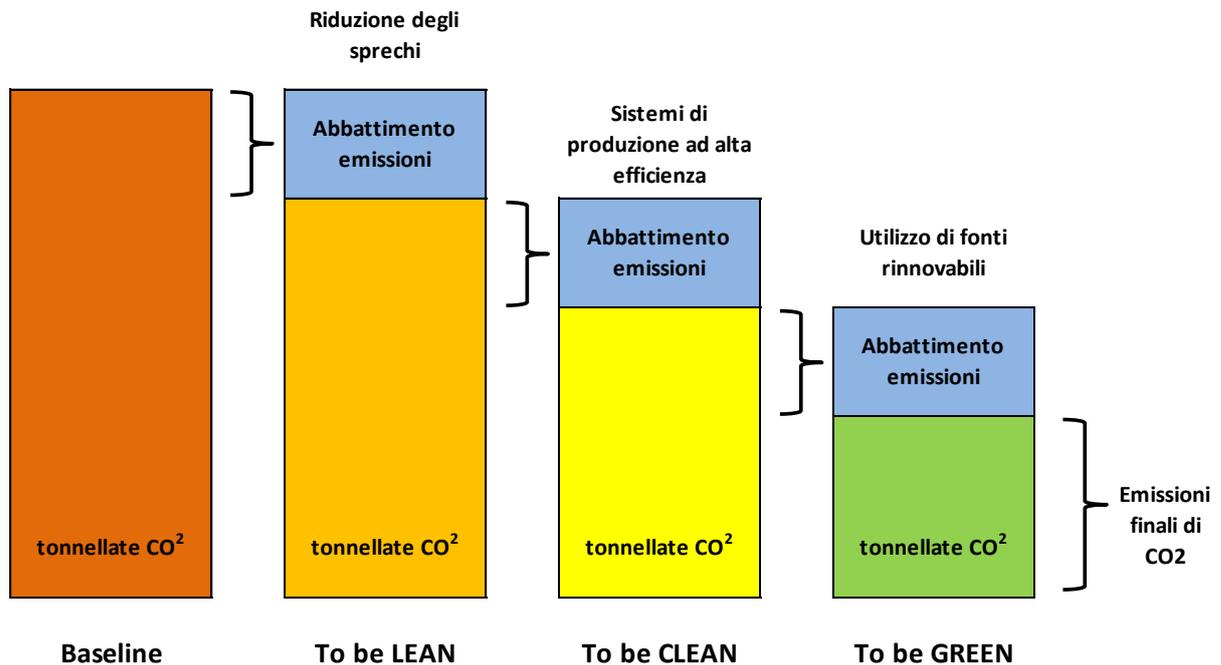
- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- m) Simulazione del comportamento energetico dell’edificio a seguito dell’attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell’edificio superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
- o) Analisi costi-benefici e di redditività finanziaria derivanti dalla realizzazione delle EEM previste singolarmente, con riferimento ai principali indicatori finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- p) Valutazione economico-finanziaria dei due scenari ottimali previsti, a partire dal “baseline di costi” e con riferimento ai principali indicatori finanziari e di sostenibilità finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- q) Identificazione dell’eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso un Energy Performance Contract, con lo scopo di analizzare il possibile interesse nella realizzazione degli interventi studiati, tramite l’intervento di una ESCo;
- r) Realizzazione di una relazione tecnica descrittiva di dettaglio dell’analisi effettuata (Rapporto di DE);
- s) Realizzazione di un report dei Benchmark.

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



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

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica



Secondo tale modello possono essere definite delle strategie di intervento al fine di conseguire un efficace riduzione dei consumi energetici e conseguente abbattimento delle emissioni di CO₂, secondo tre livelli consequenziali:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

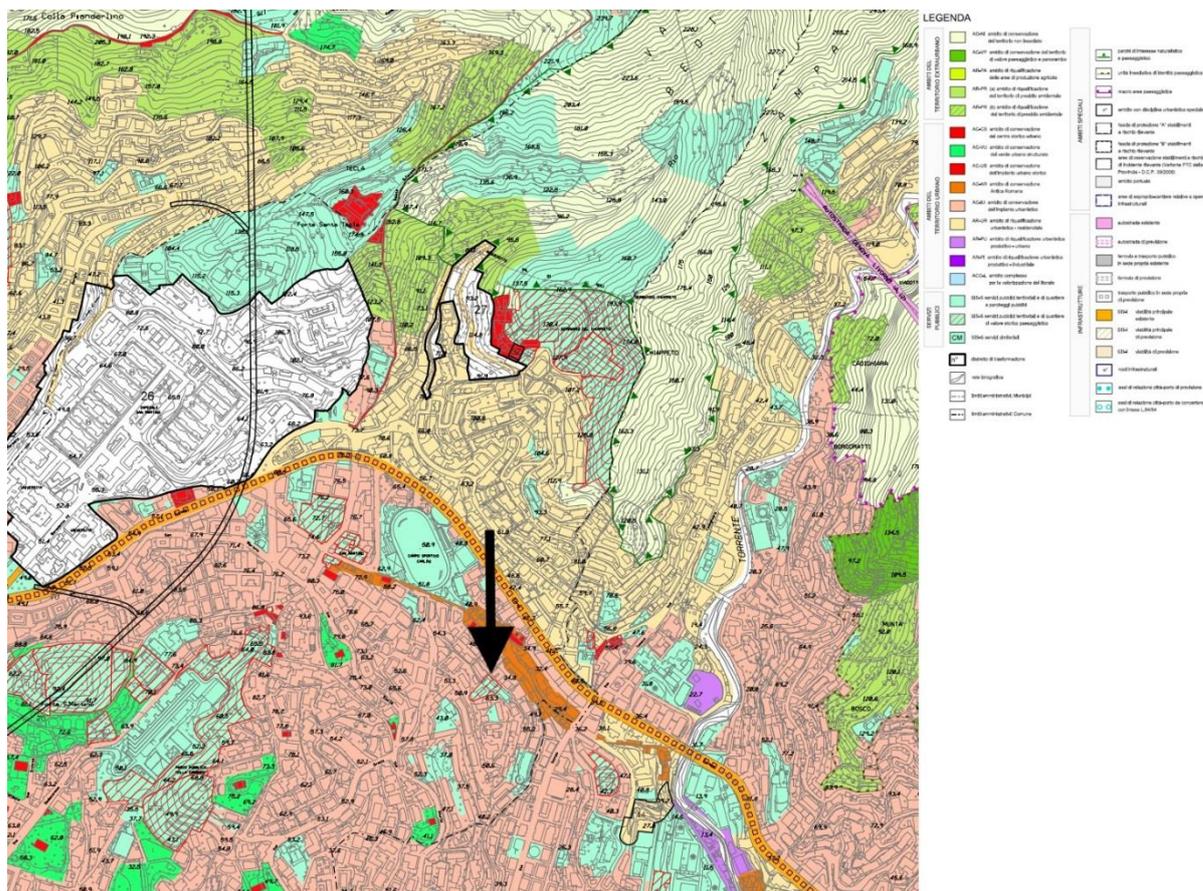
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

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

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L'edificio ove è ubicato l'asilo nido “Villa Savoretti” risale all'incirca al 1910 pertanto, 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 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 3 piani fuori terra, nei quali si collocano i locali dell'asilo nido.

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

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

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

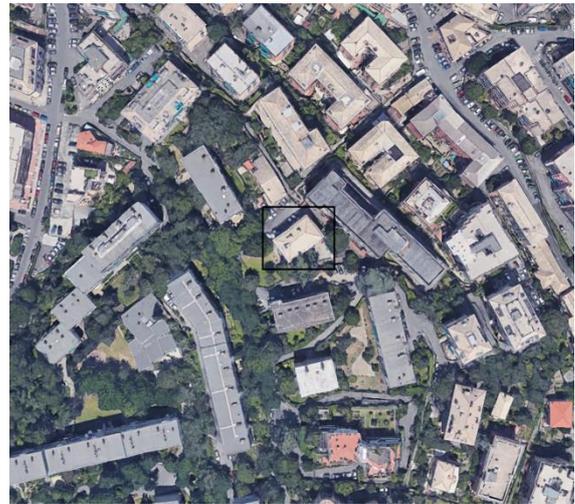


Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽⁴⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽⁵⁾	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA ⁽⁵⁾
Terra	Cucina, refettorio, atrio, uffici, bagni	[m ²]	409,91	116,93	-
Primo	Camera, locali di servizio, bagni	[m ²]	184,44	146,94	-
Secondo	Cucina, camere, refettorio, bagni	[m ²]	398,51	164,82	-
TOTALE		[m ²]	992,86	436,41	-

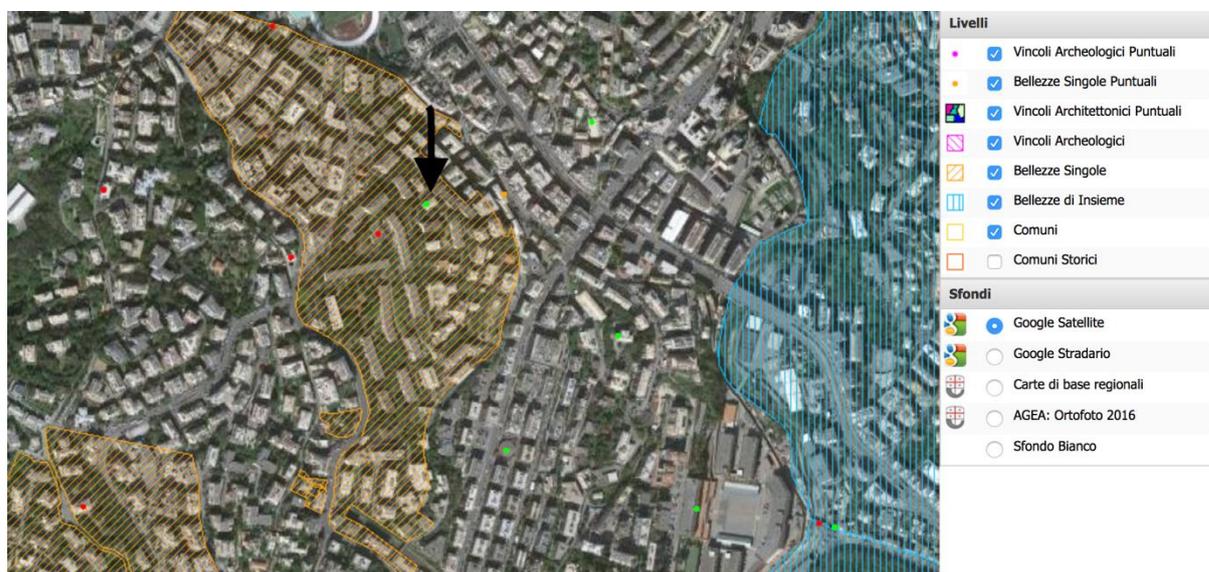
Nota (4): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

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

Dalla carta dei vincoli risulta che l'edificio presenta un vincolo architettonico puntuale.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



Il complesso scolastico è inoltre situato all'interno di una zona con vincoli di bellezza singola, pertanto eventuali lavori dovranno essere preventivamente concordati con la Soprintendenza per i Beni paesaggistici della Liguria.

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

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁶⁾	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Isolamento con cappotto interno	Architettonico		Previo parere della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici
EEM 2: Isolamento del sottotetto	Architettonico		Previo parere della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici
EEM 3: Sostituzione dei serramenti	Architettonico		Previo parere della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici
EEM 4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti su radiatori	-		-
EEM 5: Installazione caldaia a condensazione	-		-
EEM 6: Installazione di lampade LED a basso consumo	-		-

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.

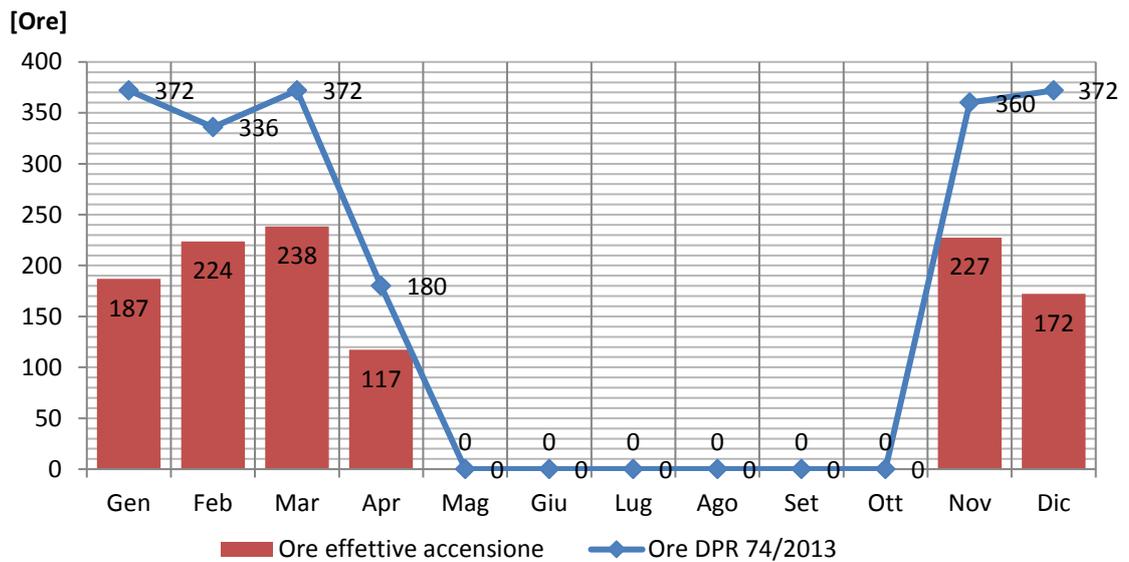
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio e i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati ricavati tramite interviste al personale.

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

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

PERIODO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	dal lunedì al venerdì	07.00 – 18.00	07:00 – 18:00
Dal 16 Aprile al 31 Luglio Dal 1 Settembre al 31 Ottobre	dal lunedì al venerdì	07:00 – 18:00	-

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



Dall’analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni. Infatti, gli orari di occupazione e dell’accensione dell’impianto coincidono: 07:00 - 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.

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

DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 898 GG calcolati su 106 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

Tabella 3.2 – Profili mensili dei GG_{rif}

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

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

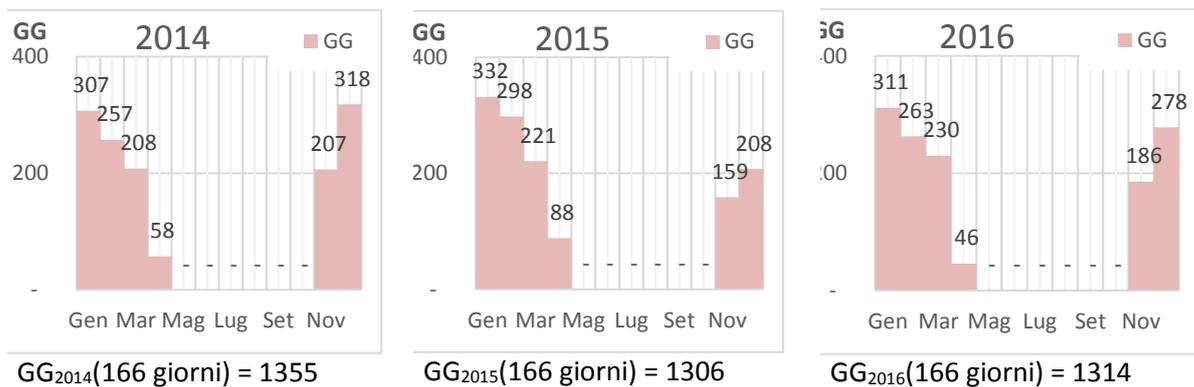
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all’edificio oggetto di DE



3.2 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 meteoroclimatica.

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

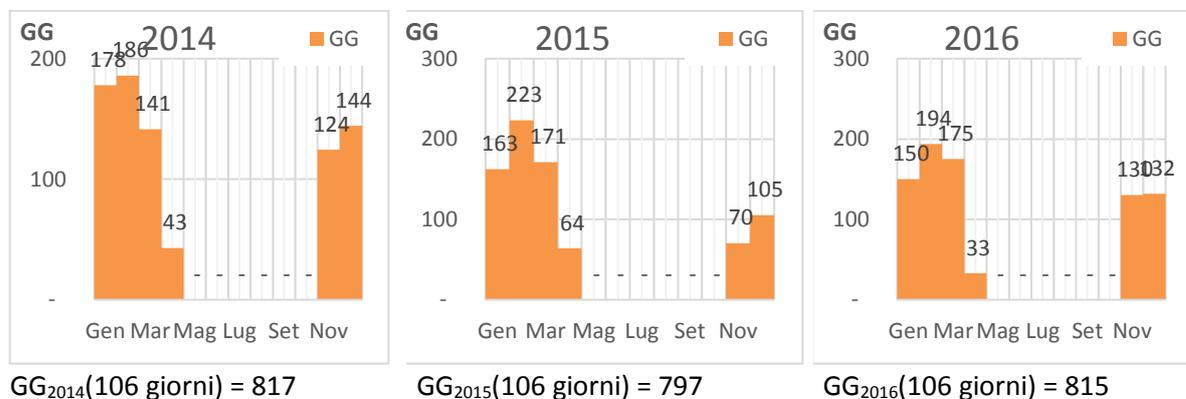


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 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 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 muratura in mattoni e sassi verso l'esterno e in mattoni pieni verso locali non climatizzati.

La copertura è a falde inclinate.

Il piano terra è collocato in parte su esterno, in parte su locali non riscaldati.

L'edificio è collocato nelle vicinanze del mare con esposizione a Sud, ed è circondata da edifici o da alberi di altezza pari a quella dell'edificio. La superficie laterale dell'edificio risulta quindi spesso in ombra.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro



Figura 4.2 - Particolare della facciata



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

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR E50
- Analisi visiva e fotografica delle componenti strutturali

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Muratura principale in mattoni e sassi;
- Solai in calcestruzzo;
- Copertura a falde inclinate.

Figura 4.3 – Rilievo termografico della parete interna



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

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m ² K]	STATO DI CONSERVAZIONE
Parete verticale	M1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M2	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M3	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M4	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M5	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M6	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M7	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Pavimento	P1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Pavimento	P2	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Soffitto	S1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente

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

4.1.2 Involucro trasparente

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da serramenti con telaio in legno, con sia singoli che doppi.

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

Figura 4.4 - Particolare dei serramenti



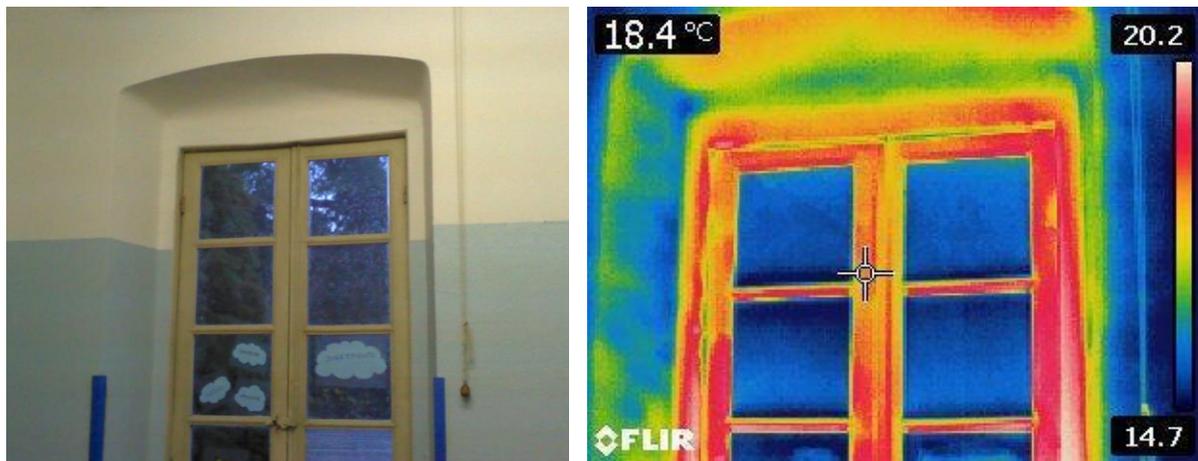
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro trasparente si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR E50
- Analisi visiva e fotografica
- Misurazioni con spessimetro e laser per l'individuazione di eventuali rivestimenti superficiali e trattamenti dei vetri.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Serramenti vetro singolo e vetro doppio con telaio in legno.

Figura 4.5 – Rilievo termografico dei serramenti



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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA	STATO DI CONSERVAZIONE
		[cm]			[W/mqK]	
Serramento VS	W1	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro singolo	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VS	W2	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro singolo	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VS	W3	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro singolo	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VD	W4	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VD	W5	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VS	W6	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro singolo	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VD	W7	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VS	W8	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro singolo	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VS	W9	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro singolo	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VS	W10	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro singolo	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VS	W11	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro singolo	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VS	W12	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro singolo	Vedere allegato E	Sufficiente

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

4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

L’impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da radiatori a parete, con distribuzione a colonne montanti e generazione mediante caldaia tradizionale funzionante a gas naturale.

4.2.1 Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito da radiatori, i quali sono installati in prevalenza su pareti esterne.

Figura 4.6 - Particolare 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	92%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA	POTENZA	POTENZA	POTENZA
			TERMICA MEDIA	TERMICA COMPLESSIVA	FRIGORIFERA UNITARIA	FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Terra	Su parete esterna non isolata	6	1,78	10,69	-	-
Primo	Su parete esterna non isolata	9	1,74	15,65	-	-
Secondo	Su parete esterna non isolata	10	1,86	18,61	-	-
TOTALE		25		44,95	-	-

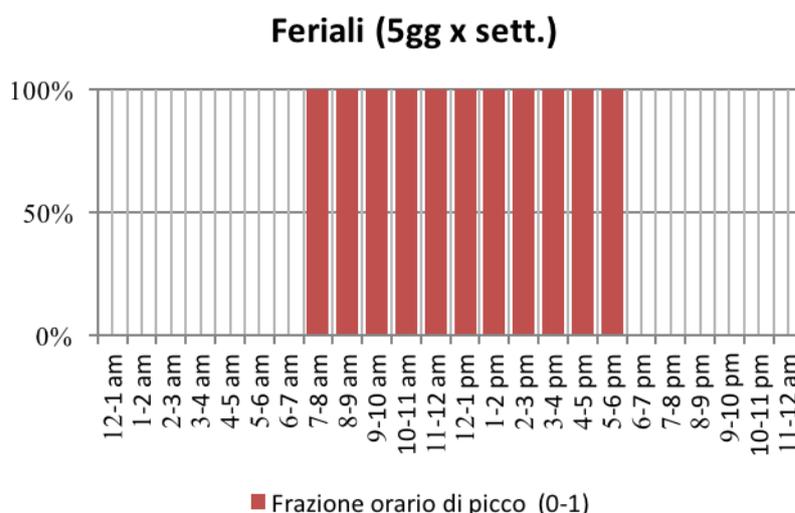
L'elenco dei componenti del sottosistema di emissione per il riscaldamento degli ambienti, rilevati in sede di sopralluogo, e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.5 dell'Allegato J – Schede di audit.

4.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell'impianto avviene attraverso una sonda climatica esterna collegata alla caldaia e che gestisce la valvola miscelatrice. Non sono presenti sistemi di controllo di zona o ambiente.

L'impianto opera dal Lunedì a Venerdì dalle ore 7.00 alle ore 19.00.

Figura 4.7 - 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	Sonda climatica esterna	80,9%

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

4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

- 1) Circuito primario di collegamento dalla caldaia ai collettori di mandata e ritorno. Il circuito è servito da una pompa singola.

Le caratteristiche del circolatore a servizio del circuito sono riportate nella Tabella 4.6.

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

NOME	SERVIZIO	PORTATA [m ³ /h]	PREVALENZA [kPa]	POTENZA ASSORBITA ⁽⁹⁾ [kW]
Pompa anticondensa Grundfos UPS 32-55 180	Mandata acqua calda a collettore	9,67 ⁽⁷⁾	49,03 ⁽⁷⁾	0,115

Nota (7): Valori ricavati dal modello energetico

Nota (8): Valori ricavati da progetto

Nota (9): Valori ricavati da dati di targa

- 2) Circuito di collegamento dalla caldaia ai radiatori attraverso colonne montanti di distribuzione (fluido termovettore acqua). Il circuito è servito da una pompa gemellare.

Le caratteristiche del circolatore a servizio del circuito primario sono riportate nella Tabella 4.7.

Tabella 4.7 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

NOME	SERVIZIO	PORTATA [m ³ /h]	PREVALENZA [kPa]	POTENZA ASSORBITA ⁽⁹⁾ [kW]
Pompa di circolazione Grundfos UPS D50-120 F	Mandata acqua calda a radiatori	29,29 ⁽⁹⁾	89,92 ⁽⁹⁾	0,72

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 sono riportate nella tabella 4.8.

Tabella 4.8 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO	TEMPERATURA RILEVATA °C	TEMPERATURA CALCOLO ⁽¹⁰⁾ °C	
Circuito riscaldamento	Mandata Caldo	61,5	70
	Ritorno Caldo	n.d. ⁽¹¹⁾	60

Nota (10): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Nota (11): Valore non rilevato causa isolamento tubazioni

- 3) Circuito di ricircolo dell'acqua calda sanitaria e di ricircolo dell'accumulatore. Il circuito è servito rispettivamente da una pompa gemellare e da una pompa singola.

Le caratteristiche del circolatore a servizio del circuito primario sono riportate nella Tabella 4.9.

Tabella 4.9 – Temperature di mandata e ritorno del circuito

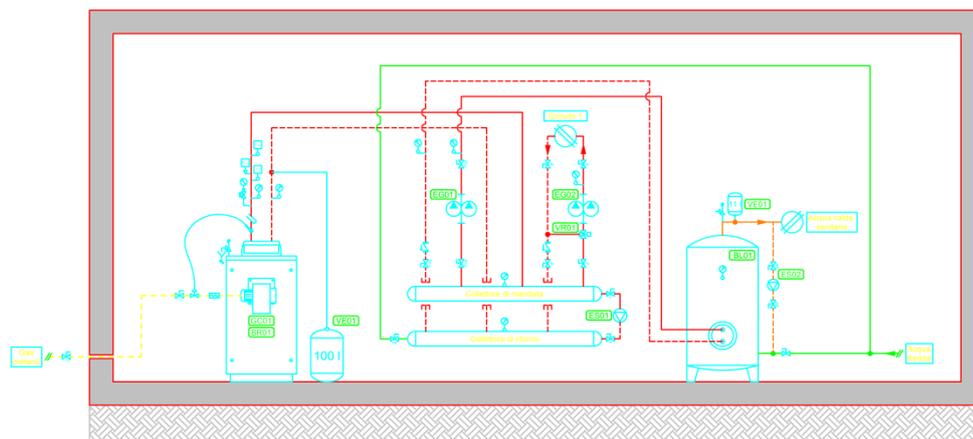
	NOME	SERVIZIO	PORTATA ⁽⁵⁾	PREVALENZA ⁽⁶⁾	POTENZA ASSORBITA ⁽⁷⁾
			[m ³ /h]	[kPa]	[kW]
Pompa di circolazione	Lowara FCG 40-7T	Ricircolo boiler	n.d.	n.d.	0,065
Pompa di circolazione	Grundfos UP 20-15 N150	Ricircolo acqua calda sanitaria	2,2 ⁽⁹⁾	11,77 ⁽⁹⁾	0,410

Nota (7): Valori ricavati dal modello energetico

Nota (8): Valori ricavati da progetto

Nota (9): Valori ricavati da dati di targa

Figura 4.8 - 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 al 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 Unical Tristar 80, funzionante a gas naturale ed installata nel 2008.

Figura 4.9 - Particolare di caldaia



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

Tabella 4.10 - Riepilogo caratteristiche del sistema di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]
Gen 1 Riscaldamento e ACS	Unical	Tristar 80	2008	85,2	80	93,9%	0,625

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 89,3%.

Tale valore, essendo dipendente dal carico e quindi dalle temperature esterne, risulta essere leggermente diverso da quello indicato nella scheda tecnica a potenza nominale. Si specifica inoltre che non è stato possibile fare confronti con il rendimento da prova fumi poiché non disponibile.

L'elenco dei componenti del sottosistema di generazione per il riscaldamento degli ambienti rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.1 e/o 6.2 dell' Allegato J – Schede di audit.

4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione di acqua calda sanitaria è combinata con il riscaldamento. E' inoltre presente un sistema

Figura 4.10 - Particolare di un bollitore ad accumulo

di accumulo centralizzato, il cui serbatoio risiede in centrale termica.



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

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

SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE	SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE	SOTTOSISTEMA DI RICIRCOLO	SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO	SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE	RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE
100%	100%	100%	68,1%	91,4%	54,0%

L’elenco dei componenti dell’impianto di produzione acqua calda sanitaria rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 7 dell’ Allegato J – Schede di audit.

4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

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

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

Tabella 4.12 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Zona 1	Frigorifero	1	800	800	8760
Zona 1	Lavastoviglie	1	2000	2000	396
Zona 1	Congelatore	1	800	800	8760
Zona 1	PC	5	200	1000	1584
Zona 1	Fotocopiatrice	1	700	700	198
Zona 1	Lavatrice	1	2800	2800	396
Zona 1	Asciugatrice	1	2800	2800	396
Zona 1	Stufa	1	2000	2000	683
Zona 1	Ascensore	1	4000	4000	142

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

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

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

Figura 4.11 - Particolare dei corpi illuminanti



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

Tabella 4.13 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Zona 1	Fluorescenza 1x18W	1	18	18
Zona 1	Fluorescenza 1x58W	20	58	1160
Zona 1	Fluorescenza 1x58W	7	58	406
Zona 1	Fluorescenza 2x58W	12	116	1392
Zona 1	Fluorescenza 2x58W	2	116	232
Zona 1	Fluorescenza 4x18W	6	72	432
Zona 2	Fluorescenza 4x18W	5	72	360
Zona 1	Fluorescenza 1x36W	13	36	468

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 e la produzione di ACS è il Gas Metano.

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

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

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

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

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di 2 contatori i quali risultato a servizio dei seguenti utilizzi:

- Centrale termica per il riscaldamento degli ambienti della Zona 1;
- Caldaia per la produzione di acqua calda sanitaria a servizio della mensa scolastica.

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

L'analisi dei consumi storici di Gas metano si basa sulla base de 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]
3270015577319	Riscaldamento	4.971	4.391	5.455	46.827	41.359	51.390
3270015577420(*)	ACS a servizio della mensa scolastica	630	610	534	5.935	5.743	5.032

Nota (*) PDR non considerato ai fini del calcolo del fabbisogno energetico

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

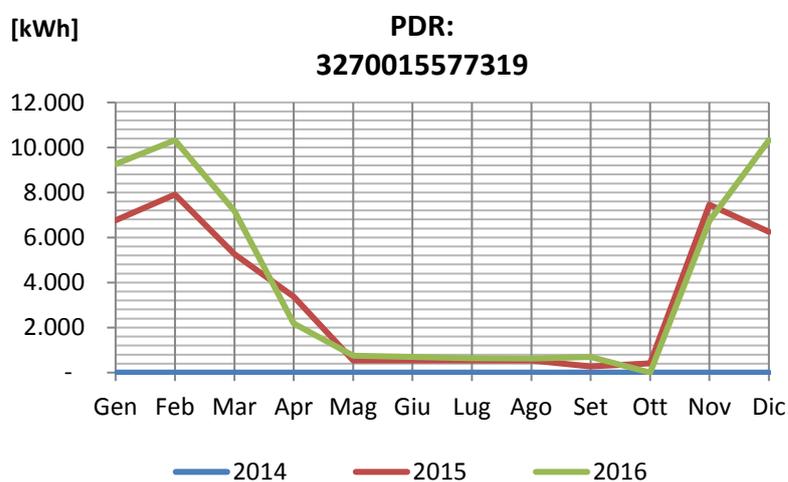
I consumi fatturati dalla società di fornitura sono riportati nella Tabella 5.3.

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

Mese	PDR: 3270015577319			PDR: 3270015577319		
	2014 [Sm ³]	2015 [Sm ³]	2016 [Sm ³]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
Gennaio	-	718	983	-	6.762]	9.260
Febbraio	-	840	1.096	-	7.909	10.324
Marzo	-	558	762	-	5.261	7.179
Aprile	-	358	232	-	3.370	2.185
Maggio	-	58	80	-	543	754
Giugno	-	58	73	-	543	688
Luglio	-	58	67	-	543	631
Agosto	-	58	66	-	543	622
Settembre	-	29	73	-	271	688
Ottobre	-	44	-	-	414	-
Novembre	-	791	715	-	7.456	6.735
Dicembre	-	644	1.096	-	6.255	10.324
Totale	-	4.232	5.243	-	39.869	49.390

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

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati



Non sono stati forniti dati sui consumi di gas metano del 2014.

Dall’analisi effettuata è emerso che il prelievo termico del triennio è caratterizzato da un valore minimo pari a 29 Sm³, e un valore di massimo prelievo pari a 1.096 Sm³.

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 3.1;

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

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

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

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

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

GG_{rif} = Gradi giorno di riferimento utilizzati nella modellazione dell'edificio, così come definiti al Capitolo 0;

\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.

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

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG ^{REALI} SU 106 GIORNI	GG ^{RIF} SU 106 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 898 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	817	898	4.651	43.812	53,6	48.156	3.014	-
2015	797	898	4.071	38.349	48,1	43.209	3.014	-
2016	815	898	5.135	48.372	59,4	53.298	3.014	-
Media	810	898	4.619	43.511	53,7	48.258	3.014	-

Come si può notare dai dati riportati, il comportamento energetico dell'edificio, è stato caratterizzato da un aumento dei consumi negli ultimi due anni: tale aumento è dovuto alla diminuzione delle temperature esterne medie mensili rilevate.

Si sono pertanto definiti per il calcolo della Baseline i parametri riportati nella Tabella 5.5:

Tabella 5.5 –Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[kwh]
\bar{Q}_{ACS}	3.014
\bar{Q}_{ALTRO}	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	48.258
$Q_{baseline}$	51.272

5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di un contatore, il quale risulta a servizio del solo asilo.

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

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

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

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

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

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E00097096	Asilo nido “Villa Savoretti”	16.262	15.761	17.210	16.411
TOTALE		16.262	15.761	17.210	EEbaseline 16.411

Tali consumi sono stati confrontati con i consumi annui elaborati e forniti dalla PA (identificati per l'edificio oggetto della DE all'interno del file kyotoBaseline-EXXXX_Rev08) e sono emerse le seguenti differenze:

- Anno 2015: Scostamento di 2097 kWh (17858 kWh / 15761 kWh)
- Anno 2016: Scostamento di 3312 kWh (20522 kWh / 17210 kWh)

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 16.411 kWh.

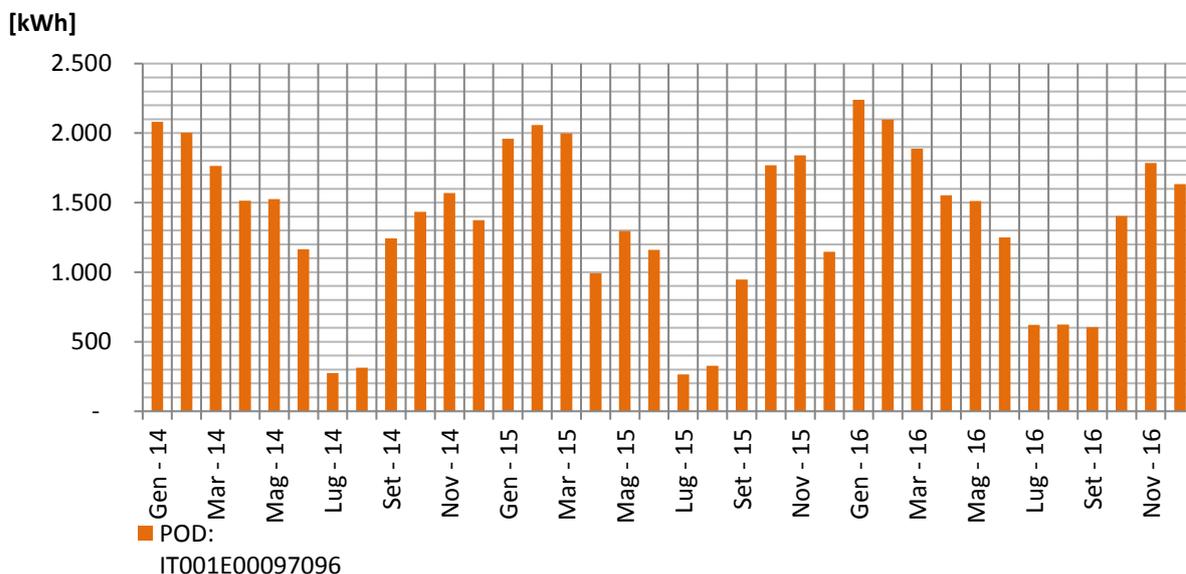
Tabella 5.7 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento

POD: IT001E00097096	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	1.513	262	307	2.082
Feb - 14	1.366	305	331	2.002
Mar - 14	1.143	302	320	1.765
Apr - 14	967	247	300	1.514
Mag - 14	991	254	280	1.525
Giu - 14	716	199	250	1.165
Lug - 14	101	64	110	275
Ago - 14	102	75	137	314
Set - 14	774	221	248	1.243
Ott - 14	934	245	254	1.433
Nov - 14	1.072	229	268	1.569
Dic - 14	921	209	245	1.375
Totale	10.600	2.612	3.050	16.262
POD: IT001E00097096	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	1.350	273	337	1.960
Feb - 15	1.544	264	249	2.057

Mar - 15	1.412	283	304	1.999
Apr - 15	685	147	160	992
Mag - 15	824	224	249	1.297
Giu - 15	739	191	230	1.160
Lug - 15	100	61	105	266
Ago - 15	116	77	134	327
Set - 15	587	160	200	947
Ott - 15	1.269	257	242	1.768
Nov - 15	1.320	244	277	1.841
Dic - 15	756	180	211	1.147
Totale	10.702	2.361	2.698	15.761
POD: IT001E00097096	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	1.551	323	365	2.239
Feb - 16	1.451	303	342	2.096
Mar - 16	1.312	268	309	1.889
Apr - 16	939	275	339	1.553
Mag - 16	1.013	247	252	1.512
Giu - 16	794	211	244	1.249
Lug - 16	337	123	162	622
Ago - 16	338	123	163	624
Set - 16	328	120	158	606
Ott - 16	906	233	264	1.403
Nov - 16	1.175	280	329	1.784
Dic - 16	1.013	269	351	1.633
Totale	11.157	2.775	3.278	17.210

Si riporta nella Figura 5.2 il profilo elettrico reale relativo all'utenza elettrica per il triennio di riferimento.

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



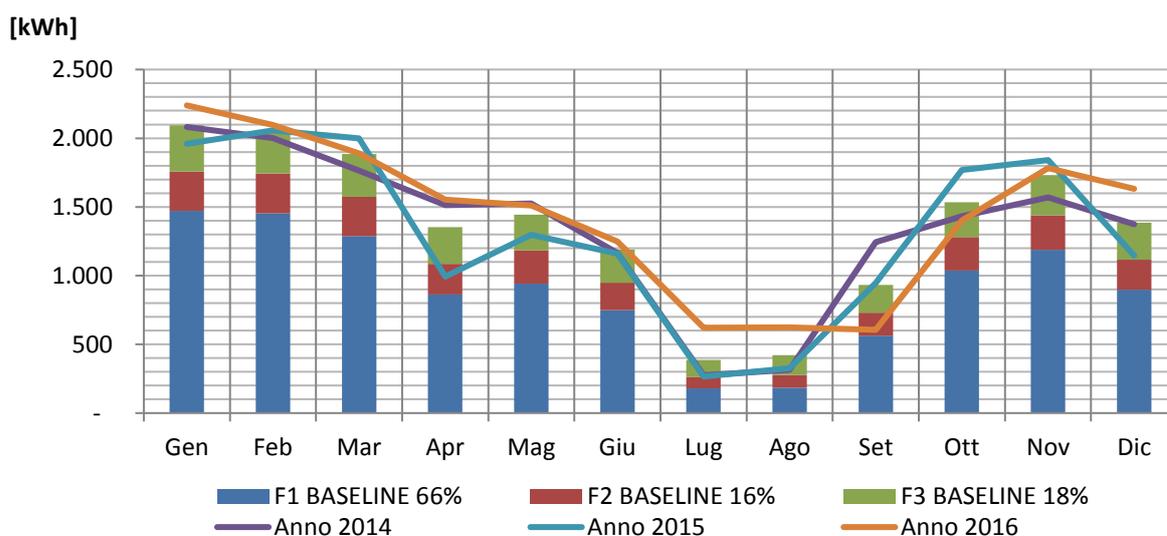
Dall’analisi effettuata è stato possibile definire i profili mensili dei consumi elettrici di Baseline, valutati come la media dei valori mensili analizzati nel triennio di riferimento. Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	
Gennaio	1.471	286	336	2.094
Febbraio	1.454	291	307	2.052
Marzo	1.289	284	311	1.884
Aprile	864	223	266	1.353
Maggio	943	242	260	1.445
Giugno	750	200	241	1.191
Luglio	179	83	126	388
Agosto	185	92	145	422
Settembre	563	167	202	932
Ottobre	1.036	245	253	1.535
Novembre	1.189	251	291	1.731
Dicembre	897	219	269	1.385
Totale	10.820	2.583	3.009	16.411

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

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



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano una forte riduzione nei mesi estivi, in accordo con i profili di occupazione della struttura. Sono presenti consumi anche nei mesi estivi,

probabilmente dovuti alla presenza dei collaboratori scolastici e ad apparecchiature elettroniche in funzione tutto l'anno, come frigorifero e congelatore.

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 5.9 - Fattori di emissione di CO₂. Tabella 5.9.

Tabella 5.9 - 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

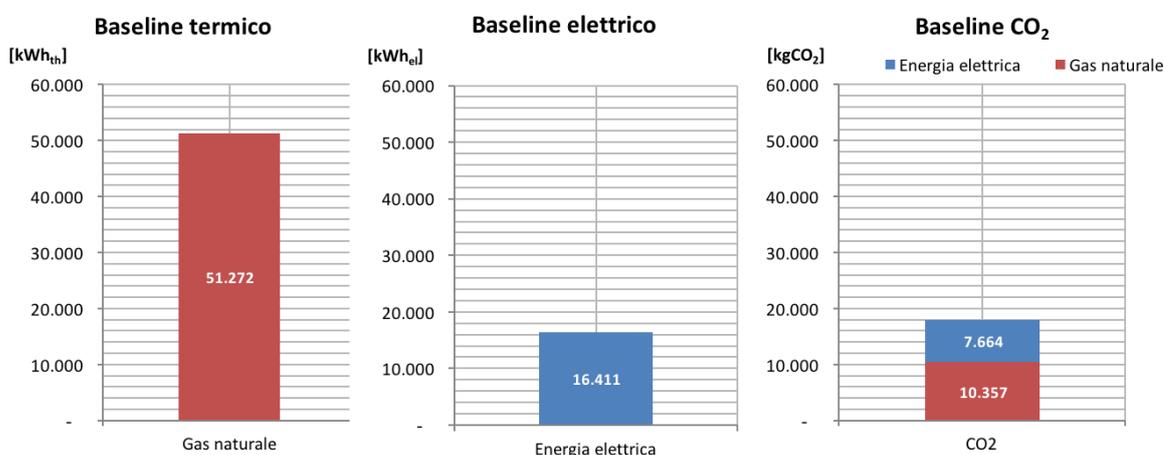
* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO₂, come riportato nella Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂. Tabella 5.10 e nella Figura 5.4

Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[tCO ₂]
Energia elettrica	16.411	* 0,467	7,66
Gas naturale	51.272	* 0,202	10,36

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 5.11 - 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 5.12.

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	428,69	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	459,99	m ²
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	2150,73	m ³

Nella Tabella 5.13 e Tabella 5.14 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell’Allegato J – Schede di audit.

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

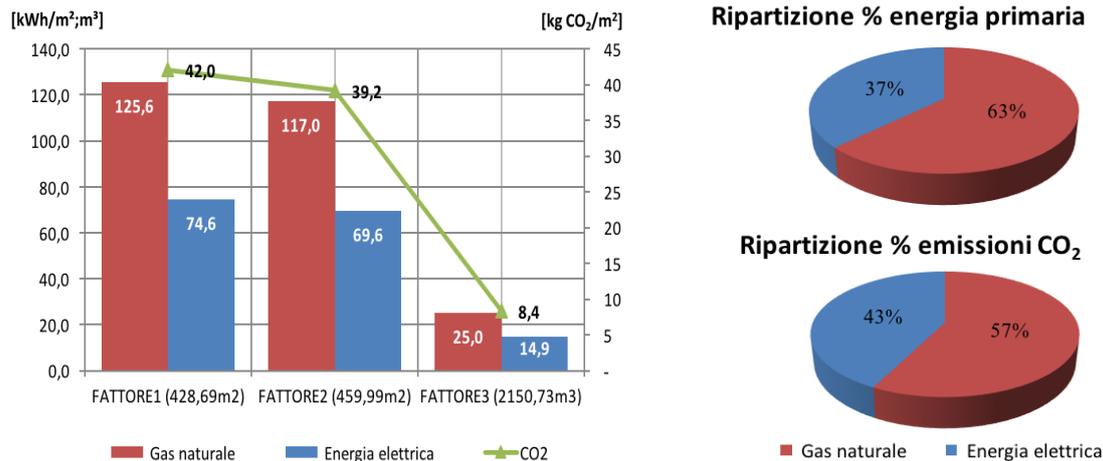
VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	51.272	1,05	53.836	125,58	117,04	25,03	24,17	22,52	4,82
Energia elettrica	16.411	2,42	39.715	92,64	86,34	18,47	17,87	16,65	3,56
TOTALE			93.551	218,22	203,38	43,50	42,04	39,17	8,38

Tabella 5.14 – 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	51.272	1,05	53.836	125,58	117,04	25,03	24,17	22,52	4,82
Energia elettrica	16.411	1,95	32.001	74,65	69,57	14,88	17,87	16,65	3,56
TOTALE			85.837	200,23	186,61	39,91	42,04	39,17	8,38

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



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

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

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

La formula definita è sotto riportata:

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

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

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

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

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

Tabella 5.15 – Indicatori di performance energetici

COMBUSTIBILE	IEN _R			IEN _E		
	Wh/(m³ GG anno)			Wh/(m³ anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	15,2	13,3	16,8	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	12.859	12.462,8	13.608,6

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo come risultato “Buono” per l'indicatore IEN_R e “Sufficiente” per l'indicatore IEN_E, coerentemente con quanto riportato nell'Allegato M - Report di Benchmark.

6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale	EP _{gl}	kWh/mq anno	244,03	234,88
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	197,71	195,96
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	8,34	8,31
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	34,77	28,02
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	3,21	2,59
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	Kg/mq anno	24,17	-

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)

FORTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	51.272	53.836
Energia Elettrica	16.411	32.001

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

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

Dove:

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

- Nel caso di consumo termico, $E_{teorico}$ è assunto pari al fabbisogno di energia per la combustione ($Q_{gn,in}$) così come definito dalla norma UNI TS 11300 parte 2;
 - 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 adattando tutti i parametri sulla base delle informazioni raccolte in sede di sopralluogo.

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale	EP_{gl}	kWh/mq anno	167,52	160,07
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	127,60	126,47
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	7,43	7,41
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	29,28	23,60
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	3,21	2,59
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO_{2eq}	Kg/mq anno	17,87	-

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	
	[mc/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	5.290	52.567
Energia Elettrica	-	16.683

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)

$Q_{teorico}$ [kWh/anno]	$Q_{baseline}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
52.567	51.272	2,46

Dall’analisi effettuata è emerso che il modello valutato in “Modalità adattata all’utenza” risulta validato.

6.1.2 Validazione del modello elettrico

La validazione del modello energetico elettrico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline ($EE_{baseline}$) così come definito al precedente capitolo 5.1.2 ed il fabbisogno teorico ($EE_{teorico}$) derivante dalla modellazione energetica.

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

$EE_{teorico}$ [kWh/anno]	$EE_{baseline}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
16.683	16.411	1,63

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

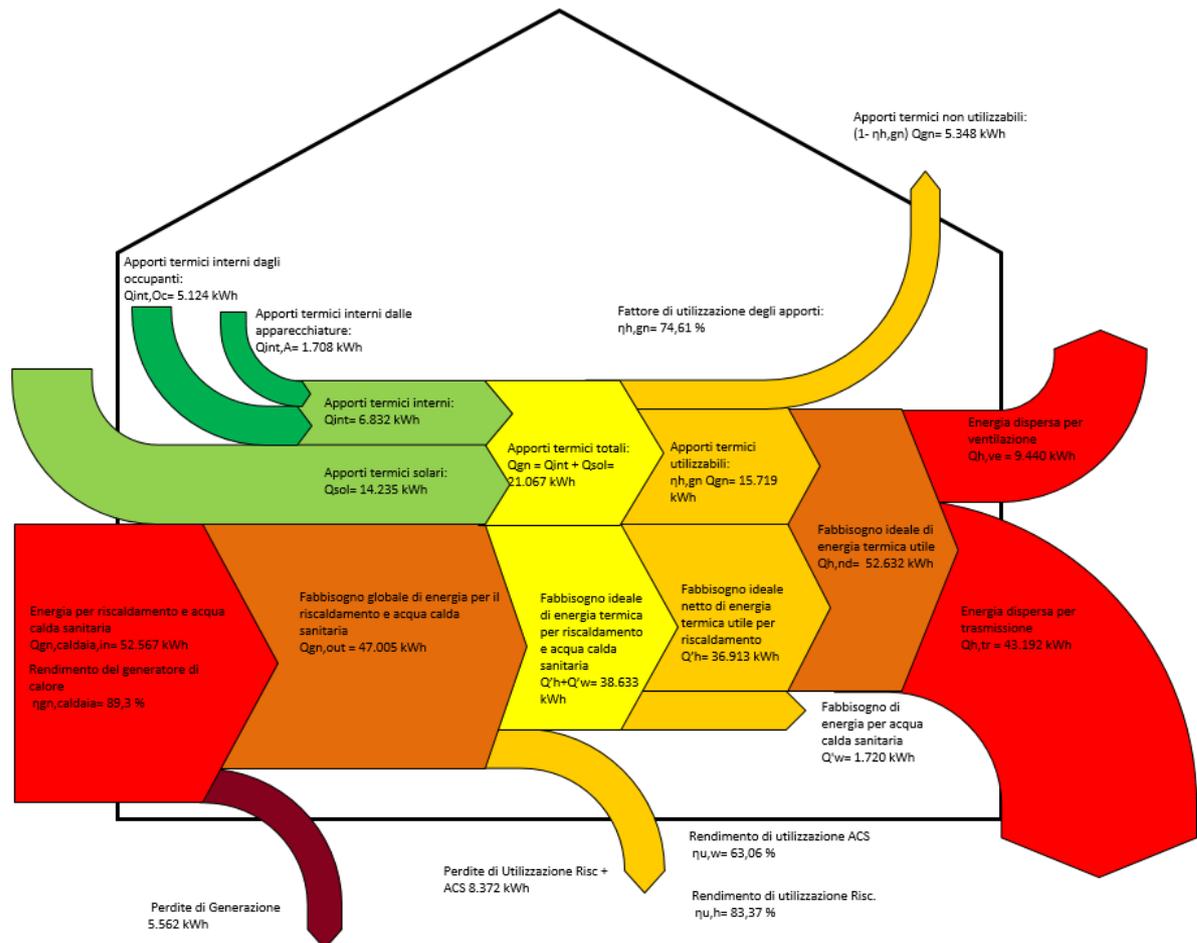
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

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

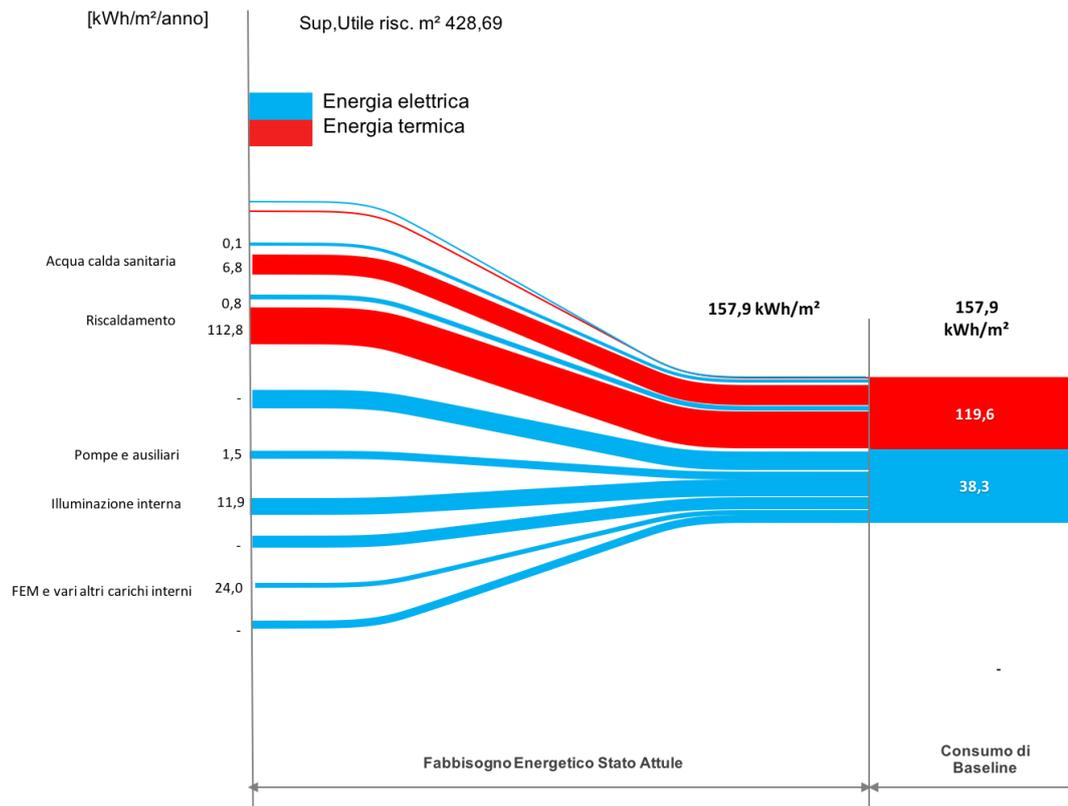
I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato in Figura 6.1

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



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

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



I consumi specifici rappresentati a bilancio sono valori indicizzati in kWh/(m² anno), sulla base delle superfici utili delle zone riscaldate.

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

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

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

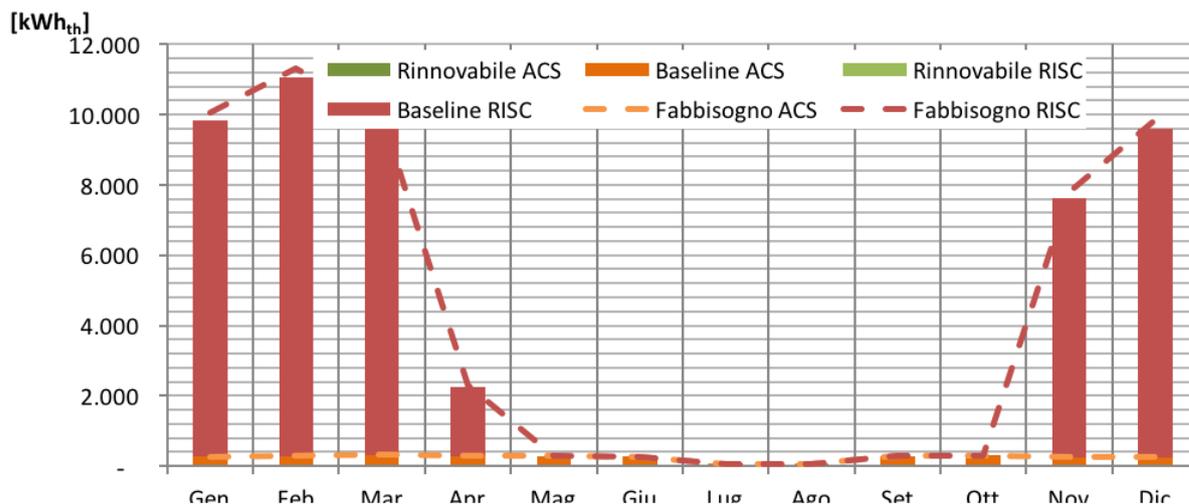
Dall’analisi del diagramma di Sankey relativo al bilancio energetico complessivo dell’edificio è possibile notare che il consumo specifico maggiore è quello dovuto al riscaldamento dei locali, mentre, relativamente all’energia elettrica, il consumo specifico maggiore è dovuto all’illuminazione interna.

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 0.

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

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



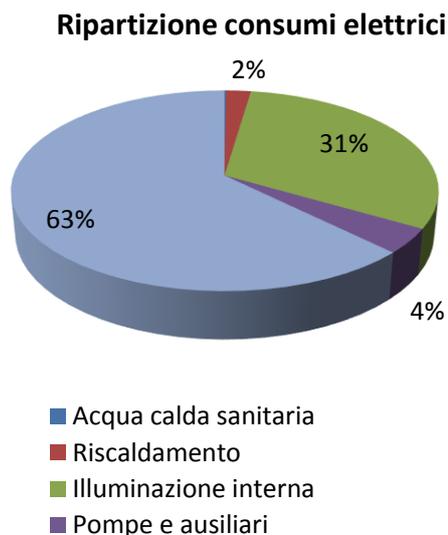
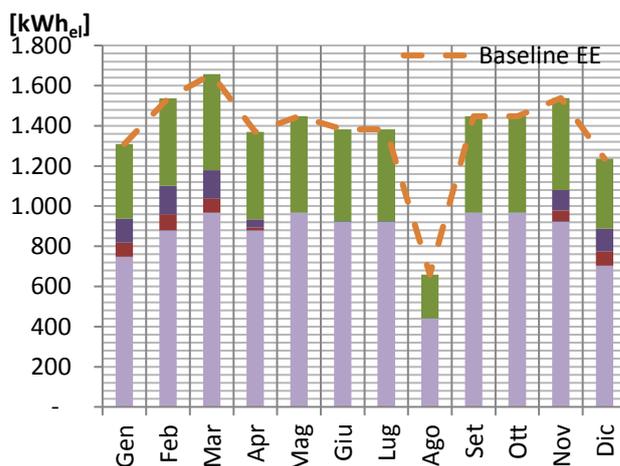
Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi all’utilizzo per il riscaldamento dei locali, pertanto gli interventi migliorativi proposti, andranno ad interessare principalmente tali componenti.

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

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

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.4.

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



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi alle FEM e altri carichi interni e all’illuminazione interna.

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico avviene tramite:

- PDR 1 – 3270015577319: contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Non è stato quindi possibile effettuare un'analisi dei costi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA ;

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

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

PDR: 3270015577319	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	n/d	Iren (Gen-Mar) / Eni (Apr-Dic)	Eni (Gen-Mar) / Energetic (Apr-Dic)
Inizio periodo fornitura	n/d	n/d	n/d
Fine periodo fornitura	n/d	n/d	n/d
Classe del contatore	G10	G10	G10
Tipologia di contratto	n/d	Utenza con attività di servizio pubblico	Punto di riconsegna per usi diversi
Opzione tariffaria (*)	n/d	n/d	n/d
Valore del coefficiente correttivo dei consumi	0,033912	0,033912	0,033912
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile	n/d	n/d	n/d
Prezzi di fornitura del combustibile (*) (IVA INCLUSA)	n/d	n/d	n/d

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

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

Nella Tabella 7.2 si riporta l'andamento del costo del vettore termico nel biennio 2015-2016 suddiviso nelle varie componenti, in quanto non sono disponibili i dati relativi al 2014.

Tabella 7.2 – Andamento del costo del vettore termico nel biennio 2015-2016

PDR: 3270015577319	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								
Feb - 15	928	68	325	420	340	2.080	20.398	0,102
Mar - 15								
Apr - 15	96	72	39	71	61	339	3.175	0,107

Mag - 15	-	-	-	-	-	-	-	-
Giu - 15	-	-	-	-	-	-	-	-
Lug - 15	-	-	-	-	-	-	-	-
Ago - 15	-	-	-	-	-	-	-	-
Set - 15	-	-	-	-	-	-	-	-
Ott - 15	-	-	-	-	-	-	-	-
Nov - 15	298	119	125	229	170	942	10.192	0,092
Dic - 15	486	24	178	374	234	1.295	16.250	0,080
Totale	1.807	283	666	1.094	805	4.656	50.014	0,093
PDR: 3270015577319	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	380	28	178	277	83	946	14.252	0,066
Feb - 16	466	28	217	363	227	1.301	16.607	0,078
Mar - 16	360	28	162	295	186	1.031	12.839	0,080
Apr - 16	47	27	28	50	34	186	2.233	0,083
Mag - 16	16	27	10	17	15	86	772	0,111
Giu - 16	15	27	9	16	15	81	707	0,115
Lug - 16	14	27	8	15	14	78	650	0,120
Ago - 16	14	27	8	14	14	78	641	0,121
Set - 16	29	27	9	16	18	99	707	0,140
Ott - 16	-	27	-	-	6	33	-	-
Nov - 16	172	27	80	155	95	529	6.895	0,077
Dic - 16	264	27	97	238	625	1.250	10.569	0,118
Totale	1.777	325	806	1.457	1.332	5.698	66.873	0,085

Nel grafico in Figura 7.1 è riportato l'andamento del costo unitario del vettore termico nel biennio 2015-2016 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 biennio 2015-2016

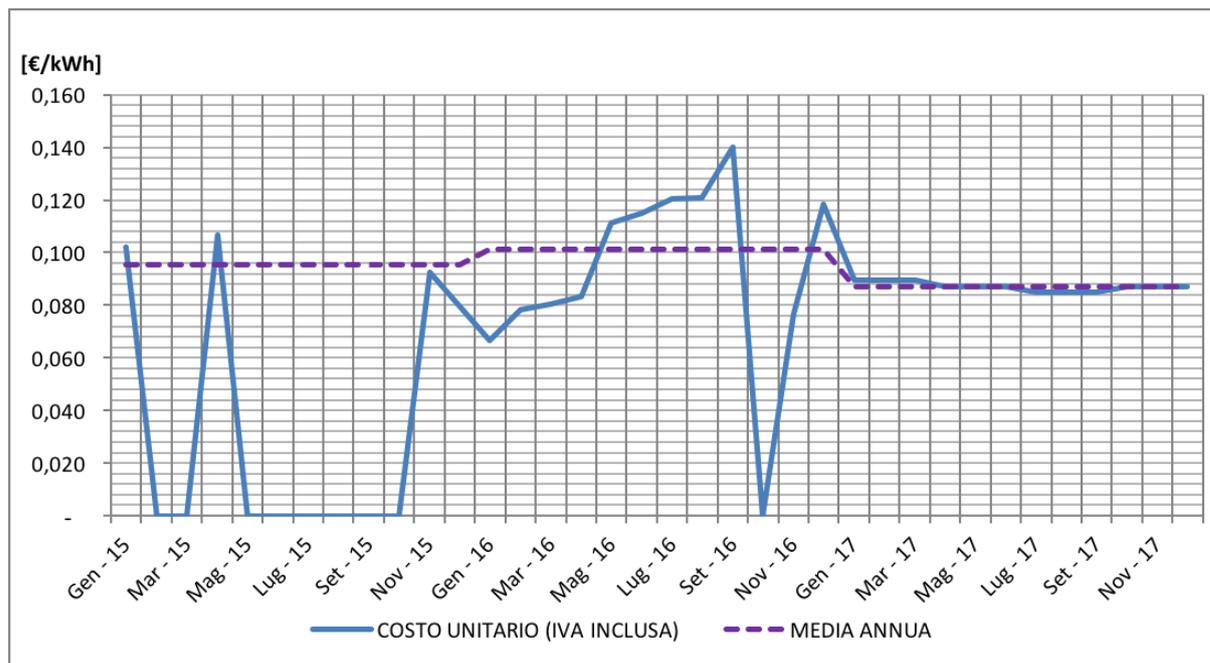
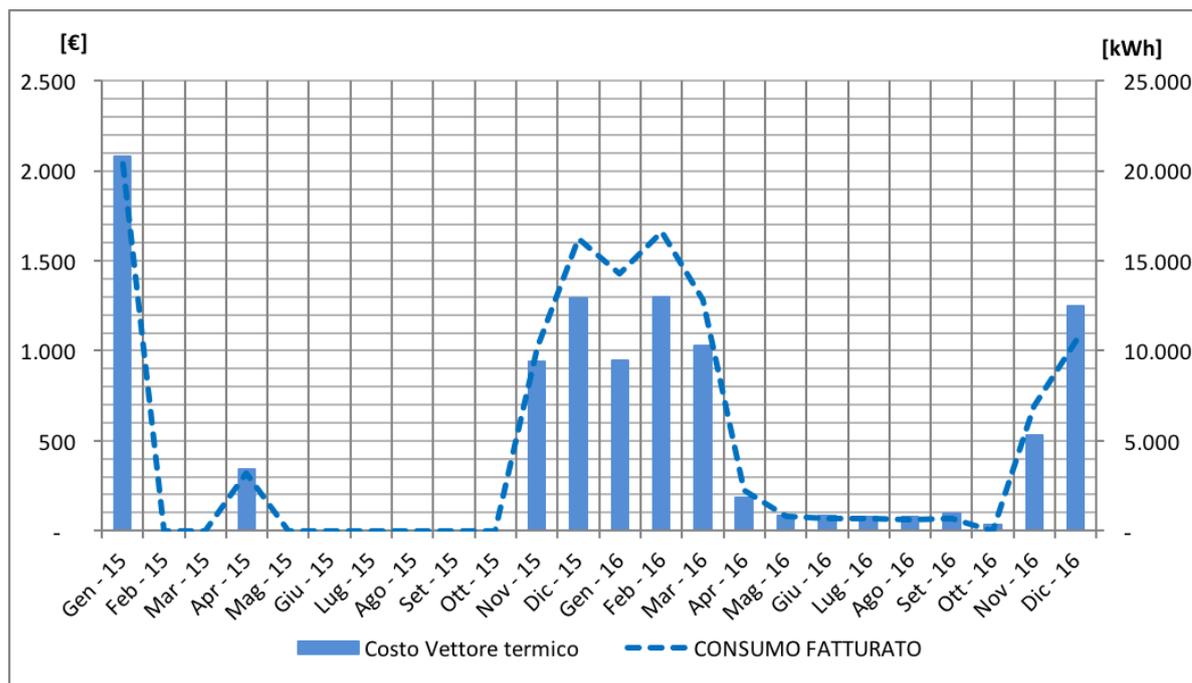


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia termica



7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite:

- POD 1 – IT001E00097096: contratto di fornitura del vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E’ stato quindi possibile effettuare un’analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

Nella Tabella 7.3 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico per gli anni di riferimento.

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

POD: IT001E00097096	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	Edison	Edison (Gennaio-Marzo) / Gala (Aprile-Dicembre)	Gala (Gennaio-Marzo) / Iren (Aprile-Dicembre)
Inizio periodo fornitura	n/d	n/d	n/d
Fine periodo fornitura	n/d	n/d	n/d
Potenza elettrica impegnata	16,5 kW	15 kW	15 kW
Potenza elettrica disponibile	16,5 kW	16,5 kW	16,5 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	Utenza Altri Usi - Tariffa BTAS	Altri usi
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	n/d	n/d	n/d
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica ⁽²⁾	n/d	n/d	n/d

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

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

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

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

POD: IT001E00097096	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA		IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 14	112	14	183	20	72	401	2.082	0,192
Feb - 14	156	18	215	25	91	504	2.002	0,252
Mar - 14	137	16	195	22	81	452	1.765	0,256
Apr - 14	-	-	-	-	-	-	1.514	-
Mag - 14	118	15	185	19	74	411	1.525	0,270
Giu - 14	89	11	127	15	53	293	1.165	0,252
Lug - 14	-	-	-	-	-	-	275	-
Ago - 14	22	7	79	4	25	136	314	0,434
Set - 14	95	13	160	16	62	345	1.243	0,278
Ott - 14	109	15	177	18	70	389	1.433	0,272
Nov - 14	119	16	189	20	75	419	1.569	0,267
Dic - 14	102	14	172	17	31	336	1.375	0,244
Totale	1.058	138	1.681	175	635	3.687	16.262	0,227
POD: IT001E00097096	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 15	140	13	232	25	41	450	1.960	0,230
Feb - 15	143	14	240	26	42	465	2.057	0,226

Mar - 15	132	14	235	25	41	446	1.999	0,223
Apr - 15	45	9	144	12	21	231	992	0,232
Mag - 15	44	9	147	13	21	234	1.297	0,180
Giu - 15	48	9	159	15	23	255	1.160	0,220
Lug - 15	36	8	138	11	19	213	266	0,801
Ago - 15	36	8	140	12	20	216	327	0,660
Set - 15	35	8	141	12	20	215	947	0,227
Ott - 15	61	13	218	22	31	346	1.768	0,196
Nov - 15	64	13	224	23	32	357	1.841	0,194
Dic - 15	39	10	161	14	22	246	1.147	0,215
Totale	822	129	2.179	209	334	3.673	15.761	0,233
POD: IT001E00097096	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	72	16	251	28	37	404	2.239	0,180
Feb - 16	62	16	238	26	34	377	2.096	0,180
Mar - 16	51	15	219	24	31	339	1.889	0,180
Apr - 16	57	13	197	19	29	314	1.553	0,202
Mag - 16	61	13	193	19	29	314	1.512	0,208
Giu - 16	54	11	168	16	25	274	1.249	0,220
Lug - 16	31	8	123	8	17	188	622	0,302
Ago - 16	27	8	114	8	16	171	624	0,274
Set - 16	30	7	111	8	16	172	606	0,284
Ott - 16	90	13	197	18	32	349	1.403	0,249
Nov - 16	129	15	219	22	38	423	1.784	0,237
Dic - 16	112	14	204	20	35	385	1.633	0,236
Totale	776	147	2.234	215	337	3.710	17.210	0,216

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

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

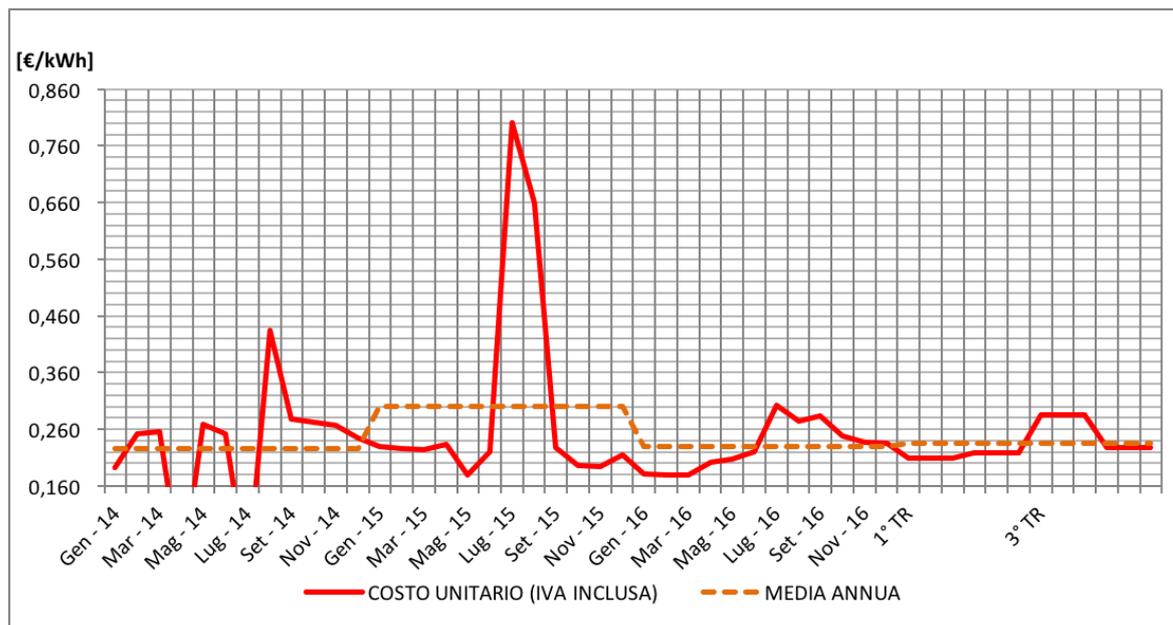
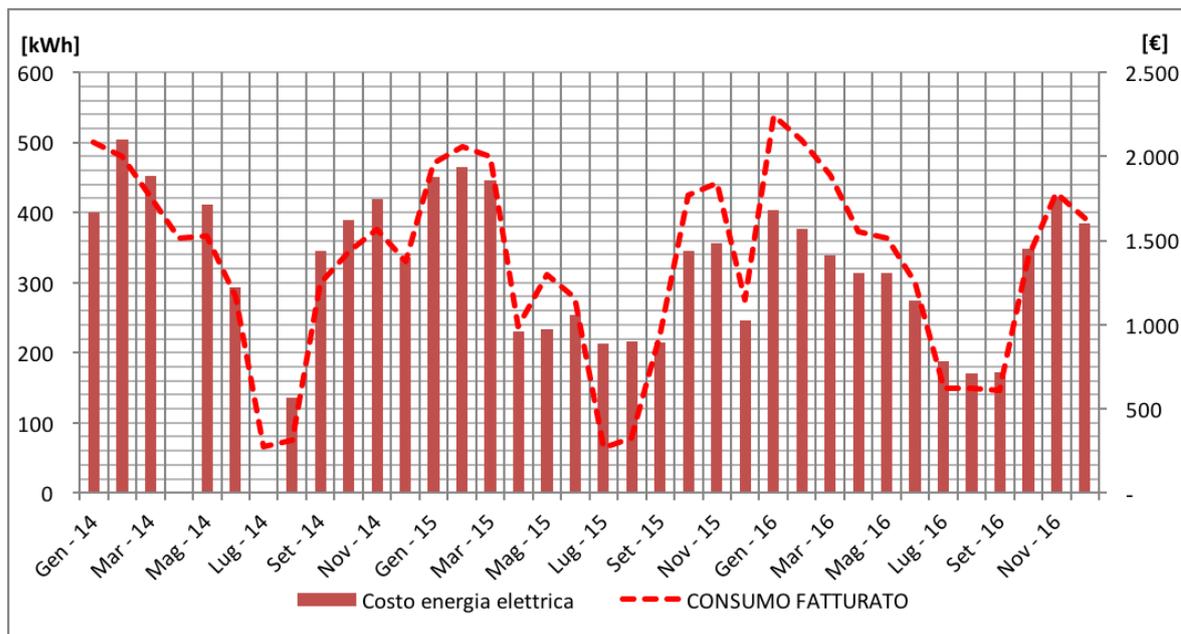


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia elettrica



Dall’analisi effettuata risulta evidente che l’andamento dei costi possiede un andamento pressoché uguale nei 3 anni di riferimento.

7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL’ANALISI

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

Nella Tabella 7.5 sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati.

Tabella 7.5 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]
2014	n.d.	n.d.	n.d.	16.262	3.687	0,227	n.d.
2015	50.014	4.656	0,093	15.761	3.673	0,233	8.329
2016	66.873	5.698	0,085	17.210	3.710	0,216	9.408
Media	n..d.	n.d.	n.d.	16.411	3.690	0,225	n.d.

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{UQ}	0,088 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{UEE}	0,232 [€/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:

- L1-042-226: servizio di conduzione e manutenzione caldaia con potenza > 35 kW

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 1.567€.

Nel caso di impianti non oggetto di fornitura di energia, il costo della manutenzione C_M è pari al valore contrattuale della conduzione e manutenzione (C_{SIE3}) come fornito all'interno del file kyotoBaseline-EXXXX. In questo caso i costi della manutenzione sono ripartiti in una quota ordinaria (C_{MO}) e in una quota straordinaria (C_{MS}) come segue:

$$C_{MS} = 0.1 \times C_M$$

$$C_{MO} = 0.9 \times C_M$$

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 7.7.

Tabella 7.7 – Valori di costo manutentivi individuati per il calcolo della Baseline

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	C_{MO} 1.410,72	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	C_{MS} 156,75	[€/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:

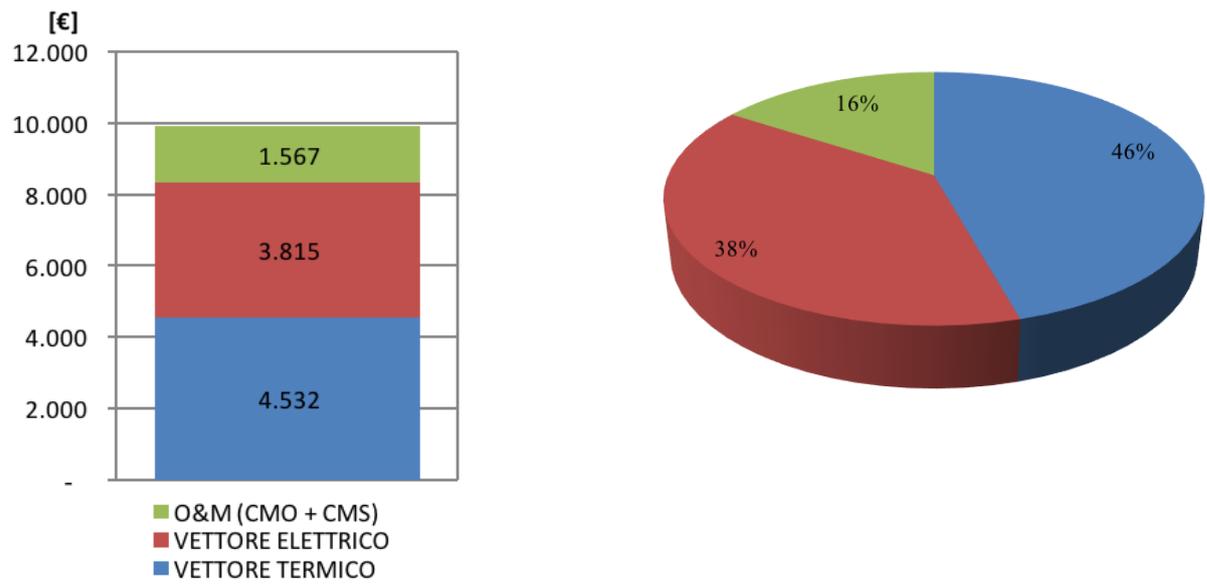
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un C_E pari a € 8.319 e un $C_{baseline}$ pari a € 9.887.

Tabella 7.8 – 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}	$C_Q + C_{EE} + C_M$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
51.272	0,088	4.532	16.411	0,232	3.815	1.567	1.411	157	9.915

Figura 7.5 – Baseline dei costi e loro ripartizione



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

EEM1: Isolamento con cappotto interno

Generalità

La misura prevede l'installazione di un cappotto interno costituito da pannelli isolanti, nel caso analizzato calcio silicato, fissato e tassellato alla copertura esistente. Il sistema è completato con intonaco di finitura.

L'isolamento della copertura consente di ottimizzare le prestazioni termiche dell'edificio, riducendo le dispersioni energetiche e conseguentemente i consumi. Inoltre è in grado di apportare benefici sia durante il periodo invernale che durante quello estivo, migliorando il comfort abitativo.

Caratteristiche funzionali e tecniche

Si è scelto di utilizzare un pannello isolante in Silicato di Calcio, permeabile al vapore, antincendio, traspirabile, incombustibile (classe 0) e con conducibilità pari a 45 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.

Un collante viene applicato ai pannelli e questi vengono fissati all'interno della copertura, evitando la presenza di fessure tra i pannelli. Fissati i pannelli si procede stendendo l'intonaco di finitura.

Essendo un cappotto interno si procederà allo spostamento e ricollocamento di tutte le utenze elettriche coinvolte l'impianto di illuminazione.

Prestazioni raggiungibili

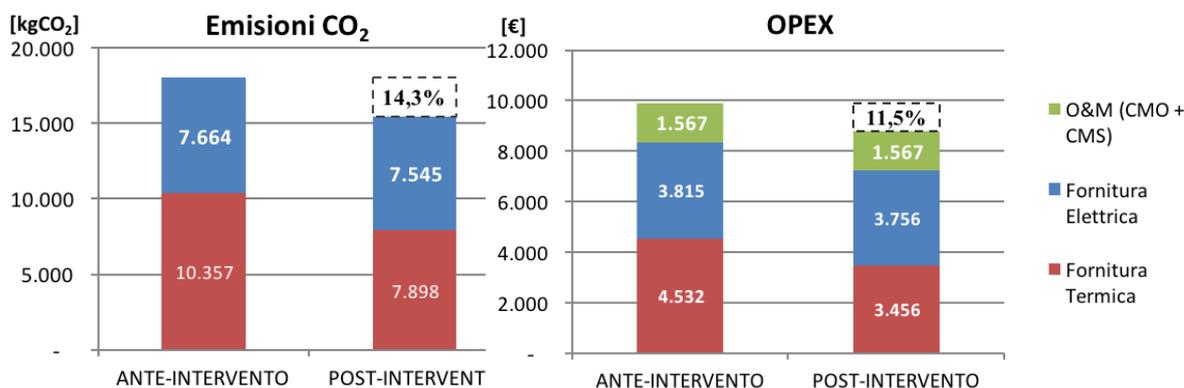
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.1.

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Cappotto interno

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza pareti esterne	[W/m ² K]	1,05	0,26	75,2%
Q _{teorico}	[kWh]	52.567	40.084	23,7%
EE _{teorico}	[kWh]	16.683	16.424	1,5%
Q _{baseline}	[kWh]	51.272	39.097	23,7%
EE _{baseline}	[kWh]	16.411	16.157	1,5%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	10.357	7.898	23,7%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.664	7.545	1,5%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	18.021	15.443	14,3%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.532	3.456	23,7%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.815	3.756	1,5%
Fornitura Energia, C_E	[€]	8.347	7.212	13,6%
C _{MO}	[€]	1.411	1.411	0,0%
C _{MS}	[€]	157	157	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	1.567	1.567	0,0%
OPEX	[€]	9.915	8.779	11,5%

Classe energetica [-] D C +1 classe

Nota: 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.

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


EEM2: Isolamento del sottotetto

Generalità

La misura prevede l'installazione di un cappotto interno costituito da pannelli isolanti, nel caso analizzato un materassino in lana di vetro, fissato e tassellato alla copertura esistente. Il sistema è completato con intonaco di finitura.

L'isolamento del sottotetto consente di ottimizzare le prestazioni termiche dell'edificio, riducendo le dispersioni energetiche e conseguentemente i consumi. Inoltre è in grado di apportare benefici sia durante il periodo invernale che durante quello estivo, migliorando il comfort abitativo.

Caratteristiche funzionali e tecniche

E' stato considerato un materassino di lana di vetro con conducibilità pari a 0,032 W/mK. 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.

Un collante viene applicato ai pannelli e questi vengono fissati all'interno della copertura, evitando la presenza di fessure tra i pannelli.

Prestazioni raggiungibili

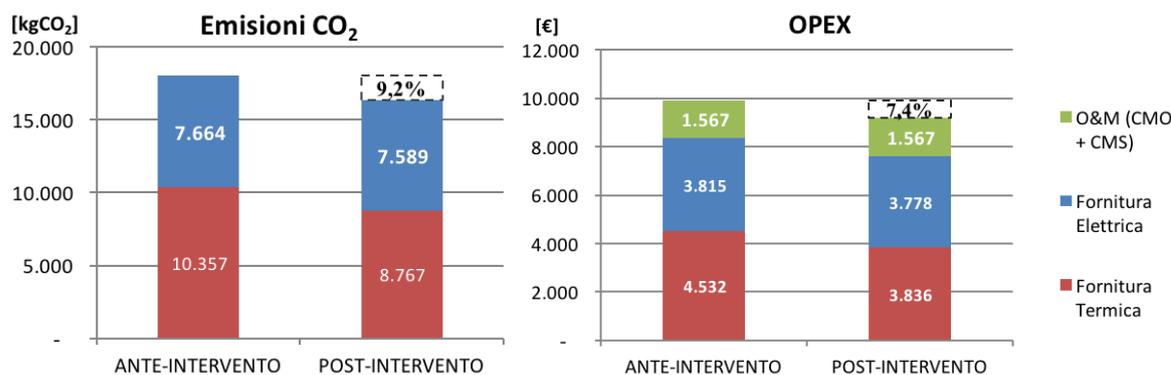
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.2 e nella Figura 8.1.

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Isolamento sottotetto

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza sottotetto	[W/m ² K]	1,92	0,22	88,5%
Q _{teorico}	[kWh]	52.567	44.496	15,4%
EE _{teorico}	[kWh]	16.683	16.519	1,0%
Q _{baseline}	[kWh]	51.272	43.400	15,4%

EE _{Baseline}	[kWh]	16.411	16.250	1,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	10.357	8.767	15,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.664	7.589	1,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	18.021	16.356	9,2%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.532	3.836	15,4%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.815	3.778	1,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	8.347	7.614	8,8%
C _{MO}	[€]	1.411	1.411	0,0%
C _{MS}	[€]	157	157	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	1.567	1.567	0,0%
OPEX	[€]	9.915	9.181	7,4%
Classe energetica	[-]	D	D	-

Figura 8.1 – EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



EEM3: Sostituzione dei serramenti

Generalità

Si propone di seguito lo smontaggio e la successiva sostituzione completa di telaio e vetro di tutti i serramenti dell'edificio.

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 di 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.

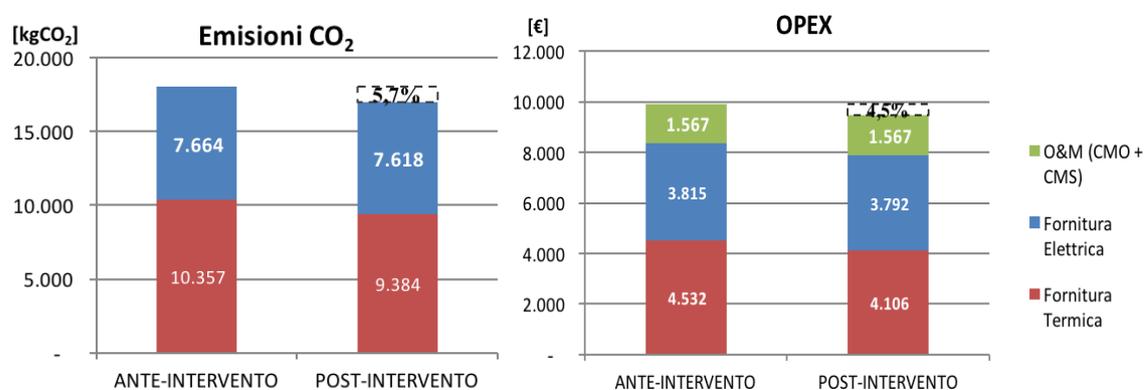
Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella Tabella 8.3 e nella Figura 8.3.

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM1 – sostituzione serramenti

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza componenti trasparenti	[W/m ² K]	vedi allegato E	1,67	-
Q _{teorico}	[kWh]	52.567	47.629	9,4%
EE _{teorico}	[kWh]	16.683	16.583	0,6%
Q _{baseline}	[kWh]	51.272	46.456	9,4%
EE _{Baseline}	[kWh]	16.411	16.313	0,6%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	10.357	9.384	9,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.664	7.618	0,6%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	18.021	17.002	5,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.532	4.106	9,4%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.815	3.792	0,6%
Fornitura Energia, C_E	[€]	8.347	7.899	5,4%
C _{MO}	[€]	1.411	1.411	0,0%
C _{MS}	[€]	157	157	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	1.567	1.567	0,0%
OPEX	[€]	9.915	9.466	4,5%
Classe energetica	[-]	D	D	-

Figura 8.2 – EEM1: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



8.1.2 Impianto riscaldamento

EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori

Generalità

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

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

Caratteristiche funzionali e tecniche

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

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

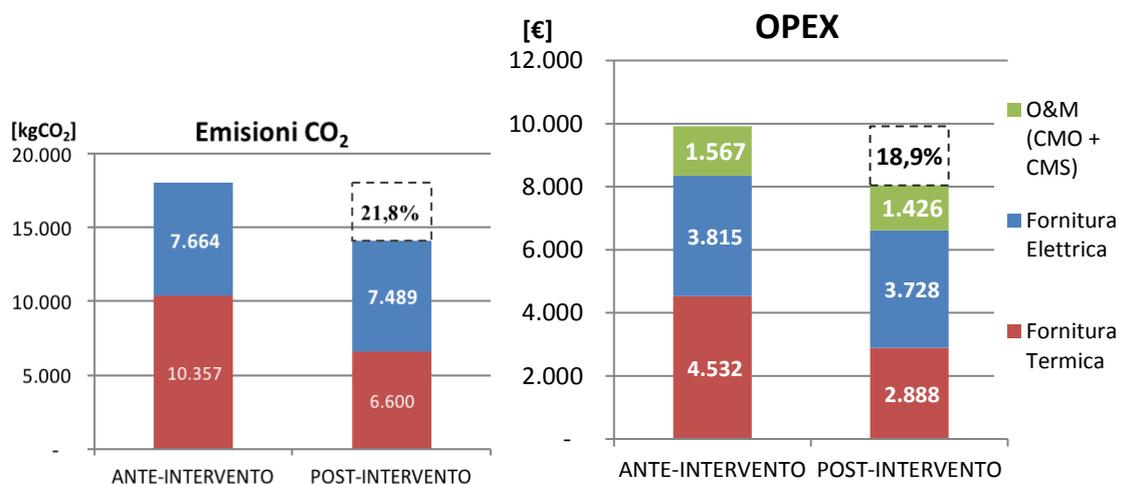
Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.4 e nella Figura 8.3.

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Installazione valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento di regolazione	[%]	81,9%	98,0%	-19,7%
Q _{teorico}	[kWh]	52.567	33.499	36,3%
EE _{teorico}	[kWh]	16.683	16.302	2,3%
Q _{baseline}	[kWh]	51.272	32.674	36,3%
EE _{Baseline}	[kWh]	16.411	16.036	2,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	10.357	6.600	36,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.664	7.489	2,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	18.021	14.089	21,8%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.532	2.888	36,3%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.815	3.728	2,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	8.347	6.616	20,7%
C _{MO}	[€]	1.411	1.270	10,0%
C _{MS}	[€]	157	157	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	1.567	1.426	9,0%
OPEX	[€]	9.915	8.043	18,9%
Classe energetica	[-]	D	C	+ 1 classe

Figura 8.3 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



EEM5: Installazione caldaia a condensazione

Generalità

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

Per la sola sostituzione della caldaia si è valutata una potenzialità pari a 68 kW.

In combinazione con tutti gli altri interventi singoli una potenzialità pari a 44 kW.

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

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'installazione di un generatore a condensazione consente di ottenere un rendimento di generazione pari al 97,8%.

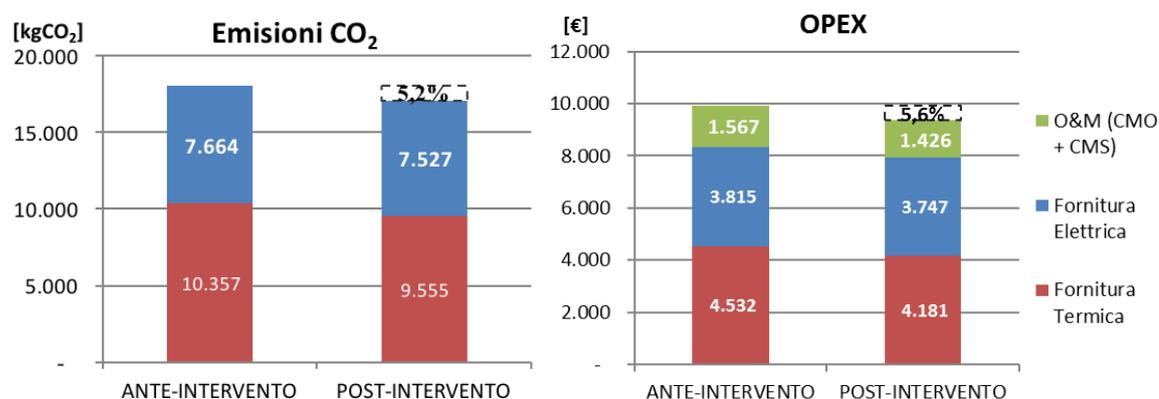
Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella Tabella 8.5 e nella Figura 8.4.

Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM5 – Installazione caldaia a condensazione

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento di generazione	[%]	93,9%	97,8%	-4,2%
$Q_{teorico}$	[kWh]	52.567	48.496	7,7%
$EE_{teorico}$	[kWh]	16.683	16.385	1,8%
$Q_{baseline}$	[kWh]	51.272	47.302	7,7%
$EE_{baseline}$	[kWh]	16.411	16.118	1,8%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	10.357	9.555	7,7%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.664	7.527	1,8%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	18.021	17.082	5,2%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	4.532	4.181	7,7%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	3.815	3.747	1,8%
Fornitura Energia, C_E	[€]	8.347	7.928	5,0%
C_{MO}	[€]	1.411	1.270	10,0%
C_{MS}	[€]	157	157	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	1.567	1.426	9,0%
OPEX	[€]	9.915	9.355	5,6%
Classe energetica	[-]	D	D	0 classi

Figura 8.4 – EEM5: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



8.1.3 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

EEM6: Installazione lampade a LED a basso consumo

Generalità

Si prevede la sostituzione delle preesistenti 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 1x20 W;
- Lampade fluorescenti 1x36W con lampade LED da 1x20 W;
- Lampade fluorescenti 2x36W con lampade LED da 1x36 W;
- Lampade fluorescenti 2x58W con lampade LED da 1x25 W;
- Lampade fluorescenti 2x58W con lampade LEED da 1x48W.

Prestazioni raggiungibili

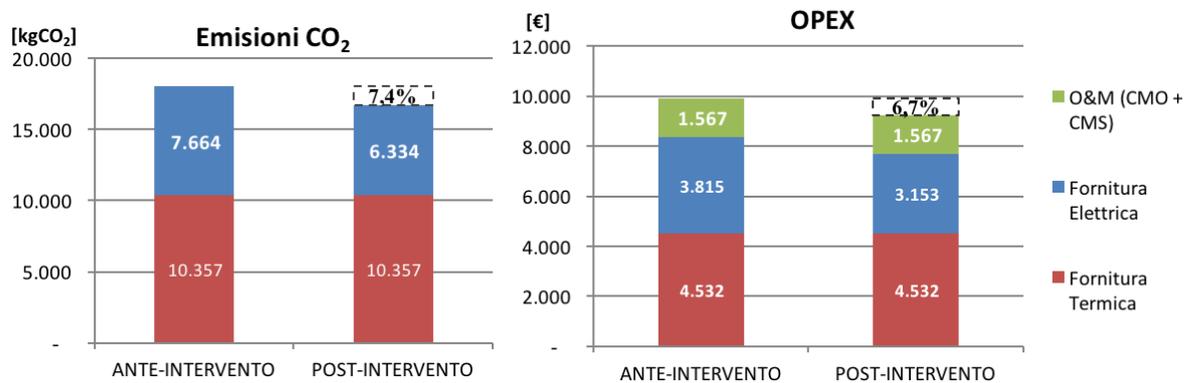
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM5 sono riportati nella Tabella 8.6 e nella Figura 8.5.

Tabella 8.6 – Risultati analisi EEM6 – Installazione lampade a LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Potenza totale	[kWh]	4,47	1,8	59,7%
Q _{teorico}	[kWh]	52.567	52.567	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	16.683	13.787	17,4%
Q _{baseline}	[kWh]	51.272	51.272	0,0%
EE _{baseline}	[kWh]	16.411	13.562	17,4%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	10.357	10.357	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.664	6.334	17,4%

Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	18.021	16.691	7,4%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.532	4.532	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.815	3.153	17,4%
Fornitura Energia, C_E	[€]	8.347	7.685	7,9%
C _{MO}	[€]	1.411	1.411	0,0%
C _{MS}	[€]	157	157	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	1.567	1.567	0,0%
OPEX	[€]	9.915	9.252	6,7%
Classe energetica	[-]	D	D	0 classi

Figura 8.5 – 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 consumo di acqua calda sanitaria 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

EEM1: Isolamento con cappotto interno

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM1.

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

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

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

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZIARIO [€/m ² cm]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/m ² cm]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
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	5507,91	m2cm	€ 3,49	€ 3,17	€ 17.475,10	22%	€ 21.319,62
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	421,1	kg	€ 0,82	€ 0,75	€ 313,91	22%	€ 382,97
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	210,55	kg	€ 0,49	€ 0,45	€ 93,79	22%	€ 114,42
Impalcature per interni, realizzate con cavalletti, trabattelli, strutture tubolari, misurate in proiezione orizzontale, piani di lavoro per altezza da 2,00 a 4,00 metri.	Prezzario Regione Liguria	10,53	m2	€ 21,17	€ 19,25	€ 202,61	22%	€ 247,18
Intonaco interno in malta cementizia strato aggrappante a base di cemento portland, sabbie classificate ed additivi specifici spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	421,1	m2	€ 4,80	€ 4,36	€ 1.837,53	22%	€ 2.241,78
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 597,69	22%	€ 729,18
Costi per la progettazione	-	7%	%			€ 1.394,61	22%	€ 1.701,42
TOTALE (I₀)						€ 21.915,23	22%	€ 26.737,57
Incentivi	Conto termico							€ 10.695,03
Durata incentivi								1
Incentivo annuo								€ 10.695,03

EEM2: Isolamento del sottotetto

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM2.

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 100 €/mq per l'isolamento del sottotetto 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

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO [€/m²cm]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/m²cm]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Fornitura materiale isolante (materassino lana vetro 0.032 W/mK)	Prezzario Regione Liguria	195,74	m2	€ 6,83	€ 6,21	€ 1.215,37	22%	€ 1.482,75
Posa in opera materiale isolante	Prezzario Regione Liguria	195,74	m2	€ 7,84	€ 7,13	€ 1.395,09	22%	€ 1.702,01
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 78,31	22%	€ 95,54
Costi per la progettazione	-	7%	%			€ 182,73	22%	€ 222,93
TOTALE (I₀)						€ 2.871,51	22%	€ 3.503,24
Incentivi	Conto termico							€ 1.401,30
Durata incentivi								1
Incentivo annuo								€ 1.401,30

EEM3: Sostituzione dei serramenti

Nella Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alla EEM3.

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

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – Sostituzione finestre in legno

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO [€/n° o €/m ₂]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/n° o €/m ₂]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [%]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Smontaggio e recupero delle parti riutilizzabili, incluso accantonamento nell'ambito del cantiere, di: serramenti in acciaio, PVC, alluminio, compreso	Prezzario Regione Liguria	109,31	m2	€ 39,61	€ 36,01	€ 3.936,15	22%	€ 4.802,11

telaio (misura minima
2,00 m²)

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	109,31	m ²	€ 328,90	€ 299,00	€ 32.683,69	22%	€ 39.874,10
Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	41,82	m	€ 7,59	€ 6,90	€ 288,56	22%	€ 352,05
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	15,4	m ³	€ 11,77	€ 10,70	€ 175,44	22%	€ 214,04
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.112,52	22%	€ 1.357,27
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 2.595,87	22%	€ 3.166,96
TOTALE (I₀– EEM1)						€ 40.792,23	22%	€ 49.766,52

EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori

Nella Tabella 9.4 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM4.

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

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZIARIO [€/m ² cm]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/m ² cm]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezziario Regione Liguria	25	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 805,00	22%	€ 982,10
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 50, PN6-10, prevalenza da 1 a 8 m, portata da 1 a 13 m ³ /h	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 2.031,27	€ 1.846,61	€ 1.846,61	22%	€ 2.252,86
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 40, PN6-10, prevalenza da 1 a 12 m, portata da 1 a 18 m ³ /h	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 2.182,13	€ 1.983,75	€ 1.983,75	22%	€ 2.420,18

Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica A, 230V, del tipo: versione singola, PN10, con attacchi filettati Ø 11/4”, prevalenza da 1 a 4 m, portata da 1 a 5 m ³ /h	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 401,32	€ 364,84	€ 364,84	22%	€ 445,10
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	3	cad	€ 97,34	€ 88,49	€ 265,47	22%	€ 323,88
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	17	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 502,35	22%	€ 612,87
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 173,66	22%	€ 211,86
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 405,21	22%	€ 494,35
TOTALE (I₀– EEM1)						€ 6.367,52	22%	€ 7.768,37

EEM5: Installazione caldaia a condensazione

Nella Tabella 9.5 è riportata l’analisi dei costi relativi alle EEM5.

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 9.5 – Analisi dei costi della EEM5

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
				UNITARIO PREZZIARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
				[€/m ² cm]	[€/m ² cm]	[€]	[€]	[€]
Fornitura e posa della nuova caldaia a condensazione a basamento	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 7.969,50	€ 7.245,00	€ 7.245,00	22%	€ 8.838,90
Sistema fumario prefabbricato a sezione circolare	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 134,09	€ 121,90	€ 121,90	22%	€ 148,72
Sola posa in opera di bruciatore per caldaie, compresi la lavorazione della piastra di collegamento alla caldaia, la sola posa della rampa gas e del dispositivo di controllo tenuta valvola, i collegamenti elettrici, i collegamenti alla tubazione del combustibile a metano o gasolio: per generatori di calore da 101 Kw a 350 Kw	Prezzario Regione Liguria	1		€ 392,78	€ 357,07	€ 357,07	22%	€ 435,63

Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	15	cad	€ 21,13	€ 19,21	€ 288,14	22%	€ 351,53
Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezzario Regione Liguria	2	cad	€ 28,46	€ 25,87	€ 51,75	22%	€ 63,13
Rimozione generatore esistente.	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 1.001,52	€ 910,47	€ 910,47	22%	€ 1.110,78
Regolazione climatica	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 546,00	€ 496,36	€ 496,36	22%	€ 605,56
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 120,60	€ 109,64	€ 109,64	22%	€ 133,76
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: interruttore orologio da inserire in quadro elettrico	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 29,71	€ 27,01	€ 27,01	22%	€ 32,95
Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due 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	Prezzario Regione Liguria	100	m³km	€ 4,72	€ 4,29	€ 429,09	22%	€ 523,49
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 356,97	22%	€ 435,51
Costi per la progettazione	-	7%	%			€ 832,94	22%	€ 1.016,19
TOTALE (I₀)						€ 13.089,04	22%	€ 15.968,63
Incentivi	Conto termico							€ 3.536,00
Durata incentivi								1
Incentivo annuo								€ 3.536,00

EEM6: Installazione lampade a LED

Nella Tabella 9.6 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM6.

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 9.6 – Analisi dei costi della EEM6

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZIARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/m²cm]	[€/m²cm]	[€]	[€]	[€]
Installazione lampada LED 1x36W	Prezzario Regione Liguria	11	cad	€ 156,66	€ 142,42	€ 1.566,60	22%	€ 1.911,25

Installazione lampada LED 1x20W	Prezzario Regione Liguria	13	cad	€ 98,61	€ 89,65	€ 1.165,39	22%	€ 1.421,78
Installazione lampada LED 1x48W	Prezzario Regione Liguria	14	cad	€ 185,06	€ 168,24	€ 2.355,31	22%	€ 2.873,48
Installazione lampada LED 1x25W	Prezzario Regione Liguria	27	cad	€ 20,15	€ 18,32	€ 494,59	22%	€ 603,40
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 167,46	22%	€ 204,30
Costi per la progettazione	-	7%	%			€ 390,73	22%	€ 476,69
TOTALE (I₀)						€ 6.140,08	22%	€ 7.490,90
Incentivi	Conto termico							€ 2.996,36
Durata incentivi								1
Incentivo annuo								€ 2.996,36

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 con cappotto interno

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM1 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.7 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Isolamento con cappotto interno

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	26.738
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	10.695

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	21,3	12,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	36,1	17,8
Valore attuale netto	VAN	4.681	5.602
Tasso interno di rendimento	TIR	2,3%	6,8%
Indice di profitto	IP	-0,18	0,21

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

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

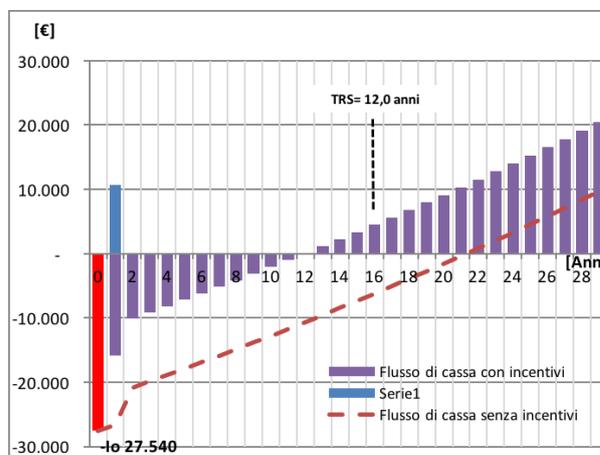
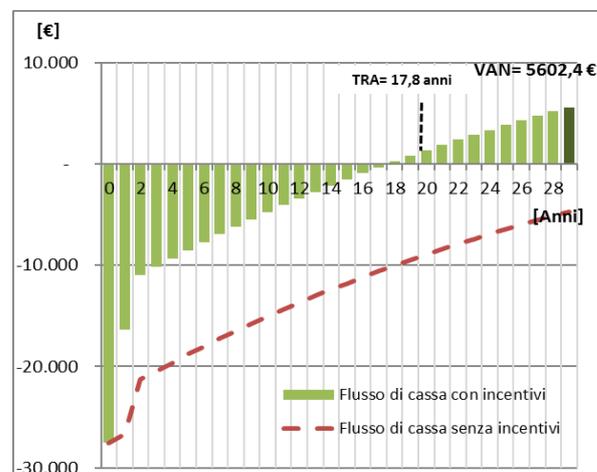


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il pay-back dell'investimento è inferiore del periodo di vita utile dell'intervento.

EEM2: Isolamento del sottotetto

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM2 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– Isolamento esterno della copertura

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	3.503
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3

Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	1.401
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	4,8	2,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	5,6	3,0
Valore attuale netto	VAN	8.860	10.207
Tasso interno di rendimento	TIR	20,3%	29,5%
Indice di profitto	IP	2,53	2,91

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

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

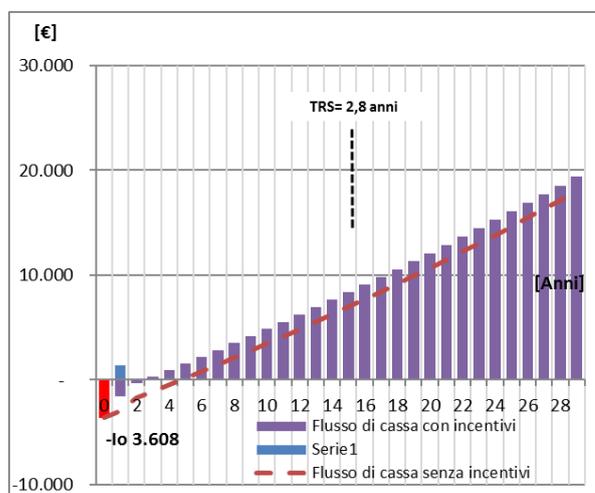
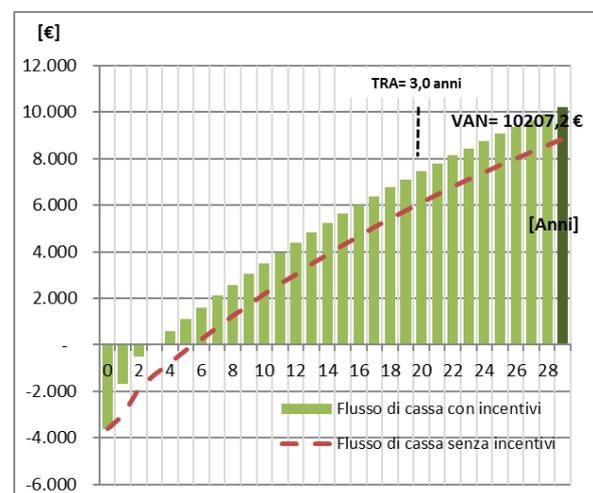


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il pay-back dell'investimento è inferiore del periodo di vita utile dell'intervento.

EEM3: Sostituzione dei serramenti

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM3 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.9 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3 – Sostituzione dei serramenti

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€	49.767
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	70,6	70,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	98,8	98,8
Valore attuale netto	VAN	-35.692	-35.692
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 Figura 9.3 e Figura 9.4.

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

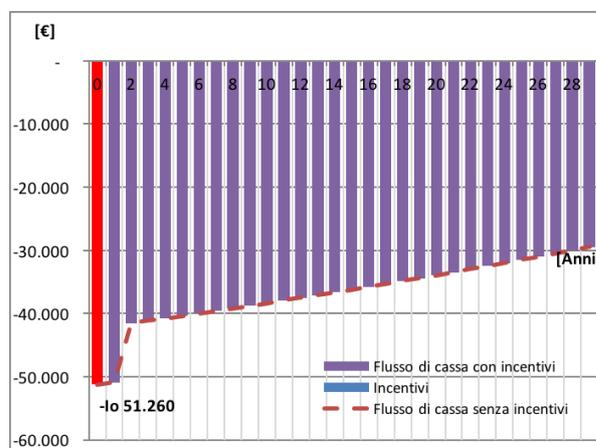
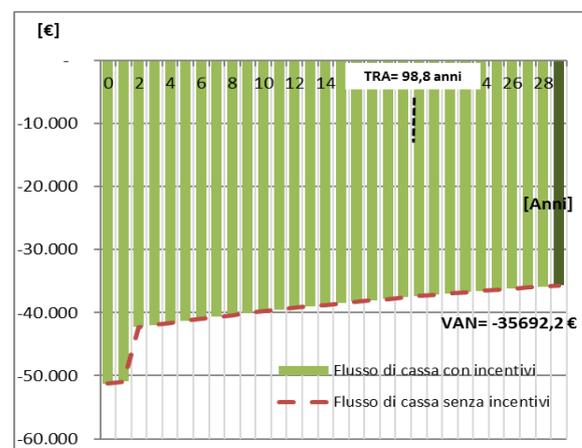


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il pay-back dell'investimento è superiore al periodo di vita utile dell'intervento.

EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM4 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4 – Installazione valvole termostatiche

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I₀	€	7.768
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	-
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	4,3	4,3
Tempo di rientro attualizzato	TRA	4,8	4,8
Valore attuale netto	VAN	10.847	10.847
Tasso interno di rendimento	TIR	21,5%	21,5%
Indice di profitto	IP	1,40	1,40

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.7 e Figura 9.8.

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

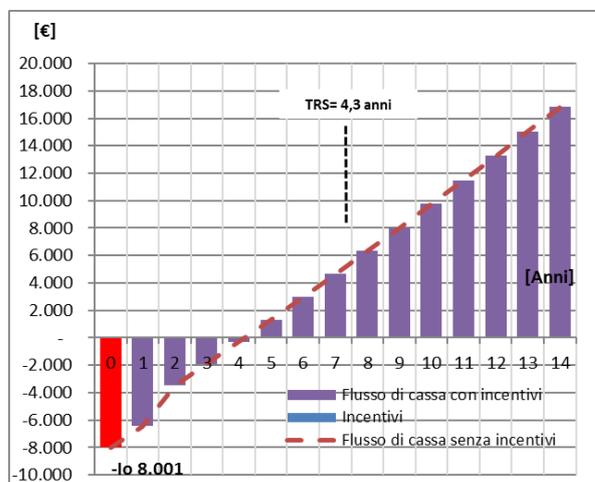
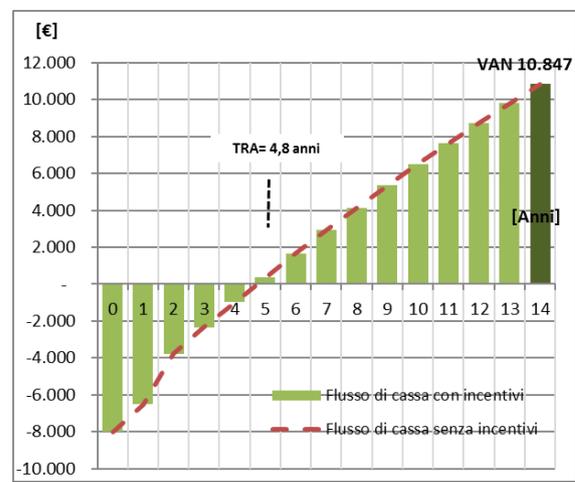


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il pay-back dell'investimento è inferiore del periodo di vita utile dell'intervento.

EEM5: Installazione caldaia a condensazione

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

Tabella 9.11 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5– Installazione caldaia a condensazione

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I₀	€	11.314
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	3.536
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	25,1	18,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	31,3	21,9
Valore attuale netto	VAN	- 8.578	- 5.178
Tasso interno di rendimento	TIR	-7,4%	-4,0%
Indice di profitto	IP	-0,54	-0,32

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

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

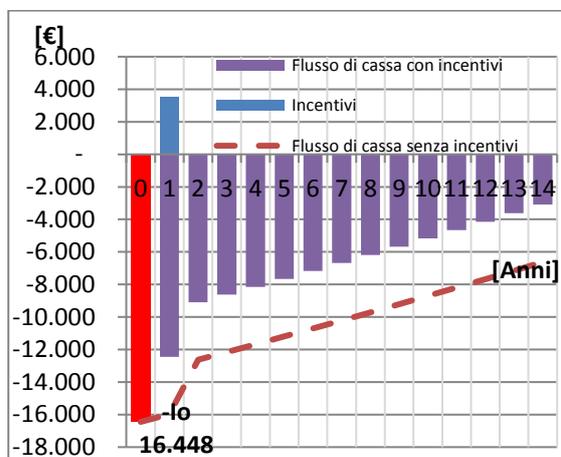
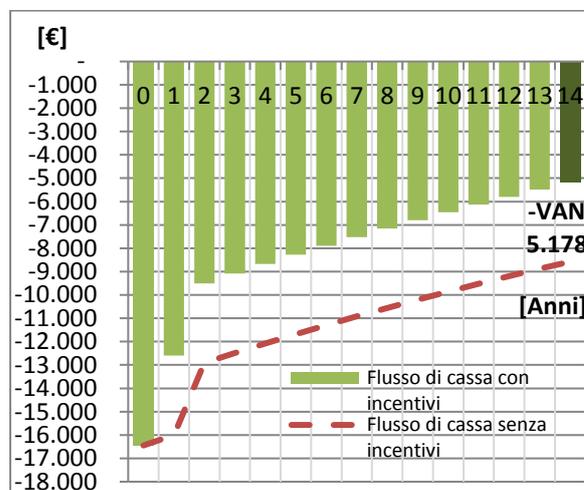


Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il pay-back dell'investimento è superiore al periodo di vita utile dell'intervento.

EEM6: Installazione lampade a LED

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

Tabella 9.12 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM6– Installazione lampade a LED

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€	7.492
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	2.996
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	11,6	6,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	13,2	8,2
Valore attuale netto	VAN	- 3.055	-174
Tasso interno di rendimento	TIR	-9,4%	3,1%
Indice di profitto	IP	-0,41	-0,02

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.11 e Figura 9.12.

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

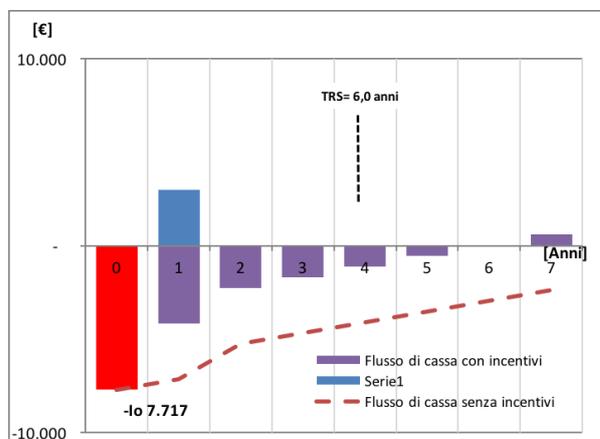
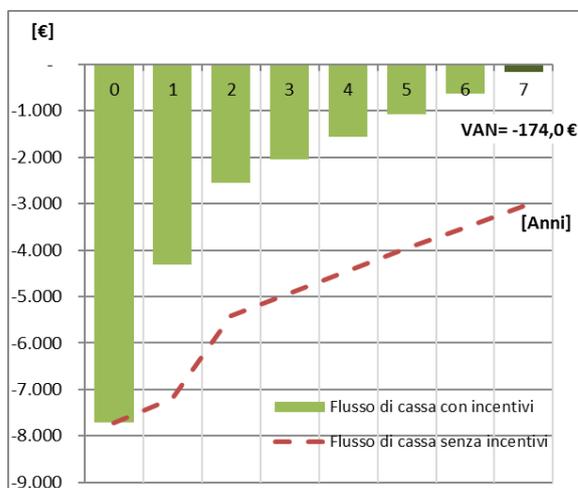


Figura 9.12 – EEM6: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il pay-back dell'investimento è inferiore al periodo di vita utile dell'intervento.

Sintesi

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

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

	SENZA INCENTIVI											
	$\% \Delta E$ [%]	$\% \Delta CO_2$ [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	18,4%	14,3%	1.135	0	0	26.738	21,3	36,1	30	-4.681	2,3%	-0,18

EEM 2	11,9%	9,2%	733	0	0	3.503	4,8	5,6	30	8.860	20,3%	2,53
EEM 3	7,3%	5,7%	448	0	0	49.767	70,6	98,8	30	-35.692	-6,3%	-0,72
EEM 4	28,0%	21,8%	1.731	0	0	7.768	4,3	4,8	15	10.847	21,5%	1,40
EEM 5	6,3%	5,2%	419	0	0	11.314	25,1	31,3	15	-8.578	-7,4%	-0,54
EEM 6	4,2%	7,4%	662	0	0	7.492	11,6	13,2	8	-3.005	-9,4%	-0,41

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;

Dall'analisi dei risultati emerge che gli unici interventi con un tempo di ritorno inferiore alla vita utile sono l'isolamento del sottotetto e l'installazione di valvole termostatiche sui radiatori.

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

	CON INCENTIVI											
	$\% \Delta_E$ [%]	$\% \Delta_{CO_2}$ [%]	Δ_{CE} [€/anno]	Δ_{CMO} [€/anno]	Δ_{CMS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	18,4%	14,3%	1.135	0	0	26.738	12,0	17,8	30	5.602	6,8%	0,21
EEM 2	11,9%	9,2%	733	0	0	3.503	2,8	3,0	30	10.207	29,5%	2,91
EEM 3	7,3%	5,7%	448	0	0	49.767	70,6	98,8	30	-35.692	-6,3%	-0,72
EEM 4	28,0%	21,8%	1.731	141	0	7.768	4,3	4,8	15	10.847	21,5%	1,40
EEM 5	6,3%	5,2%	419	141	0	11.314	18,5	21,9	15	-5.178	-4,0%	-0,32
EEM 6	4,2%	7,4%	662	0	0	7.492	6,0	8,2	8	-174	3,1%	-0,02

Dall'analisi dei risultati emerge che, con l'uso degli incentivi, anche l'isolamento con cappotto interno ha un tempo di ritorno inferiore alla vita utile.

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

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

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

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

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

- Scenario ottimale 2, (SCN2), per il quale è sarà verificato un tempo di ritorno semplice, TRS ≤25 anni.

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

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

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

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

Dove:

- Kd è costo del debito, sarà ipotizzato pari a 3.82%
- Ke è il costo dell’equity, ossia il rendimento atteso dall’investitore, sarà ipotizzato pari a 9.00%
- D è il Debito, pari a 80% di I_0
- E è l’Equity, pari a 20% di I_0
- $\frac{D}{D+E}$ è la leva finanziaria, sarà quindi pari a 80%
- 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 (Soluzione ottimale a 15 anni):** Tale scenario consiste nella realizzazione in combinazione degli interventi EM1, EM2, EM4 e EM6 sopradescritti.
- **Scenario 2 (Soluzione ottimale a 25 anni):** Tale scenario consiste nella realizzazione di in combinazione degli interventi EM1, EM2, EM4, EM5 e EM6 sopradescritti.

9.3.1 Scenario 1: SCN1 (Soluzione ottimale a 15 anni)

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

EEM1: Isolamento con cappotto interno

EEM2: Isolamento del sottotetto

EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori

EEM6: Installazione lampade a LED a basso consumo

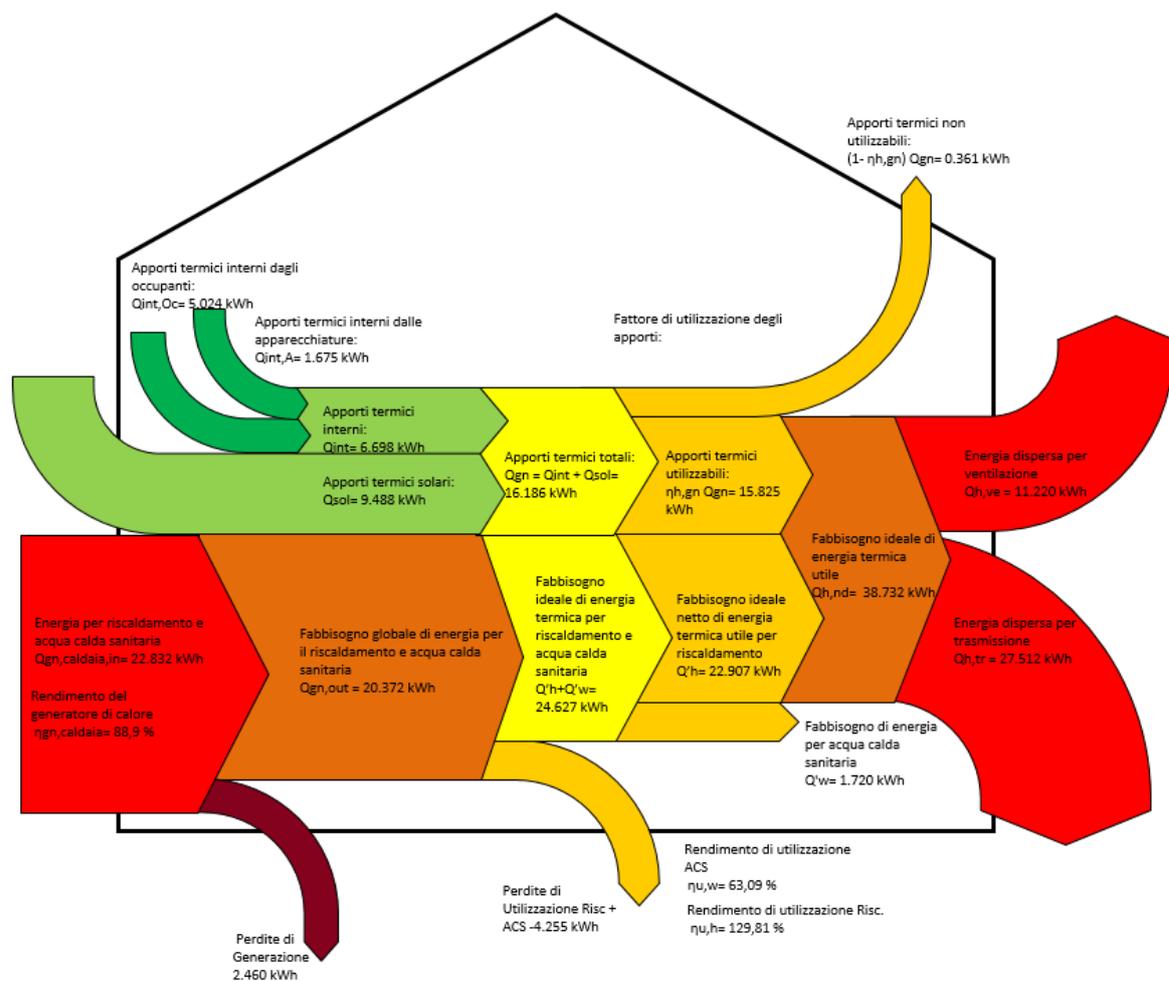
Tabella 9.15 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

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

EEM1 Fornitura & Posa	19.924	4.383	24.307
EEM2 Fornitura & Posa	2.611	574	3.185
EEM4 Fornitura & Posa	5.789	1.274	7.062
EMM6 Fornitura & Posa	5.582	1.228	6.809
Costi per la sicurezza	1.017	224	1.241
Costi per la progettazione	2.373	522	2.895
TOTALE (Ia)	37.296	8.205	45.501
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	19.629	
Durata incentivi		1 anno	
Incentivo annuo		19.629	

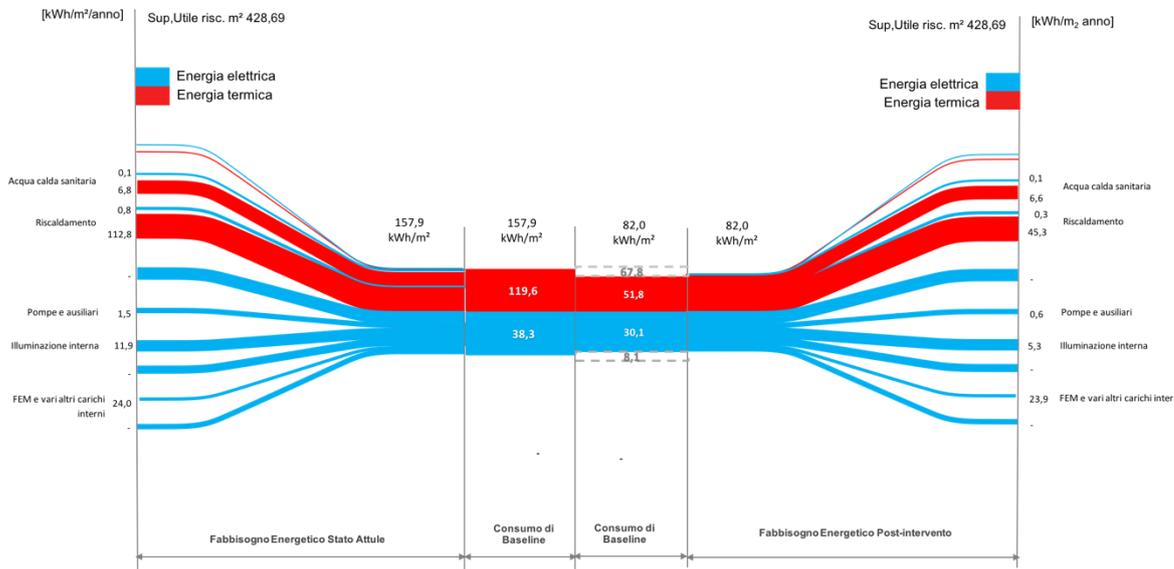
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di Sankey relativo alle situazioni post-intervento.

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



Dall’analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio post intervento è possibile notare che le quote parti di energia dispersa per trasmissione e ventilazione rappresentano le componenti energetiche maggiormente disperdenti.

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



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

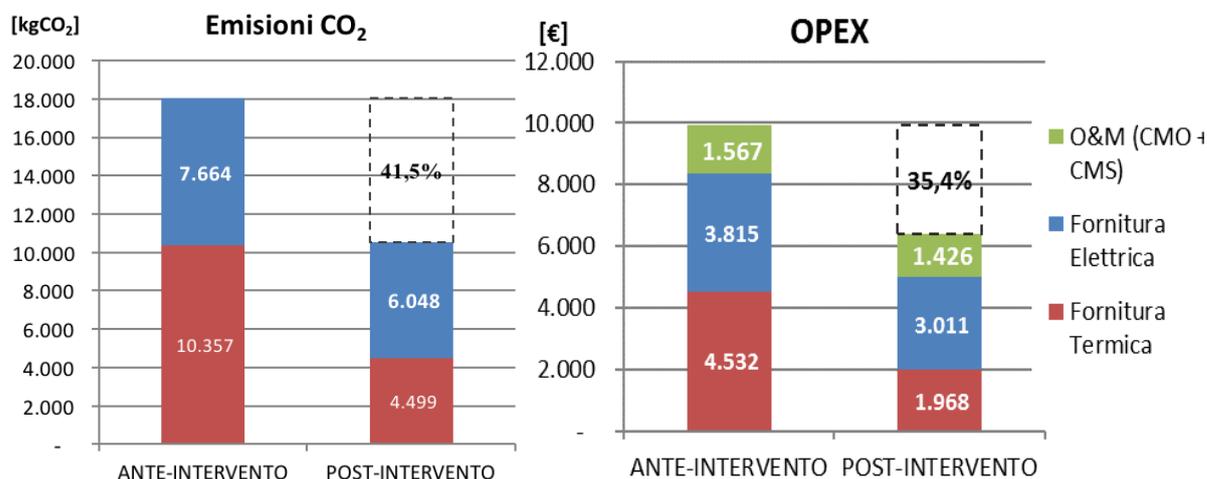
Tabella 9.16 – Risultati analisi SCN1

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM1 - Trasmittanza pareti esterne	[W/m²K]	1,05	0,26	75,2%
EEM2 - Trasmittanza sottotetto	[W/m²K]	1,92	0,22	88,5%
EEM4 - Rendimento di regolazione	[%]	80,9%	98,0%	19,7%
EEM6 – Potenza totale illuminazione	[kW]	4,47	1,8	59,7%
$Q_{teorico}$	[kWh]	52.567	22.832	56,6%
$EE_{teorico}$	[kWh]	16.683	13.165	21,1%
$Q_{baseline}$	[kWh]	51.272	22.270	56,6%
$EE_{baseline}$	[kWh]	16.411	12.951	21,1%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	10.357	4.499	56,6%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.664	6.048	21,1%
Emiss. CO2 Totale	[kgCO₂]	18.021	10.546	41,5%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	4.532	1.968	56,6%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	3.815	3.011	21,1%
Fornitura Energia, C_E	[€]	8.347	4.979	40,3%
Costo Manutenzione Ordinaria, C_{MO}	[€]	1.411	1.270	10,0%
Costo Manutenzione Straordinaria, C_{MS}	[€]	157	157	0,0%
Costo per O&M ($C_M = C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	1.567	1.426	9,0%
OPEX	[€]	9.915	6.406	35,4%

Classe energetica [-] D B +2 classi

Nota: 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: 0,088 [€/kWh] per il vettore termico e 0,232 [€/kWh] per il vettore elettrico.

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


E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.17, Tabella 9.18 e Tabella 9.19 e nelle successive figure.

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

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	14
Anni Concessione	n	15
Anno inizio Concessione	n_o	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	9,5
Anni Equity	n_E	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_o	€ 45.501
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 1.365
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 46.866

%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 37.493
Equity	I_E	€ 9.373
Fattore di annualità Debito	FA_D	7,96
Rata annua debito	q_D	€ 4.712
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 44.760
Costi per interessi debito, INT _D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 7.267

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

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 6.842
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€ 1.156
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{baseline}$	€ 7.998
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$	40,3%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$	10,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{baseline}$	2,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 2.448
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 160
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 16.362
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 3.442
N° di Canoni annuali	anni	14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	4,68%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€ 157
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€ 519
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€ 1.612
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€ 1.081
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€ 4.470
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€ 5.550
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€ 2.288
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€ 7.838
Aliquota IVA %	IVA	22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€ 8.205
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€ 16.089
Durata Incentivi, anni	n_B	1
Inizio erogazione Incentivi, anno		2022

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

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		Conviene
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC , Anni	T.R.S.	10,30
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	14,58
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 463
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	4,25%
Indice di Profitto	IP	1,02%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		Conviene
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC , Anni	T.R.S.	13,8

Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	13,9
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 894
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	33,57%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,003
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,040
Indice di Profitto Azionista	IP	1,97%

Figura 9.16 –SCN1: Flussi di cassa del progetto



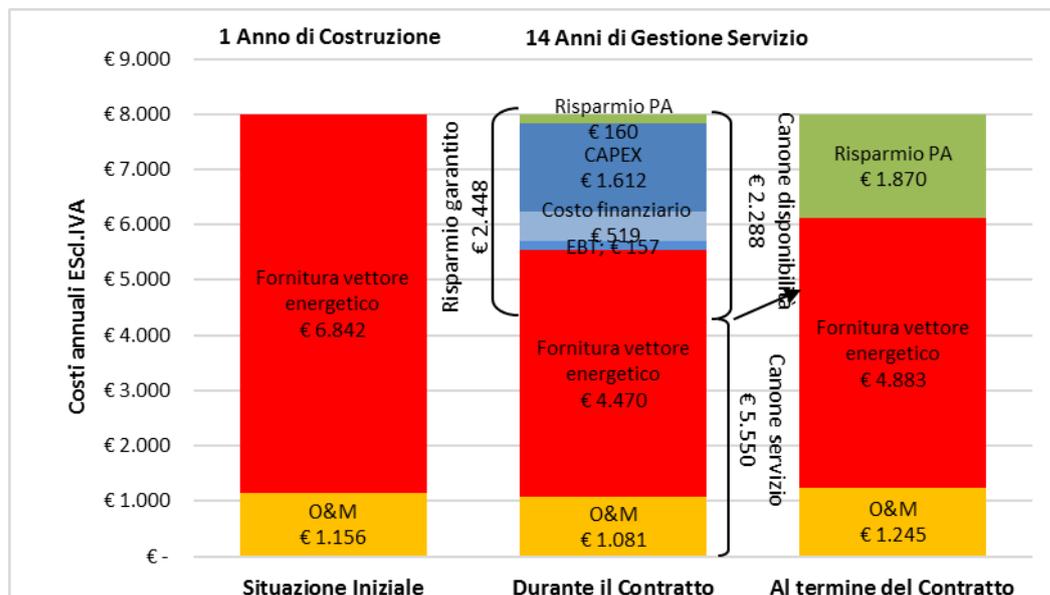
Figura 9.17 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che lo scenario risulta finanziariamente sostenibile in quanto l'indice DSCR presenta un valore positivo e vicino a 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



9.3.2 Scenario 2: SCN2 (Soluzione ottimale a 25 anni):

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

EEM1: Isolamento con cappotto interno

EEM2: Isolamento esterno della copertura

EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori

EEM5: Installazione caldaia a condensazione

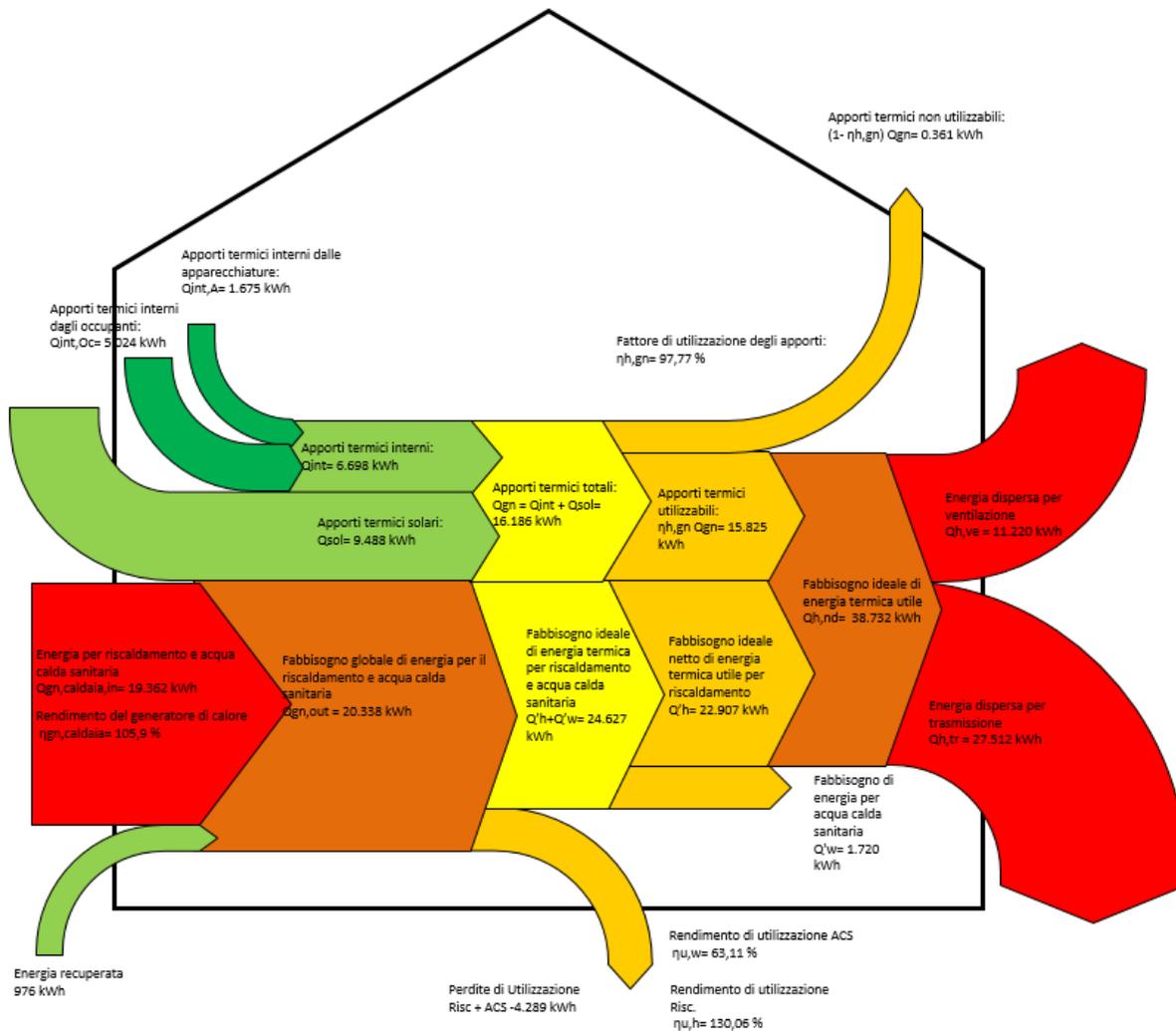
EEM6: Installazione lampade a LED a basso consumo

Tabella 9.20 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AI 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM1 Fornitura & Posa	19.924	4.383	24.307
EEM2 Fornitura & Posa	2.611	574	3.185
EEM4 Fornitura & Posa	5.789	1.274	7.062
EMM5: Fornitura & Posa	11.899	2.618	14.517
EMM6 Fornitura & Posa	5.582	1.228	6.809
Costi per la sicurezza	1.374	302	1.676
Costi per la progettazione	3.206	705	3.912
TOTALE (I₀)	50.375	11.084	61.469
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]	
Incentivi	[Conto termico]	24.491	
Durata incentivi		1 anno	
Incentivo annuo		24.491	

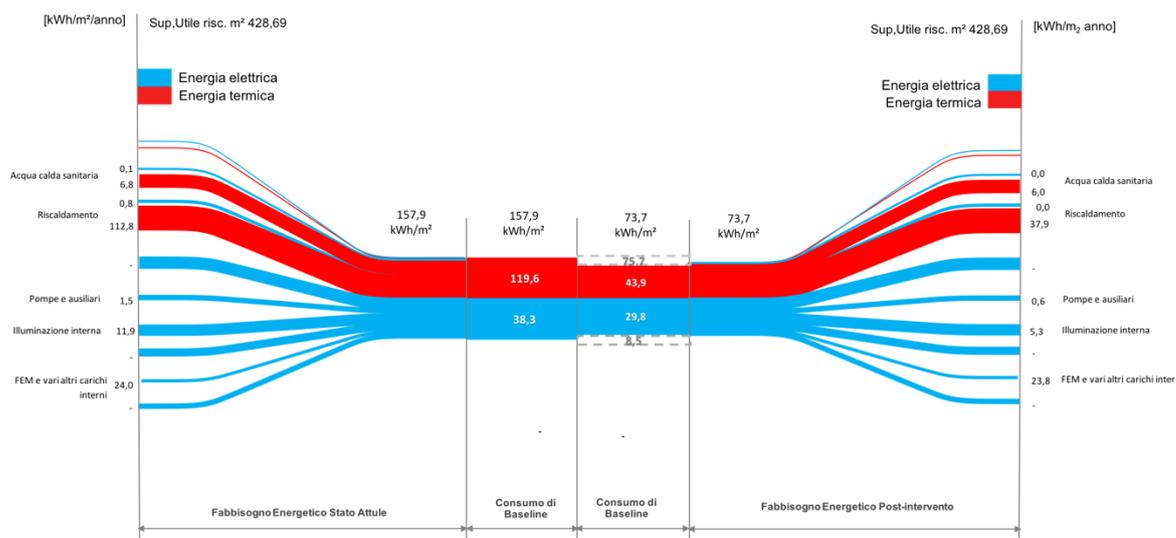
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di Sankey relativo alle situazioni post-intervento.

Figura 9.13 – SCN2: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che le quote parti di energia dispersa per trasmissione e ventilazione rappresentano le componenti energetiche maggiormente disperdenti.

Figura 9.14 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.21 e nella Figura 9..

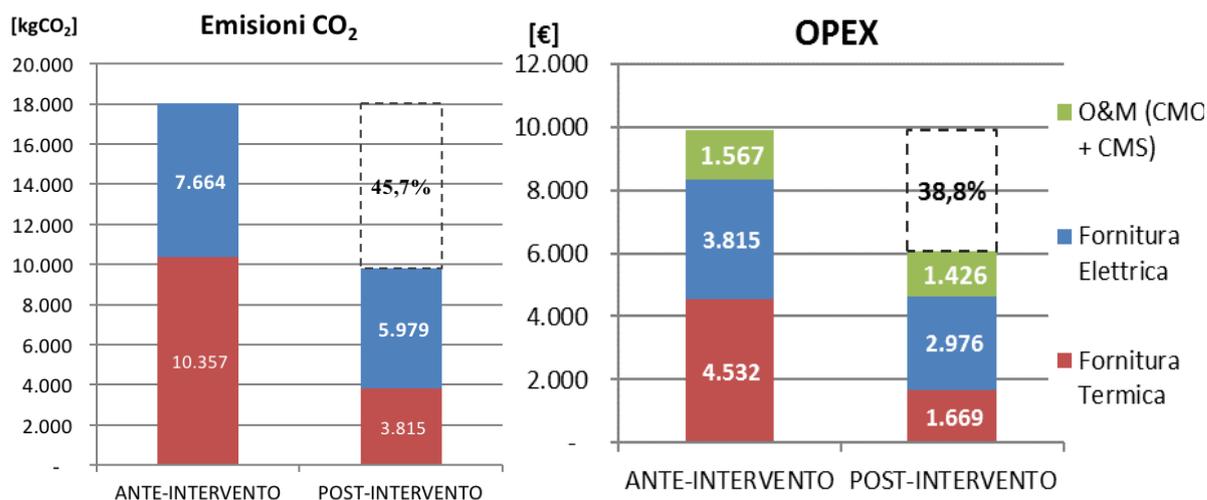
Tabella 9.21 – Risultati analisi SCN2

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM1 - Trasmittanza pareti esterne	[W/m²K]	1,05	0,26	75,2%
EEM2 - Trasmittanza sottotetto	[W/m²K]	1,92	0,22	88,5%
EEM4 - Rendimento di regolazione	[%]	80,9%	98,0%	19,7%
EMM5 - Rendimento di generazione	[%]	93,9%	97,8%	-4,2%
EEM6 – Potenza totale illuminazione	[kW]	4,47	1,8	59,7%
Q _{teorico}	[kWh]	52.567	19.362	63,2%
E _{teorico}	[kWh]	16.683	13.014	22,0%
Q _{baseline}	[kWh]	51.272	18.885	63,2%
E _{baseline}	[kWh]	16.411	12.802	22,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	10.357	3.815	63,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.664	5.979	22,0%
Emiss. CO2 Totale	[kgCO₂]	18.021	9.793	45,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.532	1.669	63,2%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.815	2.976	22,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	8.347	4.645	44,3%
Costo Manutenzione Ordinaria, C _{MO}	[€]	1.411	1.270	10,0%
Costo Manutenzione Straordinaria, C _{MS}	[€]	157	157	0,0%
Costo per O&M (C _M = C _{MO} + C _{MS})	[€]	1.567	1.426	9,0%
OPEX	[€]	9.915	6.072	38,8%
Classe energetica	[-]	D	B	+2 classi

Nota: 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: 0,088 [€/kWh] per il vettore termico e 0,232 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 9.15 – SCN2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



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

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

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	24
Anni Concessione	n	25
Anno inizio Concessione	n_o	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	14
Anni Equity	n_E	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_o	€ 61.469
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 1.844
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 63.313
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 50.650
Equity	I_E	€ 12.663
Fattore di annualità Debito	FA_D	10,83

Rata annua debito	q_D	€	4.676
Costo finanziamento, $(D+INT_D)$	$q_D * n_D$	€	65.464
Costi per interessi debito, INT_D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€	14.813

Tabella 9.23 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€	6.842
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€	1.156
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{baseline}$	€	7.998
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{altro}	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		44,3%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		10,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{baseline}$		0,4%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	2.453
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	32
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	38.170
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	4.248
N° di Canoni annuali	anni		24
Utile lordo della ESCO	%CAPEX		17,59%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€	464
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	617
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	1.340
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€	1.108
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€	4.437
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€	5.545
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€	2.421
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€	7.966
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	11.085
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	20.074
Durata Incentivi, anni	n_B		1
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.24 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			Conviene
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = Io / FC$, Anni	T.R.S.		12,55
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		19,44
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - Io$	VAN > 0	€	4.463
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC		5,20%
Indice di Profitto	IP		7,26%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			Conviene
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = Io / FC$, Anni	T.R.S.		19
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		15
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - Io$	VAN > 0	€	3.668
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke		52,56%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3		1,009

Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,004
Indice di Profitto Azionista	IP	5,97%

Figura 9.16 –SCN2: Flussi di cassa del progetto



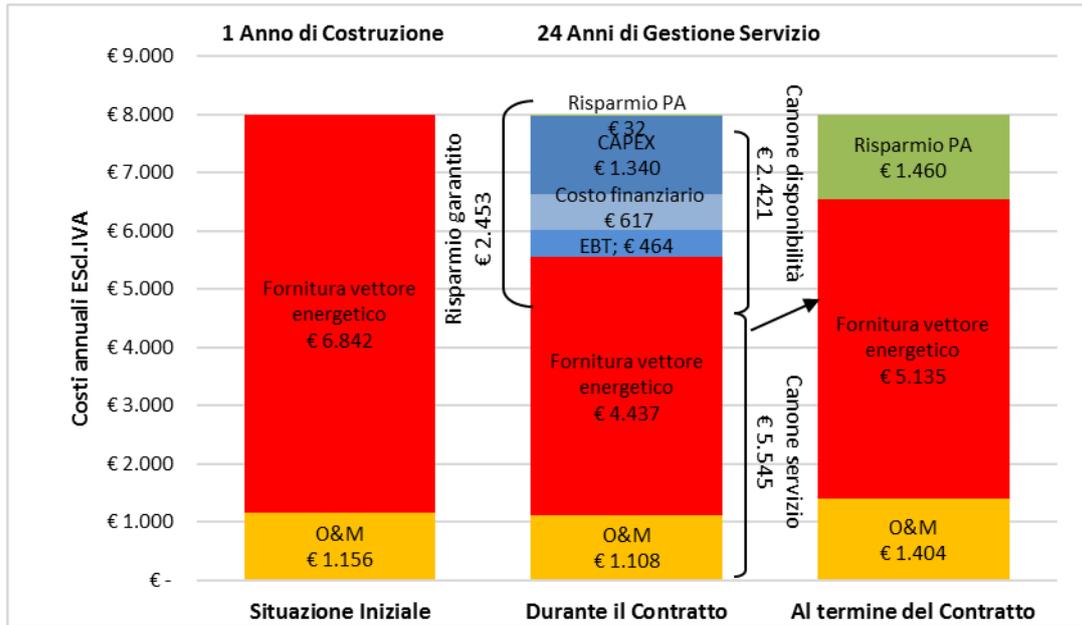
Figura 9.17 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che lo scenario risulta finanziariamente sostenibile in quanto l’indice DSCR presenta un valore positivo e vicino a 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 9.24.

Figura 9.18 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

	EPgl,nren	EPH	EPw	EPL	EPT	CLASSE
	[kWh/m ² anno]					
STATO DI FATTO	160,07	127,60	7,43	29,28	3,21	D
EEM1	172,89	95,24	7,43	29,28	3,21	C
EEM 2	184,13	106,58	7,43	29,28	3,21	D
EEM 3	192,09	114,61	7,43	29,28	3,21	D
EEM 4	156,20	78,42	7,43	29,28	3,21	C
EEM 5	193,31	116,34	6,71	29,28	3,21	D
EEM 6	191,47	127,60	7,43	12,93	3,21	E
SCN 1	115,81	50,93	7,43	12,93	3,21	B
SCN 2	106,62	42,30	6,71	12,93	3,21	B

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

	CON INCENTIVI													
	% ΔE	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	18,4%	14,3%	1.135	0	0	26.738	12,0	17,8	30	5.602	6,8%	0,21	[n/a]	[n/a]
EEM 2	11,9%	9,2%	733	0	0	3.503	2,8	3,0	30	10.207	29,5%	2,91	[n/a]	[n/a]
EEM 3	7,3%	5,7%	448	0	0	49.767	70,6	98,8	30	-35.692	-6,3%	-0,72	[n/a]	[n/a]
EEM 4	28,0%	21,8%	1.731	141	0	7.768	4,3	4,8	15	10.847	21,5%	1,40	[n/a]	[n/a]
EEM 5	6,3%	5,2%	419	141	0	11.314	18,5	21,9	15	-5.178	-4,0%	-0,32	[n/a]	[n/a]
EEM 6	4,2%	7,4%	662	0	0	7.492	6,0	8,2	8	-174	3,1%	-0,02	[n/a]	[n/a]
SCN1 ^(*)	48,0%	41,5%	3.368	141	0	45.501	10,3	14,6	15	463	4,25%	1,02%	1,003	1,040
SCN2 ^(*)	68,0%	45,7%	3.702	141	0	61.469	12,6	19,4	30	4.463	5,20%	7,26%	1,009	1,004

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 interno a cappotto, isolamento del sottotetto, installazione di valvole termostatiche, e sostituzione delle lampade esistenti con lampade a LED. A livello economico si è valutata una spesa pari a 45.501 € con un TRS pari a 10 anni ed un VAN pari a 463 €.

Il secondo scenario, invece, consiste nella sostituzione del generatore di calore con una caldaia a condensazione in aggiunta agli interventi medesimi del primo scenario. In questo caso, si è valutata una spesa pari a 61.469 € con un TRS pari a 13 anni e ed un VAN pari a 4.463 €.

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
TAVOLA PIANO TERRA	22/12/1993	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-PIANT.DWG
TAVOLA PIANO TERRA ESTERNO	22/12/1993	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-PIANP.DWG
TAVOLA PIANO PRIMO	22/12/1993	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-PIAN1.DWG
TAVOLA PIANO SECONDO	22/12/1993	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-PIAN2.DWG
TAVOLA PIANO TERZO	22/12/1993	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-PIAN3.DWG
TAVOLA COPERTURA	22/12/1993	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-PIANC.DWG
TAVOLA INQUADRAMENTO COMPLESSO/EDIFICIO	22/12/1993	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-E00357.DWG
CENSIMENTO PIANO TERRA	31/07/2017	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-L1-042-226-P00.dwg
CENSIMENTO PIANO PRIMO	31/07/2017	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-L1-042-226-P01.dwg
CENSIMENTO PIANO SECONDO	31/07/2017	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-L1-042-226-P02.dwg
SCHEMA CENTRALE TERMICA	31/07/2017	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-226-P00-011-CENTRALE TERMICA.dwg
ELENCO RADIATORI PIANO TERRA	31/07/2017	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-L1-042-226-P00-Checklist.xlsx
ELENCO RADIATORI PIANO PRIMO	31/07/2017	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-L1-042-226-P01-Checklist.xlsx
ELENCO RADIATORI PIANO SECONDO	31/07/2017	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-L1-042-226-P02-Checklist.xlsx
PLANIMETRIA PIANO TERRA	29/11/2017	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-P00.pdf
PLANIMETRIA PIANO PRIMO	29/11/2017	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-P01.pdf
PLANIMETRIA PIANO SECONDO	29/11/2017	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-P02.pdf
PLANIMETRIA CENTRALE TERMICA	29/11/2017	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-ct.pdf
Fattura EE	2014	5700065502.pdf
Fattura EE	2014	5700098231.pdf
Fattura EE	2014	5700134947.pdf
Fattura EE	2014	5700214999.pdf
Fattura EE	2014	5700248920.pdf
Fattura EE	2014	5700320256.pdf
Fattura EE	2014	5700345638.pdf
Fattura EE	2014	5700397633.pdf
Fattura EE	2014	5700411615.pdf
Fattura EE	2014	5700448338.pdf
Fattura EE	2015	5700493164.pdf
Fattura EE	2015	5700544358.pdf
Fattura EE	2015	5750082011.pdf
Fattura EE	2015	E000140853.pdf
Fattura EE	2015	E000175681.pdf
Fattura EE	2015	E000234074.pdf
Fattura EE	2015	E000281529.pdf
Fattura EE	2015	E000337531.pdf
Fattura EE	2015	E000386685.pdf
Fattura EE	2015	E000432872.pdf
Fattura EE	2015	E000483591.pdf
Fattura EE	2015	E000018566.pdf
Fattura EE	2016	E000084154.pdf
Fattura EE	2016	E000150599.pdf

Fattura EE	2016	E000194182.pdf
Fattura EE	2016	11640025277.pdf
Fattura EE	2016	11640048520.pdf
Fattura EE	2016	11640060831.pdf
Fattura EE	2016	11640074904.pdf
Fattura EE	2016	11640087949.pdf
Fattura EE	2016	11640100079.pdf
Fattura EE	2016	11640125737.pdf
Fattura EE	2016	11740023046.pdf
Fattura GAS	2015	15_7518.pdf
Fattura GAS	2015	0100032015000175000.pdf
Fattura GAS	2015	0100032015000175100 (1) .pdf
Fattura GAS	2015	P150015576.pdf
Fattura GAS	2015	P150019771.pdf
Fattura GAS	2015	P150032667.pdf
Fattura GAS	2015	P150037967-I10.pdf
Fattura GAS	2015	P150048624-I10.pdf
Fattura GAS	2015	P160003881-I10 (2) .pdf
Fattura GAS	2016	EX03011_2017_COMUNE_DI_GENOVA.pdf
Fattura GAS	2016	EX15066_2016_COMUNE_DI_GENOVA (1).pdf
Fattura GAS	2016	EX19107_2016_COMUNE_DI_GENOVA (1).pdf
Fattura GAS	2016	EX22893_2016_COMUNE_DI_GENOVA (1).pdf
Fattura GAS	2016	EX26900_2016_COMUNE_DI_GENOVA.pdf
Fattura GAS	2016	EX31010_2016_COMUNE_DI_GENOVA.pdf
Fattura GAS	2016	EX33534_2016_COMUNE_DI_GENOVA.pdf
Fattura GAS	2016	EX38844_2016_COMUNE_DI_GENOVA.pdf
Fattura GAS	2016	EX43773_2016_COMUNE_DI_GENOVA (1).pdf
Fattura GAS	2016	P160012671_I10_AC74.pdf
Fattura GAS	2016	P160023980_I10_AC74.pdf
Fattura GAS	2016	P160031417_I10_AC74 (2) .pdf
Fattura GAS	2016	P160041242.pdf
Fattura GAS	2016	P160053190 (1) .pdf
TABULATO CONSUMI EE		DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoA-Tabulato consumi EE.xlsx

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Grafici Template		12/06/2018	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoB-Grafici_Template.xlsx
Modello termico Edilclima		12/06/2018	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoB-E357.E0001
Grafici Template		26/07/2018	DE_Lotto.8-E357_revB-AllegatoB-Grafici_Template.xlsx

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Allegato C_report termografico_E357	12/12/2017	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoC-Report termografico.docx

ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Titolo	Data	Nome file

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
Relazione di calcolo Edilclima	12/06/2018	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoE-Relazione calcolo Edilclima.pdf

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificato di garanzia di conformità n.73	15/03/2017	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoF-CertCTI.pdf

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
APE stato di fatto		

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE Scenario 1_Bozza		DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoH-APE_SCN1-00000-2018-8042.xml
APE_Scenario 1_Bozza		DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoH-APE_SCN1-00000-2018-8042.pdf
APE_Scenario 2_Bozza		DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoH-APE_SCN2-00000-2018-8042.xml
APE_Scenario 2_Bozza		DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoH-APE_SCN2-00000-2018-8042.pdf

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
GG_Lotto.8-E357.Rev00	12/06/2018	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoI-GG.xlsx

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
Schede Audit E357	12/06/2018	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoJ-Scheda Audit.xlsx



ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
Schede ORE	12/06/2018	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoK-Schede ORE.pdf

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Analisi PEF E357 Scenario 1	12/06/2018	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN1.xlsx
Analisi PEF E357 Scenario 2	12/06/2018	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN2.xlsx
Analisi PEF E357 Scenario 1	26/07/2018	DE_Lotto.8-E357_revB-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN1.xlsx
Analisi PEF E357 Scenario 2	26/07/2018	DE_Lotto.8-E357_revB-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN2.xlsx

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report di Benchmark	12/06/2018	DE_Lotto.8-E357_revA-AllegatoM-Benchmark.xlsx
Report di Benchmark	26/07/2018	DE_Lotto.8-E357_revB-AllegatoM-Benchmark.xlsx



ALLEGATO N – CD-ROM

