

Scuola Materna "VIA STRUPPA" – Scuola Elementare "DORIA" E 1908

Via Struppa 148

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



04/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



VIA STRUPPA - DORIA

E 1908

VIA STRUPPA 148

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

03/2018

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

eFM SpA

Via Laurentina, 455 - 00142 Roma

Tel 06 5400064 – efm@efmnet.com

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
00	19/03/2018	Carlotta Mordini	Luca Grossi Luca Bonanno	Stefano Mazzetti	Prima Pubblicazione

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	13
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	18
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	18
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	19
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	20
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	21
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	23
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	23
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA	24
4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	24
4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	24
4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE	25
5 CONSUMI RILEVATI	26
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	26
5.1.1 <i>Energia termica</i>	26
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	29
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	33
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	37
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	37
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	38
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	39
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	39
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	41
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO	43
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	43
7.1.1 <i>Vettore elettrico</i>	46
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	51
7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	52

7.4	BASLINE DEI COSTI.....	53
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	54
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	54
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	54
	EEM1: SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI ESTERNI.....	54
	EEM2: COIBENTAZIONE A CAPPOTTO DELL'INVOLUCRO EDILIZIO	55
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento</i>	57
	EEM3: SOSTITUZIONE DEL GENERATORE DI CALORE CON ALTRO AD ALTA EFFICIENZA	57
	EEM4: INSTALLAZIONE DI VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE INVERTER.....	59
8.1.3	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	61
	EEM5: INSTALLAZIONE DI IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE LED	61
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	63
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	63
	EEM1: SOSTITUZIONE INFISSI.....	63
	EEM2: COIBENTAZIONE A CAPPOTTO DELL'INVOLUCRO EDILIZIO	63
	EEM3: SOSTITUZIONE DEL GENERATORE DI CALORE CON ALTRO AD ALTA EFFICIENZA	65
	EEM4: INSTALLAZIONE DI VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE INVERTER.....	66
	EEM5: INSTALLAZIONE DI IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE A LED.....	67
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	68
	EEM1: SOSTITUZIONE INFISSI.....	70
	EEM2: COIBENTAZIONE A CAPPOTTO DELL'INVOLUCRO EDILIZIO	71
	EEM3: SOSTITUZIONE DEL GENERATORE DI CALORE CON ALTRO AD ALTA EFFICIENZA	71
	EEM4: INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE INVERTER	72
	EEM5: INSTALLAZIONE DI IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE LED.....	73
	SINTESI	74
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO	75
9.3.1	<i>Scenario 1: Valvole + Cappotto</i>	78
9.3.2	<i>Scenario 2: Cappotto + Generatore + Valvole + LED:</i>	83
10	CONCLUSIONI	89
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	89
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	89
	ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....	90
	ALLEGATO B – ELABORATI	90
	ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA	90
	ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI	90
	ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI	90
	ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE	90
	ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA	90
	ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI.....	91
	ALLEGATO I – DATI CLIMATICI.....	91



ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT	91
ALLEGATO K – SCHEDE ORE.....	91
ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI	91
ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK.....	91
ALLEGATO N – CD-ROM	91

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		1909
Anno di ristrutturazione		NR
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 ATTIVITÀ SCOLASTICA
Superficie utile riscaldata	[m ²]	1.469
Superficie disperdente (S)	[m ²]	3.695
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	7.898
Rapporto S/V	[1/m]	0,468
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	3.420
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	1.390
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	4.810
Tipologia generatore riscaldamento		GENERATORE A COMBUSTIONE IN ACCIAIO A BASAMENTO + GENERATORE A COMBUSTIONE IN ALLUMINIO A PARETE
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	478
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	0
Tipo di combustibile		METANO
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Produzione combinata per piano seminterrato + Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento (*)	[t/anno]	44,2
Consumo di riferimento Gas Metano (*)	[kWh _{th} /anno]	176.594
Spesa annuale Gas Metano (*)	[€/anno]	16.083
Consumo di riferimento energia elettrica (*)	[kWh _{el} /anno]	18.335
Spesa annuale energia elettrica (*)	[€/anno]	3.874

(*): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Sostituzione Infissi
- EEM 2: Coibentazione a cappotto dell'involucro edilizio
- EEM 3: Installazione di Valvole Termostatiche
- EEM 4: Sostituzione Generatore di Calore
- EEM 5: Installazione Impianto di Illuminazione a LED

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

CON INCENTIVI														
	%Δ _E	%Δ _{CO₂}	ΔC _E	ΔC _{MO}	ΔC _{MS}	I ₀	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP	DCS _R	LLC _R
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[%]		
EEM 1	14,4 %	14,8%	2.610,80 €	275,10€	59,90€	74.800,00€	23,0	30,9	15	- 2.359,00€	1,7%	-0,03	n/a	n/a
EEM 2	29,0 %	29,8%	5.252,40 €	381,20€	55,50€	106.080,00 €	9,8	11,8	30	68.740,00 €	7,9%	0,65	n/a	n/a
EEM 3	12%	12,3%	2.163,80 €	503,90€	46,70€	33.739,00€	12,1	13,9	15	185,00€	2,1%	0,01	n/a	n/a

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

EEM 4	13,7 %	14,1%	2.483,50 €	411,10€	57,30€	8.735,00€	3,1	3,3	15	24.221,00 €	30,5 %	2,77	n/a	n/a
EEM 5	6,1%	5,5%	1.104,10 €	331,50€	110,20€	24.371,00€	8,6	9,2	8	- 3.159,00€	- 2,2%	-0,13	n/a	n/a
SCN 1	36,4 %	37,2%	6.590,20 €	450,80€	32,60€	118.259,00 €	23,95	38,09	15	- 20.843,00 €	-	18,15 %	0,86 4	0,67 5
SCN 2	46,3 %	46,7%	8.381,15 €	547,00€	33,50€	178.113,00 €	17,33	30,61	25	-2804,00€	7,19 %	- 1,62%	0,99	1,10 7

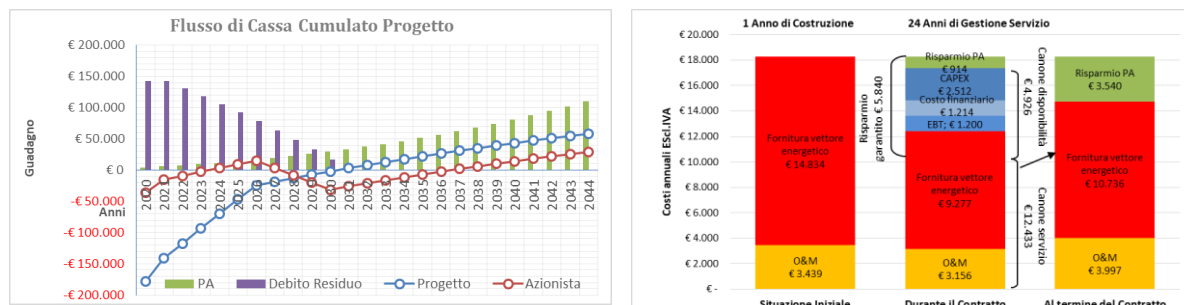
Descrizione Scenari di Intervento Ottimali:

- SCN1: Cappotto + Valvole
- SCN2: Cappotto + Valvole + Generatore + LED

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria



Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



L'audit energetico ha messo in evidenza una ridotta efficienza energetica dell'immobile legata soprattutto ad un basso livello di isolamento da parte dell'involucro.

Gli indicatori energetici di performance hanno confermato che i consumi risultano elevati confrontati coi valori di benchmark di riferimento.

La maggior parte dei consumi energetici è da attribuire al riscaldamento degli ambienti e all'illuminazione degli stessi, motivo per cui gli interventi proposti sono stati indirizzati alla riduzione del fabbisogno ad essi associato.

Gli interventi proposti considerati fattibili hanno riguardato:

1. La sostituzione delle chiusure trasparenti (infissi) dell'involucro;
2. la coibentazione a cappotto dell'involucro edilizio;
3. l'installazione di valvole termostatiche in associazione all'installazione di pompe a inverter con regolazione della portata;
4. la sostituzione del generatore di calore;
5. l'installazione di un sistema di illuminazione a tecnologia LED.



E1908 VIA STRUPPA - DORIA

La fattibilità tecnico-economica ha messo in evidenza che gli interventi singolarmente più interessanti sono la coibentazione e l'installazione di valvole termostatiche.

Alcuni interventi dovranno essere valutati in maniera coordinata con gli altri. Ad esempio la sostituzione degli infissi andrebbe affiancata sempre alla l'installazione di valvole termostatiche, per accedere all'incentivo del Conto Termico.

Per la valutazione e la verifica dei risparmi energetici ottenibili dagli interventi di efficientamento proposti si consiglia di installare un sistema di monitoraggio (es: contatermie e analizzatore dei consumi sul quadro elettrico principale) per quantificare l'effettivo risparmio conseguente.

Dalle analisi effettuate risulta che degli investimenti previsti nei due scenari non risultano remunerativi in presenza di finanziamento esterno.

Si fa notare che i costi utilizzati, ricavati da listini ufficiali, prevedono solo una riduzione del 10%, per eliminare la quota di profitto dai prezzi unitari, ma non rispecchiano gli sconti reali ipotizzabili in sede di realizzazione.

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

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

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

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

1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

La presente DE si inserisce in questo contesto ed analizza, pertanto, le possibili soluzioni tecniche e contrattuali, che potrebbero portare alla realizzazione di interventi di miglioramento dell'efficienza energetica volti ad una riduzione dei consumi e ad un conseguente abbattimento delle emissioni di 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 definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 o a 15 anni.

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Sud -Ovest



1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita dalla Efm s.p.a., il cui responsabile per il processo di audit è l'ing. Stefano Mazzetti, 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

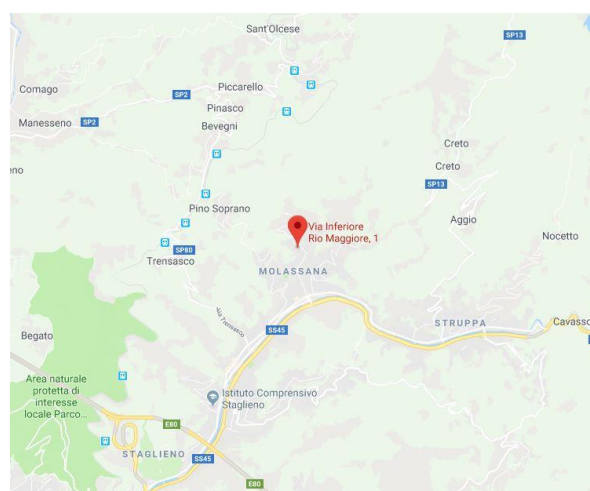
NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Stefano Mazzetti		Sopralluogo in sito
Stefano Mazzetti		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Stefano Mazzetti		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Luca Bonanno	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Luca Grossi	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Stefano Mazzetti	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU sez. STR F. 33 Mapp. 355 Sub. 3 è sito nel Comune di Genova.

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

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		1909
Anno di ristrutturazione		NR
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 ATTIVITÀ SCOLASTICA
Superficie utile riscaldata	[m ²]	1.469
Superficie disperdente (S)	[m ²]	3.695
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	7.898
Rapporto S/V	[1/m]	0,468
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	3.420

**E1908 VIA STRUPPA - DORIA**

Superficie lorda aree esterne	[m ²]	1.390
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	4.810
Tipologia generatore riscaldamento	GENERATORE A COMBUSTIONE IN ACCIAIO A BASAMENTO + GENERATORE A COMBUSTIONE IN ALLUMINIO A PARETE	
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	478
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	0
Tipo di combustibile	METANO	
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)	Produzione combinata per piano seminterrato + Boiler Elettrici	
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	44,2
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	176.594
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	16.083
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	18.335
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	3.874

Nota (1): Valori di Baseline

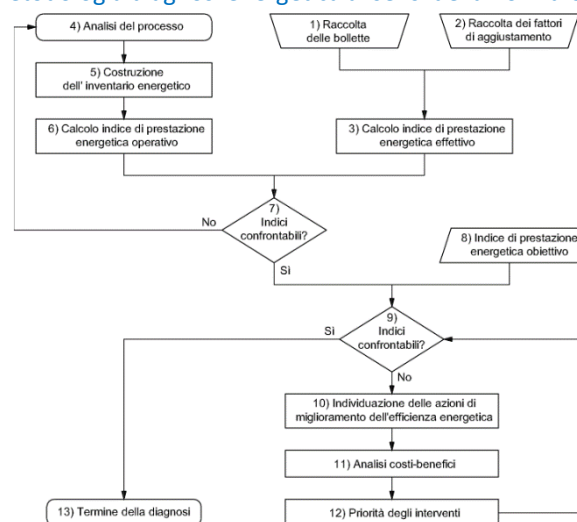
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all' Allegato B – Elaborati;**Errorre. L'origine riferimento non è stata trovata.**
- Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- Visita agli edifici, effettuata in data 20/11/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assistal, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale NAMIRIAL TERMO Versione 4.2 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) N.66 del 15/03/2017 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo di e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;

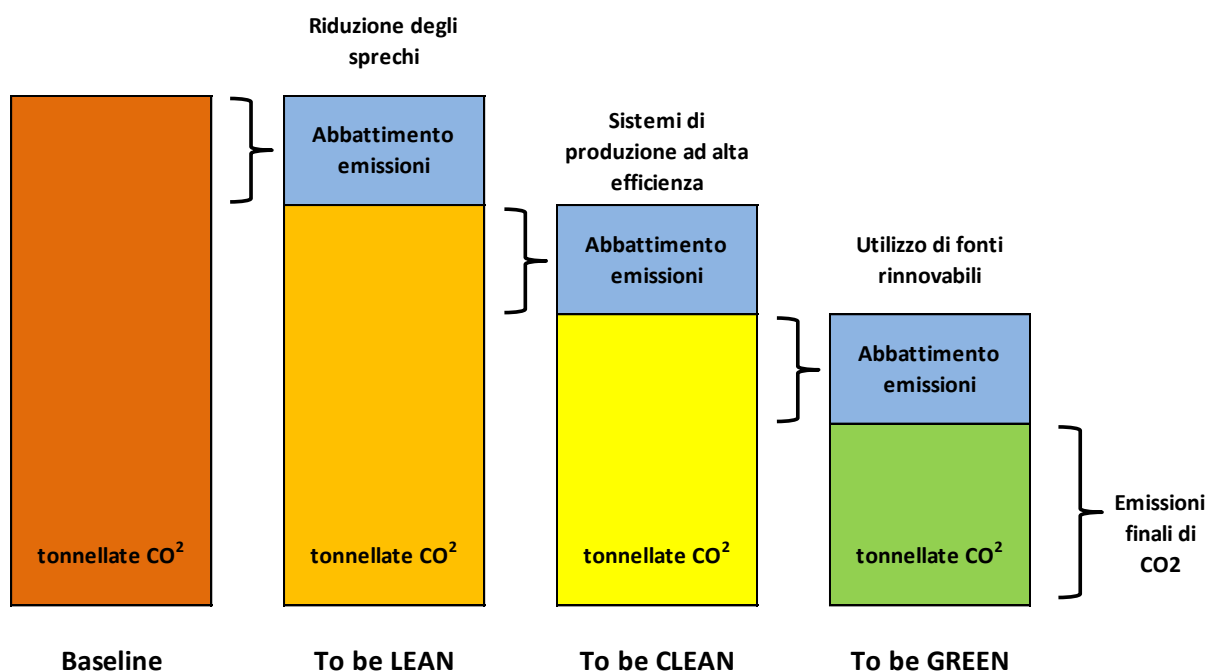
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- m) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione 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 sulla domanda d'utenza (anche relativamente ai sistemi di emissione, regolazione, distribuzione, accumulo), partendo dal baseline e a approdando a un nuovo valore di baseline ridotto, ("to Be Lean"). In seguito, da questo valore ridotto di baseline si è valutato il dimensionamento delle apparecchiature e il risparmio conseguibile dapprima dalla riqualificazioni degli impianti di generazione per la climatizzazione e, dopo, dall'installazione di tecnologie di generazione da fonti rinnovabili.

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

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

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

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

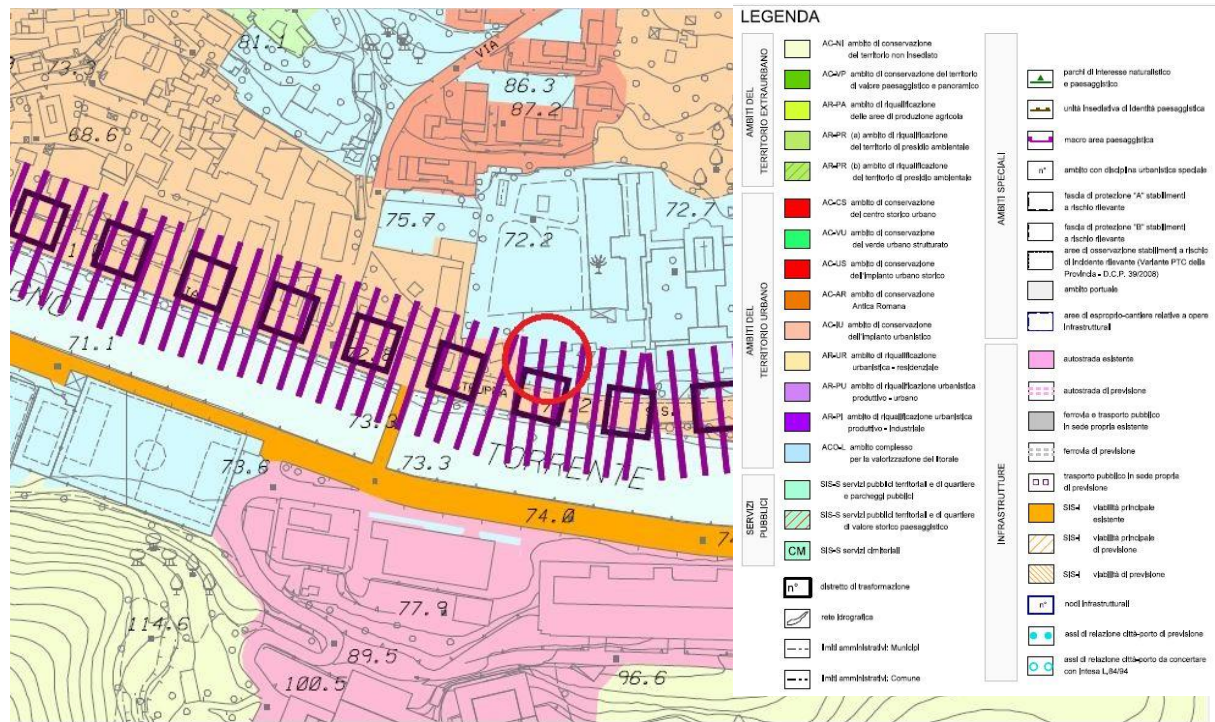
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 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 Distretti di trasformazione. In particolare l'edificio in esame rientra nel distretto n. 24 "Gavette". Le caratteristiche di tale distretto vengono riportate nella scheda seguente.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



L'edificio in esame ricade nell'ambito di piano "SIS-S servizi pubblici territoriali e di quartiere e parcheggi pubblici".

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

L'edificio risale all'incirca al 1909, ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d'uso E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e 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'ipotesi di intervenire al fine di migliorarne l'efficienza energetica è innanzitutto volta ad una diminuzione delle emissioni di CO₂, la quale rientra negli obiettivi prefissati dal Comune di Genova all'interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan), ma può anche essere considerata di notevole interesse socio-culturale al fine della sensibilizzazione del pubblico alle tematiche di interesse ambientale ed energetico.

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

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

L'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da un fabbricato dei primi del 1900 costituito da un corpo centrale a forma quadrata e due ali simmetriche, le scuole occupano una delle due ali. La porzione del fabbricato dedicato alle scuole è costituito da tre piani fuori terra. Al piano terra i locali ospitano un vano adibito a laboratorio ed altri due al refettorio, il piano si completa con il blocco dei bagni e un ampio ingresso. Negli altri due piani trovano spazio le aule per la didattica: al primo piano le aule e la palestra della Scuola primaria (ex elementare) e gli uffici della segreteria, al secondo i locali della Scuola dell'infanzia (ex materna).



Nella [Tabella 2.1](#) sono riassunte le destinazioni d'uso delle varie aree e le relative superfici.

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

Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽²⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽³⁾	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA ⁽³⁾
Terra	Refettorio e Laboratorio di musica	[m ²]	971	236	0
Primo	Scuola elementare e uffici	[m ²]	971	850	0
Secondo	Scuola Materna	[m ²]	818	383	0
Terzo	Locali non utilizzati	[m ²]	660	0	0
TOTALE		[m ²]	3.420	1.469	0

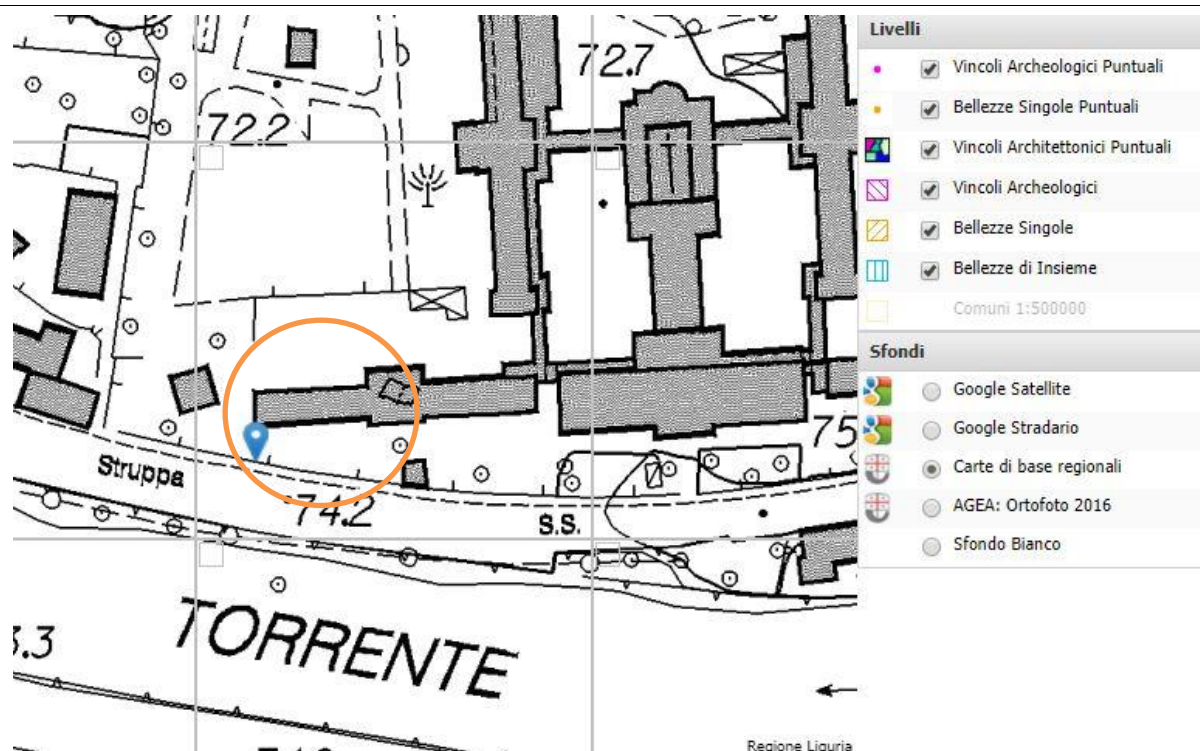
Nota (2): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

Nota (3): Superficie utile valutata ai fini della creazione del modello energetico

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

Dall'analisi dei vicoli, rilevabili nel sito della regione Liguria, l'edificio in esame non presenta vincoli architettonici, paesaggistici o archeologici.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



Nell'analisi delle EEM non 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 ⁽⁴⁾	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Sostituzione Infissi	-		-
EEM 2: Coibentazione a cappotto dell'involucro edilizio	-		-
EEM 3: Sostituzione Generatore di Calore con altro ad Alta Efficienza	-		-
EEM 4: Installazione Valvole Termostatiche e Pompe Inverter	-		-
EEM 5: Installazione Impianto Illuminazione Led	-		-

Nota (4): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

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.

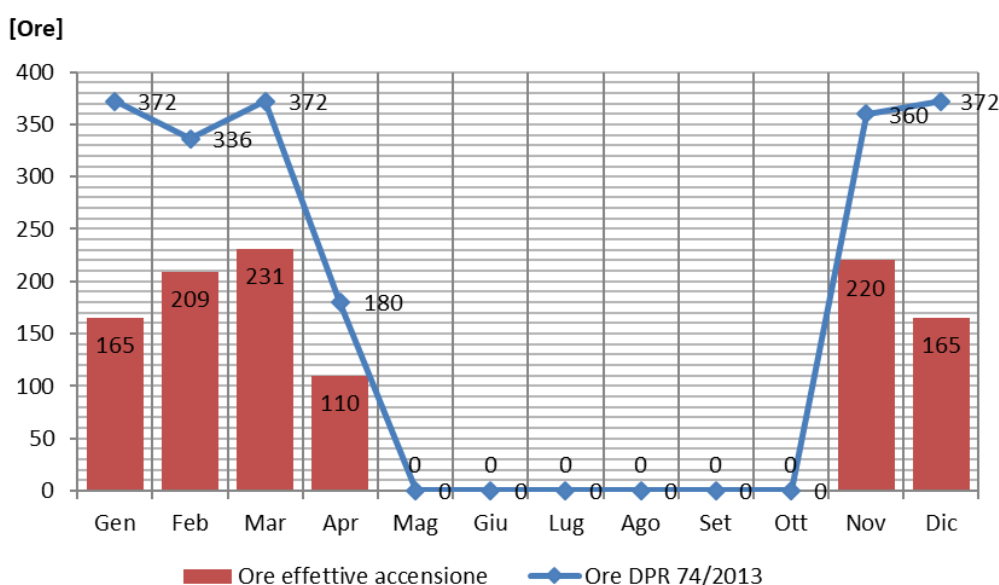
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio ed i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati rilevati durante il sopralluogo attraverso lettura di appositi cartelli affissi e richiesta al personale presente.

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

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

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	Dal lunedì al venerdì	7.00 – 18.00	6.00 – 17.00
	Sabato e domenica	CHIUSO	SPENTO
Dal 16 Aprile al 30 Ottobre	Tutti i giorni	7.00 – 18.00	SPENTO

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



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale e/o utenti all'interno della struttura.

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

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

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

3 DATI CLIMATICI

3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 921 GG calcolati su 108 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	190	21%
Marzo	31	11,1	31	276	23	23	205	22%
Aprile	30	15,3	15	71	19	12	73	8%
Maggio	31	18,7	-	-	22	-	-	0%
Giugno	30	22,4	-	-	21	-	-	0%
Luglio	31	24,6	-	-	10	-	-	0%
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	0%
Settembre	30	22,2	-	-	15	-	-	0%
Ottobre	31	18,2	-	-	22	-	-	0%
Novembre	30	13,3	30	201	21	21	141	15%
Dicembre	31	10,0	31	310	15	15	150	16%
TOTALE	365	16,7	166	1421	208	108	921	100%

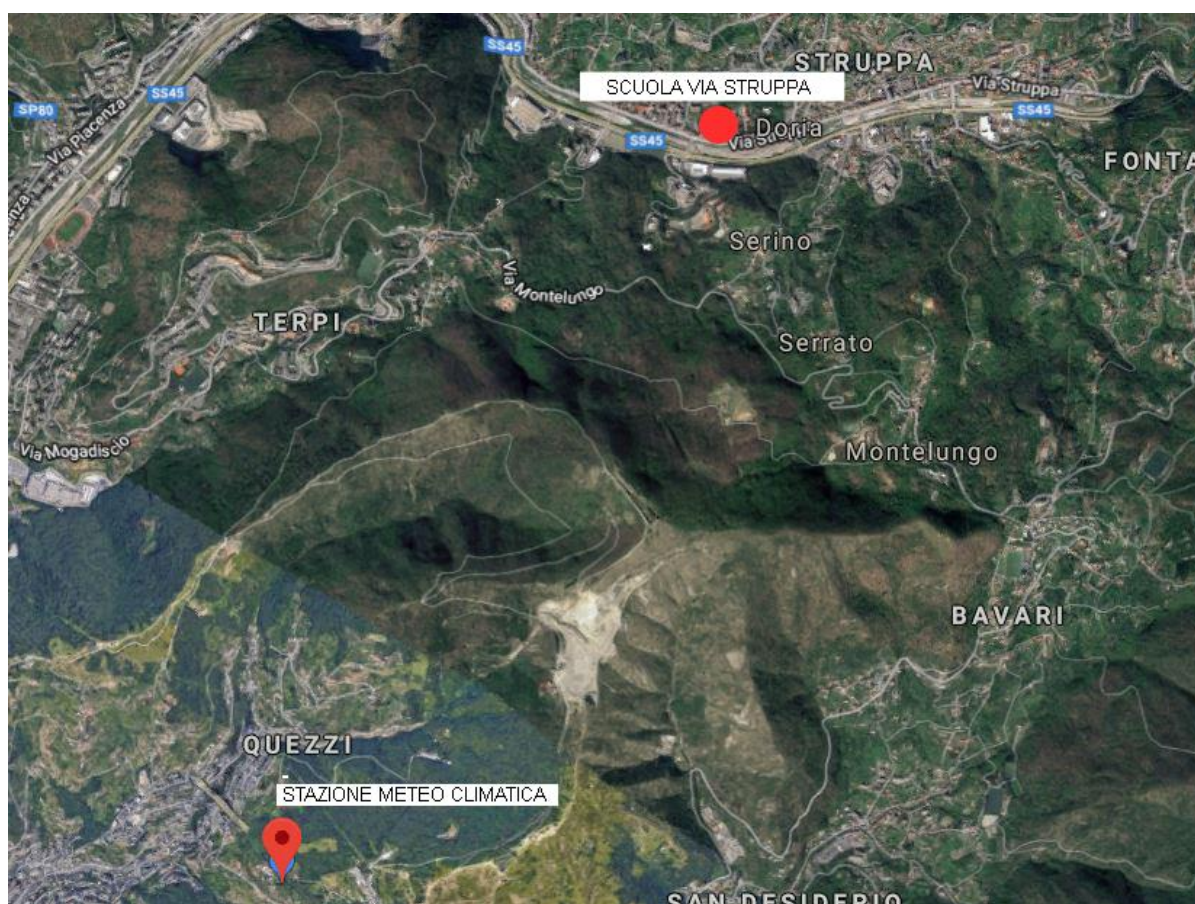
3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica Genova - Quezzi.

Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centralina in quanto è ubicata in una zona limitrofa all'edificio oggetto della DE (circa 3 km in linea d'aria) e fornita di dati climatici completi (temperatura media dell'aria e umidità relativa).

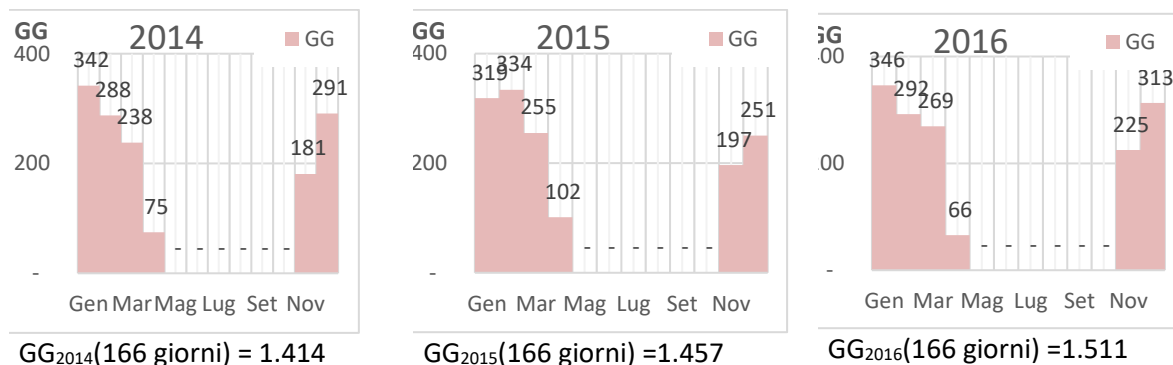
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



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

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

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

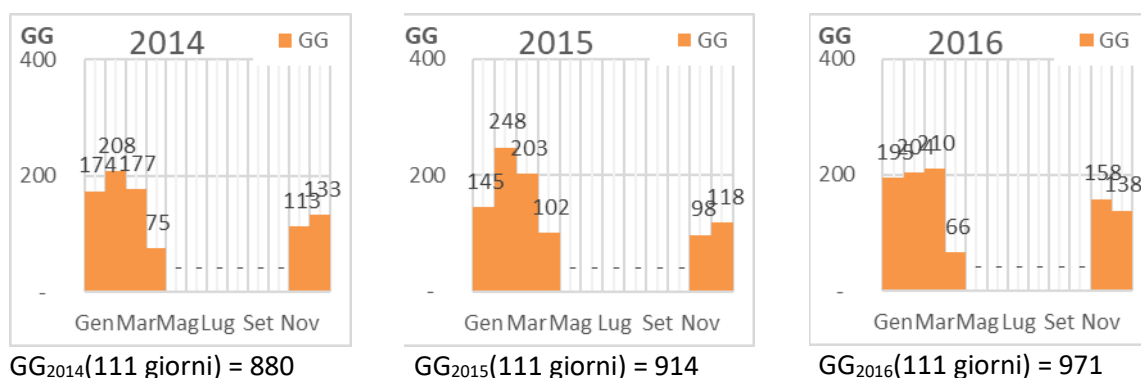


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 921 GG calcolati su 108 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



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 un unico corpo di fabbrica strutturato in due ali, caratterizzato da murature portanti, presumibilmente realizzate a sacco con due paramenti in mattoni e riempimento in pietrame, debitamente intonacate.

Al piano secondo il paramento murario ha spessore ridotto, quindi presumibilmente è formato da una sola cortina di mattoni pieni.

Figura 4.1 - Particolare dell'involucro murario al piano terra



Questa soluzione realizzativa incide profondamente sul comportamento termico dell'edificio: nei piani terra e primo l'involucro murario ha una forte inerzia termica e quindi un buon comportamento termico, al secondo piano invece il pacchetto murario ha una peggiore prestazione.

Figura 4.2 - Particolari 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 modello E8, nel periodo invernale e in accordo con la norma UNI 13187.

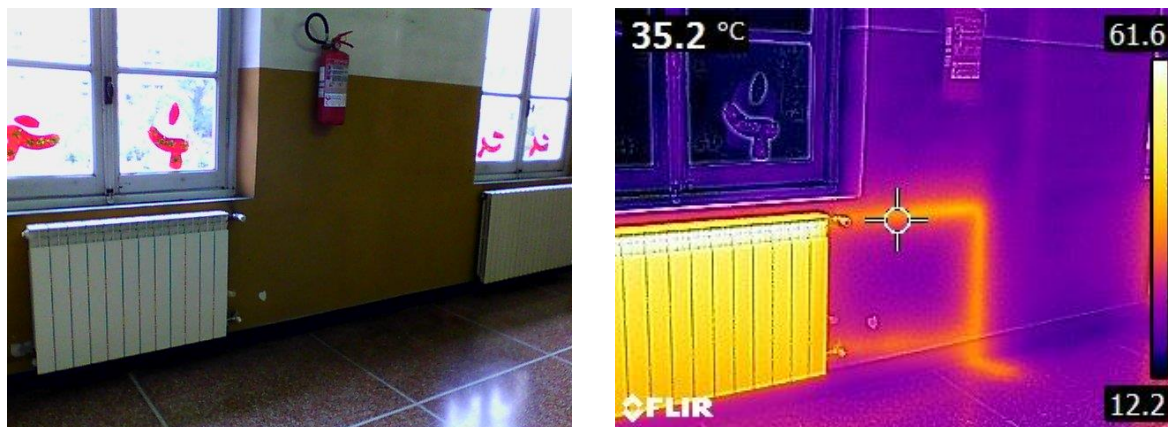
La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

Le immagini termografiche in oggetto mostrano a livello generale la mappatura termica delle pareti perimetrali. La presenza di materiali omogenei rende il comportamento della parete abbastanza

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

uniforme. Non si ritiene, a questo stato preliminare di analisi, di evidenziare alcun fenomeno particolare di perdita energetica (ponti termici o difetti evidenti di isolamento) salvo l'evidente mancanza di isolamento delle tubazioni del riscaldamento che passano all'interno dei muri. La copertura in legno del corridoio del Secondo Piano ha una temperatura maggiore e probabilmente è fornita di isolamento esterno.

Figura 4.3 – Rilievo termografico della parete del corridoio del secondo piano.



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

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA	STATO DI CONSERVAZIONE
		[cm]		[W/m ² K]	
Copertura Corpo Principale	COP1	36,5	Non Presente	0,992	Buono
Copertura Corridoio II Piano	COP2	24	Non Presente	0,634	Buono
Parete verticale PT- IP	M1	59	Assente	0,881	Sufficiente – a tratti mediocri
Parete verticale II P	M2	34	Assente	1,372	Sufficiente – a tratti mediocri
Solaio contro terra	BAS 1	44,5	Assente	1,258	Buono

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

4.1.2 Involucro trasparente

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da serramenti di diversa tipologia:

Al Piano Terra ed al Secondo Piano gli infissi sono stati rinnovati e sono realizzati con telaio in PVC e in alluminio a taglio termico e vetro camera.

Al Primo Piano gli infissi della parte Ovest sono stati sostituiti e sono costituiti da telaio in PVC e Vetro camera; la parte Est invece presenta infissi più vecchi in metallo senza Taglio Termico e Singolo vetro.

Lo stato di conservazione degli stessi è molto buono per quanto riguarda tutti i nuovi serramenti, mentre risulta scarso sui serramenti non ancora sostituiti – tra l'altro alcuni di notevoli dimensioni - che causano elevate dispersioni termiche e creano un notevole disagio per gli utenti presenti all'interno dell'edificio.

Figura 4.5 - Particolare dei serramenti I Piano



Figura 4.4 - Particolare dei serramenti I Piano Lato Est



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 modello E8, nel periodo invernale e in accordo con la norma UNI 13187.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

Le immagini termografiche in oggetto mostrano i comportamenti termici dei diversi tipi di infisso rivolto a NORD. La presenza di materiali diversi e diversa tipologia giustificano alcune differenze di temperatura apparenti in realtà dovute a fattori di emissività diversi ed a parziali fenomeni di temperatura riflessa. Non si ritiene, a questo stato preliminare di analisi, di evidenziare alcun fenomeno particolare di perdita energetica (ponti termici o difetti evidenti di isolamento).

Figura 4.6 – Rilievo termografico dei serramenti del corridoio del primo piano.



Dalle analisi effettuate e dalla modellazione termica 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 [LxH] [m]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
PIANO TERRA						
Serramento	F1	1,45x1,30	PVC	Vetro camera	2,995	Ottimo
Serramento	F2	1,6x0,8 0 semicircolare	PVC	Vetro camera	2,995	Buono
Porta vetrata	PF1	1,45x2,45	PVC	Vetro camera	3,036	Ottimo
PIANO PRIMO						
Serramento	F3	1,45x2,90	PVC	Vetro camera	3,024	Ottimo
Serramento	F4	1,35x2,30/1,3x2,20	PVC	Vetro camera	3,046	Ottimo
Serramento Doppio	F5	2,80x3,65	PVC	Vetro camera	1,747	Ottimo
Serramento	F6	2,80x3,65	FERRO	Vetro singolo	5,957	Mediocre
PIANO SECONDO						
Serramento	F7	1,45x2,90	LEGNO	Vetro singolo	3,024	Sufficiente
Serramento	F8	1,45x2,40	PVC	Vetro camera	2,979	Ottimo
Serramento	F9	60X60	PVC	Vetro camera	3,061	Ottimo

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 due generatori a combustione: una caldaia a basamento posta nel locale caldaia per riscaldamento del primo e secondo piano e una caldaia murale ubicata in apposita nicchia separata per riscaldamento e ACS zona refettorio (piano terra). La centrale termica principale ha singola mandata con singola pompa gemellare.

4.2.1 Sottosistema di emissione

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

- Radiatori in alluminio
- Radiatori in ghisa
- Radiatori in acciaio (bagno)

E' necessario sottolineare che al momento del sopralluogo i radiatori ancora presenti in ghisa risultavano in stato davvero pessimo.

Figura 4.7 - Particolare dei radiatori in alluminio



Figura 4.8 – Particolare dei radiatori in ghisa



Figura 4.9 - Particolare dei radiatori in acciaio



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

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

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
ZONA TERMICA PRINCIPALE	Radiatori	89,60%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Terra	Parete	16	0,61 – 1,45	15,67	0	0
Primo	Parete	37	0,70 – 2,56	63,55	0	0
Secondo	Parete	20	0,79 – 3,01	38,19	0	0
TOTALE		73		117,41	0	0

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

4.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell'impianto avviene attraverso l'impostazione degli orari di funzionamento e delle temperature di set-point, che al momento del sopralluogo (periodo invernale) era impostata a 20°C.

È presente inoltre un termostato ambiente nella zona del Piano Terra.

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

Figura 4.10 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per la zona termica generale

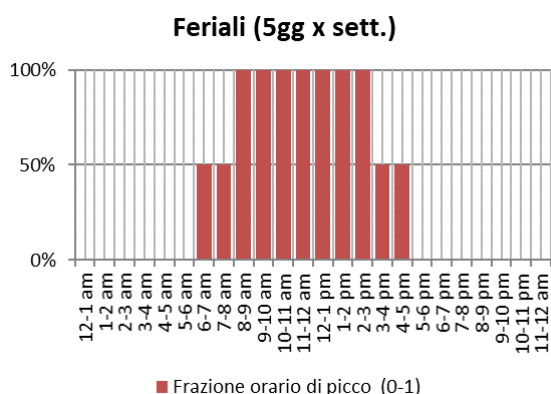
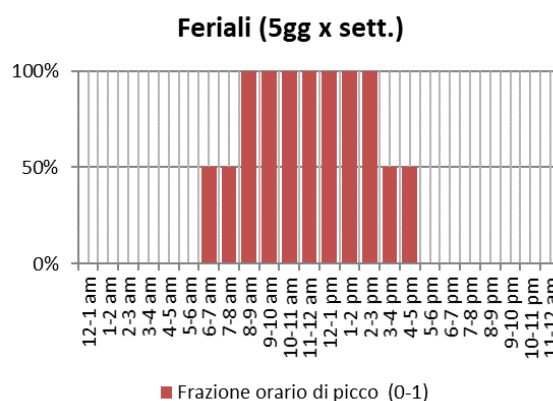


Figura 4.11 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per la zona termica refettorio – Piano Terra



Il dettaglio dei profili orari di funzionamento, rilevati in sede di sopralluogo, è riportato nella Sezione 12 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 riscaldamento per il corpo principale ha singola mandata con singola pompa gemellare con funzionamento alternato, più una pompa anticondensa.
- 2) Circuito per riscaldamento e acqua calda sanitaria Piano Terra: non ha pompe esterne.

Le caratteristiche dei circolatori a servizio del circuito primario sono riportate nella Tabella 4.5.

Tabella 4.5 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

SERVIZIO	N.	MARCA / MODELLO	POTENZA ASSORBITA ⁽⁷⁾ [kW]
Circuito primario riscaldamento	2	GRUNDFOS / UPS D80-120 F	1,5
Circuito anticondensa	1	GRUNDFOS / UPS 50-30 F	0,160
TOTALE			3,160

Le temperature del fluido termovettore all'interno del circuito primario sono riportate nella Tabella 4.6.

Tabella 4.6 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA ⁽¹⁾ °C	TEMPERATURA CALCOLO °C
CIRCUITO PRINCIPALE RISCALDAMENTO	Mandata	Caldo	67 ⁽¹⁾	70 ⁽²⁾
	Ritorno	Caldo	60 ⁽¹⁾	55 ⁽²⁾

Nota (1): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Nota (2): Valori ricavati in sede di sopralluogo

Per quanto riguarda le temperature del fluido termovettore caldo si è potuto notare un sufficiente riscontro tra i valori considerati nel modello di calcolo e quelli rilevati in sede di sopralluogo.

Figura 4.12 – Indagini diagnostiche circuito di MANDATA

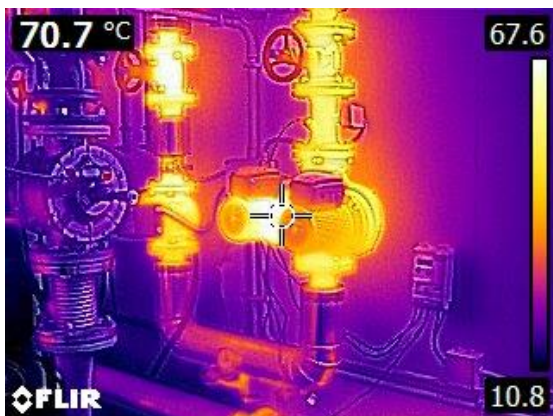
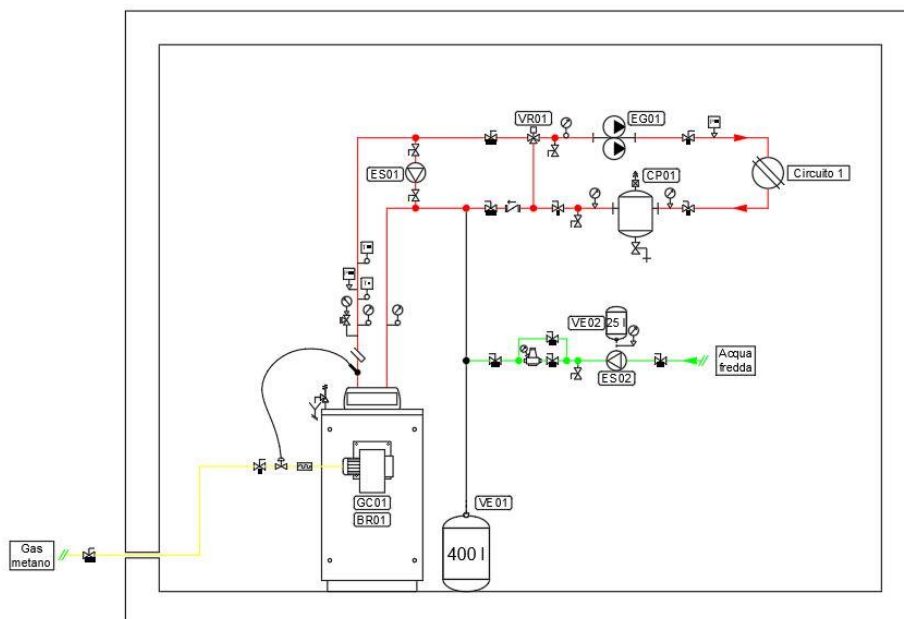


Figura 4.13 - Particolare dello schema di impianto (Fonte: Tavola 162-S01-001-CENTRALE TERMICA.dwg)



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione è stato assunto nella DE pari al 89.6%, calcolato con il software certificato Namirial TERMO, che applica quanto previsto dalla norma UNI/TS 11300-2.

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 centrale termica con una caldaia a basemento "UNICAL TRISTAR 450" a servizio della scuola materna ed elementare al Primo e Secondo Piano (solo riscaldamento), ed una caldaia murale "IMMERGA MINI EOLO", esterni alla centrale termica principali ed installati in apposita nicchia in muratura sulla parete esterna accanto alla Centrale Termica, a servizio del Piano Terra (riscaldamento e ACS).

Figura 4.14 - Particolare di caldaia a basemento

Figura 4.15 - Caldaia murale



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella Tabella 4.7

Tabella 4.7 - Riepilogo caratteristiche sistemi di generazione

	Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO
Gen 1	Riscaldamento	UNICAL	TRISTAR	2009	472	450	89%
Gen 2	Riscaldamento e ACS	IMMERGAS	MINI EOLO	ND	30	28	89%

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 89%, calcolato con il software certificato Namirial TERMO, che applica quanto previsto dalla norma UNI/TS 11300-2.

Tale valore del rendimento è stato confrontato con i valori riportati sul Libretto di Impianto relativi ai risultati della prova fumi i cui valori risultano leggermente superiori (media 96,5%).

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

4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Il consumo di acqua calda sanitaria è relativamente ridotto data la destinazione d'uso dell'edificio. La produzione è eseguita tramite boiler elettrici ad accumulo installati localmente nei servizi igienici e per il solo piano terra (Refettorio) mediante caldaia murale con produzione istantanea di ACS con priorità sul riscaldamento

Figura 4.16 - Particolare della caldaia murale per la produzione di acqua calda sanitaria Piano Terra



Figura 4.17 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria



I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.8.

Tabella 4.8 – 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%	99%	na	99%	75%(*)	-
100%	92,59%	na	-	75%(*)	-

(*) Rendimento calcolato come rapporto tra potenza termica erogata su potenza elettrica assorbita.

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

4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

La climatizzazione per il regime estivo non è presente.

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

Non esiste impianto per la ventilazione meccanica controllata.

4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

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

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate e sono riportate nella Tabella 4.9.

Tabella 4.9 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
PC	10	250	2500	18300
Stampanti	1	500	500	915
Lim	1	100	100	335
Televisore	1	200	200	915
Distributore caffè	2	500	1000	1830
Fotocopiatrice	2	1500	3000	3350

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.

4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade neon di diverse tipologie e taglie.

Le principali tipologie di corpi illuminanti sono di seguito elencati:

- Lampade a neon installate a soffitto o a sospensione nei locali dove è assente il controsoffitto;
- Lampade a neon installate a incasso nei locali dove è presente il controsoffitto;

Figura 4.18 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nei corridoi



L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella Tabella 4.10.

Tabella 4.10 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

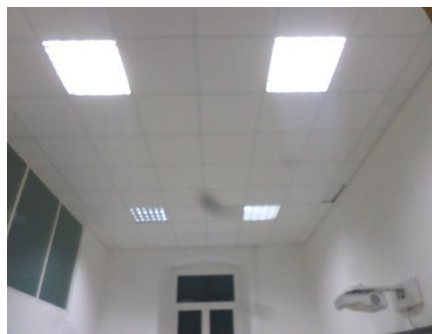
DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
		[W]	[W]
Fluorescente	13	1x18	234
Fluorescente	84	2x36/4x18	6048
Fluorescente	55	1x36	1980
Fluorescente	2	1x65	130

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.

Figura 4.19 - Particolare dei corpi illuminanti installati a soffitto



Figura 4.20 - Particolare dei corpi illuminanti installati nel controsoffitto



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

Non è presente un impianto Fotovoltaico.

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

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

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di un contatore a servizio dei seguenti utilizzi:

- N. 1 - PDR 3270049297402: a servizio della Centrale termica per il riscaldamento
- N. 1 - PDR 3270001477307: a servizio della Caldaia per il riscaldamento e la produzione di Acqua Calda Sanitaria degli ambienti della Zona 2 – Piano Terra – Refettorio.

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 di 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 [mc]	2015 [mc]	2016 [mc]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
3270049297402	Riscaldamento	15.882	15.508	19.118	149.612	146.084	180.092
3270001477307	Riscaldamento e ACS	2.307	1.734	1.686	21.732	16.336	15.886

Parallelamente all'analisi dei consumi storici forniti dalla società di distribuzione si è potuto provvedere alla valutazione dei consumi fatturati nel triennio di riferimento solo per il secondo PDR con consumi minori, in quanto del primo non siamo in possesso delle fatture.

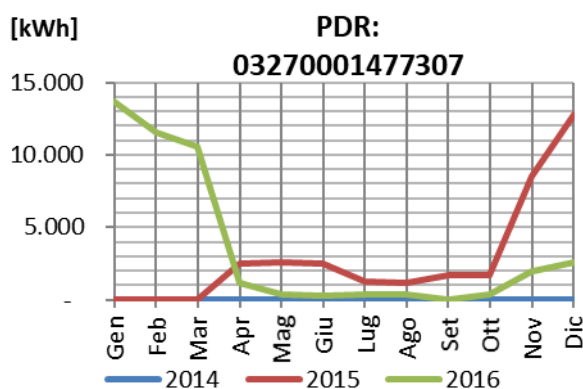
I consumi fatturati dalla società di fornitura sono riportati nella Tabella 5.3.

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

Mese	2014	2015	2016	2014	2015	2016
	[Sm ³]	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen	Fattura mancante	Fattura mancante	1.455	-	-	13.706
Feb	Fattura mancante	Fattura mancante	1.224	-	-	11.530
Mar	Fattura mancante	Fattura mancante	1.127	-	-	10.616
Apr	Fattura mancante	267	124	-	2.515	1.168
Mag	Fattura mancante	275	34	-	2.591	320
Giu	Fattura mancante	267	31	-	2.515	292
Lug	Fattura mancante	135	36	-	1.272	339
Ago	Fattura mancante	126	36	-	1.187	339
Set	Fattura mancante	183	1	-	1.724	9
Ott	Fattura mancante	177	38	-	1.667	358
Nov	Fattura mancante	907	205	-	8.544	1.931
Dic	Fattura mancante	1.361	270	-	12.821	2.543
Totale	-	3.698	4.581	-	34.835	43.153

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

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati



Dall'analisi effettuata è emerso che i dati non sono sufficienti a coprire tre annualità complete, ed è possibile effettuare un'analisi degli stessi ed un confronto con i dati forniti dal distributore solo per l'anno 2016. Per questo anno solare il prelievo termico è caratterizzato da un valore minimo pari a zero kWh, e un valore di massimo prelievo di 1.455 kWh. Tuttavia questa analisi non è rilevante in quanto il PDR in questione ha consumi molto bassi rispetto al consumo totale.

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

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

e non più strettamente dipendente dalle caratteristiche climatiche dell'anno a cui si riferiscono, con lo scopo di ottenere un consumo destagionalizzato che possa poi essere utilizzato per effettuare la taratura del modello energetico di cui al capitolo 6.1.

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

Anno	Ggreali su 108 giorni reali di occupazione	GGRif	Consumo Reale [Smc]	Potere calorifico inferiore [kWh/Nmc]	Fattore di conversione [Smc/Nmc]	Potere calorifico inferiore [kWh/Smc]	Consumo Reale [kWh]	Fattore di normalizzazione α_{rif}	Consumo normalizzato a 921 GG [kWh]
2014	880	921	18.189	9,94	1,0549	9,42	171.389	194,8	179.490
2015	914	921	17.242	9,94	1,0549	9,42	162.466	177,8	163.833
2016	971	921	20.804	9,94	1,0549	9,42	196.030	201,8	185.975
Media	922	921	18.745				176.628	191,7	176.594

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è piuttosto variabile: tale variabilità non va imputata alla realizzazione di interventi di efficientamento, quanto alla variabilità del livello di servizio all'interno degli ambienti.

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}	0
\bar{Q}_{ALTRO}	0
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	176.594
$Q_{baseline}$	176.594

5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 2 contatori i quali sono a servizio dei seguenti utilizzi:

- Primo Piano – Scuola Primaria (Elementare);
- Secondo Piano - Scuola dell'Infanzia (Materna);
- Piano Terra Refettorio e Laboratori.

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]
IT001E00097278	NR	14.382	13.068	14.259 (*)	46.943
IT001E00097279	NR	5.066	4.002	4.227 (*)	12.444
TOTALE		19.448	17.070	18.486	EEbaseline 18.335

Nota (*) A causa della mancanza di diverse fatture, alcuni consumi mancanti dell'anno 2016 sono stati ricavati mediante riproporzionamento dei consumi del mese corrispondente nell'anno precedente.

Tali consumi sono stati confrontati con i consumi annui elaborati e forniti dalla PA ed (identificati per l'edificio oggetto della DE all'interno del file kyotoBaseline-EXXXX) ed è emerso un leggero scostamento dei consumi rilevati dalle fatture rispetto a quanto elaborato nel suddetto file, ma non sulle medie del triennio:

ANNI	2014	2015	2016	MEDIA
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
	18.799	18.217	18.827	18.614
VALORI TOTALI da kyotoBaseline-EXXXX	18.799	18.217	18.827	EEbaseline 18.614

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 18.335 kWh.



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

POD: IT001E00097278	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	1.348	231	303	1.882
Feb - 14	1.162	178	201	1.541
Mar - 14	1.241	175	193	1.609
Apr - 14	1.065	154	181	1.400
Mag - 14	887	142	234	1.263
Giu - 14	541	107	151	799
Lug - 14	364	88	125	577
Ago - 14	180	78	126	384
Set - 14	641	127	155	923
Ott - 14	958	138	125	1.221
Nov - 14	1.158	152	206	1.516
Dic - 14	967	108	192	1.267
Totale	10.512	1.678	2.192	14.382
POD: IT001E00097278	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	1.249	205	322	1.776
Feb - 15	1.198	173	232	1.603
Mar - 15	977	144	185	1.306
Apr - 15	669	106	141	916
Mag - 15	634	85	88	807
Giu - 15	431	60	88	579
Lug - 15	487	69	88	644
Ago - 15	192	121	256	569
Set - 15	475	84	70	629
Ott - 15	992	149	120	1.261
Nov - 15	1.274	174	177	1.625
Dic - 15	1.064	124	165	1.353
Totale	9.642	1.494	1.932	13.068
POD: IT001E00097278	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	1.242	168	259	1.669
Feb - 16	1.196	149	158	1.503
Mar - 16	1.213	149	171	1.533
Apr - 16	975	140	168	1.283
Mag - 16	990	133	140	1.263
Giu - 16	427	93	116	636
Lug - 16	139	62	95	296
Ago - 16	105	61	110	276
Set - 16	508	114	133	755
Ott - 16	1.061	202	228	1.491
Nov - 16	1.363	236	336	1.935



E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Dic - 16	1.138	168	313	1.619
Totale	10.357	1.675	2.227	14.259

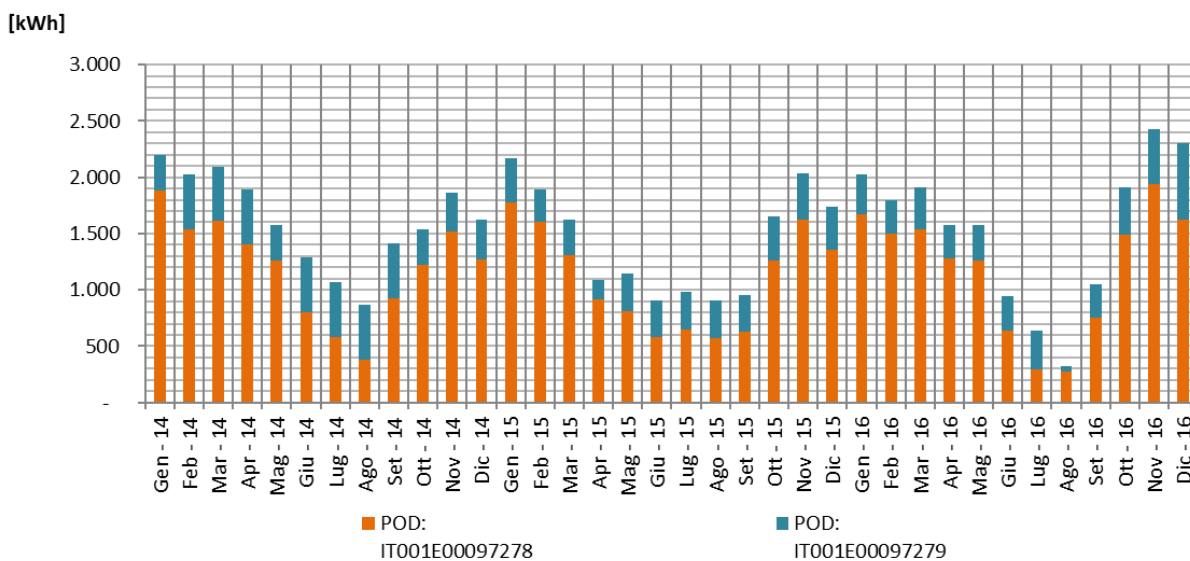
POD: IT001E00097279	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	158	55	103	316
Feb - 14	159	119	209	487
Mar - 14	151	121	215	487
Apr - 14	149	111	227	487
Mag - 14	158	55	103	316
Giu - 14	149	122	216	487
Lug - 14	166	117	204	487
Ago - 14	151	121	215	487
Set - 14	156	114	216	486
Ott - 14	159	55	103	317
Nov - 14	198	50	101	349
Dic - 14	188	53	119	360
Totale	1.942	1.093	2.031	5.066
POD: IT001E00097279	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	212	61	115	388
Feb - 15	143	49	93	285
Mar - 15	158	55	103	316
Apr - 15	80	32	64	176
Mag - 15	158	62	114	334
Giu - 15	153	60	110	323
Lug - 15	158	62	114	334
Ago - 15	158	62	114	334
Set - 15	156	61	112	329
Ott - 15	227	62	100	389
Nov - 15	231	65	110	406
Dic - 15	206	56	126	388
Totale	2.040	687	1.275	4.002
POD: IT001E00097279	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	210	49	98	357
Feb - 16	194	37	60	291
Mar - 16	214	58	106	378
Apr - 16	185	43	66	294
Mag - 16	211	39	66	316
Giu - 16	204	38	64	306
Lug - 16	133	73	135	341
Ago - 16	19	11	20	50

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Set - 16	155	49	95	299
Ott - 16	308	47	65	419
Nov - 16	313	69	113	495
Dic - 16	476	75	130	682
Totale	2.622	588	1.018	4.227

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

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



Dall'analisi effettuata è stato possibile definire i profili mensili dei consumi elettrici di Baseline, valutati come la media dei valori mensili analizzati nel triennio di riferimento.

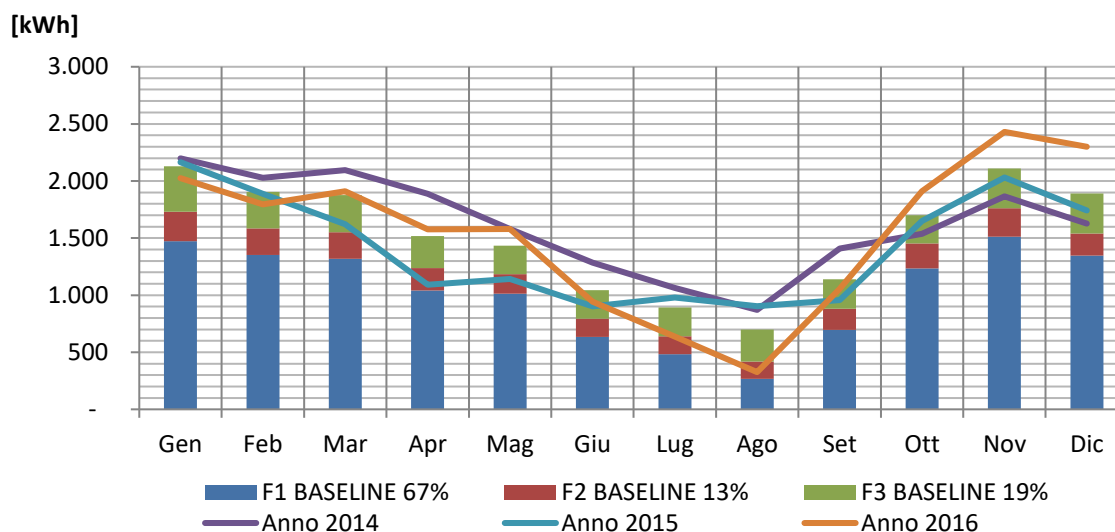
Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
Mese	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen	1.473	256	400	2.129
Feb	1.351	235	318	1.903
Mar	1.318	234	324	1.876
Apr	1.041	195	282	1.519
Mag	1.013	172	248	1.433
Giu	635	160	248	1.043
Lug	482	157	254	893
Ago	268	151	280	700
Set	697	183	260	1.140
Ott	1.235	218	247	1.699
Nov	1.512	249	348	2.109
Dic	1.346	195	348	1.890
Totale	12.372	2.405	3.558	18.335

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 andamenti costanti per i tre anni (non si rilevano aumenti o diminuzioni significative), fatta eccezione per il terzo trimestre del 2016.

Si nota la presenza di un consumo di base anche nei mesi estivi, dovuto in parte agli oneri di consumo fissi in parte alla presenza di personale addetto all'amministrazione all'interno della scuola anche nei mesi estivi.

Non è stato possibile rappresentare i profili giornalieri dei consumi elettrici in quanto l'utenza non è monitorata dalla società di distribuzione.

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.

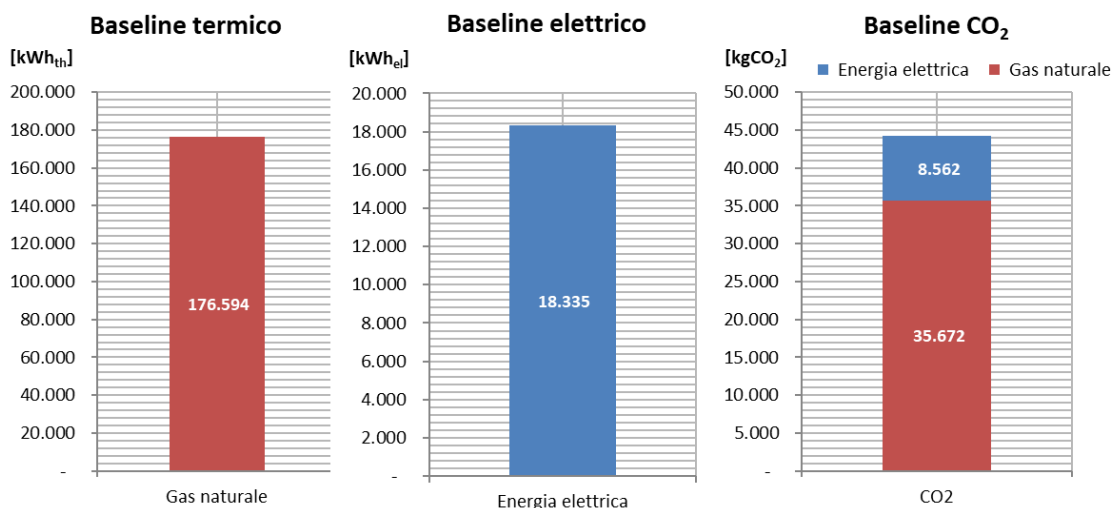
COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	kgCO ₂ /kWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249

* 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. e nella Figura 5.4

Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	EMISSIONI DI CO ₂
	[kWh]	[kgCO ₂ /kWh]	[kgCO ₂]
Gas naturale	176.594	0,202	35.672
Energia elettrica	18.335	0,467	8.562
TOTALE			44.234

 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	1.469	m ²
FATTORE 2	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	3.083	m ²
FATTORE 3	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	12.990	m ³

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

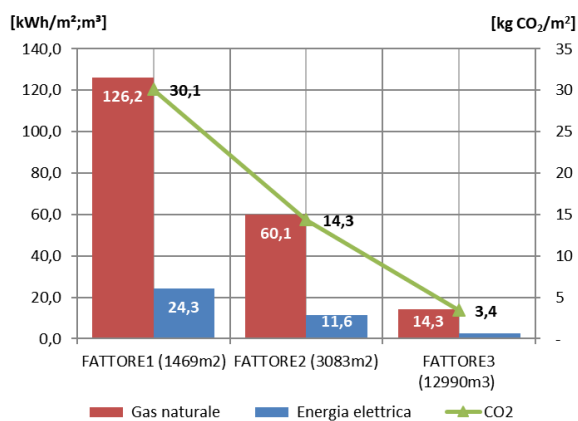
Tabella 5.13 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all’energia primaria totale

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTOR E DI CONVERSIONE	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

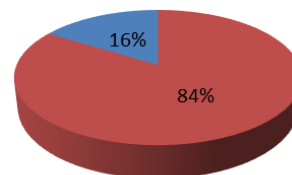
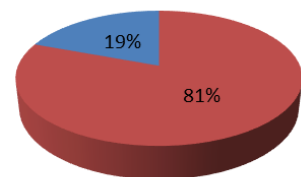
	ENERGIA PRIMARIA A TOTALE		INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI			
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]
Gas naturale	176.594	1,05	185.423	126,2	60,1	14,3	24,28	11,57	2,75
Energia elettrica	18.335	2,42	44.370	30,2	14,4	3,4	5,83	2,78	0,66
TOTALE			229.793	156	75	18	30	14	3

Tabella 5.14 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all'energia primaria non rinnovabile

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTOR E DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA A 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 ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]
Gas naturale	176.594	1,05	185.423	126,2	60,1	14,3	24,28	11,57	2,75
Energia elettrica	18.335	1,95	35.753	24,3	11,6	2,8	5,83	2,78	0,66
TOTALE			221.176	151	72	17	30	14	3

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

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

Ripartizione % energia primaria


 Ripartizione % emissioni CO₂


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

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

- 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/(m ³ GG anno)			Wh/(m ³ anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	25,7	23,5	26,2	NA	NA	NA
Energia elettrica	NA	NA	NA	12,4	11,6	12,0

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo per tutti gli indici riferiti una prestazione sufficiente, fatta eccezione per quelli relativi ai consumi termici degli anni 2014 e 2016, che sono risultati insufficienti. Per i dettagli sulle valutazioni effettuate vedere **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

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	$EP_{gl,nren}$	kWh/mq anno	199,73	186,64
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	147,09	144,01
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	1,63	1,53
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	51,01	41,11
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	0	0
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	Kg/mq anno		36,22

Gli indici di prestazione energetica sopra riportati corrispondono ad un quantitativo annuo di vettore energetico consumato, riportato nella Tabella 6.2

Tabella 6.2 – Consumo di vettore energetico ricavato dalla modellazione (valutazione in modalità standard di utilizzo)

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO
	[m ³ /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	18.184	-
Energia Elettrica	-	40.865

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

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

Dove:

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

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

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

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

(*) Tale contributo non è definito all'interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall'Auditor

6.1.1 Validazione del modello termico

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

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell'edificio considerando i profili realistici di utilizzo e fruizione dell'edificio e i dati climatici medi delle annualità analizzate (2014-2015 e 2016).

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl, nren}$	kWh/mq anno	175	166,3
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	144,12	141,1
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	1,60	1,5
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	0	0

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	29,28	23,6
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	0	0
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno		32,3

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	17.816	-
Energia Elettrica	-	23.459

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

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
175.027	176.594	3%

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

6.1.2 Validazione del modello elettrico

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

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

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
18.602	18.335	1%

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

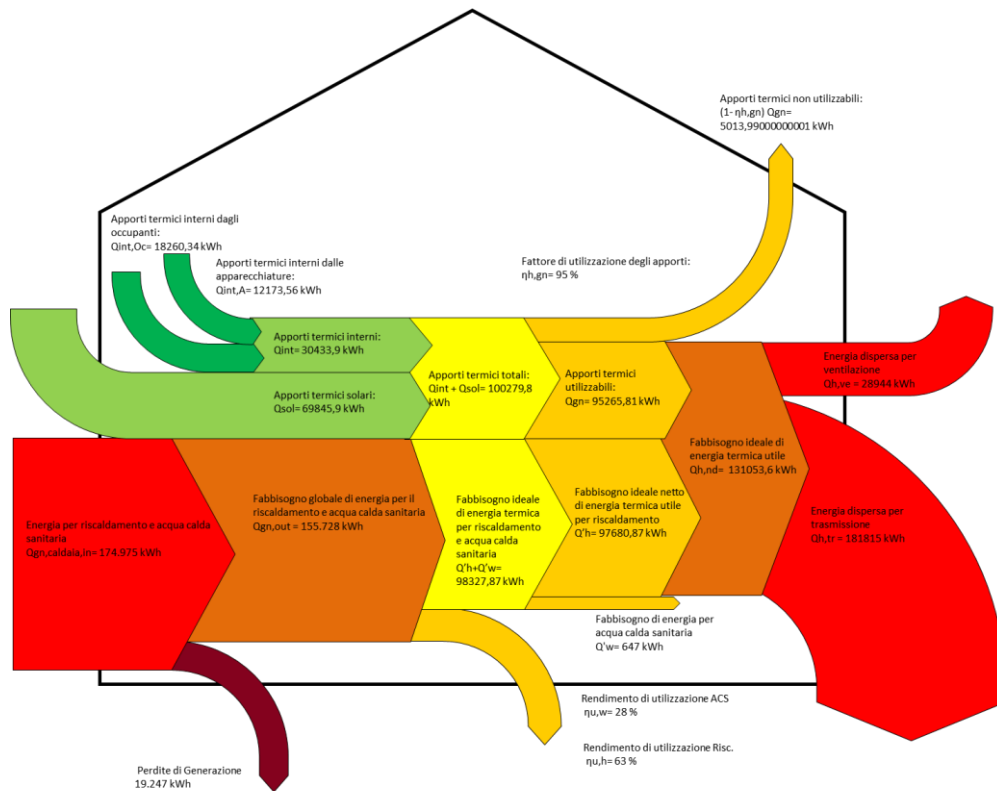
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

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

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

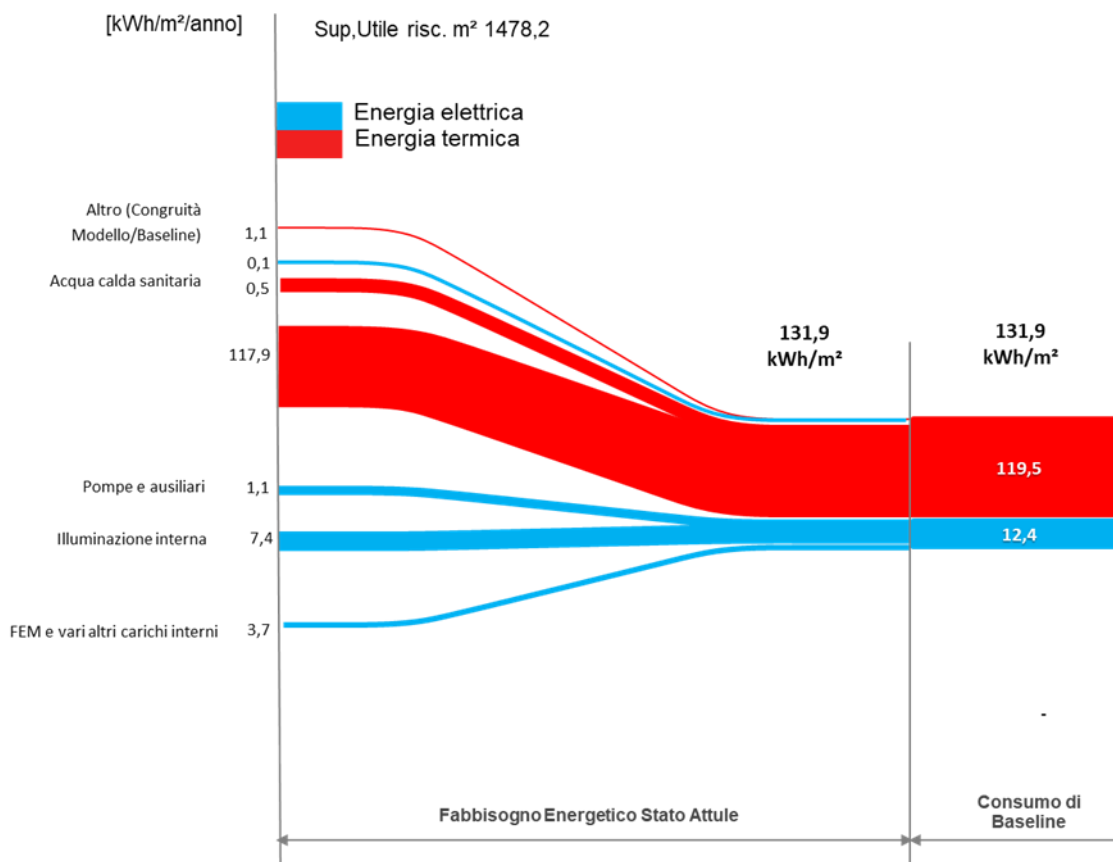
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio allo stato attuale



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio è possibile notare che le perdite di generazione, dovute alla caldaia obsoleta non sono trascurabili e contribuiscono alla dispersione energetica dell'edificio. Si osserva inoltre che la quota di energia dispersa per trasmissione è superiore a quella dispersa per ventilazione, vista la scarsa capacità di isolamento dell'involucro.

E' quindi possibile creare un bilancio energetico complessivo dell'edificio, riportato nella Figura 6.2 – Bilancio energetico complessivo dell'edificio allo stato attuale.

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.

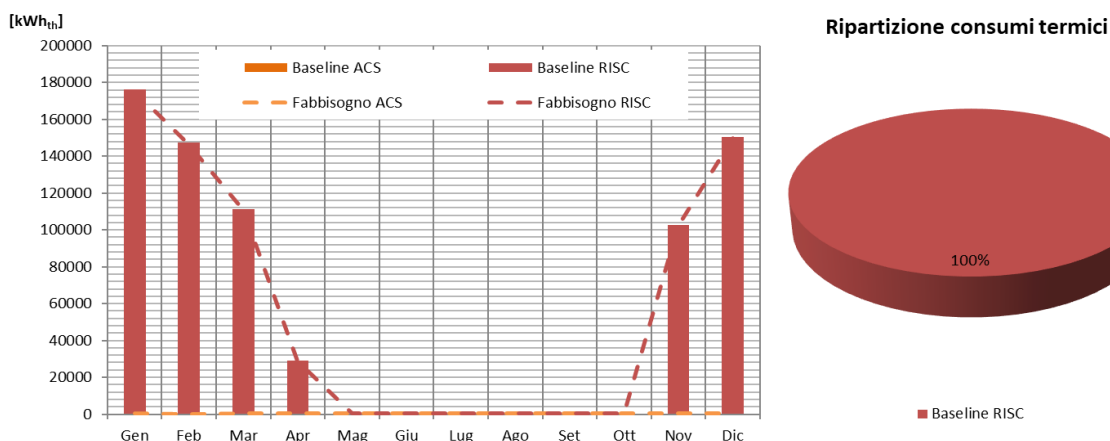
Nel caso in cui, invece i consumi teorici siano inferiori rispetto alla Baseline il termine “Altro – Congruità” rappresenta la differenza per eccesso tra i consumi specifici di Baseline ed i consumi teorici.

6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

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

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

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



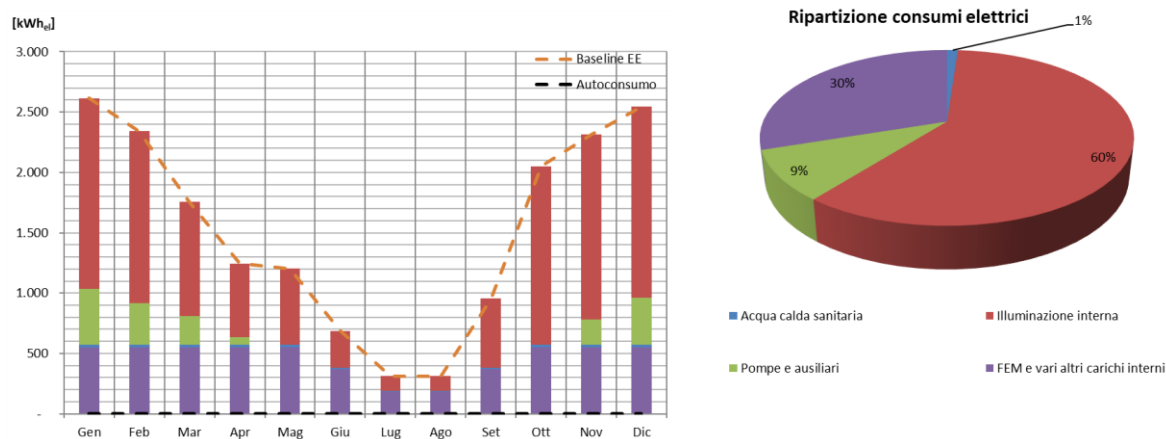
Si può notare come la totalità dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per il riscaldamento dei locali, pertanto gli interventi migliorativi proposti, andranno ad interessare principalmente tali componenti.

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 all'illuminazione interna dei locali e all'assorbimento legato alle utenze elettriche presenti, pertanto gli interventi migliorativi proposti dal punto di vista elettrico, andranno ad interessare principalmente tali componenti.

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO

7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

La fornitura del vettore termico avviene tramite due contratti differenti per i due PDR presenti all'interno dell'edificio, come di seguito elencato:

- PDR 1 – 3270049297402: 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;
- PDR 2 – 3270001477307: contratto di fornitura del solo 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 7.1 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: 03270001477307	2014	2015	2015	2016	2016
Indirizzo di fornitura					
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	Iren	Iren	Eni	Eni	Energetic
Inizio periodo fornitura	31/03/2014	01/01/2015	01/04/2015	01/01/2016	01/04/2016
Fine periodo fornitura	30/06/2014	31/03/2015	31/12/2015	31/03/2016	31/12/2016
Classe del contatore	nd	Classe G004	Classe G0004	Classe G0004	Senza correttore
Tipologia di contratto	nd	Punto di riconsegna per servizio pubblico	Utenze con attività di servizio pubblico	Utenze con attività di servizio pubblico	Punto di riconsegna per usi diversi
Opzione tariffaria (*)	nd	nd	OP1208	OP1208	nd
Valore del coefficiente correttivo dei consumi	nd	1,02	1,02	1,02	1,02
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile	nd	38,190	38,190	38,190	nd
Prezzi di fornitura del combustibile (**) (IVA INCLUSA)	nd	0,42 €/Smc	0,28 €/Smc	0,26 €/Smc	0,19 €/Smc

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

(**): 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.

Dalle informazioni riportate nella tabella si può desumere che l'Amministrazione aderisce al mercato libero dell'energia (solo un PDR).

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

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

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

PDR: 03270001477307	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWh]	[€/kWh]
Gen - 14	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante
Feb - 14	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante
Mar - 14	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante
Apr - 14	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante
Mag - 14	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante
Giu - 14	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante
Lug - 14	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante
Ago - 14	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante
Set - 14	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante
Ott - 14	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante
Nov - 14	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante
Dic - 14	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante
Totale	-	-	-	-	-	-	-	-
PDR: 03270001477307	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWh]	[€/kWh]
Gen - 15	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante
Feb - 15	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante
Mar - 15	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante
Apr - 15	75	4	32	54	-	164	2.515	0,065
Mag - 15	77	4	32	54	-	167	2.591	0,064
Giu - 15	75	4	32	54	-	164	2.515	0,065
Lug - 15	36	4	16	29	-	85	1.272	0,067
Ago - 15	34	4	15	27	-	79	1.187	0,067
Set - 15	48	4	22	39	1	114	1.724	0,066
Ott - 15	47	4	23	37	-	111	1.667	0,066
Nov - 15	239	4	116	192	-	551	8.544	0,065
Dic - 15	359	4	174	288	181	1.006	12.821	0,078
Totale	989	35	461	774	183	2.441	34.835	0,070
PDR: 03270001477307	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gen - 16	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	-	13.706	-
Feb - 16	301	4	157	258	3	722	11.530	0,063
Mar - 16	278	4	144	239	-	664	10.616	0,063
Apr - 16	25	3	15	24	-	67	1.168	0,057
Mag - 16	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	-	320	-
Giu - 16	8	3	5	7	-	22	292	0,074
Lug - 16	- 7	-	-	- 7	-	- 14	339	- 0,042
Ago - 16	8	3	5	7	-	22	339	0,064
Set - 16	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	-	9	-
Ott - 16	9	3	4	7	-	23	358	0,065
Nov - 16	48	3	23	42	-	116	1.931	0,060
Dic - 16	63	3	29	57	-	153	2.543	0,060
Totale	732	22	381	635	3	1.773	43.153	0,041

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

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

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

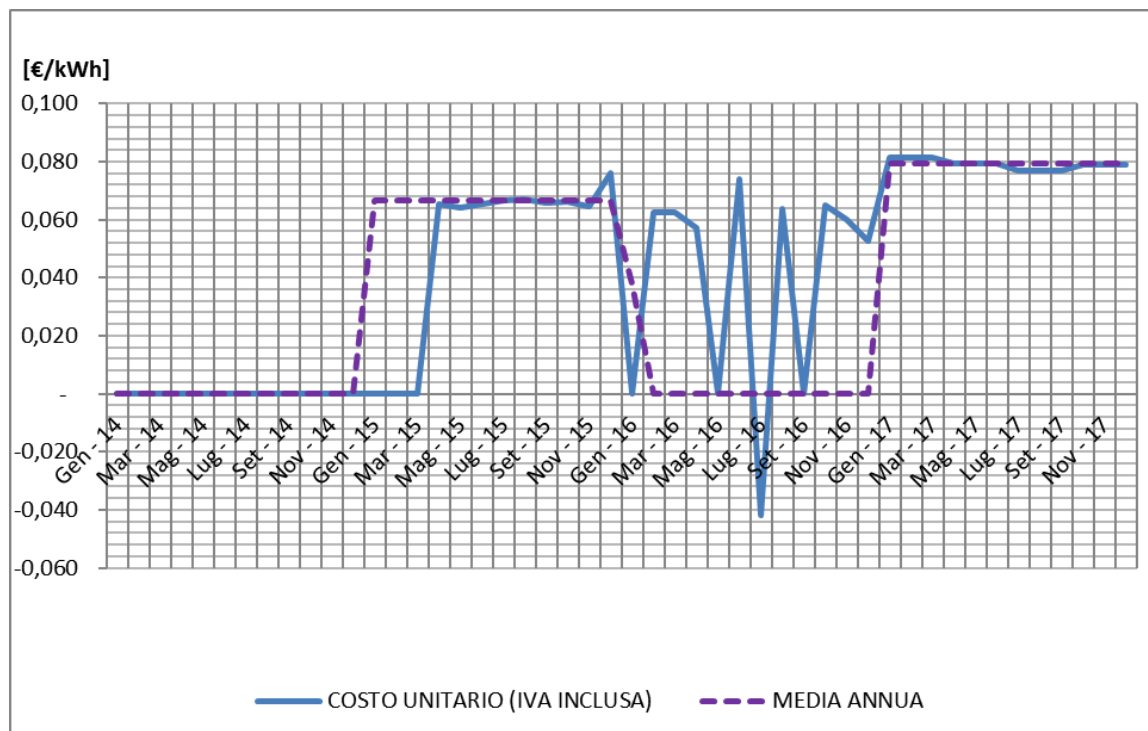
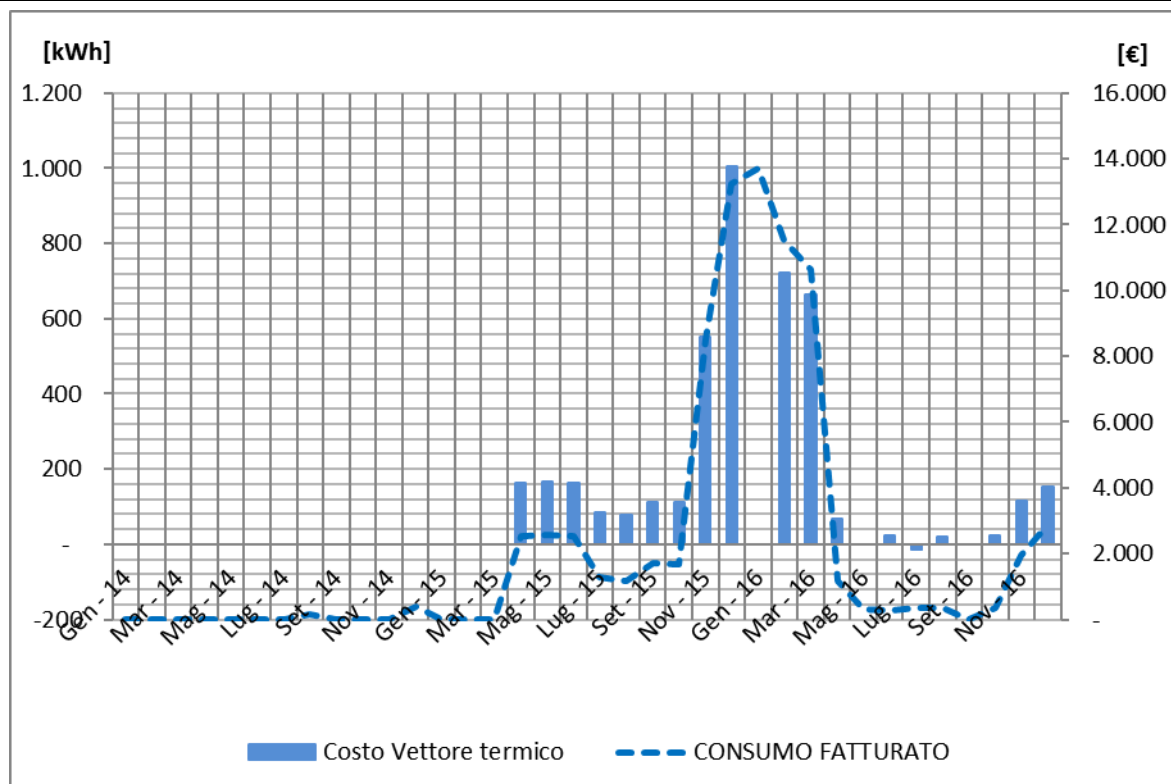


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia termica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che l'analisi sull'andamento dei costi non è sufficientemente accurata a causa della mancanza di gran parte delle fatture

7.1.1 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite due contratti differenti per i due POD presenti all'interno dell'edificio, come di seguito elencato:

- POD 1 – IT001E00097278: 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.
- POD 2 – IT001E00097279: 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 e nella Tabella 7.4 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: IT001E00097278

POD: IT001E00097278	2014	2015	2015	2016	2016
Indirizzo di fornitura					
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	Edison	Edison	Gala	Gala	Iren
Inizio periodo fornitura	01/01/2014	01/01/2015	01/04/2015	01/01/2016	01/04/2016
Fine periodo fornitura	31/12/2014	31/03/2015	31/12/2015	31/03/2016	31/12/2016
Potenza elettrica impegnata	16,50 kW	16,50 kW	15 kW	15 kW	15 kW
Potenza elettrica disponibile	16,50 kW	16,50 kW	16,50 kW	16,50 kW	16,50 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT	Forniture in BT	Utenza altri usi	Utenza altri usi	Altri usi



E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Opzione tariffaria ⁽¹⁾	Genova-2013-NEW	Genova-2013-NEW	CONSIP EE12 - Lotto 2	CONSIP EE12 - L2	CONSIP13 VERDE - L0390
Prezzi del forniture dell'energia elettrica	0,198	0,225	0,225	0,215	0,215

Tabella 7.4.– Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di riferimento
POD: IT001E00097279

POD: IT001E00097278	2014	2015	2015	2016	2016
Indirizzo di fornitura					
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	Edison	Edison	Gala	Gala	Iren
Inizio periodo fornitura	01/01/2014	01/01/2015	01/04/2015	01/01/2016	01/04/2016
Fine periodo fornitura	31/12/2014	31/03/2015	31/12/2015	31/03/2016	31/12/2016
Potenza elettrica impegnata	6 kW	6 kW	6 kW	6 kW	15 kW
Potenza elettrica disponibile	6 kW	6 kW	6,6 kW	6,6 kW	16,50 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	Forniture in BT (escluso IP)	Utenza altri usi	Utenza altri usi	Altri usi
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	Genova-2013-NEW	Genova-2013-NEW	CONSIP EE12 - Lotto 2	CONSIP EE12 - L2 - Delibera 308/2016/R/eel	CONSIP13 VERDE - L0390
Prezzi del forniture dell'energia elettrica	0,285	0,265	0,265	0,172	0,172

Dalle informazioni riportate nella tabella si può desumere che l'amministrazione aderisce alle tariffe del mercato libero.

Nella Tabella 7.5 si riporta l'andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti.

Tabella 7.5 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento

POD: IT001E00097278	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 14	52	12	104	8	18	194	1.882	0,103
Feb - 14	129	12	173	19	33	366	1.541	0,237
Mar - 14	135	12	179	20	35	380	1.609	0,236
Apr - 14	117	12	171	18	32	349	1.400	0,249
Mag - 14	104	12	157	16	29	317	1.263	0,251
Giu - 14	66	12	91	10	18	196	799	0,245
Lug - 14	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	-	577	-
Ago - 14	30	12	78	5	13	137	384	0,358
Set - 14	76	12	126	12	23	248	923	0,269
Ott - 14	89	12	153	15	28	297	1.221	0,243
Nov - 14	126	12	177	19	33	368	1.516	0,243
Dic - 14	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	-	1.267	-
Totale	923	117	1.409	142	261	2.851	14.382	0,198
POD: IT001E00097278	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO



E1908 VIA STRUPPA - DORIA

ANNO 2015	PARTE FISSA		PARTE VARIABILE			[€]	[KWH]	(IVA INCLUSA) [€/kWh]
	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]			
Gen - 15	146	12	196	22	-	376	1.776	0,212
Feb - 15	133	12	176	20	34	376	1.603	0,234
Mar - 15	133	12	171	20	34	370	1.306	0,283
Apr - 15	96	15	77	11	-	198	916	0,216
Mag - 15	87	15	67	10	-	179	807	0,222
Giu - 15	83	15	64	10	-	171	579	0,295
Lug - 15	92	19	28	4	-	143	644	0,222
Ago - 15	75	15	112	16	-	219	569	0,385
Set - 15	78	15	64	9	-	166	629	0,264
Ott - 15	96	31	97	16	-	239	1.261	0,190
Nov - 15	80	31	145	20	-	276	1.625	0,170
Dic - 15	150	15	45	17	-	227	1.353	0,168
Totale	1.250	207	1.239	176	68	2.940	13.068	0,225
ANNO 2016	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 16	186	15	139	13	-	354	1.669	0,212
Feb - 16	124	47	186	28	-	384	1.503	0,256
Mar - 16	402	61	424	59	-	946	1.533	0,617
Apr - 16	206	15	160	16	-	170	1.283	0,132
Mag - 16	91	15	127	21	49	302	1.263	0,239
Giu - 16	67	15	64	8	15	169	636	0,266
Lug - 16	54	15	30	4	10	114	296	0,385
Ago - 16	51	15	29	3	10	109	276	0,395
Set - 16	78	15	80	9	18	201	755	0,266
Ott - 16	127	15	132	16	29	319	1.491	0,214
Nov - 16	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	-	1.935	-
Dic - 16	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	-	1.619	-
Totale	1.385	231	1.370	178	132	3.068	14.259	0,215

ANNO 2014	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 14	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	-	316	-
Feb - 14	37	12	60	6	25	140	487	0,287



E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Mar - 14	37	12	60	6	25	139	487	0,286	
Apr - 14	37	12	63	6	26	143	487	0,294	
Mag - 14	37	12	63	6	26	143	316	0,453	
Giu - 14	37	12	63	6	26	143	487	0,293	
Lug - 14	37	12	63	6	26	143	487	0,293	
Ago - 14	37	12	62	6	26	143	487	0,293	
Set - 14	37	12	54	6	26	135	486	0,277	
Ott - 14	25	12	47	4	19	107	317	0,338	
Nov - 14	28	12	50	4	21	114	349	0,328	
Dic - 14	28	12	50	5	-	95	360	0,264	
Totale	376	129	634	62	245	1.445	5.066	0,285	
POD: IT001E00097279	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	31	12	60	5	-	108	388	0,278	
Feb - 15	22	12	42	4	18	98	285	0,345	
Mar - 15	25	12	44	4	19	104	316	0,329	
Apr - 15	28	15	15	2	-	59	176	0,337	
Mag - 15	31	15	19	3	-	68	334	0,202	
Giu - 15	32	21	25	4	-	81	323	0,251	
Lug - 15	32	21	24	3	-	81	334	0,242	
Ago - 15	33	15	26	37	-	110	334	0,330	
Set - 15	35	15	30	4	-	84	329	0,256	
Ott - 15	34	15	31	4	-	84	389	0,217	
Nov - 15	34	15	32	5	-	86	406	0,211	
Dic - 15	45	15	33	5	-	98	388	0,254	
Totale	380	184	382	79	36	1.061	4.002	0,265	
POD: IT001E00097279	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	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	-	357	-	
Feb - 16	33	15	32	5	-	85	291	0,292	
Mar - 16	47	15	31	5	-	98	378	0,259	
Apr - 16	10	15	128	16	-	170	294	0,578	
Mag - 16	26	15	32	4	-	77	316	0,245	
Giu - 16	30	15	33	4	8	90	306	0,293	
Lug - 16	19	15	-	11	0	4	27	341	0,079
Ago - 16	18	15	5	1	4	43	50	0,862	
Set - 16	39	15	51	6	-	112	299	0,373	

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Ott - 16	10	-	14	2	-	26	419	0,062
Nov - 16	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	-	495	-
Dic - 16	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	Fattura mancante	-	682	-
Totale	231	122	315	42	16	727	4.227	0,172

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

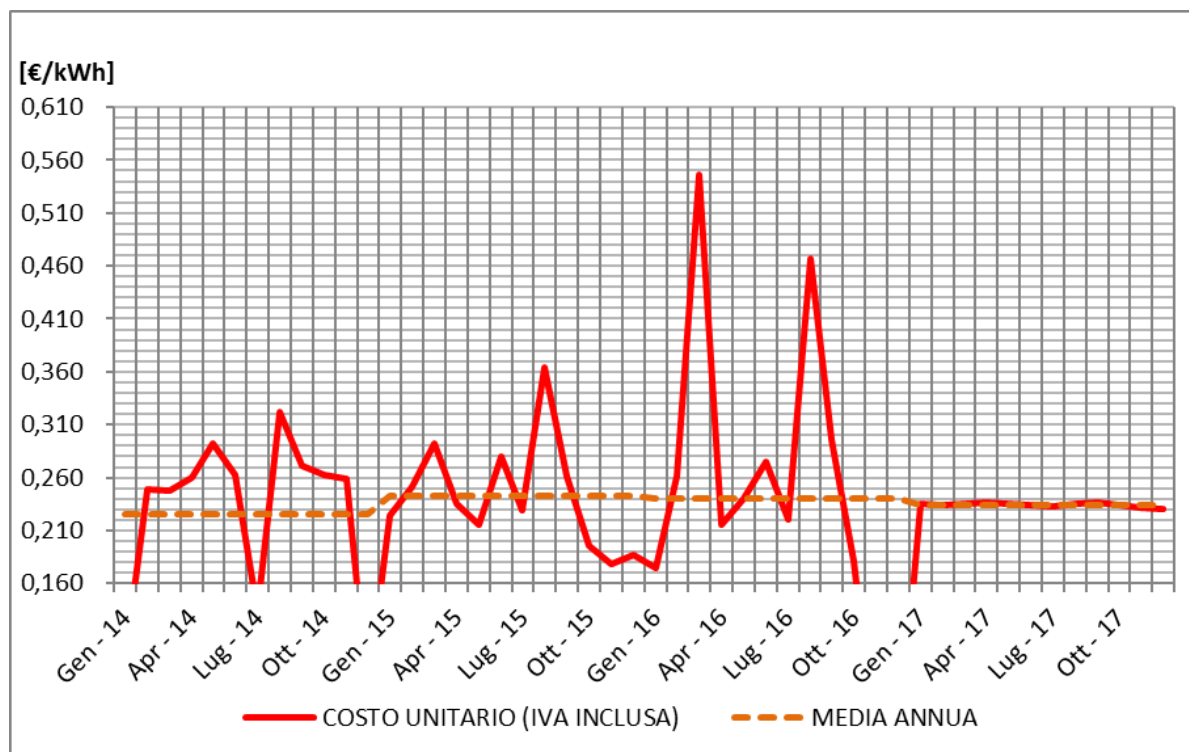
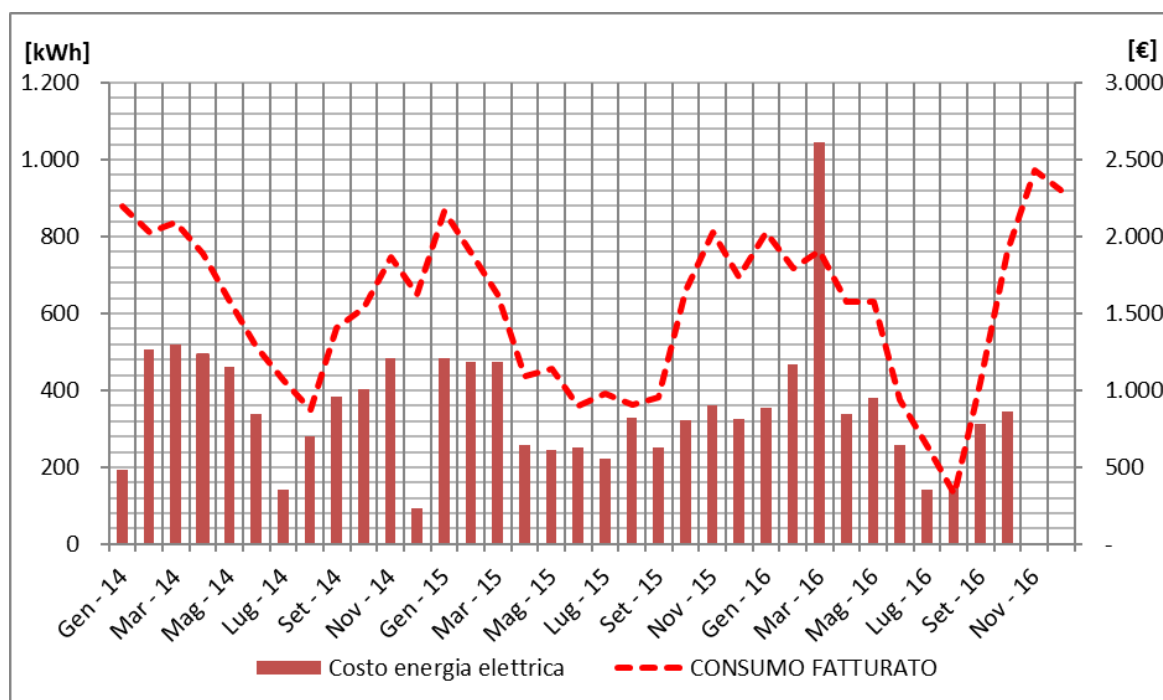


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che l'andamento dei costi è stato molto variabile, soprattutto nell'anno 2016.

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 7.6 sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati.

Tabella 7.6 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO (analisi di un solo PDR)			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]
2014	-	-	-	19.448	€ 4.296	€ 0,221	€ 4.296
2015	27.214	€ 1.946	€ 0,071	17.070	€ 4.001	€ 0,234	€ 5.947
2016	43.153	€ 1.773	€ 0,041	18.486	€ 3.795	€ 0,205	€ 5.568
2017	-	-	€ 0,0805	-	-	€ 0,211	-
Media	35.183	€ 1.859	€ 0,064	18.335	€ 4.031	€ 0,217	€ 5.270

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 individuati per il calcolo della Baseline

Definizione	Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	Cu _Q 0,0805 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	Cu _{EE} 0,211 [€/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:

- L1-042-162: servizio SIE3
- L1-042-364: 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 18.419 €.

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 Kyoto Baseline-EXXX. 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:

$$C_{MS} = 0.21 \times C_M$$
$$C_{MO} = 0.79 \times C_M$$

Nel caso dell'edificio attuale il contratto di tipo SIE 3 è preponderante sia come costi sia come consumi.

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori riportati nella Tabella 7.8.

Tabella 7.8 – 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} 3.315	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	C_{MS} 881	[€/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:

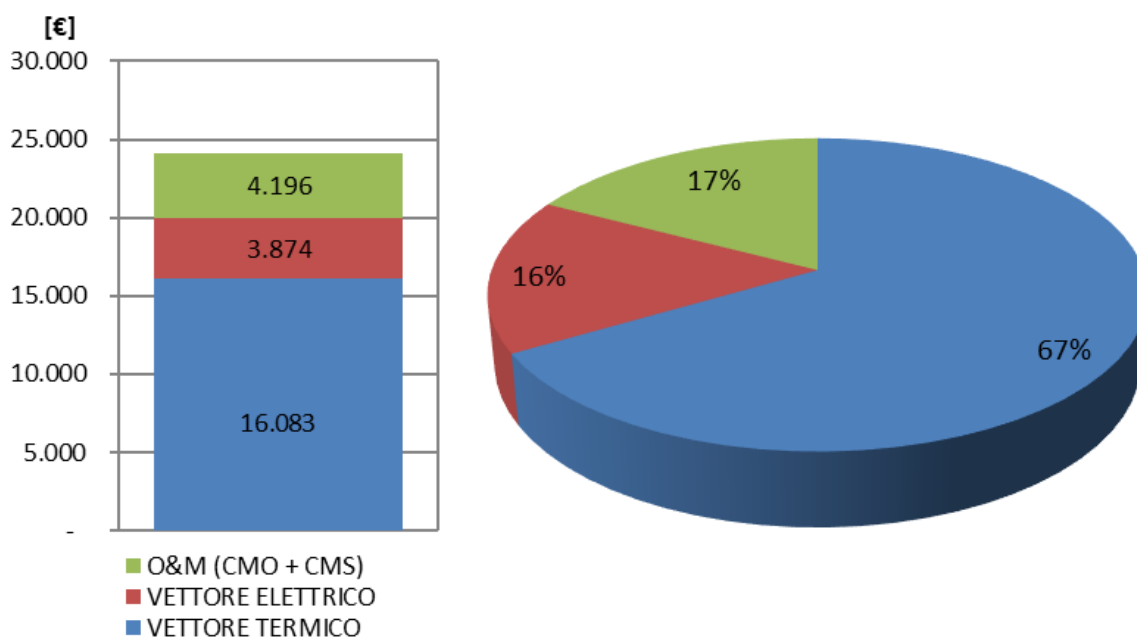
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un C_E pari a € 19.957 e un $C_{baseline}$ pari a € 24.153

Tabella 7.9 – 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]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
176.594	0,081	16.083	18.335	0,211	3.874	4.196	3.315	881	24.153

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: Sostituzione degli infissi esterni

Generalità

La misura prevede la sostituzione degli infissi esterni che delimitano il volume riscaldato al fine di aumentarne le prestazioni di scambio termico verso l'esterno e diminuire di conseguenza il fabbisogno energetico necessario per il riscaldamento.

Naturalmente la sostituzione riguarderà i soli infissi che non sono ancora stati rinnovati.

Figura 8.1 – Esempio del vecchio tipo di infissi presenti



Caratteristiche funzionali e tecniche

L'operazione consiste nella sostituzione degli infissi esistenti con altri di uguale forma e dimensione ma con elevate prestazioni termiche.

La scelta sarà orientata anche sulla base delle caratteristiche estetiche e formali degli infissi esistenti. In questo caso la sostituzione avverrà con infissi (finestra o portafinestra) in PVC completo di vetrocamera ad alte prestazioni termiche, con valore massimo di trasmittanza $U=1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$, apertura ad una o due ante o a vasistas, il colore a scelta della DL in accordo con la Committenza.

Si otterrà un miglioramento del comfort abitativo in quanto la presenza di un infisso più performante fa sì che la temperatura superficiale sia più vicina a quella ambiente e che l'infisso ed il muro abbiano una maggiore continuità nel mantenimento della temperatura ambiente richiesta, inoltre si eviterà la formazione di condensa sui vetri diminuendo l'umidità dell'ambiente.

Descrizione dei lavori

Sarà necessario scegliere tipologie di infisso compatibili anche formalmente con l'aspetto dell'edificio. La posa dovrà avvenire da parte di personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche.

La manutenzione deve essere realizzata con tecniche e prodotti compatibili con la resistenza chimica, fisica e meccanica del materiale e devono essere seguite le procedure di pulizia indicate dai produttori.

Prestazioni raggiungibili

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

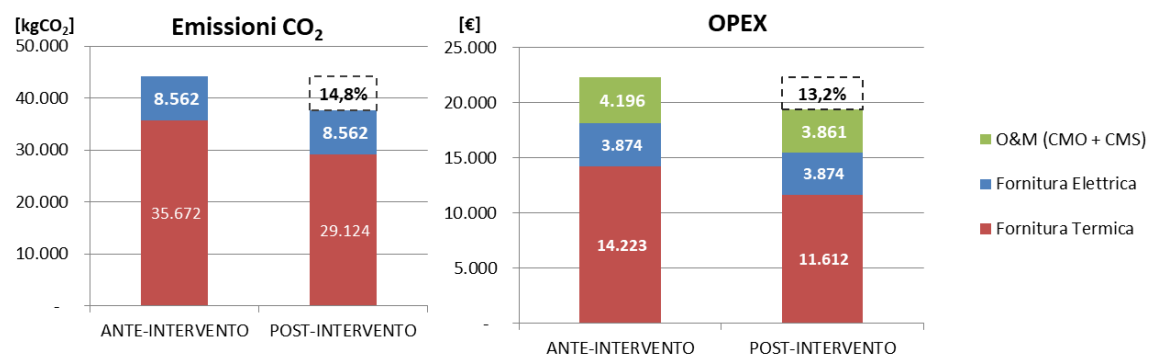
Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Sostituzione degli infissi esterni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM1 -Trasmittanza infissi	[W/m ² K]	4,98	1,65	66,9%
Q _{teorico}	[kWh]	174.975	142.857	18,4%
EE _{teorico}	[kWh]	18.602	18.602	0,0%

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

$Q_{baseline}$	[kWh]	176.594	144.178	18,4%
$EE_{baseline}$	[kWh]	18.335	18.335	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	35.672	29.124	18,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.562	8.562	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	44.234	37.686	14,8%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	14.223	11.612	18,4%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	3.874	3.874	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	18.097	15.486	14,4%
C_{MO}	[€]	3.315	3.040	8,3%
C_{MS}	[€]	881	821	6,8%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	4.196	3.861	8,0%
OPEX	[€]	22.293	19.348	13,2%
Classe energetica	[-]	G	F	+1 classe

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



Il risparmio sulla manutenzione deriverà da una ridotta accensione dell'impianto di riscaldamento, quindi da una minore probabilità di guasti e da una ridotta necessità di manutenzione sullo stesso. Inoltre il cappotto garantirà minor presenza di umidità e condensa.

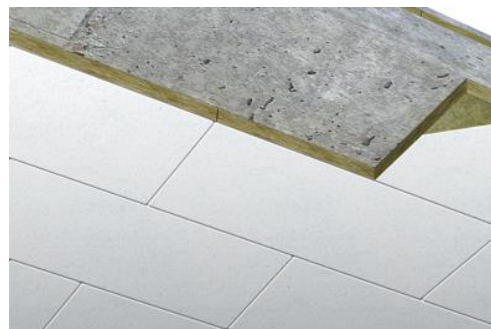
EEM2: Coibentazione a cappotto dell'involucro edilizio
Generalità

La misura prevede l'isolamento delle superfici disperdenti delimitanti il volume riscaldato al fine di aumentarne le prestazioni di scambio termico verso l'esterno e diminuire di conseguenza il fabbisogno energetico necessario per il riscaldamento.

Figura 8.3– Esempio tipo di coibentazione a cappotto



Figura 8.4– Esempio di isolamento del solaio di copertura



Caratteristiche funzionali e tecniche

L'operazione consiste nell'applicare uno strato di materiale isolante direttamente in corrispondenza dell'involucro esterno, sia esso verticale o orizzontale. Per la sua realizzazione è necessario valutare che il sovraccarico causato dalla posa dei pannelli sia compatibile con la struttura e che il piano di posa sia impermeabilizzato.

L'isolamento costituisce una tecnica di retrofit per ridurre le dispersioni per trasmissione dell'involucro edilizio e per migliorare il confort termico ed acustico degli utenti; si ottiene il miglioramento del comfort abitativo in quanto la presenza di un isolamento fa sì che la temperatura superficiale sia più vicina a quella ambiente, evitando la formazione di condensa e muffe sulla superficie interna. Lo strato isolante verrà posizionato quando possibile oltre lo strato resistente, in modo tale da proteggerlo dagli sbalzi termici, da sfruttarne l'inerzia termica e da diminuire il rischio di condensa interstiziale.

La copertura risulta essere in buono stato manutentivo, con guaina isolante che non presenta infiltrazioni e deterioramenti. Per questo motivo il solaio di copertura verrà isolato dall'interno, soluzione ritenuta fattibile dall'elevata altezza interpiano, e conveniente dal punto di vista economico.

Descrizione dei lavori

Sarà necessario scegliere tipologie di pannelli isolanti caratterizzati da ridotta conducibilità termica, elevata densità e buona permeabilità alla diffusione del vapore acqueo, al fine di ottenere una trasmittanza termica contenuta ed una buona permeabilità al vapore. L'intervento permette di ottenere riduzioni nei valori di trasmittanza termica fino all'75% - 80%, in relazione al tipo di isolamento realizzato.

Andrà inoltre verificata l'assenza di formazione di condensa.

Prestazioni raggiungibili

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

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Coibentazione a cappotto dell'involucro edilizio

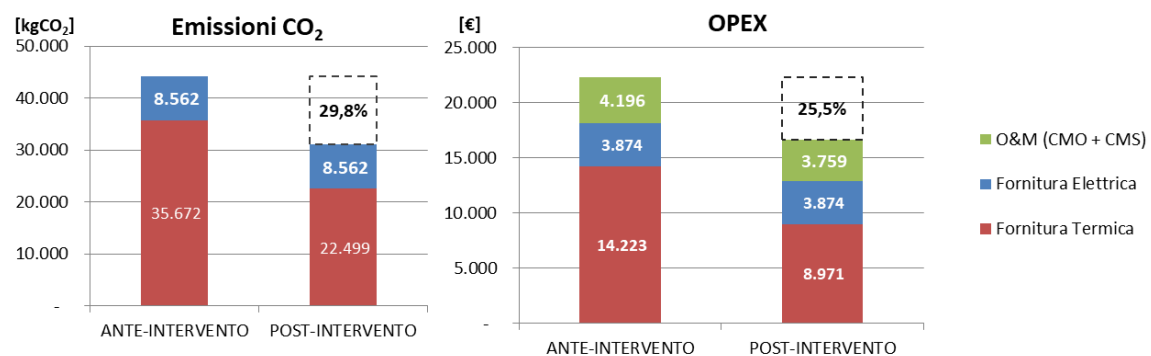
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM2 -Trasmittanza media parete	[W/m ² K]	1,10	0,26	76,4%
Q _{teorico}	[kWh]	174.975	110.360	36,9%
EE _{teorico}	[kWh]	18.602	18.602	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	176.594	111.381	36,9%
EE _{Baseline}	[kWh]	18.335	18.335	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	35.672	22.499	36,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.562	8.562	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	44.234	31.061	29,8%
Fornitura Termica, C ₀	[€]	14.223	8.971	36,9%

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.874	3.874	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	18.097	12.845	29,0%
C _{MO}	[€]	3.315	2.934	11,5%
C _{MS}	[€]	881	826	6,3%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	4.196	3.759	10,4%
OPEX	[€]	22.293	16.604	25,5%
Classe energetica	[-]	G	F	+1 classe

Il risparmio sulla manutenzione deriverà da una ridotta accensione dell'impianto di riscaldamento, quindi da una minore probabilità di guasti e da una ridotta necessità di manutenzione sullo stesso. Inoltre il cappotto garantirà minor presenza di umidità e condensa.

Figura 8.5– EEM2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



8.1.2 Impianto riscaldamento

EEM3: Sostituzione del generatore di calore con altro ad alta efficienza

Generalità

La misura prevede la sostituzione del generatore attualmente installato con un generatore di calore a condensazione ad alta efficienza al fine di migliorare il rendimento di generazione.

L'installazione di un generatore di calore a condensazione ad alta efficienza consente di aumentare il rendimento di generazione, inteso come rapporto tra l'energia termica fornita al sistema di distribuzione e l'energia termica in ingresso al generatore (attualmente pari a circa l'89%). Inoltre, essendo l'attuale generatore piuttosto vetusto, con il tempo cresce il rischio di possibili rotture e quindi la sostituzione si configura come un intervento di manutenzione preventiva.



Figura 8.6 – Particolare del generatore di calore attualmente installato

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'intervento prevede il rifacimento completo della centrale termica.

In particolare l'intervento consiste nell'installazione di un nuovo sistema di produzione e distribuzione del calore di centrale.

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Il generatore è completo di rampa a gas, organi di sicurezza e controllo, circolatore elettronico circuito primario, separatore idraulico, interfaccia sistema di controllo centrale.

Si prevede inoltre la sostituzione del bruciatore esistente con altro bruciatore di tipo modulante, con regolazione climatica direttamente su di esso.

Nei costi di intervento sono state considerate tutte le opere accessorie (smaltimento della centrale presente, rifacimento impianto elettrico di centrale, addolcitore, nuovo sistema di regolazione, nuovo sistema di distribuzione del fluido vettore, ecc.)

Descrizione dei lavori

L'installazione deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche.

La manutenzione deve essere realizzata con tecniche e prodotti compatibili con la resistenza chimica, fisica e meccanica del materiale e devono essere seguite le procedure di pulizia indicate dai produttori.

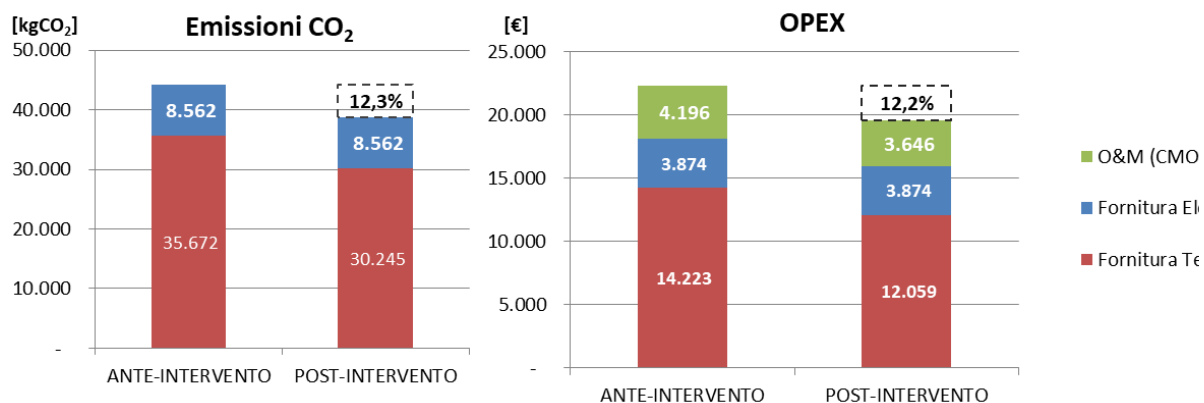
Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.3

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Sostituzione del generatore di calore con altro ad alta efficienza

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM3 Rendimento generatore	%	89%	105%	-18,0%
$Q_{teorico}$	[kWh]	174.975	148.356	15,2%
$EE_{teorico}$	[kWh]	18.602	18.602	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	176.594	149.728	15,2%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	18.335	18.335	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	35.672	30.245	15,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.562	8.562	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	44.234	38.807	12,3%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	14.223	12.059	15,2%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	3.874	3.874	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	18.097	15.933	12,0%
C_{MO}	[€]	3.315	2.811	15,2%
C_{MS}	[€]	881	835	5,3%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	4.196	3.646	13,1%
OPEX	[€]	22.293	19.579	12,2%
Classe energetica	[-]	G	F	+1 classe

Il risparmio sulla manutenzione deriverà da una ridotta accensione dell'impianto di riscaldamento, quindi da una minore probabilità di guasti e da una ridotta necessità di manutenzione sullo stesso.

Figura 8.7 – EEM3.: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

EEM4: Installazione di valvole termostatiche e pompe inverter

Generalità

Il controllo dell'energia termica erogata localmente dai terminali scaldanti rappresenta una delle più efficaci strategie per il contenimento dei consumi energetici. I motivi sono essenzialmente due: con questi dispositivi si riesce a controllare in modo puntuale la temperatura all'interno dei locali in cui vengono installati ma, soprattutto, si riescono a sfruttare meglio gli apporti di calore gratuiti. Attraverso questi dispositivi, l'impianto si autoregola in funzione delle esigenze locali e, negli impianti esistenti con una distribuzione non più efficiente, e in grado di ripristinare l'equilibrio necessario per garantire in ogni ambiente il corretto apporto di calore.

Figura 8.8– Esempio di valvola termostatica



Figura 8.9– Particolare delle pompe di circolazione



Caratteristiche funzionali e tecniche

Valvole termostatiche:

La regolazione locale viene normalmente effettuata con valvole termostatiche. Su ogni radiatore, le valvole termostatiche sostituiscono la valvola manuale e regolano automaticamente l'afflusso di acqua calda in base alla temperatura scelta e impostate su una apposita manopola graduata. Il raggiungimento di valori di temperature ottimali è comunque vincolato alle caratteristiche dell'impianto di riscaldamento e al posizionamento della valvola.

I benefici in termini di risparmio energetico sono notevoli (risparmio anche superiore al 15-20%) se confrontati con il costo di installazione che è relativamente basso.

Pompe inverter:

L'utilizzo degli inverter per la modulare la velocità di rotazione dei motori consente di modificare l'effettiva portata dei circolatori alimentati in funzione dei carichi termici e delle prestazioni attese. Tale soluzione consente primariamente di ridurre i consumi energetici dei motori di pertinenza in presenza di carichi parziali. L'installazione di un inverter per ogni motore dei circolatori sul circuito permetterà all'impianto di seguire la curva di carico termico richiesta. La logica con cui si opererà sarà quella di parzializzare i dispositivi in funzione dell'effettivo carico termico, inserendo eventuali valvole e trasduttori di gestione automatica: tale soluzione risulta di estremo vantaggio specialmente nel corso delle stagioni intermedie.

Così facendo, si otterrà un considerevole risparmio energetico dovuto alla minore potenza assorbita dai motori e si potrà adattare la velocità delle pompe al carico termico richiesto istantaneo. Gli inverter preposti alla funzione dovranno essere dotati di controllo vettoriale di tensione, ed essere atti all'impiego con pompe in ambiente industriale. Con l'uso degli inverter, la portata viene regolata, variando il numero di giri

Descrizione dei lavori

L'intervento prevede l'installazione di una valvola per ogni radiatore presente, avente forma e caratteristiche compatibili alle tubazioni a cui sono connessi i terminali.

Per quanto riguarda la regolazione sulle pompe di distribuzione alle utenze si provvederà a mantenere costante il salto termico mandata/ritorno adattando così la portata al carico termico richiesto.

Prestazioni raggiungibili

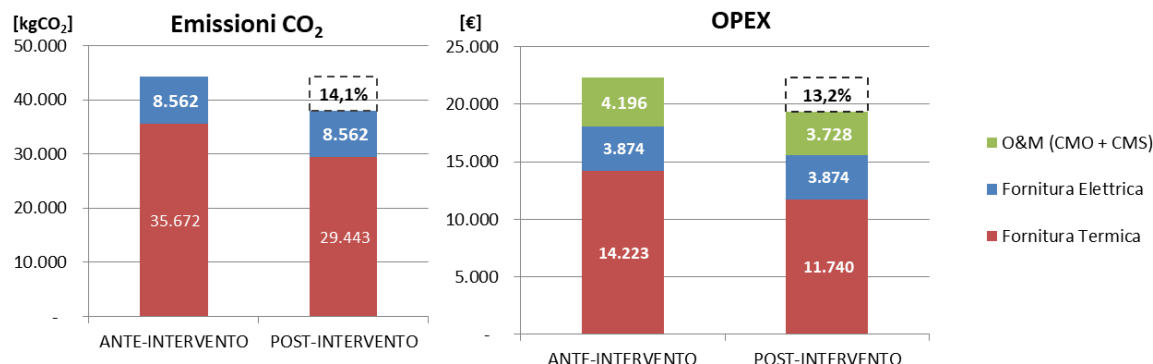
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella Tabella 8.4

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Installazione di valvole termostatiche e pompe inverter

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM4 rendimento di regolazione + distribuzione	%	88%	96%	-8,7%
$Q_{teorico}$	[kWh]	174.975	144.422	17,5%
$EE_{teorico}$	[kWh]	18.602	18.602	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	176.594	145.758	17,5%
$EE_{baseline}$	[kWh]	18.335	18.335	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	35.672	29.443	17,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.562	8.562	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	44.234	38.006	14,1%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	14.223	11.740	17,5%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.874	3.874	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	18.097	15.614	13,7%
C _{MO}	[€]	3.315	2.904	12,4%
C _{MS}	[€]	881	824	6,5%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	4.196	3.728	11,2%
OPEX	[€]	22.293	19.341	13,2%
Classe energetica	[-]	G	G	+0 classe

Il risparmio sulla manutenzione deriverà da una ridotta accensione dell'impianto di riscaldamento, quindi da una minore probabilità di guasti e da una ridotta necessità di manutenzione sullo stesso

Figura 8.10– EEM4: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



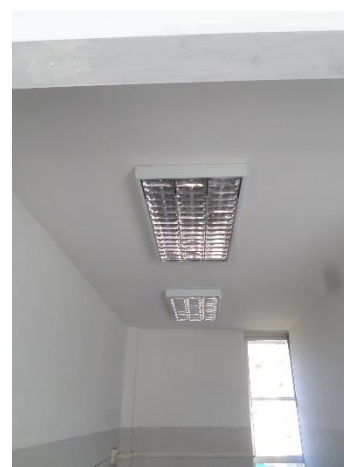
8.1.3 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

EEM5: Installazione di impianto di illuminazione LED

Generalità

La misura prevede la sostituzione delle lampade esistenti con lampade ad alta efficienza con lo scopo di ridurre il consumo di energia per l'illuminazione. Una maggiore efficienza implica, a parità di lumen, una minore potenza e una riduzione del calore emesso in ambiente. Nel periodo estivo tutto questo si traduce anche in un risparmio di energia dell'impianto di climatizzazione esistenti.

Figura 8.11– Particolare dei corpi illuminanti attualmente installati



Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella Tabella 8.5

Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM5 – Installazione impianto di illuminazione LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM5 Potenza installata	[W]	8.392,00	4.196,00	50,0%
$Q_{teorico}$	[kWh]	174.975	174.975	0,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	18.602	13.300	28,5%
$Q_{baseline}$	[kWh]	176.594	176.594	0,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	18.335	13.109	28,5%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	35.672	35.672	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.562	6.122	28,5%

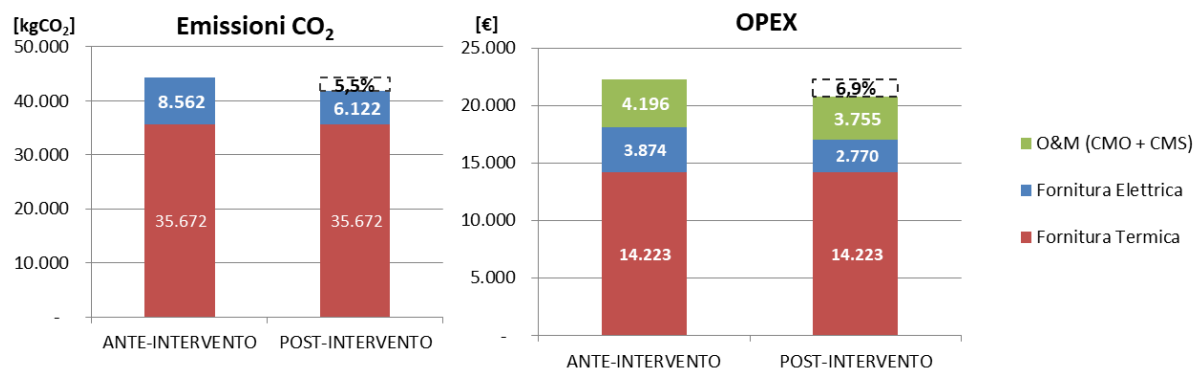


E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Emiss. CO2 TOT	[kgCO ₂]	44.234	41.794	5,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	14.223	14.223	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.874	2.770	28,5%
Fornitura Energia, C_E	[€]	18.097	16.993	6,1%
C _{MO}	[€]	3.315	2.984	10,0%
C _{MS}	[€]	881	771	12,5%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	4.196	3.755	8,4%
OPEX	[€]	22.293	20.836	6,5%
Classe energetica	[-]	G	E	+2 classe

Il risparmio sulla manutenzione deriverà dalla maggiore longevità dell'impianto costituito da lampade a led, che non necessitano di manutenzione.

Figura 8.12– EEM5: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

Per la stima dei costi degli interventi, è stato utilizzato il Prezzario della Regione Liguria 2018 e, per le sole voci di prezzo ivi mancanti, il prezzario DEI Ristrutturazioni 2015 e DEI Impianti Elettrici 2017 cui sono stati applicati:

- Una riduzione del 10% sui prezzi unitari, per eliminare la quota di profitto dai prezzi unitari, inclusa in seguito nel PEF della ESCO;
- Un incremento del 3% sui prezzi unitari, per oneri legati alla sicurezza;
- Un incremento del 7% sui prezzi unitari, per oneri legati alla progettazione.

La stima degli importi per gli incentivi è stata calcolata secondo quanto previsto dal Decreto Interministeriale del 16 febbraio 2016 (Conto Termico).

EEM1: Sostituzione Infissi

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella sostituzione degli infissi esterni (solo quelli non ancora sostituiti).

La realizzazione di tale intervento da sola non consente l'ottenimento degli incentivi previsti dal Conto termico 2.0, in quanto è previsto l'accesso solo in concomitanza dell'installazione di valvole termostatiche.

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Sostituzione infissi

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
25.A05.H01.100	Smontaggio e recupero delle parti riutilizzabili, incluso accantonamento nell'ambito del cantiere, di: serramenti in acciaio, PVC, alluminio, compreso telaio (misura minima 2,00 m ²)	Prezzario Regione Liguria	166,2	m2	€ 39,61	€ 35,65	€ 5.924,86	22%	€ 7.228,33
PR.A23.A30.010	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	Prezzario Regione Liguria	166,2	m2	€ 328,90	€ 296,01	€ 49.196,86	22%	€ 60.020,17
PR.A23.B10.020	Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezzario Regione Liguria	51,56743	m	€ 7,59	€ 6,83	€ 352,26	22%	€ 429,75
25.A15.C10.020	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	Prezzario Regione Liguria	24,93	m3	€ 11,77	€ 10,59	€ 264,08	22%	€ 322,18
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.672,14	22%	€ 2.040,01
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3.901,66	22%	€ 4.760,03
TOTALE (I₀ – EEM1)							€ 61.312	22%	€ 74.800

EEM2: Coibentazione a cappotto dell'involucro edilizio

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella coibentazione a cappotto dell'involucro murario (pareti verso l'esterno e coperture).

La realizzazione di tale intervento consente l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto nella tabella.

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – Coibentazione a cappotto dell'involucro edilizio

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
					UNITARIO	UNITARIO	(IVA	(IVA	(IVA
					[€/m ² cm]	[€/m ² cm]	[€]	[€]	[€]
PR.A17.D01.010	Isolanti di origine minerale. Pannelli in silicato di calcio, per l'isolamento termoacustico a cappotto di facciate e soffitti; permeabili al vapore, antincendio, traspirabili, incombustibili (classe 0). Lambda = 0,045 W/mK spessore da 6 a 20 cm per ogni cm	Prezzario Regione Liguria	12760	m2cm	€ 3,49	€ 3,14	€ 40.079,16	22%	€ 48.896,58
PR.A02.A20.600	Malta premiscelata Rivestimento minerale per rasature armate /cappotto termico idr/m2orepellente, impermeabile e traspirante in sacchi. Resa per mano 1,8 kg.	Prezzario Regione Liguria	1127	kg	€ 0,82	€ 0,74	€ 831,73	22%	€ 1.014,71
PR.A02.A25.010	Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	638	kg	€ 0,49	€ 0,44	€ 281,36	22%	€ 343,26
95.B10.S10.010	Ponteggiature "di facciata", in elementi metallici prefabbricati e/o "giunto-tubo", compreso il montaggio e lo smontaggio finale, i piani di lavoro, idonea segnaletica, impianto di messa a terra, compresi gli eventuali oneri di progettazione, escluso: mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione - Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.	Prezzario Regione Liguria	1127	m2	€ 14,28	€ 12,85	€ 14.484,20	22%	€ 17.670,73
25.A05.E10.015	Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su muratura di mattoni o calcestruzzo	Prezzario Regione Liguria	1127	m2	€ 7,26	€ 6,53	€ 7.363,82	22%	€ 8.983,86
25.A54.A30.010	Intonaco esterno in malta a base di calce idraulica strato aggrappante a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (EN459-1) e sabbie calcaree classificate, spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	1127	m2	€ 4,81	€ 4,33	€ 4.878,78	22%	€ 5.952,12
AT.N20.S20.040	Impalcature Montaggio e smontaggio trabattello con piano di lavoro h 4,00 m.	Prezzario Regione Liguria	6	cad	€ 39,97	€ 35,97	€ 214,40	22%	€ 261,57
25.A54.B40.010	Rasatura armata con malta preconfezionata a base minerale eseguita a due riprese fresco su fresco rifinita a frattazzo, con interposta rete in fibra di vetro o in poliestere compresa pulizia e preparazione del supporto con una mano di apposito primer. per rivestimento di intere campiture con rete in fibra di vetro 4x4 da 150 gr/mq , spessore totale circa mm 4.	Prezzario Regione Liguria	149	m2	€ 23,79	€ 21,41	€ 3.190,24	22%	€ 3.892,09
20.A54.B10.010	Intonaco interno in malta cementizia strato aggrappante a base di cemento portland, sabbie classificate ed additivi specifici spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	149	m2	€ 4,80	€ 4,32	€ 643,68	22%	€ 785,29



E1908 VIA STRUPPA - DORIA

20.A90.A20.010	Tinteggiatura di superfici murarie esterne con idropittura acrilica (prime due mani).	Prezzario Regione Liguria	1127	m2	€ 6,06	€ 5,45	€ 6.146,66	22%	€ 7.498,92
20.A90.B20.010	Tinteggiatura di superfici murarie interne, con idropittura lavabile a base di polimero acrilico in emulsione acquosa (prime due mani)	Prezzario Regione Liguria	149	m2	€ 6,95	€ 6,26	€ 932,00	22%	€ 1.137,03
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 2.371,38	22%	€ 2.893,08
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 5.533,22	22%	€ 6.750,53
TOTALE (I₀ – EEM2)							€ 86.951	22%	€ 106.080
Incentivi		[Conto termico]							€ 42.431,90
Durata incentivi									5
Incentivo annuo									€ 8.486,38

EEM3: Sostituzione del generatore di calore con altro ad alta efficienza

Nella Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle 3, che consiste nella sostituzione dei due generatori di calore attualmente presente con modelli a condensazione ad alta efficienza. La realizzazione di tale intervento da sola non consente l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0.

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – Sostituzione del generatore di calore con altro ad alta efficienza

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
25.A05.G01.060	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 66,07	€ 59,46	€ 59,46	22%	€ 72,54
PR.C76.A25.005	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 1.519,90	€ 1.367,91	€ 1.367,91	22%	€ 1.668,85
PR.C76.B10.040	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 24.161,50	€ 21.745,35	€ 21.745,35	22%	€ 26.529,33
PR.C84.C05.515	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 232,76	€ 209,48	€ 209,48	22%	€ 255,57



E1908 VIA STRUPPA - DORIA

	doppia parete acciaio inox (parete interna AISI316L e parete esterna AISI304), coibentazione 25mm in lana di roccia pressata, senza guarnizioni di tenuta Coppa di scarico condensa Ø 250 mm									
40.C10.B10.130	Sola posa in opera di bruciatore per caldaie, compresi la lavorazione della piastra di collegamento alla caldaia, la sola posa della rampa gas e del dispositivo di controllo tenuta valvola, i collegamenti elettrici, i collegamenti alla tubazione del combustibile a metano o gasolio: per generatori di calore da 351 Kw a 700 Kw	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 461,09	€ 414,98	€ 414,98	22%	€ 506,28	
PR.C76.A30.020	Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	15	cad	€ 21,13	€ 19,02	€ 285,26	22%	€ 348,01	
PR.C76.A30.015	Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 28,46	€ 25,61	€ 25,61	22%	€ 31,25	
40.F10.H10.030	Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 120,60	€ 108,54	€ 108,54	22%	€ 132,42	
40.F10.H10.040	Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: interruttore orologio da inserire in quadro elettrico	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 29,71	€ 26,74	€ 26,74	22%	€ 32,62	
PR.C74.C10.010	Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 146,74	€ 132,07	€ 132,07	22%	€ 161,12	
PR.C74.E05.030	Sonde di temperatura e umidità: sola temperatura, per impianti civili e industriali per esterno	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 76,47	€ 68,82	€ 68,82	22%	€ 83,96	
RU.M01.A01.030	Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	5	h	€ 34,41	€ 30,97	€ 154,85	22%	€ 188,91	
RU.M01.E01.020	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	16	h	€ 31,88	€ 28,69	€ 459,07	22%	€ 560,07	
20.A15.B10.015	Trasporto a scarica o a centro di riciclaggio di materiali di risulta provenienti da scavi e/o demolizioni, misurato su autocarro in partenza, esclusi gli eventuali oneri di scarica o smaltimento, eseguito con piccolo mezzo di trasporto con capacità di carico fino a 3 t. per ogni chilometro del tratto oltre i primi 5 km e fino al decimo km.	Prezzario Regione Liguria	50	m³km	€ 4,72	€ 4,25	€ 212,40	22%	€ 259,13	
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 715,30	22%	€ 872,66	
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.669,02	22%	€ 2.036,21	
TOTALE (I₀ – EEM3)							€ 26.227	22%	€ 33.739	

EEM4: Installazione di valvole termostatiche e pompe inverter

Nella Tabella 9.4 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4, che consiste nell'installazione di valvole termostatiche e pompe funzionanti a numeri di giri variabile per permettere una regolazione

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

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4 – Installazione di valvole termostatiche e pompe inverter

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
PR.C17.A15.010	Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezzario Regione Liguria	73	cad	€ 35,42	€ 31,88	€ 2.327,09	22%	€ 2.839,05
PR.C47.H10.110	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 32, PN6-10, prevalenza da 1 a 11 m, portata da 1 a 7 m ³ /h	Prezzario Regione Liguria	2	cad	€ 1.764,68	€ 1.588,21	€ 3.176,42	22%	€ 3.875,24
40.E10.A10.030	Sola posa in opera di pompe e/o circolatori singoli o gemellari per fluidi caldi o freddi, compreso bulloni, guarnizioni e il collegamento alla linea elettrica, escluse le flange. Per attacchi del diametro nominale di: maggiore di 65 mm fino a 80 mm	Prezzario Regione Liguria	2	cad	€ 63,62	€ 57,26	€ 114,52	22%	€ 139,71
PR.E40.B05.210	Interruttore automatico magnetotermico con potere di interruzione 4,5KA bipolare fino a 32 A - 230 V	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 22,69	€ 20,42	€ 20,42	22%	€ 24,91
RU.M01.E01.020	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	30	h	€ 31,88	€ 28,69	€ 870,32	22%	€ 1.061,80
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 195,26	22%	€ 238,22
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 455,61	22%	€ 555,85
TOTALE (I₀ – EEM4)							€ 7.160	22%	€ 8.735

EEM5: Installazione di impianto di illuminazione a led

Nella Tabella 9.5 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5, che consiste nella sostituzione dei corpi illuminanti attualmente presenti con altri utilizzando la tecnologia LED.

La realizzazione di tale intervento consente l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto nella tabella.

Tabella 9.5 – Analisi dei costi della EEM5 – Installazione di impianto di illuminazione a led

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
045161b	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismatico internamente, per installazione a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED	DEI Imp. Ele. 2017	86	cad	€ 156,66	€ 140,99	€ 12.125,48	22%	€ 14.793,09

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

temperatura di colore 4000 K,
alimentazione 230 V c.a.: bilampada:
lunghezza 1.300 mm, 36 W, 5.830 lm

045129b	Apparecchio ad incasso con corpo in alluminio, lampada led temperatura di colore 3000 K, alimentatore incorporato, riflettore in alluminio cromato, classe di isolamento 1, grado di protezione IP 23, alimentazione 230 V 50 Hz, classe energetica A, apertura del fascio 95°: potenza 20 W, equivalente a 36 W fluorescente, Ø 190 mm	DEI Imp. Ele. 2017	68	cad	€ 98,61	€ 88,75	€ 6.034,93	22%	€ 7.362,62
045161c	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismatico internamente, per installazione a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada: lunghezza 1.600 mm, 48 W, 7.780 lm	DEI Imp. Ele. 2017	0	cad	€ 185,06	€ 166,55	€ -	22%	€ -
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 544,81	22%	€ 664,67
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.271,23	22%	€ 1.550,90
TOTALE (I₀ – EEM5)							€ 19.976	22%	€ 24.371
Incentivi	[Conto termico]								€ 9.748,51
Durata incentivi									5
Incentivo annuo									€ 1.949,70

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):

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

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: Sostituzione infissi

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

Tabella 9.6 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Sostituzione infissi

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	74.800
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	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	1,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	
Tempo di rientro semplice	TRS		23,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA		30,9
Valore attuale netto	VAN		-2.359
Tasso interno di rendimento	TIR		1,7%
Indice di profitto	IP		-0,03

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

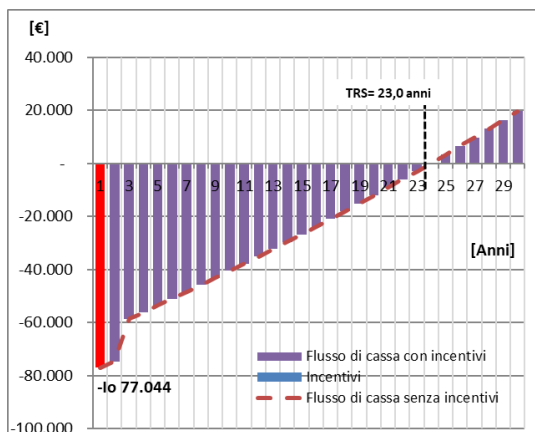
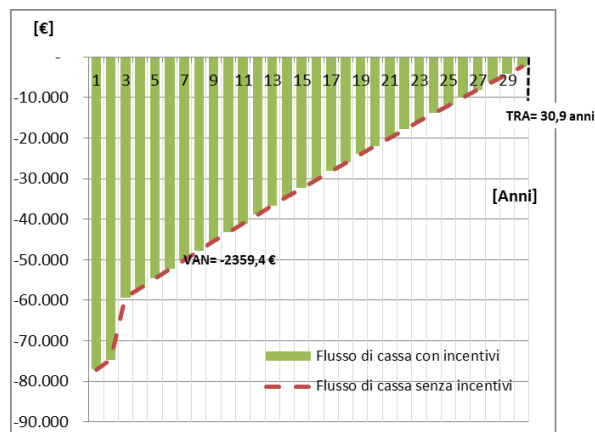


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che, nonostante l'intervento non risulti essere molto dispendioso, tuttavia essendo limitato ai pochi infissi non ancora sostituiti fino ad ora, i benefici in termini di risparmio energetico sono limitati.

Il tempo di ritorno tuttavia (23 anni e 30,9 anni con flussi di cassa attualizzati) è compatibile con i 30 anni di vita utile stimati per l'intervento.

Causa il mancato accesso agli incentivi del Conto Termico, risulta un investimento non remunerativo ($VAN < 0$).

Sarebbe naturalmente auspicabile realizzare tale intervento in concomitanza con l'installazione di Valvole termostatiche, al fine di accedere all'incentivo e migliorare la redditività dell'intervento.

EEM2: Coibentazione a cappotto dell'involucro edilizio

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

Tabella 9.7 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– Coibentazione a cappotto dell'involucro edilizio

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	Io	€	106.080
Oneri Finanziari %Io	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	8.486
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	1,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	17,4	9,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	21,5	11,8
Valore attuale netto	VAN	28.740	68.740
Tasso interno di rendimento	TIR	4,0%	7,9%
Indice di profitto	IP	0,27	0,65

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

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

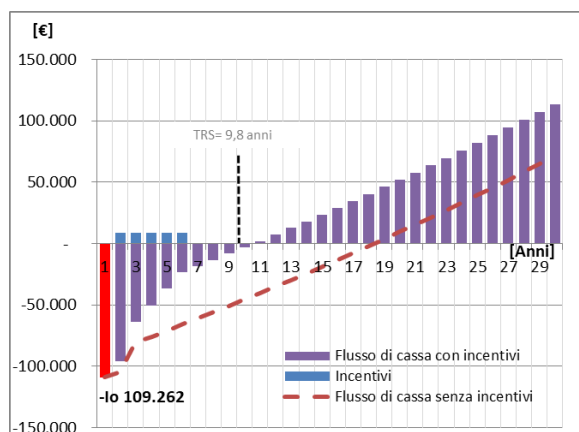
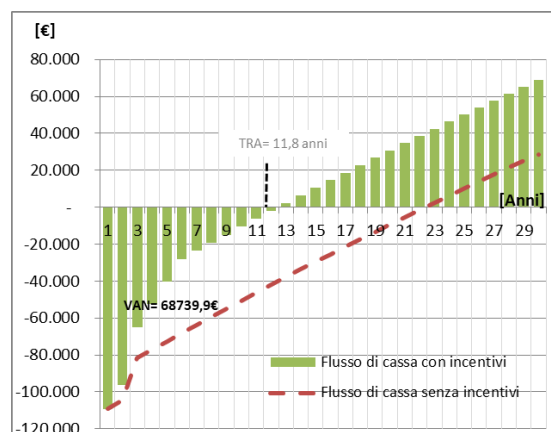


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che grazie al contributo degli incentivi (Conto Termico), l'investimento è remunerativo, con un VAN di 68.740 € (IP pari a 0,65). I tempi di ritorno semplice ed attualizzato sono entrambi inferiori ai 15 anni (9,8 e 11,8 anni rispettivamente).

EEM3: Sostituzione del generatore di calore con altro ad alta efficienza

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

Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3– Valvole termostatiche

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	Io	€	33.739

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Oneri Finanziari % l_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	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	1,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	
Tempo di rientro semplice	TRS		12,1
Tempo di rientro attualizzato	TRA		13,9
Valore attuale netto	VAN		185
Tasso interno di rendimento	TIR		2,1%
Indice di profitto	IP		0,01

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

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

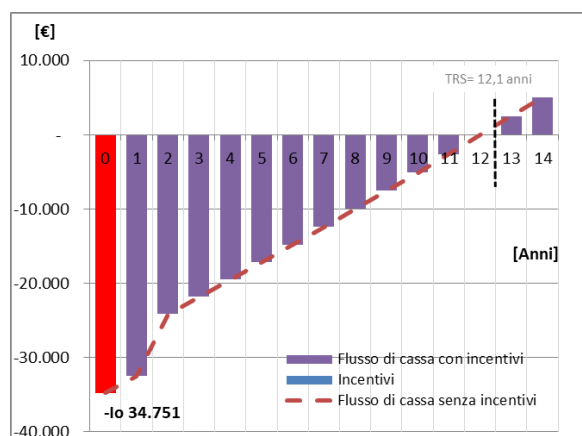
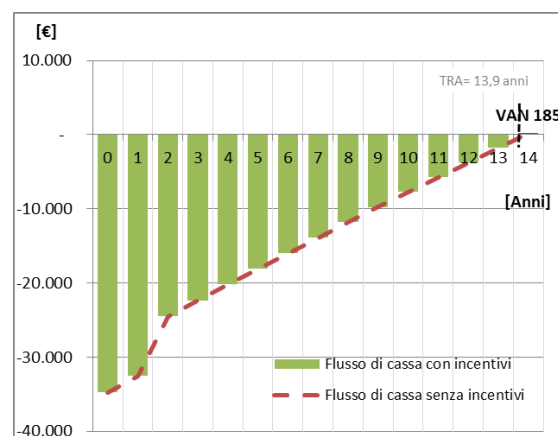


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'investimento, anche senza incentivo risulta remunerativo, con un VAN > 0. I tempi di ritorno semplice ed attualizzato sono entrambi inferiori ai 15 anni di vita utile stimabile per l'intervento.

Dato il costo dell'investimento, l'intervento risulterebbe più interessante in abbinamento con altre misure a lungo termine e soprattutto in abbinamento all'installazione delle Valvole termostatiche che permetterebbe di accedere all'incentivo del Conto Termico.

EEM4: Installazione valvole termostatiche e pompe inverter

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

Tabella 9.9 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4– Installazione di valvole termostatiche e pompe inverter

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	l_0	€	8.735
Oneri Finanziari % l_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	1,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	
Tempo di rientro semplice	TRS		3,1
Tempo di rientro attualizzato	TRA		3,3
Valore attuale netto	VAN		24.221
Tasso interno di rendimento	TIR		30,5%
Indice di profitto	IP		2,77

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

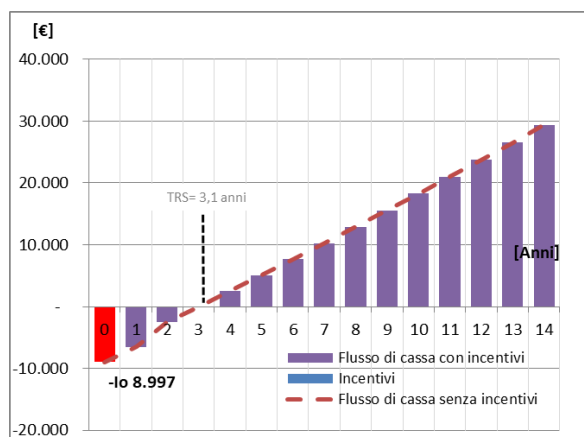
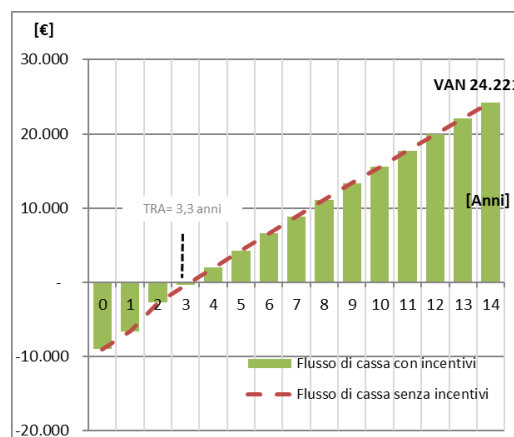


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'investimento è remunerativo, con un VAN di 24.221 € a fronte di un investimento di circa 8.735 € (IP pari a 2,77). I tempi di ritorno semplice ed attualizzato sono entrambi inferiori ai 5 anni.

EEM5: Installazione di impianto di illuminazione LED

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

Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5– LED

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	lo	€	24.371
Oneri Finanziari %lo	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	2.186
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	1,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	14,7	8,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	15,7	9,2

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Valore attuale netto	VAN	- 12.349	-3.159
Tasso interno di rendimento	TIR	-15,2%	-2,2%
Indice di profitto	IP	-0,51	-0,13

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

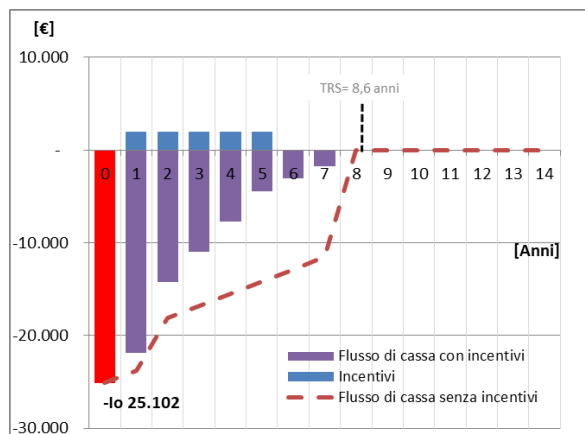
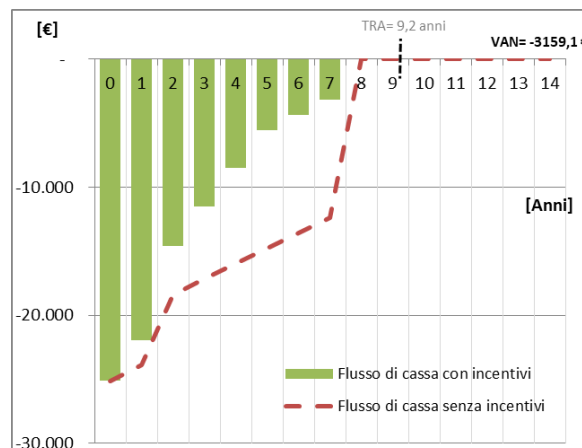


Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Come da tabella estratta dal Cap. 2.6 del documento "LINEE GUIDA alla presentazione dei progetti per il Programma per la Riquilificazione Energetica degli edifici della Pubblica Amministrazione Centrale PREPAC (D.M. 16 Settembre 2016)" Elaborato da ENEA e GSE nel 2017, è stata considerata una vita utile per l'intervento di 8 anni. Come si vede dal grafico il tempo di ritorno dell'intervento è leggermente superiore alla vita utile e l'investimento non risulta remunerativo, a causa dell'investimento iniziale importante. Tuttavia si ritiene che l'intervento possa avere una vita utile reale più lunga (15 anni) che renda comunque giustificabile la realizzazione dell'intervento.

Sintesi

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

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

	SENZA INCENTIVO											
	% Δ_E	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM ₁	14,4%	14,8%	2.610,80€	275,10€	59,90€	74.800,00€	23,0	30,9	15	-2.359,00€	1,7%	-0,03
EEM ₂	29,0%	29,8%	5.252,40€	381,20€	55,50€	106.080,00€	17,4	21,5	30	28.740,00€	4,0%	0,27
EEM ₃	12%	12,3%	2.163,80€	503,90€	46,70€	33.739,00€	12,1	13,9	15	185,00€	2,1%	0,01
EEM ₄	13,7%	14,1%	2.483,50€	411,10€	57,30€	8.735,00€	3,1	3,3	15	24.221,00€	30,5%	2,77
EEM ₅	6,1%	5,5%	1.104,10€	331,50€	22,00€	24.371,00€	14,7	15,7	8	-12.349,00€	-15,2%	-0,51

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

- % Δ_E è il valore percentuale di riduzione dei consumi energetici rispetto al baseline energetico complessivo (termico + elettrico);

- $\% \Delta_{CO_2}$ 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 in assenza di incentivi le EEM 1 e 5 non sono remunerative, e presentano un IP negativo.

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

CON INCENTIVO												
	$\% \Delta_E$	$\% \Delta_{CO_2}$	Δ_{CE}	Δ_{CMO}	Δ_{CMS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	14,4%	14,8%	2.610,80€	275,10€	59,90€	74.800,00€	23,0	30,9	15	-2.359,00€	1,7%	-0,03
EEM 2	29,0%	29,8%	5.252,40€	381,20€	55,50€	106.080,00€	9,8	11,8	30	68.740,00€	7,9%	0,65
EEM 3	12%	12,3%	2.163,80€	503,90€	46,70€	33.739,00€	12,1	13,9	15	185,00€	2,1%	0,01
EEM 4	13,7%	14,1%	2.483,50€	411,10€	57,30€	8.735,00€	3,1	3,3	15	24.221,00€	30,5%	2,77
EEM 5	6,1%	5,5%	1.104,10€	331,50€	110,20€	24.371,00€	8,6	9,2	8	-3.159,00€	-2,2%	-0,13

Dall'analisi dei risultati emerge che per l'EEM 2 l'incentivo rende l'intervento maggiormente conveniente, mentre non è sufficiente a rendere conveniente l'EEM 5.

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, $TRS \leq 25$ anni.

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

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

- FCO_n sono i flussi di cassa operativi nell'anno corrente n-esimo;
- K_n è la quota capitale da rimborsare nell'anno n-esimo;
- I_n è la quota interessi da ripagare nell'anno 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*) abbinata 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: Cappotto + Valvole:** Tale scenario consiste nella realizzazione di alcune delle EEM precedentemente descritte. In particolare si prevede l'installazione di valvole termostatiche (EEM4) e la coibentazione a cappotto dell'involucro edilizio.
- **Scenario 2: Cappotto + Valvole + Generatore di calore + Led:** Tale scenario consiste nella coibentazione a Cappotto dell'involucro edilizio (EEM2), l'installazione di Valvole Termostatiche (EEM4), la sostituzione del generatore di calore con uno a condensazione (EEM3) e la sostituzione dei corpi illuminanti presenti con altri a tecnologia LED (EEM5). La simultaneità dell'intervento di sostituzione del generatore e l'installazione di Valvole Termostatiche permette di accedere agli incentivi in conto termico che il solo intervento di sostituzione caldaia non prevede.

9.3.1 Scenario 1: Valvole + Cappotto

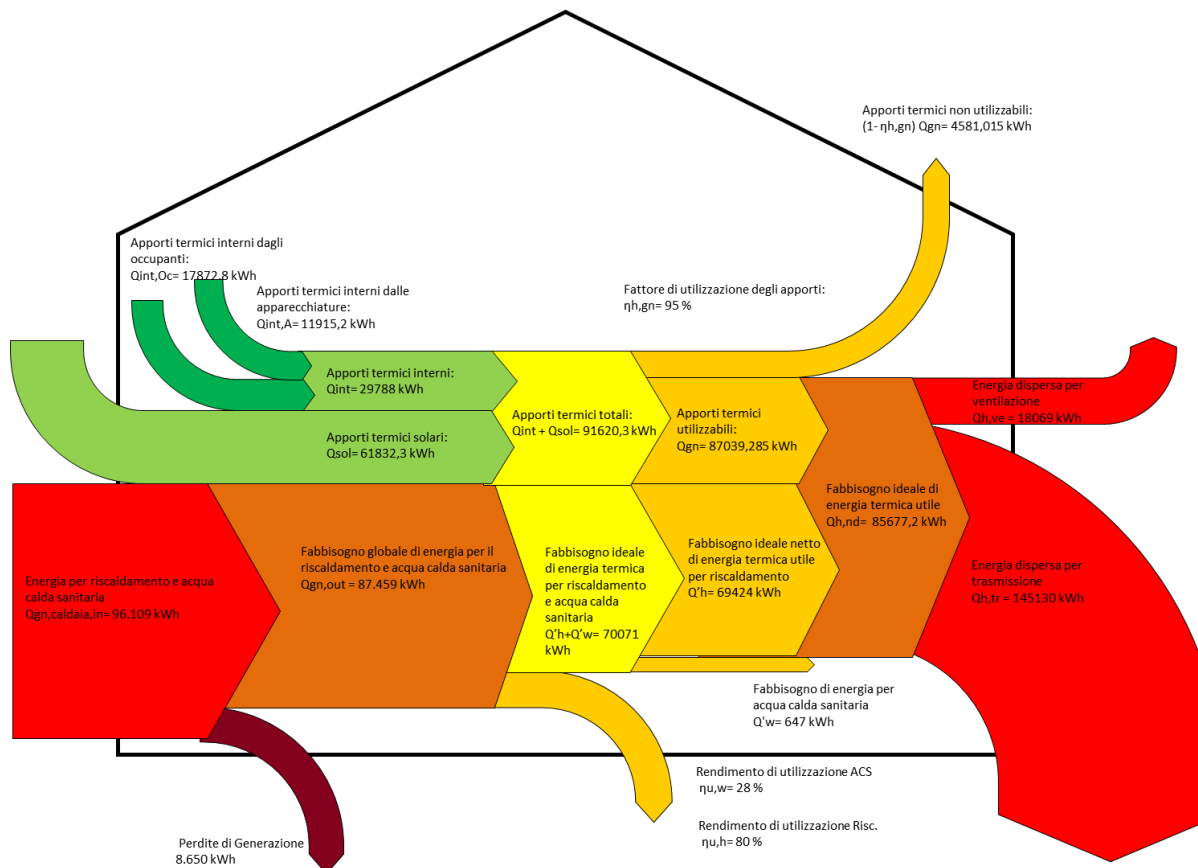
La realizzazione dello scenario 1 consiste nella combinazione delle EEM di seguito elencate:

Tabella 9.13 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA Al 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 CAPPOTTO Fornitura & Posa	€ 86.951	€ 19.129	€ 106.080
EEM4 VALVOLE E POMPE Fornitura & Posa	€ 7.160	€ 1.575	€ 8.735
Costi per la sicurezza	3% imponibile		
Costi per la progettazione	7% imponibile		
TOTALE (I₀)	€ 94.110	€ 20.704	€ 114.815
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
SCN 1 O&M	€ 2.864	€ 849	€ 3.713
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	€ 42.432	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		€ 8.486	

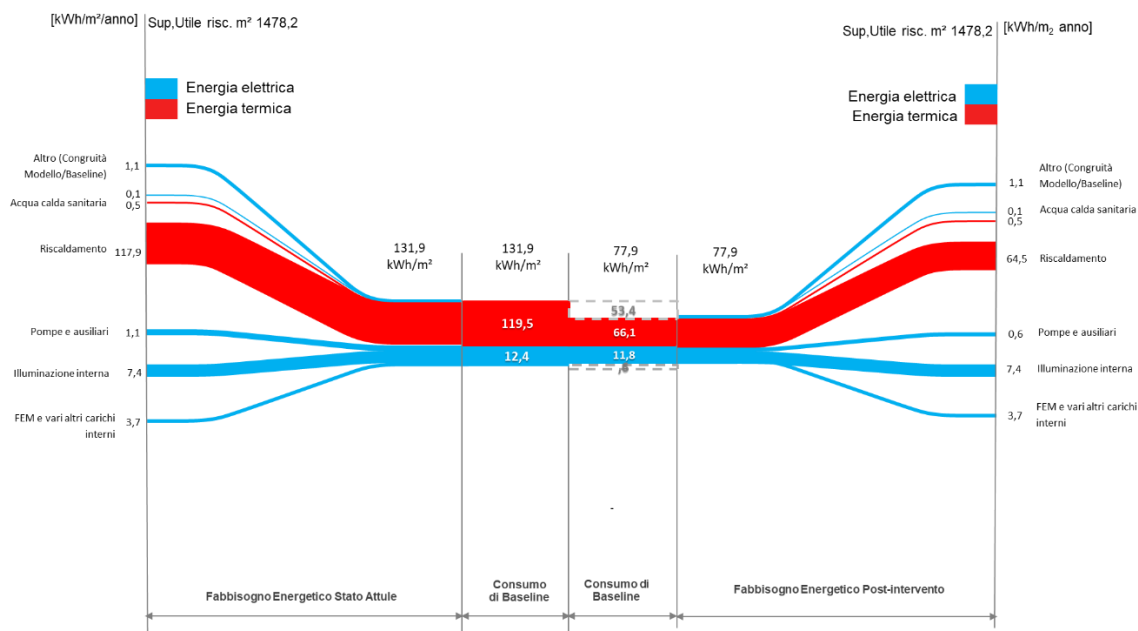
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di Sankey relativo alle situazioni post-intervento.

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



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che il fabbisogno globale di energia è diminuito rispetto alla situazione iniziale. La quota di energia dispersa per trasmissione è molto diminuita dopo l'intervento di coibentazione dell'intero involucro.

Figura 9.12 - SCN1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento

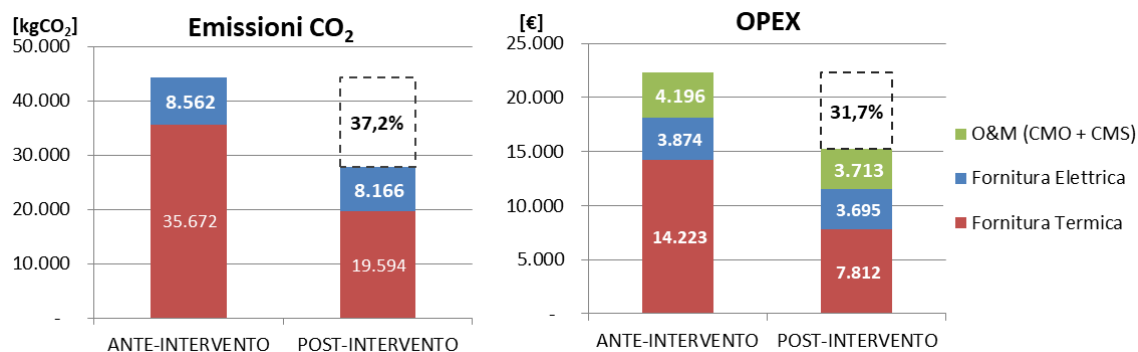


E1908 VIA STRUPPA - DORIA

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.14 e nella Figura 9.13

Tabella 9.14 – Risultati analisi SCN1 – Cappotto + valvole

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM2 -Trasmittanza media parete	[W/m²K]	3,50	1,65	52,9%
EEM4 Rendimento di regolazione + distribuzione	%	88%	96%	-8,7%
Q _{teorico}	[kWh]	174.975	96.109	45,1%
EE _{teorico}	[kWh]	18.602	17.741	4,6%
Q _{baseline}	[kWh]	176.594	96.998	45,1%
EE _{Baseline}	[kWh]	18.335	17.486	4,6%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	35.672	19.594	45,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.562	8.166	4,6%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	44.234	27.759	37,2%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	14.223	7.812	45,1%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.874	3.695	4,6%
Fornitura Energia, C_E	[€]	18.097	11.507	36,4%
C _{MO}	[€]	3.315	2.864	13,6%
C _{MS}	[€]	881	849	3,7%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	4.196	3.713	11,5%
OPEX	[€]	22.293	15.220	31,7%
Classe energetica	[-]	G	E	+2 classi

Figura 9.13 - 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 9.15, Tabella 9.16 e Tabella 9.17 e nelle successive figure.

Tabella 9.15 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1– Cappotto + Valvole

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n _i	1
Anni Gestione Servizio	n _s	14
Anni Concessione	n	15

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Anno inizio Concessione	n_0	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	15
Anni Equity	n_E	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_D	€ 89.300
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 2.679
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti), IVA incl.	CAPEX	€ 91.979
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 73.584
Equity	I_E	€ 18.396
Fattore di annualità Debito	FA_D	11,41
Rata annua debito	q_D	€ 6.451
Costo finanziamento, $(D+INT_D)$	$q_D * n_D$	€ 96.765
Costi per interessi debito, INT_D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 23.181

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

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 14.834
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€ 3.439
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 18.273
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	%ΔC_E	36,4%
Riduzione% costi O&M	%ΔC_M	11,5%
Obiettivo riduzione spesa PA	%$C_{Baseline}$	0,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 4.786
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ -
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 29.895
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 6.940
N° di Canoni annuali	anni	14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	11,29%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€ 741
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€ 1.656
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€ 2.389
Canone O&M €/anno	CnM	€ 3.160
Canone Energia €/anno	CnE	€ 10.327
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€ 13.487

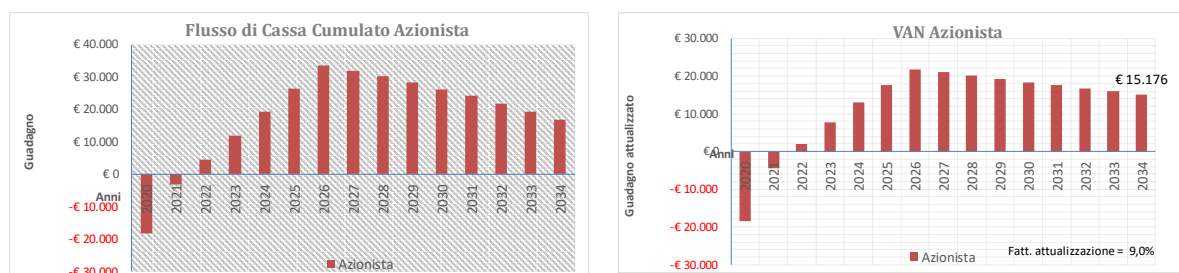
E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€ 4.786
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€ 18.273
Aliquota IVA %	IVA	22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€ 16.103
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€ 42.432
Durata Incentivi, anni	n_B	5
Inizio erogazione Incentivi, anno		2022

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

INDICATORI DI REDDITIVITÀ DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	7,29
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	10,57
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 11.319
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	6,67%
Indice di Profitto	IP	12,67%
INDICATORI DI REDDITIVITÀ DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	2,41
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	2,68
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 15.176
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	50,40%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,352
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	0,626
Indice di Profitto Azionista	IP	16,99%

Figura 9.14 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

Figura 9.15 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista


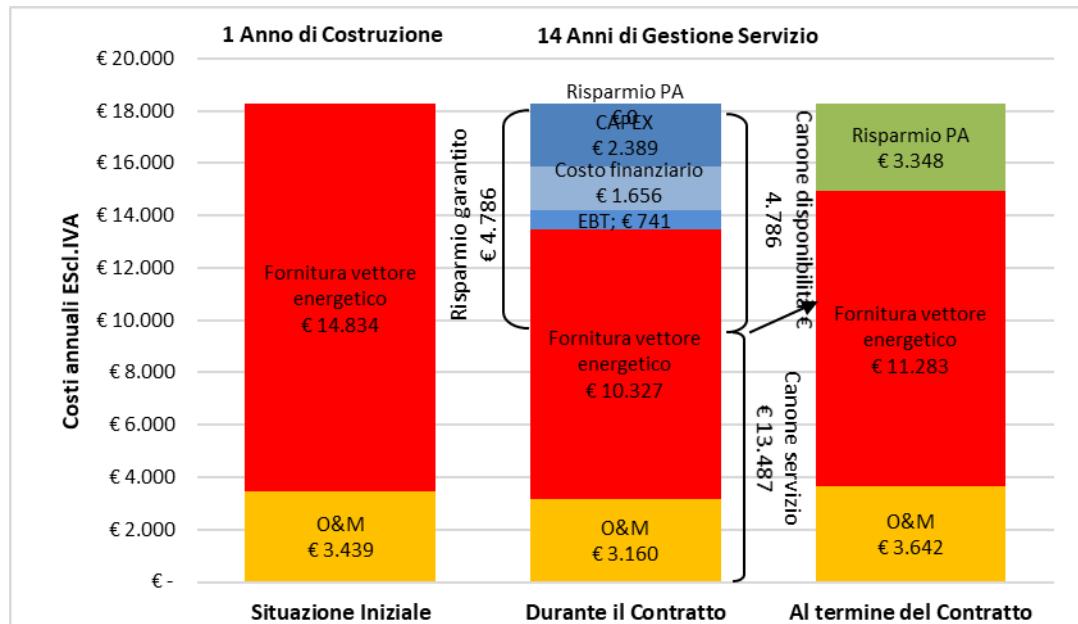
Dall'analisi effettuata è emerso che l'investimento risulta remunerativo.

Con l'obiettivo di rendere più realistici e interessanti i piani economici finanziari dei due scenari sono stati considerati, solo per quest'ultimi, degli sconti sugli importi lavori pari al 30% rispetto ai prezzi di

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

listino presentati per i singoli interventi. L'investimento consente di ottenere il miglioramento minimo richiesto di due classi (da G ad E).

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

Figura 9.16 - Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract

9.3.2 Scenario 2: Cappotto + Generatore + Valvole + LED:

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

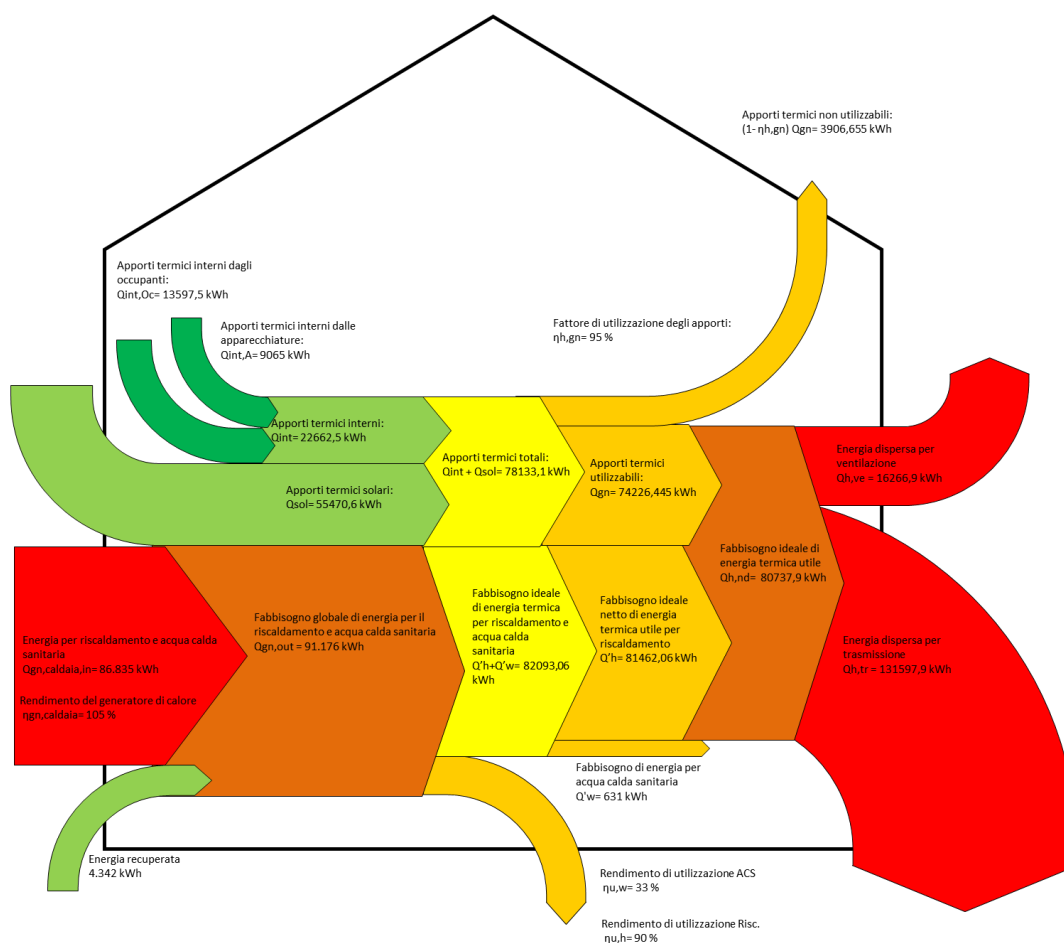
Tabella 9.18 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2 – Cappotto + Generatore + Valvole + Pompe + LED

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 CAPPOTTO Fornitura & Posa	€ 86.951	€ 19.129	€ 106.080
EEM3 GENERATORE Fornitura & Posa	€ 27.655	€ 6.084	€ 33.739
EEM4 VALVOLE Fornitura & Posa	€ 7.160	€ 1.575	€ 8.735
EEM5 LED Fornitura & Posa	€ 19.976	€ 4.395	€ 24.371
Costi per la sicurezza	3% imponibile		
Costi per la progettazione	7% imponibile		
TOTALE (I₀)	€ 141.742	€ 31.183	€ 172.925
VOCE MANUTENZIONE	C _{Mo} (IVA INCLUSA)	C _{Ms} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
SCN 2 O&M	€ 2.768	€ 848	€ 3.616
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE	

(IVA INCLUSA)		
[€]		
Incentivi	[Conto termico]	€86.649
Durata incentivi		5
Incentivo annuo		€17.330

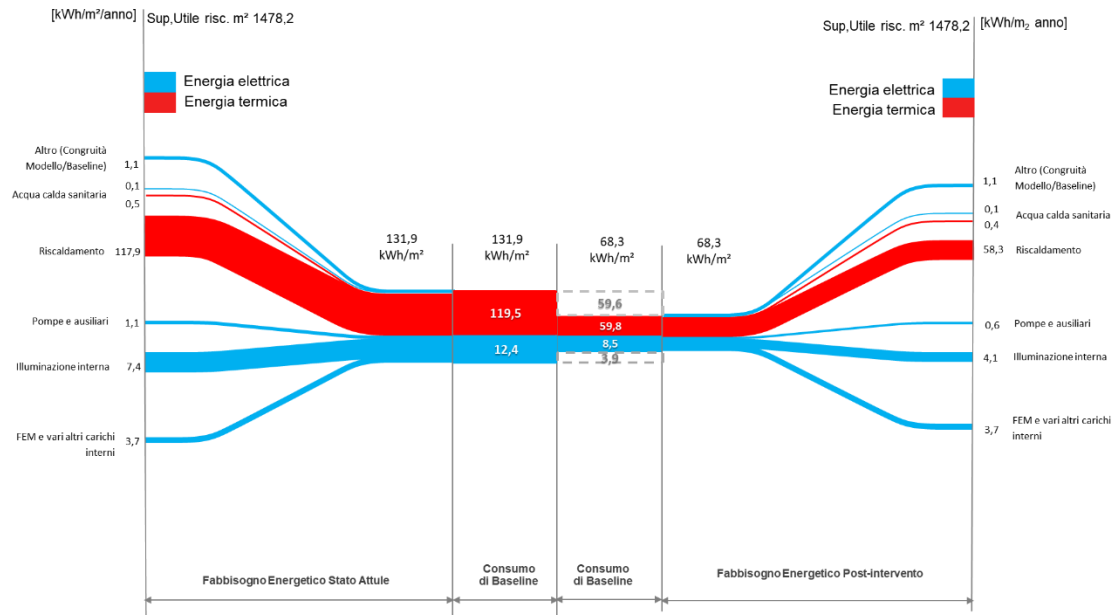
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di Sankey relativo alle situazioni post-intervento.

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



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che il fabbisogno globale è quasi dimezzato rispetto alla situazione iniziale. Si osserva inoltre la presenza di una componente di energia recuperata, dovuta al rendimento della caldaia a condensazione, maggiore del 100%. La quota di energia dispersa per trasmissione è sensibilmente diminuita, grazie al migliore isolamento dell'edificio ottenuto attraverso e misure di efficienza energetica adottate (Isolamento a cappotto).

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

E1908 VIA STRUPPA - DORIA


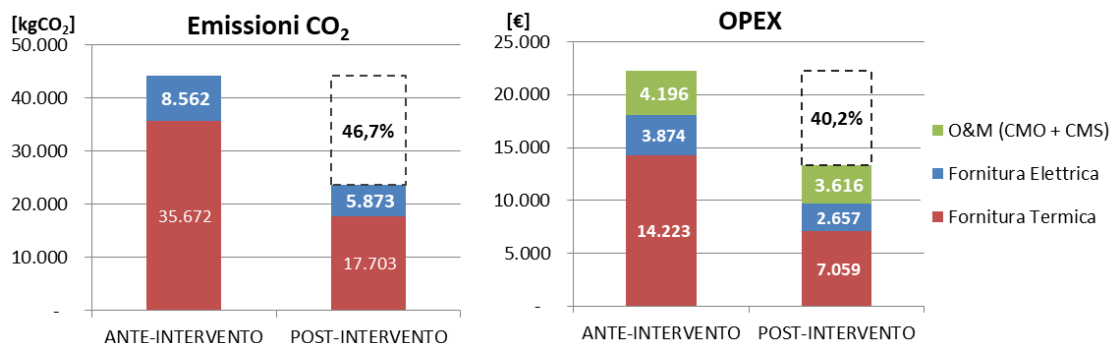
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9.19 e nella Figura 9.19.

Tabella 9.19 – Risultati analisi SCN 2

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM1 -Trasmittanza media parete	[W/m ² K]	3,50	1,65	52,9%
EEM3 - Rendimento generatore	%	88%	105%	-19,3%
EEM4 - Rendimento regolazione + distribuzione	[-]	88%	96%	-8,7%
EEM5 - Potenza installata	[W]	8.392,00	4.196,00	50,0%
Q _{teorico}	[kWh]	174.975	86.835	50,4%
EE _{teorico}	[kWh]	18.602	12.759	31,4%
Q _{baseline}	[kWh]	176.594	87.638	50,4%
EE _{baseline}	[kWh]	18.335	12.576	31,4%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	35.672	17.703	50,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.562	5.873	31,4%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	44.234	23.576	46,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	14.223	7.059	50,4%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.874	2.657	31,4%
Fornitura Energia, C_E	[€]	18.097	9.716	46,3%
C _{MO}	[€]	3.315	2.768	16,5%
C _{MS}	[€]	881	848	3,8%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	4.196	3.616	13,8%
OPEX	[€]	22.293	13.331	40,2%
Classe energetica	[-]	G	E	+2 classi

Figura 9.19 – SCN2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

E1908 VIA STRUPPA - DORIA



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

Tabella 9.20 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN2– Cappotto + Generatore + Valvole + LED

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	24
Anni Concessione	n	25
Anno inizio Concessione	n_0	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
Deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	25
Anni Equity	n_E	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_o	€ 172.925
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 5.188
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti), IVA incl.	CAPEX	€ 178.113
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 142.490
Equity	I_E	€ 35.623
Fattore di annualità Debito	FA_D	16,09
Rata annua debito	q_D	€ 8.854
Costo finanziamento (D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 221.348
Costi per interessi debito, INT _D	INT_D=q_D*n_D-D	€ 78.858

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

PARAMETRI ECONOMICI

E1908 VIA STRUPPA - DORIA

Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 14.834
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€ 3.439
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	C_{Baseline}	€ 18.273
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	%ΔC_E	46,3%
Riduzione% costi O&M	%ΔC_M	13,8%
Obiettivo riduzione spesa PA	%C_{Baseline}	0,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 5.840
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ -
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 82.813
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 9.910
N° di Canoni annuali	anni	24
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	0,57%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€ 43
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€ 3.286
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€ 2.512
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€ 3.156
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€ 9.277
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€ 12.433
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€ 5.840
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€ 18.273
Aliquota IVA %	IVA	22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€ 31.183
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€ 86.649
Durata Incentivi, anni	n_B	5
Inizio erogazione Incentivi, anno		2022

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

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	9,88
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	16,57
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 18.654
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	5,76%
Indice di Profitto	IP	10,79%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	2,39
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	2,65
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 30.274
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	53,28%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,151
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	0,457
Indice di Profitto Azionista	IP	17,51%

Figura 9.20 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

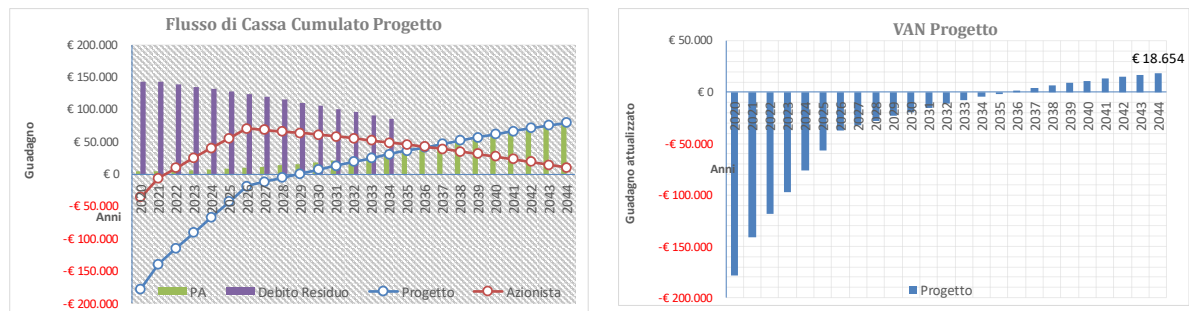
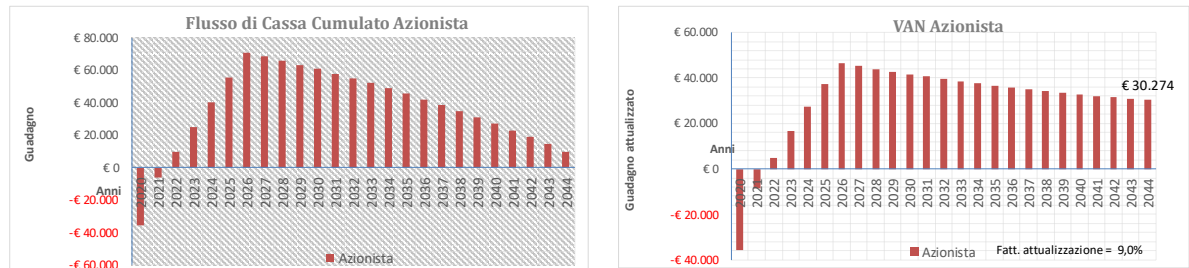


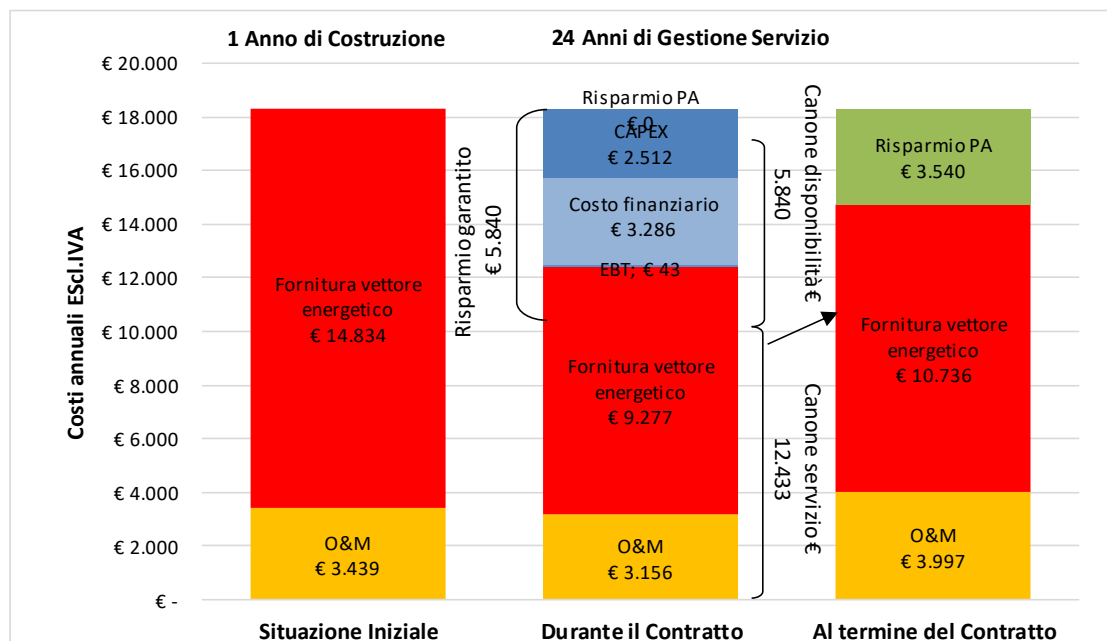
Figura 9.21– SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



dall'analisi effettuata è emerso che l'investimento risulta remunerativo, anche grazie alla possibilità di accedere agli incentivi del conto termico grazie alla combinazione della sostituzione del generatore di calore e dell'installazione delle valvole termostatiche, oltre all'isolamento tramite cappotto termico. l'investimento soddisfa inoltre il requisito di aumento di 2 classi energetiche..

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

Figura 9.22– Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

L'audit energetico ha messo in evidenza una ridotta efficienza energetica dell'immobile legata soprattutto ad un basso livello di isolamento da parte dell'involucro.

Gli indicatori energetici di performance hanno confermato che i consumi risultano elevati confrontati coi valori di benchmark di riferimento.

La maggior parte dei consumi energetici è da attribuire al riscaldamento degli ambienti e all'illuminazione degli stessi, motivo per cui gli interventi proposti sono stati indirizzati alla riduzione del fabbisogno ad essi associato.

Gli interventi proposti considerati fattibili hanno riguardato:

1. La sostituzione delle chiusure trasparenti (infissi) dell'involucro;
2. la coibentazione a cappotto dell'involucro edilizio;
3. l'installazione di valvole termostatiche in associazione all'installazione di pompe a inverter con regolazione della portata;
4. la sostituzione del generatore di calore;
5. l'installazione di un sistema di illuminazione a tecnologia LED.

La fattibilità tecnico-economica ha messo in evidenza che gli interventi singolarmente più interessanti sono la coibentazione e l'installazione di valvole termostatiche.

Alcuni interventi dovranno essere valutati in maniera coordinata con gli altri. Ad esempio la sostituzione degli infissi andrebbe affiancata sempre alla l'installazione di valvole termostatiche, per accedere all'incentivo del Conto Termico.

Per la valutazione e la verifica dei risparmi energetici ottenibili dagli interventi di efficientamento proposti si consiglia di installare un sistema di monitoraggio (es: contatermie e analizzatore dei consumi sul quadro elettrico principale) per quantificare l'effettivo risparmio conseguente.

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

Gli indici di performance sono riassunti e riportati nell'allegato M – Report di Benchmark.

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

Dalle analisi effettuate risulta che degli investimenti previsti nei due scenari risultano remunerativi in presenza di finanziamento esterno.

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
Elenco documentazione fornita	19/03/2018	ALLEGATO A_DE_Lotto.4 - E1908.pdf

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Data	Nome file
Elenco elaborati prodotti e consegnati alla PA	19/03/2018	ALLEGATO B_DE_Lotto.4 - E1908.pdf

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Report di indagine termografica effettuato in sede di sopralluogo	19/03/2018	ALLEGATO C_DE_Lotto.4 - E1908.pdf

ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Titolo	Data	Nome file
Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali	19/03/2018	ALLEGATO D_DE_Lotto.4 - E1908.pdf

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
Relazione di calcolo per il modello standard rilasciata dal software Termo	19/03/2018	ALLEGATO E_DE_Lotto.4 - E1908.pdf

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificato software Termo	19/03/2018	ALLEGATO F_DE_Lotto.4 - E1908.pdf

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
Attestato di prestazione energetica dell'edificio	19/03/2018	ALLEGATO G_DE_Lotto.4 - E1908.pdf

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Bozza di APE scenario 1	19/03/2018	ALLEGATO H_DE_Lotto.4 - E1908_SCN1
Bozza di APE scenario 2	19/03/2018	ALLEGATO H_DE_Lotto.4 - E1908_SCN2

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
File di calcolo dei dati climatici utilizzati nella diagnosi	19/03/2018	GG_Lotto.4-E1908.Rev01.xlsx

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
Schede di audit in formato excel	19/03/2018	E1908_Scheda Audit_Template_rev.1.xlsx

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
Schede ORE relative agli interventi proposti	19/03/2018	ALLEGATO K_DE_Lotto.4 - E1908.pdf

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Foglio di calcolo relativo agli scenari proposti	19/03/2018	AnalisiPEF_rev05_E368.xlsx

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report di Benchmark	19/03/2018	ALLEGATO M_DE_Lotto.4 - E1908.pdf

ALLEGATO N – CD-ROM