

Nido dell'infanzia "Albero d'Oro" E116

Salita Nuova di Nostra Signora del Monte 4

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Maggio 2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

 eden
edilizia energetica

Nido dell'infanzia "Albero d'Oro"

E116

Salita Nuova di Nostra Signora del Monte 4

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3
Maggio 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

Gruppo Eden srls
Via della Barca 24/3, 40133, Bologna
Tel: 051-7166459 – info@gruppoeden.it

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
Rev. A	17/04/2018	Gruppo EDEN Srls	Ing. Emanuele Pifferi	Arch. Valentina Raisa	Prima emissione
Rev. B	31/05/2018	Gruppo EDEN Srls	Ing. Sonia Subazzoli	Arch. Valentina Raisa	Seconda emissione

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

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

INDICE

PAGINA

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI.....	3
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.....	1
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL’EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	6
2 DATI DELL’EDIFICIO	7
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D’USO.....	7
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL’IMMOBILE INTERESSATE DAGLI ’INTERVENTI	8
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO	9
3 DATI CLIMATICI	11
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	11
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	12
3.3 ANALISI DELL’ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	12
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	14
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL’INVOLUCRO EDILIZIO	14
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	14
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	15
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	16
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	17
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	17
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	18
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	20
LE CARATTERISTICHE DEI SISTEMI DI GENERAZIONE SONO RIPORTATE NELLA TABELLA 4.9.	20
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	21
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	22
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA	22
4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	22
4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	23
4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE	23
5 CONSUMI RILEVATI	24
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	24
5.1.1 <i>Energia termica</i>	24
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	28
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	32
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO	36
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	36
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	37
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	38
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	38
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	40
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	42
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	42



7.1.1	Vettore termico.....	42
7.1.2	Vettore elettrico.....	45
7.2	TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	48
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	48
	$C_M = C_{SIE3} - C_Q$	49
	$C_{MS} = 0.21 \times C_M$	49
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	49
TABELLA 7.8 – VALORI DI COSTO INDIVIDUATI PER IL CALCOLO DELLA BASELINE.....		49
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	51
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	51
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	51
8.1.2	<i>Impianto di riscaldamento</i>	56
8.1.3	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	58
8.1.4	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili</i>	59
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	62
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	62
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	66
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO	74
9.3.1	<i>Scenario 1: EEM1 + EEM2 + EEM4 + EEM5</i>	76
9.3.2	<i>Scenario 2: EEM1 + EEM2 + EEM4 + EEM5 + EEM6</i>	82
10	CONCLUSIONI	88
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	88
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	88
10.2.1	<i>Priorità delle interazioni proposte e programma di attuazione:</i>	88
10.2.2	<i>Piani di misure e verifiche per accertare i risparmi</i>	89
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	90
ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....		A
ALLEGATO B – ELABORATI		A
ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA.....		1
ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI.....		1
ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI		1
ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE		1
ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA		1
ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI.....		1
ALLEGATO I – DATI CLIMATICI.....		1
ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT		1
ALLEGATO K – SCHEDE ORE		1
ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI.....		1
ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK.....		1
ALLEGATO N – CD-ROM.....		1

EXECUTIVE SUMMARY

Caratteristiche dell'edificio oggetto della DE

Tabella 0.1 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1980
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		D
Destinazione d'uso	E.7 (Edificio adibito ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili)	
Superficie utile riscaldata	[m ²]	1.279,99
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2.564,95
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	5.079,38
Rapporto S/V	[1/m]	0,50
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.352,12
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.538,10
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	798,05
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	2.336,15
Tipologia generatore riscaldamento	Generatore tradizionale a basamento	
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	180
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	0
Tipo di combustibile	Gas naturale	
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)	Genetatore tradizionale a basamento e Boiler Elettrici	
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	34,09
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	109.953
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	8.953,31
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	25.434
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	5.725,39

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Isolamento pareti esterne;
- EEM 2: Isolamento copertura;
- EEM 3: Sostituzione infissi;
- EEM 4: Sostituzione dei generatori di calore;
- EEM 5: Installazione di nuove plafoniere con lampade led;
- EEM 6: Installazione di un impianto fotovoltaico;
- SCN 1: Isolamento pareti esterne, isolamento copertura, sostituzione dei generatore di calore con installazione delle valvole termostatiche e installazione di nuove plafoniere con lampade led;
- SCN 2: Isolamento pareti esterne, isolamento copertura, sostituzione dei generatore di calore con installazione delle valvole termostatiche, installazione di nuove plafoniere con lampade led e installazione di un impianto fotovoltaico.

E116 – Nido dell'infanzia "Albero d'Oro"

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_{CO_2} %	ΔC_E €/anno	ΔC_{MO} €/anno	ΔC_{MS} €/anno	I_0 [€]	TRS anni	TRA anni	n anni	VAN €	TIR %	IP -	DSCR	LLCR
EEM1	14,7%	15,6%	2.151,4	0,0	0,0	-73.886,0	17,0	31,1	30	-2.602,4	3,5%	0,0	[n/a]	[n/a]
EEM2	10,5%	11,2%	1.544,3	0,0	0,0	-40.780,1	13,7	22,6	30	4.348,0	5,3%	0,1	[n/a]	[n/a]
EEM3	18,6%	19,8%	2.734,2	0,0	0,0	-103.581,7	19,5	33,0	30	-9.779,9	2,7%	-0,1	[n/a]	[n/a]
EEM4	7,1%	7,7%	1.048,0	1.780,9	473,4	-26.136,4	4,7	5,8	15	16.530,4	14,6%	0,6	[n/a]	[n/a]
EEM5	8,6%	7,5%	1.268,5	0,0	0,0	-10.869,2	4,8	5,9	8	1.024,3	6,8%	0,1	[n/a]	[n/a]
EEM6	13,5%	11,8%	1.981,1	0,0	0,0	-33.104,5	15,7	23,3	20	-4.823,2	2,1%	-0,1	[n/a]	[n/a]
SCN1	44,1%	45,2%	8.210,4	2.671,4	710,1	-153.694,3	9,9	14,7	25	1.281,0	4,2%	0,8	1,24	0,58
SCN2	58,5%	58,1%	6.095,2	2.671,4	710,1	-186.798,8	10,9	16,0	15	34.950,0	6,5%	18,7	1,21	0,89

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria



Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



Gli interventi analizzati coinvolgono sia l'involucro sia l'impianto nel rispetto dei vincoli dell'edificio oggetto di DE e gli scenari ottenuti sono stati condizionati dai requisiti imposti dalla committenza (salto superiore a due classi e tempi di ritorno rispettivamente inferiori a 15 e 25 anni).

Entrambi gli scenari prevedono interventi che coinvolgono sia l'involucro edilizio sia gli impianti termico ed elettrico, compreso il ricorso allo sfruttamento di forme di energia rinnovabile per l'SCN2. In termini di sostenibilità finanziaria degli investimenti, si è cercato di individuare interventi che consentissero l'ottenimento di valori adeguati degli indici DSCR e LLCR (si veda Capitolo 9.3); tuttavia, la necessità del doppio salto di classe non lo ha reso sempre possibile, vista la necessità di ricorrere ad interventi molto efficaci dal punto di vista della riduzione del fabbisogno energetico (coibentazione a cappotto), ma allo stesso tempo anche particolarmente onerosi da un punto di vista economico. Entrambi gli scenari individuati consentono il salto di due classi, ma presentano valori sufficienti solo per l'indicatore DSCR. LLCR è invece inferiore all'unità in quanto i flussi di cassa cumulati dell'azionista, come osservabile nei grafici, dopo aver raggiunto un picco positivo cominciano decrescere

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

1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita dal Gruppo Eden srls il cui responsabile per il processo di audit è l’arch. Valentina Raisa, soggetto certificato Esperto in Gestione dell’Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339.

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Sud



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

Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Ing. Eugenio Ardeni	TA – Tecnico dell'analisi preliminare	Analisi del capitolato tecnico del bando e preparazione materiale per il sopralluogo
Ing. Eugenio Ardeni	TR – Tecnico del rilievo	Sopralluogo in sito
Ing. Alex Nonni	TR – Tecnico del rilievo	Sopralluogo in sito
Ing. Eugenio Ardeni	TC – Tecnico del calcolo energetico	Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Ing. Eugenio Ardeni	TC – Tecnico del calcolo energetico	Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Ing. Sonia Subazzoli	Esperto involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Ing. Emanuele Pifferi	Esperto Impianto	Revisione report di diagnosi energetica
Arch. Valentina Raisa	REDE	Approvazione report di diagnosi energetica

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU F. 51 Mapp. 835 Sub. 1 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nel quartiere San Fruttuoso, in salita Nuova Nostra Signora del Monte 4.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a nido dell'infanzia, a parte il piano terra occupato dall'ATS 46 Bassa Valbisagno, centro servizi per la famiglia, e dalla Banca del tempo.

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		1980
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 (Edificio adibito ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili)
Superficie utile riscaldata	[m ²]	1.279,99
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2.564,95
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	5.079,38
Rapporto S/V	[1/m]	0,51
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.352,12
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.538,10
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	798,05

Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	2.336,15
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale a basamento
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	180
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	0
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Generatore tradizionale a basamento e boiler elettrici
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	34,09
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	109.953
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	8.953,31
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	25.434
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	5.725,39

Nota (1): Valori di Baseline

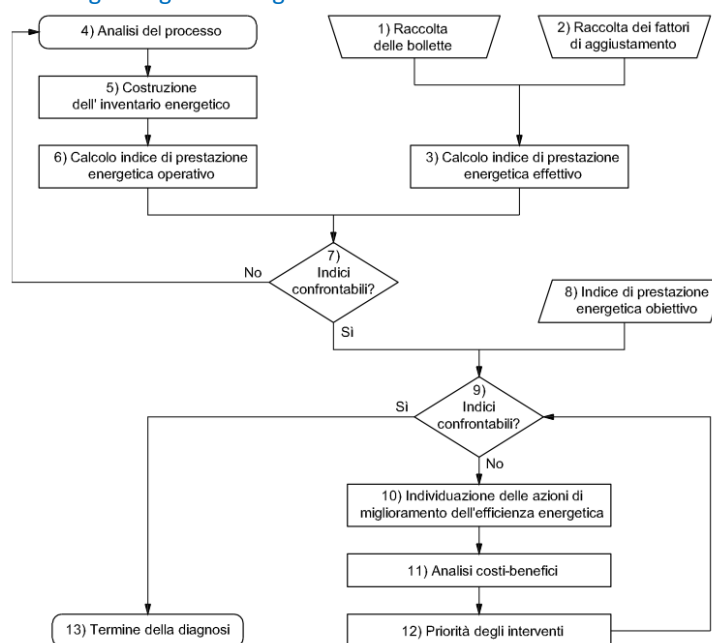
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- a) Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all'Allegato A – Elenco documentazione fornita dalla committenza;
- b) Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- c) Visita agli edifici, effettuata in data 22/11/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- d) Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assital, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- f) Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Namirial Termo 4.2, rilasciato dalla Namirial Spa in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) in data 29/06/2016, protocollo n.71, come rispondente alle specifiche tecniche UNI TS 11300, ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- g) Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- h) Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo dell'Università di Genova e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- i) Individuazione della "baseline termica" di riferimento (e relative emissioni di CO₂) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- j) Individuazione della "baseline elettrica" di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;

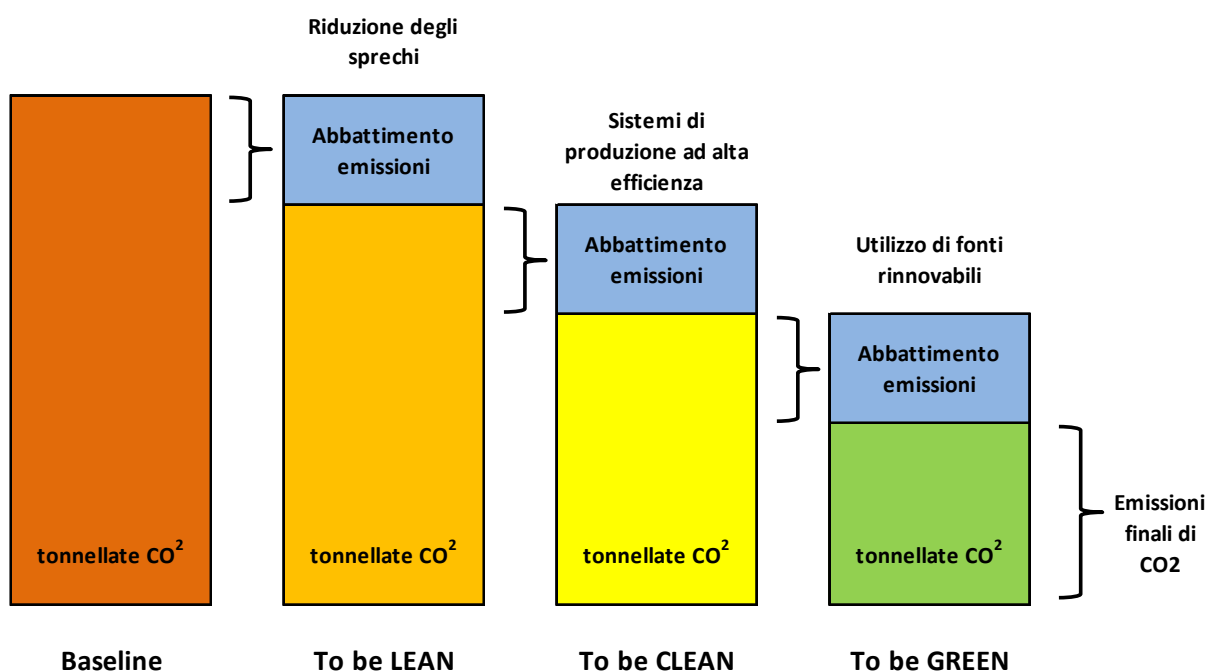
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.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

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



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

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica, (fonte: London Plan 2011)



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 energetica 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 dalle 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:

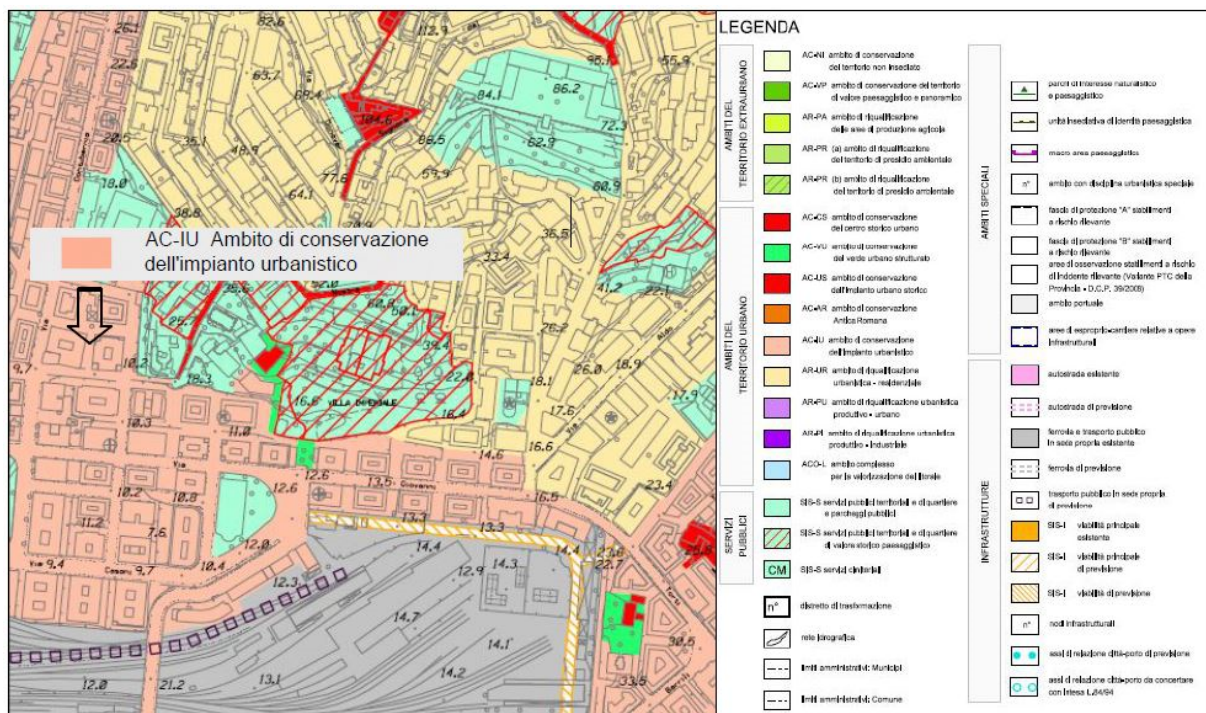
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei 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 AC-IU ambito di conservazione dell’impianto urbanistico, avente come obiettivo la conservazione del patrimonio edilizio esistente a meno che non siano necessari di interventi di riqualificazione per inadeguatezza della tipologia o per stato di degrado sempreché non si tratti di fabbricati significativi sotto il profilo monumentale, architettonico, paesaggistico o documentario. In particolare l’edificio oggetto della DE viene classificato come SIS-S (Servizi pubblici territoriali e di quartiere e parcheggi pubblici).

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L’edificio ove è ubicato il nido dell’infanzia “Albero d’Oro” risale all’incirca al 1980. Ai sensi del DPR 412/93 ricade nella destinazione d’uso E.7 - Edificio adibito ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili. Al suo interno sono presenti anche locali adibiti ad attività ricreative destinati a servizi sociali.

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.

È rilevante inoltre sottolineare come la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto comporterebbe il miglioramento delle condizioni di benessere percepite dagli studenti e dal personale docente.

L’edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da tre piani fuori terra più un seminterrato, nei quali si sviluppano le varie attività scolastiche e tutte le attività collegate dall’ATS 46 Bassa Valbisagno, centro servizi per la famiglia, e alla Banca del tempo. La conformazione del terreno circostante è tale che le pareti esterne rivolte verso nord ed est del piano seminterrato e del piano terra sono a contatto direttamente con il terreno o sono separati da esso da un’intercapedine d’aria. Il livello del terreno arriva fino al primo piano in corrispondenza della facciata rivolta verso nord dove c’è l’ingresso del nido d’infanzia. I locali tecnici, compresi la centrale termica, si trovano al piano terra, con ingresso dalla facciata rivolta ad ovest.

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



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⁾
Seminterrato	Locali di servizio, lavanderia	[m ²]	102,13	86,71	0
Terra	Vani scale, aule per servizi sociali	[m ²]	500,98	370,94	0
Primo	Aule scolastiche	[m ²]	577,82	512,31	0
Secondo	Aule scolastiche	[m ²]	357,17	310,03	0
TOTALE		[m²]	1.538,10	1.279,99	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

Dal punto di vista storico l’edificio non risulta un bene culturale, ambientale o paesaggistico soggetto a tutela, ma si trova all’interno della zona AC-IU, finalizzata alla conservazione dell’impianto urbanistico.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli

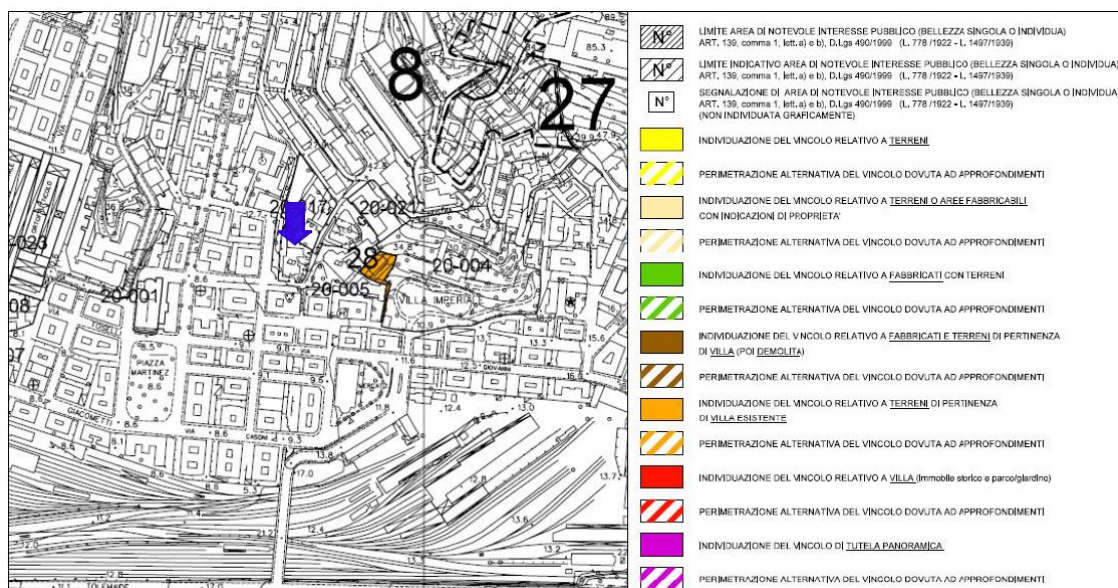


Tabella 2.2 - Misure di efficienza energetica individuate e valutazione delle interferenze con gli attuali vincoli

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁴⁾	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Isolamento pareti esterne	-		-
EEM 2: Isolamento copertura	-		-
EEM 3: Sostituzione Infissi e installazione valvole termostatiche	-		-
EEM 4: Sostituzione generatori di calore e installazione valvole termostatiche	-		-
EEM 5: Installazione di nuove plafoniere con lampade led	-		-
EEM 6: Installazione di un impianto fotovoltaico	-		-

Nota (4): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

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

2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

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

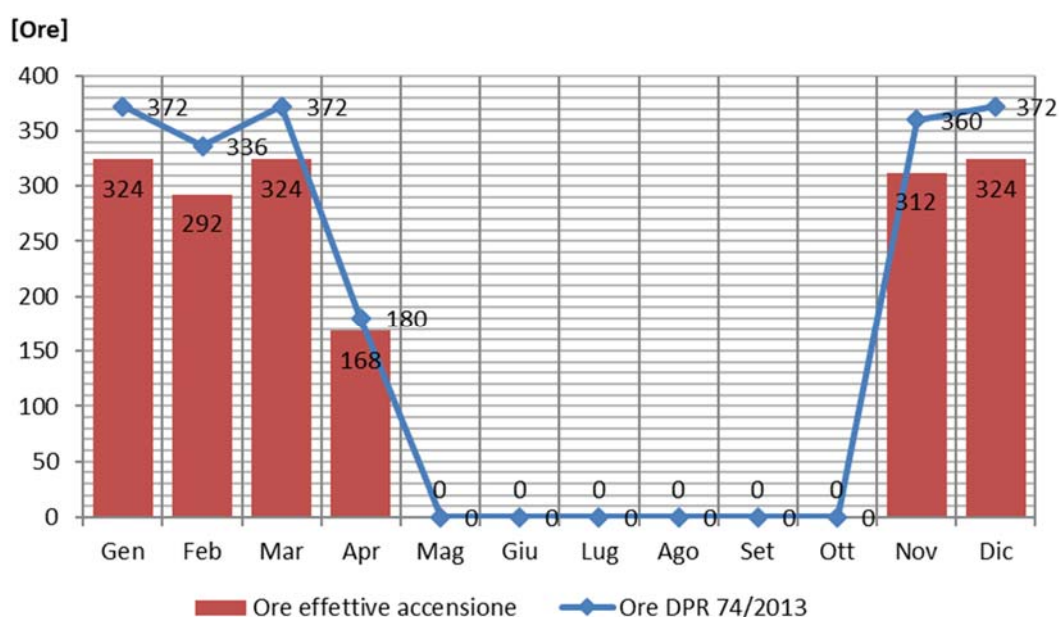
Gli orari di effettivo utilizzo dell’edificio sono stati indicati dal personale scolastico, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti corrispondono ai giorni di apertura e chiusura dell’edificio.

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

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

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	dal lunedì al venerdì	7.30 – 17.30	6.00 – 18.00
	Sabato	-	6.00 – 18.00
Dal 15 Aprile al 1 Novembre	dal lunedì al venerdì	7.30 – 17.30	-

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



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale all'interno della struttura e risulta che gli impianti vengono tenuti accesi anche il sabato.

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 1243 GG calcolati su 145 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 _{risc}	PROFILO DI INCIDENZA
Gennaio	31	10,4	31	298	19	27	259	21%
Febbraio	28	10,5	28	266	21	24	231	19%
Marzo	31	11,1	31	276	20	27	240	19%
Aprile	30	15,3	15	71	20	14	68	5%
Maggio	31	18,7	-	-	22	-	-	0%
Giugno	30	22,4	-	-	20	-	-	0%
Luglio	31	24,6	-	-	21	-	-	0%
Agosto	31	23,6	-	-	18	-	-	0%
Settembre	30	22,2	-	-	22	-	-	0%
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	0%
Novembre	30	13,3	30	201	21	26	174	14%
Dicembre	31	10,0	31	310	20	27	270	22%
TOTALE	365	16,7	166	1421	245	145	1243	100%

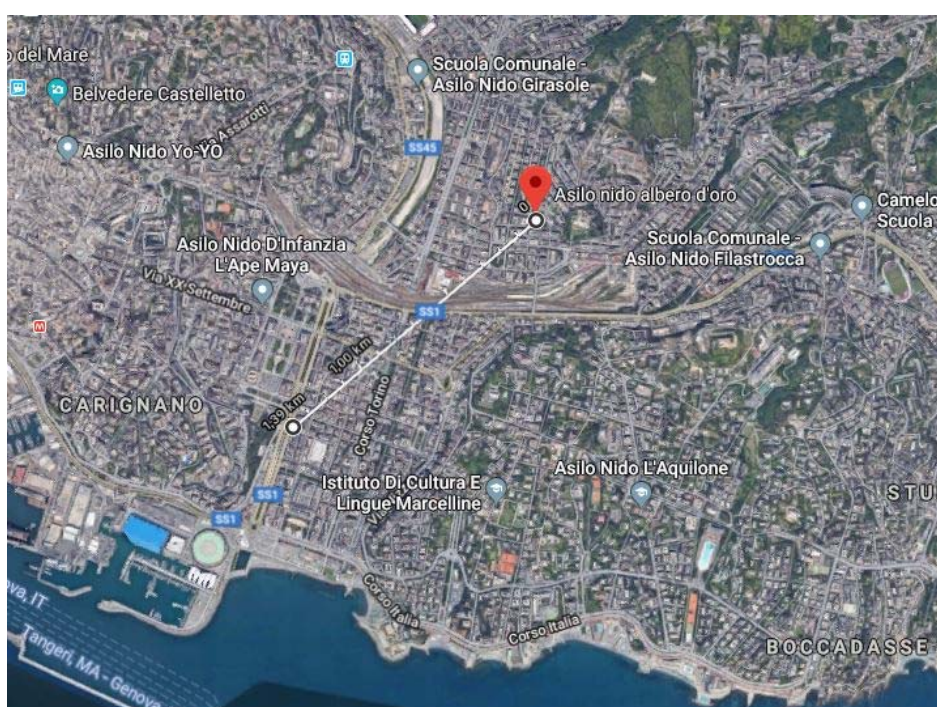
3.2 DATI CLIMATICI REALI

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 più vicina "GENOVA CENTRO FUNZIONALE" in viale delle Brigate Partigiane 2.

Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centralina in quanto è ubicata in una zona limitrofa all'edificio oggetto della DE, a circa 1,4 km di distanza in linea d'aria.

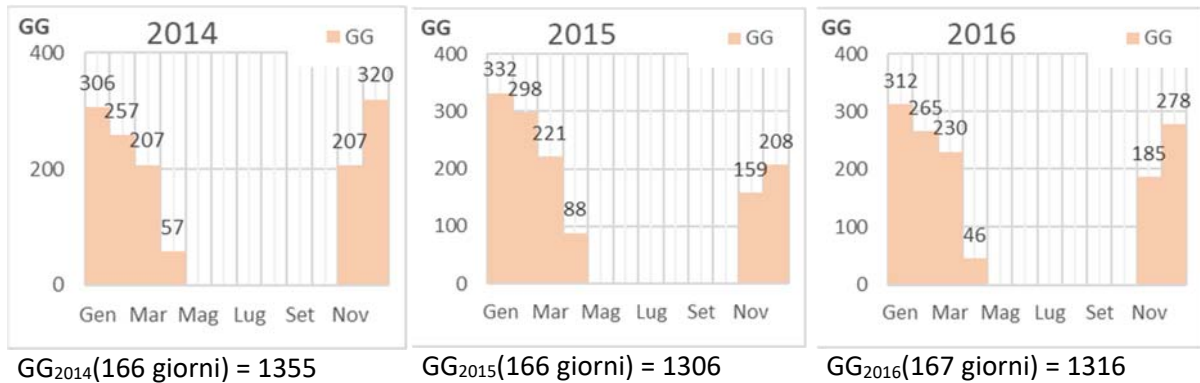
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



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

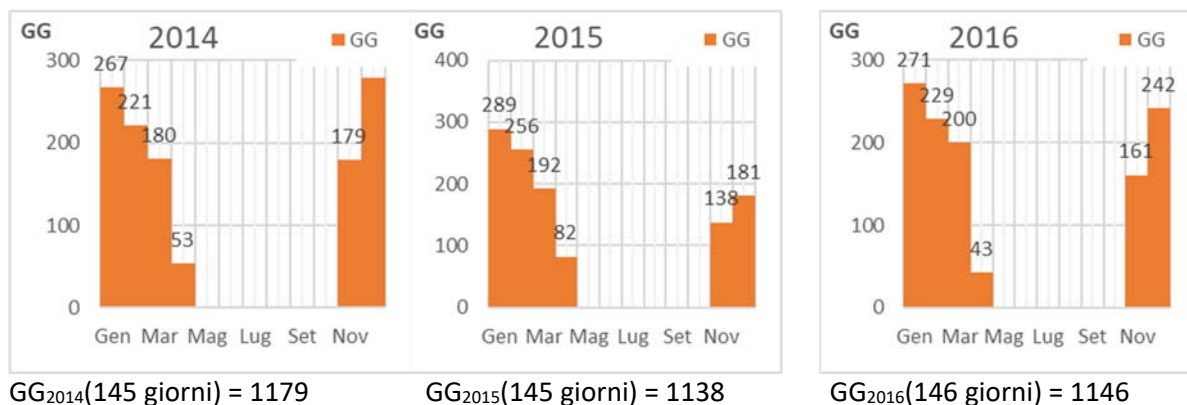


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 1154 GG calcolati su 145 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

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



Come si può notare dai grafici sopra riportati, l'andamento dei GG.

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 composto da una struttura costituita da un telaio in cemento armato. La copertura dell'edificio a tutti i livelli è piana, costituita da blocchi di laterizio più calcestruzzo e viene sfruttata come terrazza su tutti i lati del primo piano. In aggiunta sono stati costruiti altri balconi sul lato sud e in parte sul lato ovest dove viene usata anche la conformazione del terreno, così come sul lato nord e sul lato est dove possibile.

Figura 4.1 - Particolare della facciata principale d'ingresso (lato nord)



Figura 4.2 - Particolare di una terrazza del primo piano



Va inoltre sottolineato che, anche se si tratta di un edificio che si trova all'interno di una zona di conservazione dell'impianto urbanistico, è possibile procedere a sostanziali interventi di efficientamento dell'involucro visibili dall'esterno in quanto l'edificio non risulta vincolato.

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Parete verticale	PE – 22	22	Assente	1,59	Sufficiente
Parete verticale	PE – 30	30	Assente	1,51	Sufficiente
Parete verticale	PE – 40	40	Assente	1,42	Sufficiente
Parete verticale	PE – 57	57	Assente	1,28	Sufficiente
Solaio interpiano	SOL1	30	Assente	1,30	Sufficiente
Copertura piana terrazza	COP1	30	Assente	1,62	Sufficiente
Copertura piana	COP2	30	Assente	1,55	Sufficiente

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

4.1.2 Involucro trasparente

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto prevalentemente da serramenti con telaio in metallo senza taglio termico e vetro singolo.

Lo stato di conservazione degli stessi è sufficiente.

Figura 4.3 - Particolare dei serramenti



Figura 4.4 - Particolare dei serramenti



Figura 4.5 - Particolare dei serramenti – dettaglio angolo vetro



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 ad infrarossi.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- L'immagine termografica mostra alcuni ponti termici dell'involucro dell'edificio analizzato. Gli elementi in giallo, arancione e rosso sono i più disperdenti e quindi i punti deboli dell'involucro edilizio. Si notino in particolare gli infissi e zone del muro esterno al di sotto delle finestre in corrispondenza dei terminali di emissione quali gli elementi più disperdenti di calore in una facciata dell'edificio.

Figura 4.6 – Rilievo termografico dei serramenti



L'analisi termografica viene riportata nell'Allegato C – Report di indagine termografica.

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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento verticale	F1	88x287	Metallo senza Taglio termico	Vetro singolo	5,74	Sufficiente
Serramento verticale	F2	110x88	Metallo senza Taglio termico	Vetro singolo	5,74	Sufficiente
Serramento verticale	F3	110x68	Metallo senza Taglio termico	Vetro singolo	5,75	Sufficiente
Serramento verticale	F4	77x316	Metallo senza Taglio termico	Vetro singolo	5,73	Sufficiente
Serramento verticale	F5	330x289	Metallo senza Taglio termico	Vetro singolo	5,74	Sufficiente
Serramento verticale	F6	110x52	Metallo senza Taglio termico	Vetro singolo	5,75	Sufficiente

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

4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

L'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da un impianto ad acqua, alimentato da una caldaia a basamento.

4.2.1 Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito da un'unica tipologia di terminali:

- Radiatori in ghisa e in metallo;

I radiatori sono prevalentemente in ghisa tranne al secondo piano in cui sono in acciaio.

Figura 4.7 - Particolare di un radiatore in ghisa



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

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

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
ZT-01 Aule scolastiche	Radiatori in ghisa e metallo	93%
ZT-02 Aule per centro servizi	Radiatori in ghisa	93%

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 ⁽¹⁾	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA ⁽¹⁾	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Seminterrato	Radiatori in ghisa	5	0,44 ÷ 4,86	13,95	0	0
Terra	Radiatori in ghisa	17	0,38 ÷ 2,49	27,10	0	0
Primo	Radiatori in ghisa	20	0,48 ÷ 4,05	41,09	0	0
Secondo	Radiatori in ghisa e metallo	38	0,54 ÷ 3,24	21,02	0	0
TOTALE		80	0,38 ÷ 4,86	103,16	-	-

Nota (1): I dati inseriti sono stati presi dalle check list dei componenti dell'impianto di climatizzazione - terminali messi a disposizione da parte della PA; così è stato riportato il range della potenza termica unitaria indicando il valor minimo e massimo e la potenza termica totale dei terminali di emissione

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 delle caldaie in centrale termica avviene mediante telegestione con sonde climatiche esterne ed interne e gli orari di accensione e spegnimento vengono settati in una centralina di controllo. La temperatura di set-point invernale è di 20 °C. I radiatori sono dotati di valvole on-off.

Figura 4.8 - Particolare della centralina di controllo dell'edificio

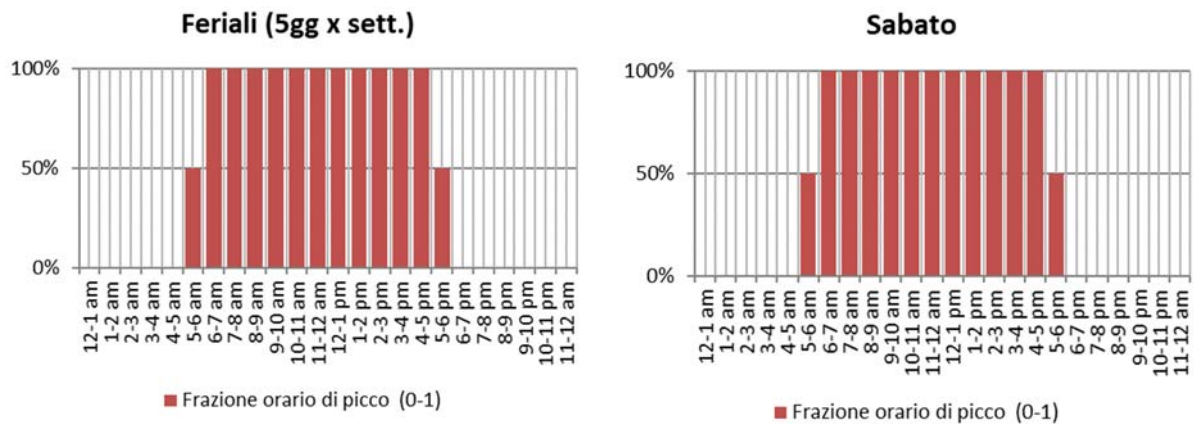


Figura 4.9 – Dispositivo per la telegestione



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

Figura 4.10 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per le zone termiche



Il dettaglio dei profili orari di funzionamento, rilevati in sede di sopralluogo, è riportato nella Sezione 12 dell' Allegato J – Schede di audit.

I rendimenti di regolazione desunti dal modello di calcolo delle DE sono riportati nella Tabella 4.5:

Tabella 4.5 - Rendimenti del sottosistema di regolazione per le varie zone termiche

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
ZT-01 Aule scolastiche	Zona + Climatica	96%
ZT-02 Aule per centro servizi	Zona + Climatica	96%

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

4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

Circuiti secondari di mandata ai radiatori e alle utenze per l'uso di acs (fluido termovettore acqua).

Circuiti secondari: sono presenti due pompe di circolazione gemellari dotate di inverter per le due zone termiche; quindi i circuiti secondari sono a servizio di:

- ZT-01 e ZT-02: per i radiatori le aule scolastiche, le aule del centro servizi e per la famiglia e della banca del tempo;
- ZT-01 e ZT-02: per un volume d'accumulo e successivamente per i locali dei servizi igienici e locali adibiti a cucina per l'uso di acqua calda sanitaria.

Le caratteristiche dei circolatori a servizio dei circuiti secondari sono riportate nella Tabella 4.6.

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito secondario

NOME		SERVIZIO	PORTATA ⁽²⁾ m ³ /h	PREVALENZA ⁽²⁾ kPa	POTENZA ASSORBITA ⁽¹⁾ kW
ZT-01 e ZT-02	DAB	mandata acqua calda a radiatori	-	Non disponibile	0,027 ÷ 5,34
ZT-01 e ZT-02	DAB	mandata acqua calda sanitaria a locali adibiti all'uso di acs	Non disponibile	Non disponibile	0,75 ÷ 0,105
TOTALE	-	-	-	-	0,777 ÷ 5,445

Nota (1): Valori ricavati da dati di targa

Nota (2): non è stato possibile determinare il dato della prevalenza e della portata né dalla targa né dalla marca e modello della pompa

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

Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito secondario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA ⁽²⁾ °C	TEMPERATURA CALCOLO ⁽¹⁾ °C
ZT-01 e ZT-02	Mandata	Caldo	63	52
	Ritorno	Caldo	38	55
Acs per ZT-01 e ZT-02	Mandata	Caldo	Non disponibile ⁽³⁾	Non disponibile
	Ritorno	Caldo	Non disponibile ⁽³⁾	Non disponibile

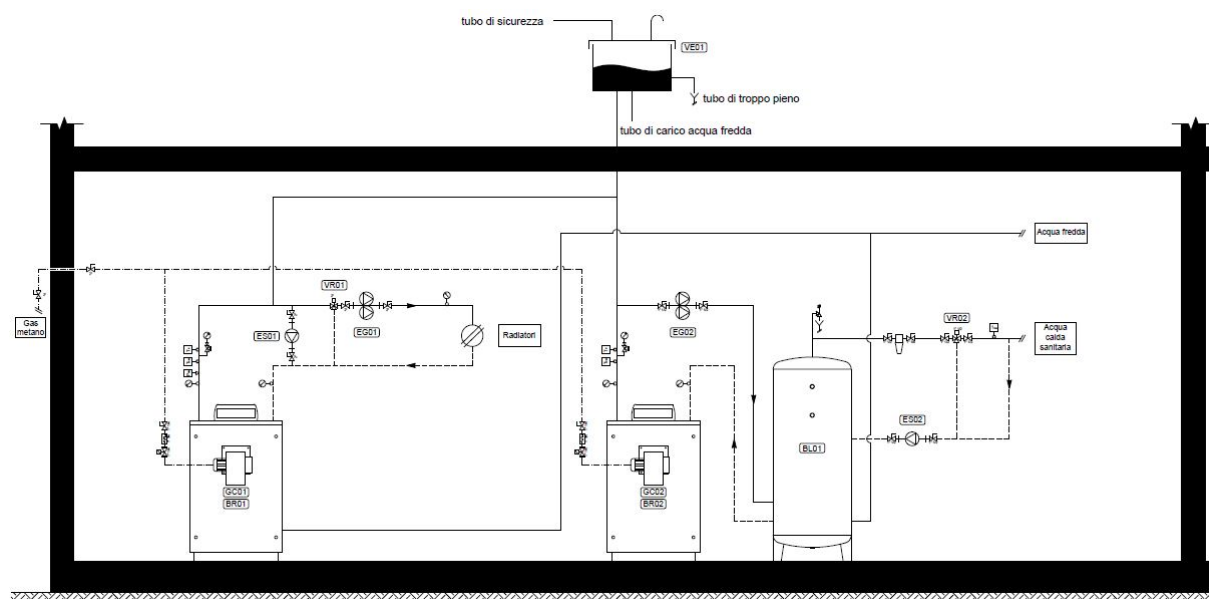
Nota (1): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Nota (2): Valori rilevati il giorno 06/12/2017 alle ore 10.00, in orario di apertura dell'edificio scolastico, con una temperatura esterna di circa 10°C

Nota (3): Non è disponibile la temperatura di mandata e di ritorno dei circuiti in quanto non è stato possibile rilevarle in fase di rilievo

Per quanto riguarda le temperature del fluido termovettore caldo si è potuto notare un leggero riscontro tra i valori considerati nel modello di calcolo e quelli rilevati in sede di sopralluogo. Tale differenza può essere dovuta ad un utilizzo inferiore rispetto ad un funzionamento a massimo carico.

Figura 4.11 - Particolare dello schema di impianto [(Fonte: Tavola 029-P00-AE-CENTRALE TERMICA.dwg)]



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione è stato assunto nella DE pari al 96%.

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 dotata di una caldaia standard a basamento per il riscaldamento, marca Thermital Theng 200, e una caldaia standard a basamento per l'acs, marca Thermital Europa Then 45.

Figura 4.12 - Particolare della caldaia per riscaldamento



Figura 4.13 - Particolare delle caldaia per la produzione di acs e del volume di accumulo



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella Tabella 4.7.

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche dei sistemi di generazione

	Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE ⁽¹⁾	POTENZA TERMICA UTILE ⁽¹⁾	RENDIMENTO ⁽²⁾	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA ⁽²⁾
					[kW]	[kW]		[kW]
Gen 1	Riscaldamento	Thermital	Then 200	2001	210	180	90%	0,7
Gen 2	Produzione acs	Thermital	Europa Then 45	1999	55	49,7	90%	0,5

Nota (1): Valori ricavati da dati di targa

Nota (2): Valori ricavati dal modello energetico

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 90% come calcolato da norma UNI. Il rendimento indicato dalle prove fumi è del 93%.

L'elenco dei componenti del sottosistema di generazione per il riscaldamento degli ambienti rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.1 e 8 dell' Allegato J – Schede di audit.

4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Figura 4.14 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria

La produzione di acqua calda sanitaria è eseguita tramite una caldaia standard a basamento, descritta nel precedente paragrafo e da un boiler elettrico ad accumulo installato al primo piano.



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

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

Sottosistema di Erogazione ⁽¹⁾	Sottosistema di Distribuzione ⁽¹⁾	Sottosistema di Ricircolo ⁽²⁾	Sottosistema di Accumulo ⁽²⁾	Sottosistema di Generazione ⁽¹⁾	Rendimento Globale medio stagionale ⁽¹⁾
100%	92,6%	-	-	75%	70%

Nota (1): Valori ricavati da modello energetico

Nota (2): Dato mancante in quanto assente tale sottosistema

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

L'edificio non è dotato di un impianto di climatizzazione estiva.

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

L'edificio non è dotato di un impianto di ventilazione meccanica.

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 un ascensore, PC, stampanti, lavatrici e una macchinetta per snack in uso del personale. Sono state valutate le ore di utilizzo in base ai giorni di occupazione dell'edificio e il numero di ore giornaliere in cui mediamente vengono usate queste utenze.

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

Tabella 4.10 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [kW]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Cucina scuola	lavatrice	3	2.000	6	2.450
Cucina scuola	Frigorifero	2	500	1	2.450
Cucina scuola	Mini uta	1	500	0,5	2.450
Aule scuola	Stampanti Multifunzione /Fotocopiatrici	1	1.100	1,1	2.450
Aule scuola	PC + Monitor	1	150	0,15	2.450
Aule scuola	Macchinette snack	1	1.100	1,1	2.450
Aule scuola	Ventilatori	4	1.000	4	2.450
Edificio	Ascensore	1	3.000	3	2.450

L'elenco delle 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 principalmente da lampade fluorescenti. Le principali tipologie di corpi illuminanti sono di seguito elencati:

- Lampade a tubi fluorescenti installate a soffitto nella maggior parte dei locali;
- Lampade fluorescenti installate nei servizi igienici.

Figura 4.15 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule scolastiche



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

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
			[W]	[kW]
Piano seminterrato	1x36W Fluorescente	5	36	0,18
Piano seminterrato	1x18W Fluorescente	2	18	0,036
Vano scale piano terra	2x36W Fluorescente	1	72	0,072
Aule piano terra	1x58W Fluorescente	20	58	1,16
Servizi igienici piano terra	1x18W Fluorescente	10	18	0,18
Aule piano primo	1x58W Fluorescente	17	58	0,986
Aule piano primo	2x36W Fluorescente	16	72	1,152
Aule piano primo	1x36W Fluorescente	5	36	0,18
Servizi igienici piano primo	1x18W Fluorescente	8	18	0,144
Aule piano secondo	1x58W Fluorescente	14	58	0,812
Aule piano secondo	2x58W Fluorescente	4	116	0,464
Aule piano secondo	2x36W Fluorescente	5	72	0,36
Servizi igienici piano secondo	1x18W Fluorescente	2	18	0,036

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.

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

L'edificio non è dotato di un impianto a fonte rinnovabile o di tipo cogenerativo per la produzione di energia elettrica e/o termica.

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;
- Gasolio;
- Energia elettrica;

5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura è il Gas Metano a partire da Novembre 2014; durante il periodo estivo del 2014 è avvenuto un processo di metanizzazione che ha permesso all'edificio di passare dall'utilizzo del gasolio, avvenuto fino ad Aprile 2014, a quello di 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 [kg/Sm ³]	PCI [kWh/Nm ³]	FATTORE DI CONVERSIONE [Sm ³ /Nm ³]	PCI [kWh/Sm ³]
Metano	n/a	n/a	9,94 (*)	1,0549	9,42
Gasolio	11,87 (*)	0,85	n/a	n/a	10,09

Nota (1) Fonte: Prospetto B.19 UNI TS 11300-2:2014

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

- Centrale termica per il riscaldamento e per la produzione di acs di tutti i locali dell'edificio;
- Uso cottura a servizio della mensa scolastica.

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

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

L'analisi dei consumi storici di Gas metano si basa sulla base de m³ di gas metano e di gasolio forniti 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

Combustibile: Gas metano

PDR	Utilizzo	2014	2015	2016	2014	2015	2016
		[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
03270050354160	Riscaldamento e produzione acs	2.988	11.410	10.103	28.147	107.484	95.170
03270024878632	Uso cottura	947	982	1.100	8.921	9.252	10.363

Combustibile: Gasolio

PDR	Utilizzo	2014	2015	2016	2014	2015	2016
		[litri]	[litri]	[litri]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
03270050354160	Riscaldamento e produzione acs	2.131	-	-	21.501	-	-

Parallelamente all'analisi dei consumi storici forniti dalla società di distribuzione termici si è provveduto alla valutazione dei consumi mensili fatturati nel triennio di riferimento, ma il PDR 03270050354160 è gestito tramite contratto SI3, quindi non si hanno a disposizione le fatture; perciò sono stati ricostruiti i consumi mensili parametrizzando i consumi annuali forniti dalla società di distribuzione sulla base dei GG nei giorni di utilizzo per ogni mese nel periodo di riscaldamento e sulla base dei giorni di utilizzo per i mesi restanti per determinare i consumi adibiti alla produzione di acqua calda sanitaria.

I consumi mensili 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 dalla società di fornitura

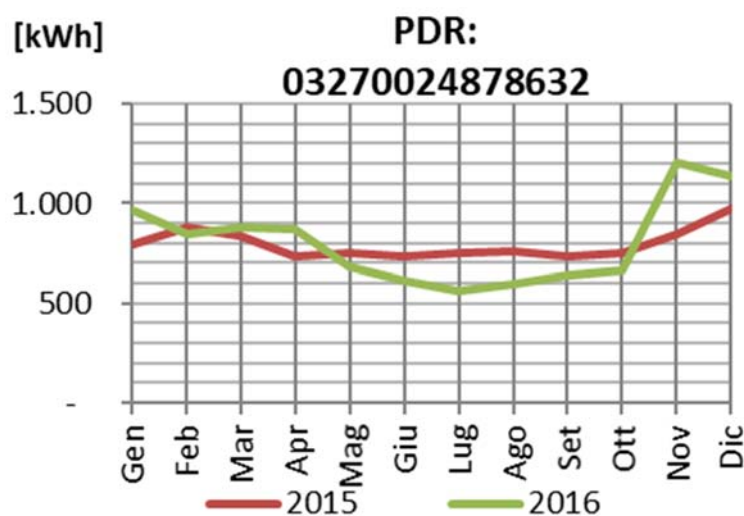
PDR: 03270050354160	2014 ⁽¹⁾	2015	2016	2014	2015	2016
	[litri] fino ad Aprile [mc] da Novembre	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	788	2.818	2.328	7.948	26.546	21.933
Febbraio	652	2.499	1.969	6.578	23.538	18.550
Marzo	533	1.888	1.727	5.380	17.784	16.268
Aprile	158	830	396	1.595	7.822	3.727
Maggio	n.d.	41	36	n.d.	386	342
Giugno	n.d.	37	33	n.d.	351	311
Luglio	n.d.	39	35	n.d.	369	326
Agosto	n.d.	34	30	n.d.	316	280
Settembre	n.d.	41	36	n.d.	386	342
Ottobre	n.d.	39	35	n.d.	369	326
Novembre	1.170	1.366	1.395	11.019	12.868	13.139
Dicembre	1.818	1.778	2.083	17.128	16.749	19.626
Totale	-	11.410	10.103	49.648	107.482	95.170

Nota (1): I consumi mensili del 2014 durante i mesi in cui non è attivo il riscaldamento non sono stati ricostruiti per via del processo di metanizzazione avvenuto durante l'anno

PDR: 03270024878632	2014 ⁽¹⁾	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	n.d.	84	102	692	793	961
Febbraio	n.d.	93	90	765	877	848
Marzo	n.d.	89	93	728	835	876
Aprile	n.d.	78	92	728	735	867
Maggio	n.d.	80	72	801	754	678
Giugno	n.d.	78	65	728	735	612
Luglio	n.d.	80	60	765	754	565
Agosto	n.d.	81	63	655	763	593
Settembre	n.d.	78	68	801	735	641
Ottobre	n.d.	80	71	765	754	669
Novembre	n.d.	90	128	765	848	1.206
Dicembre	n.d.	103	121	728	970	1.140
Totale	-	1.014	1.025	8.921	9.552	9.656

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 il prelievo termico del triennio per il PDR1 è caratterizzato da un valore minimo pari a 10.103 m³ nel 2015, e un valore di massimo prelievo pari a 11.410 m³ nel 2015. I consumi annui hanno subito un calo dal 2015 al 2016 del 11% nonostante i gradi giorni invernali pressochè costanti in questi due anni.

Inoltre per il secondo PDR è emerso che il prelievo termico del triennio è caratterizzato da un valore minimo pari a 1.014 m³ nel 2015, e un valore di massimo prelievo pari a 1.025 m³ nel 2016. I consumi annui sono rimasti sostanzialmente uguali nel biennio.

Considerando che i consumi di gas metano a servizio degli impianti di riscaldamento degli ambienti sono soggetti a variazioni dovute all'andamento degli effettivi dati climatici che hanno caratterizzato il triennio di riferimento, si è reso necessario riportare tali consumi ad un comportamento normalizzato e non più strettamente dipendente dalle caratteristiche climatiche dell'anno a cui si riferiscono, con lo scopo di ottenere un consumo destagionalizzato che possa poi essere utilizzato per effettuare la taratura del modello energetico di cui al capitolo 6.1.

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

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

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. Tale consumo è stato valutato scorporando, dal consumo complessivo del contatore che alimenta la centrale termica, identificato con il PDR1, il contributo per la produzione di acqua calda sanitaria.

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

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

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

\bar{Q}_{ACS} = Consumo termico reale per ACS dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per l'ACS nel triennio di riferimento; tale consumo termico è stato valutato sulla base della richiesta stimata di acs giornaliera e dei giorni di utilizzo dell'edificio; per cui è stato calcolato nel modello teorico di calcolo un contributo pari al 4% rispetto al consumo addebitato al PDR1.

\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 sono serviti da un contatore dedicato, pertanto con concorrono 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 solo relativi al biennio 2015-2016 in quanto il 2014 è inutilizzabile per il processo di metanizzazione avvenuto durante l'anno.

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG _{REALI} SU 145 GIORNI	GG _{RIF} SU 145 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 1421 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2015	1.138	1.243	10.954	103.183	90,7	112.703	4.299	-
2016	1.146	1.243	9.699	91.363	79,7	99.097	3.807	-
Media	1.142	1.243	10.326	97.273	85,2	105.900	4.053	-

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da un andamento variabile dei consumi considerando che quelli legati al riscaldamento sono diminuiti dal 2015 al 2016 nonostante un andamento pressochè costante delle temperature esterne medie mensili, di conseguenza pure i consumi dovuti alla produzione di acs sono diminuiti, in quanto ricostruiti.

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}	4.053
\bar{Q}_{ALTRO}	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	105.900
$Q_{baseline}$	109.953

5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di un contatore il quale risultato a servizio dell'intero edificio.

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

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

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

Tali consumi 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 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]	MEDIA [kWh]
IT001E00097110	Asilo nido "Albero d'Oro"	23.061	26.163	27.079	25.434
TOTALE		23.061	26.163	27.079	25.434

Tali consumi sono stati confrontati con i consumi annui elaborati e forniti dalla PA e sono emerse le seguenti differenze tranne che per il 2014 in cui il consumo fornito dalla PA è identico a quello elaborato. Invece è differente per il 2015 per cui la PA ha indicato un consumo pari a 26.575 kWh, ovvero 588 kWh in meno; infine per il 2016 la PA ha indicato un consumo pari a 31.970, 4.891 kWh in più.

L'individuazione della baseline elettrica di riferimento è calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali, fatturati dalla società di fornitura, per il triennio di riferimento.

Si è pertanto definito un consumo $EE_{baseline}$ pari a 25.434 kWh.

I consumi mensili fatturati dalla società di fornitura sono riportati nella Tabella 5.7.

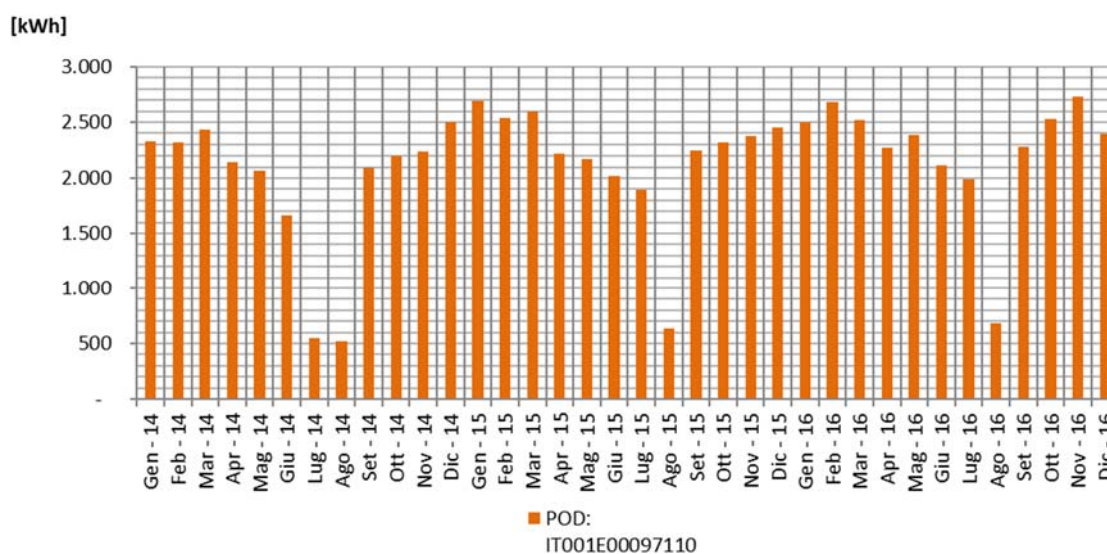
Tabella 5.7 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento

POD: IT001E00097110	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.698	263	369	2.330
Febbraio	1.745	276	298	2.319
Marzo	1.734	323	376	2.433
Aprile	1.407	292	442	2.141
Maggio	1.412	294	364	2.070
Giugno	1.060	244	357	1.661
Luglio	203	117	228	548
Agosto	142	118	259	519

POD: IT001E00097110	F1	F2	F3	TOTALE
Settembre	1.313	337	446	2.096
Ottobre	1.418	338	448	2.204
Novembre	1.395	327	515	2.237
Dicembre	1.395	382	726	2.503
Totale	14.922	3.311	4.828	23.061
POD: IT001E00097110	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.578	413	704	2.695
Febbraio	1.775	344	419	2538
Marzo	1.730	370	498	2.598
Aprile	1372	337	511	2220
Maggio	1322	295	559	2176
Giugno	1126	297	595	2018
Luglio	1074	288	530	1892
Agosto	162	130	344	636
Settembre	1368	321	559	2248
Ottobre	1422	337	557	2316
Novembre	1459	329	586	2374
Dicembre	1507	340	605	2452
Totale	15.895	3.801	6.467	26.163
POD: IT001E00097110	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.493	375	630	2.498
Febbraio	1.791	381	508	2680
Marzo	1.625	358	540	2.523
Aprile	1414	354	503	2271
Maggio	1470	366	552	2388
Giugno	1208	356	553	2117
Luglio	1037	355	594	1986
Agosto	148	164	374	686
Settembre	1348	398	533	2279
Ottobre	1475	436	619	2530
Novembre	1677	412	640	2729
Dicembre	1481	360	551	2392
Totale	16.167	4.315	6.597	27.079

Si riporta nella Figura 5.2 il profilo elettrico reale relativo al triennio di riferimento.

Figura 5.2 – Profilo elettrico reale relativo al triennio di riferimento



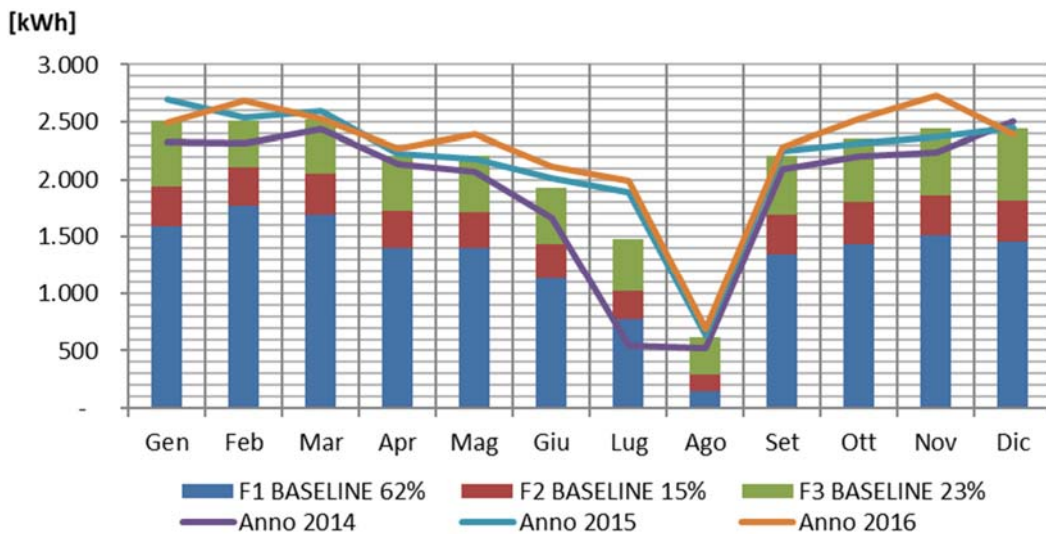
Dall'analisi effettuata è stato possibile definire i profili mensili dei consumi elettrici di Baseline, valutati come la media dei valori mensili analizzati nel triennio di riferimento. Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASILINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.590	350	568	2.508
Febbraio	1.770	334	408	2.512
Marzo	1.696	350	471	2.518
Aprile	1.398	328	485	2.211
Maggio	1.401	318	492	2.211
Giugno	1.131	299	502	1.932
Luglio	771	253	451	1.475
Agosto	151	137	326	614
Settembre	1.343	352	513	2.208
Ottobre	1.438	370	541	2.350
Novembre	1.510	356	580	2.447
Dicembre	1.461	361	627	2.449
Totale	15.661	3.809	5.964	25.434

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



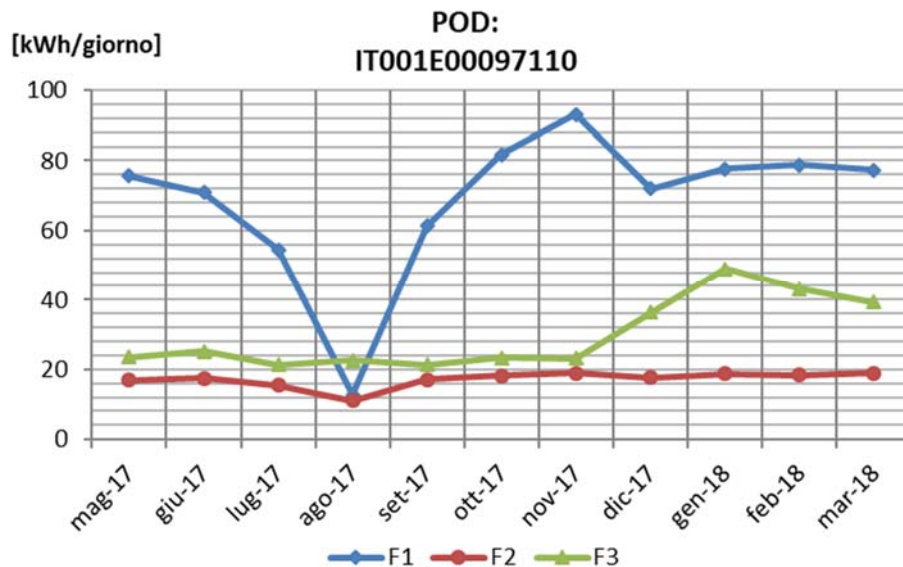
I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti sinusoidali, per il maggior utilizzo da Settembre a Maggio compresi rispetto ai mesi estivi, con il picco di utilizzo tra Febbraio e Marzo. Nel mese di Agosto è stato rilevato un consumo visto l'utilizzo dell'edificio per attività estive.

È stato inoltre possibile rappresentare i profili giornalieri medi dei consumi elettrici accedendo alle informazioni fornite dalla società di distribuzione dell'energia elettrica, la quale rende disponibili le letture dei prelievi di energia elettrica nell'ultimo giorno del mese suddivise per fascia.

Si è pertanto analizzato il profilo giornaliero medio di ogni mese sulla base dei giorni di utilizzo, ad eccezione del mese di Aprile perché al momento di realizzazione della diagnosi sono risultate disponibili le letture dal 30 Aprile 2017 al 31 Marzo 2018.

L'andamento dei profili giornalieri di consumo è riportato nei grafici in Figura 5.4.

Figura 5.4 – Profilo giornaliero medio dei consumi elettrici per il POD IT001E00097110



Dai grafici così ottenuti si rileva un andamento molto variabile dei consumi soprattutto per la fascia F1 con una diminuzione netta dei consumi giornalieri verso l'estate e un picco di utilizzo nel mese di Novembre; mentre i consumi in fascia F2 hanno un leggero aumento nei mesi invernali i consumi in fascia F3 rimangono pressochè costanti.

Tali andamenti risultano coerenti rispetto alle caratteristiche di utilizzo dell'edificio e delle utenze rilevate in sede di sopralluogo.

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.

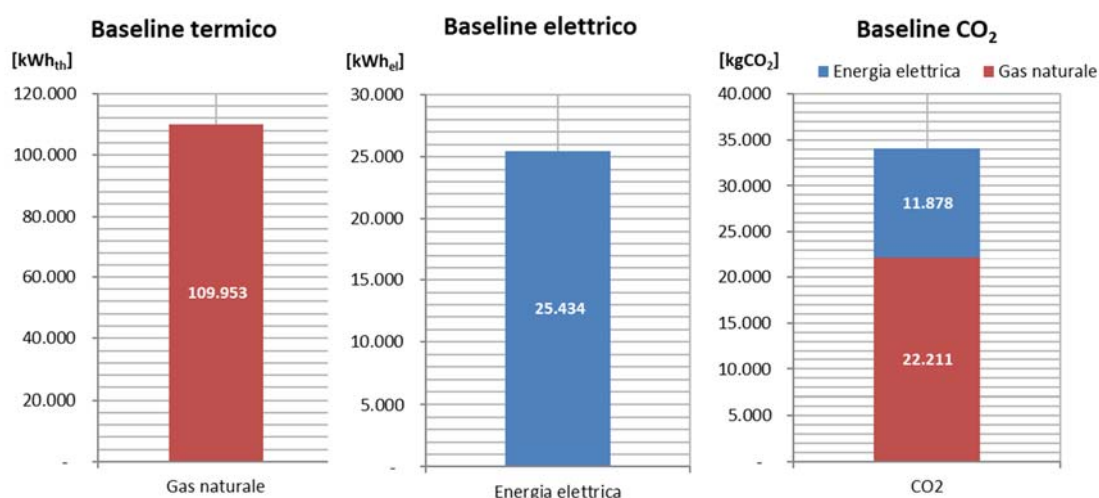
COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	tCO ₂ /MWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249

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

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO₂, come riportato nella Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂. Tabella 5.10 e nella Figura 5.5.

Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[tCO ₂]
Energia elettrica	25.434	* 0,467	11,88
Gas naturale	109.953	* 0,202	22,21

Figura 5.5 – Rappresentazione grafica della Baseline 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,nren}	F _{P,ren}	F _{P,tot}
Energia elettrica da rete	1,95	0,47	2,42
Gas naturale	1,05	0	1,05

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	1.279,99	m ²
FATTORE 2	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	1.352,12	m ²
FATTORE 3	Volume lordo riscaldato	5.079,38	m ³

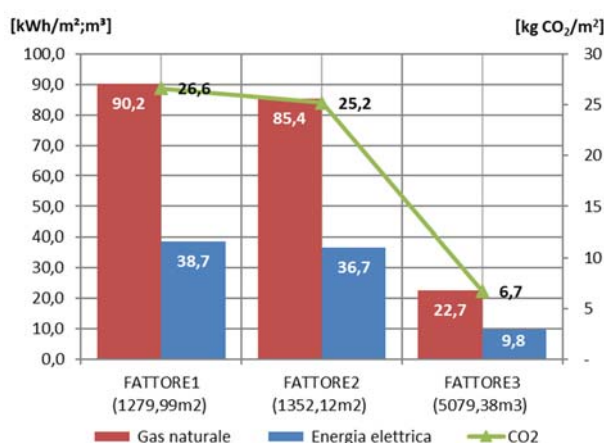
Nella Tabella 5.13 e nella tabella 5.14 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell'Allegato J – Schede di audit.

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

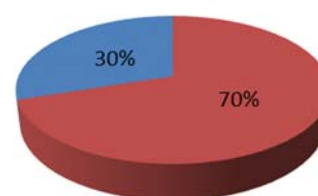
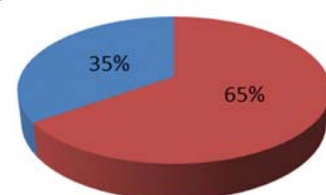
VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Energia elettrica	25.434	2,42	61.551	48,09	45,52	12,12	9,28	8,78	2,34
Gas naturale	109.953	1,05	115.451	90,20	85,39	22,73	17,35	16,43	4,37
TOTALE	135.387	3,47	177.002	138,28	130,91	34,85	26,63	25,21	6,71

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN. [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m ²]	FATTORE 2 [kWh/m ²]	FATTORE 3 [kWh/m ³]	FATTORE 1 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 2 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 3 [Kg CO ₂ /m ³]
Energia elettrica	25.434	1,95	49.597	38,75	36,68	9,76	9,28	8,78	2,34
Gas naturale	109.953	1,05	115.451	90,20	85,39	22,73	17,35	16,43	4,37
TOTALE	135.387	3,00	165.048	128,94	122,07	32,49	26,63	25,21	6,71

Figura 5.6 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO₂ valutati in funzione della superficie utile riscaldataFigura 5.7 – 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
- 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 ² anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	-	16,07	14,13	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	17,06	19,35	20,03

È stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA – FIRE.

Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per riscaldamento

Wh_t / m³ x GG x anno

	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Materne	minore di 18,5	da 18,5 a 23,5	maggiore di 23,5
Elementari	minore di 11,0	da 11,0 a 17,5	maggiore di 17,5
Medie, Secondarie Sup.	minore di 11,5	da 11,5 a 15,5	maggiore di 15,5

Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica

kWh_e / m² x anno

	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Materne	minore di 11,0	da 11,0 a 16,5	maggiore di 16,5
Elementari, Medie, Secondarie Sup. tranne Ist.Tecn.Ind. e Ist.Prof.Ind.	minore di 9,0	da 9,0 a 12,0	maggiore di 12,0
Ist.Tecn. Ind., Ist. Prof. Ind.	minore di 12,5	da 12,5 a 15,5	maggiore di 15,5

L’analisi del confronto con le linee guida ENEA – FIRE è riportato nell’Allegato M – Report di Benchmark.

Dal confronto con le linee guida ENEA - FIRE si deduce che la classe di merito dei consumi specifici per il riscaldamento è migliorata dal 2015 al 2016, mantenendosi in entrambi gli anni ad un livello buono. Invece per quanto riguarda il consumo specifico per l’energia elettrica la classe di merito peggiora progressivamente dal 2014 al 2016 passando da un livello sufficiente il primo anno ad un livello insufficiente nei due anni successivi.

Da questa analisi emerge che i consumi di metano sono già relativamente bassi con un trend che certifica la diminuzione progressiva del parametro IEN_R, mentre sono aumentati sensibilmente i consumi elettrici nel corso degli anni.

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 e UNI-TS 11300-4:2016.

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	EP _{gl,nren}	kWh/mq anno	215,0	205,4
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	169,3	167,6
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	9,6	8,7
Ventilazione	EP _v	kWh/mq anno	0,0	0
Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno	0,0	0,0
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	32,1	25,9
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	4,0	3,2
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	Kg/mq anno	39,2	39,2

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 [kWh/anno]	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE [kWh/anno]
Gas Naturale	201.343	211.410
Energia Elettrica	26.036	50.770

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

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

Dove:

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

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

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

FABBISOGNO	Corrispondenza UNI TS 11300 [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
Energia elettrica esportata dall'impianto a fonti rinnovabili	$E_{exp,el}$

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 le informazioni avute a disposizione sull'utilizzo dell'edificio e sui sistemi di produzione dell'energia termica ed elettrica presenti al suo interno e i dati rilevati durante il sopralluogo.

Nella Tabella 6.6 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	125,7	117,9
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	89,0	87,6
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	8,0	7,1
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	0,0	0,0
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno	0,0	0,0
Illuminazione artificiale ⁽¹⁾	EP_L	kWh/mq anno	24,8	20,0

Trasporto di persone e cose ⁽¹⁾	EP _T	kWh/mq anno	4,0	3,2
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno	26,6	26,6

Nota (1): Gli indicatori EP_L e EP_T riguardano solo una parte dei consumi elettrici complessivi dell'edificio, i quali sono dati anche dall'energia elettrica usata per il servizio di riscaldamento, per la produzione di acqua calda sanitaria e per il funzionamento delle altre utenze elettriche installate.

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	11.022	104.739
Energia Elettrica	-	26.389

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]	[%]
104.739	109.953	4,98%

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

6.1.2 Validazione del modello elettrico

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

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

EE _{teorico}	EE _{baseline}	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
26.389	25.434	3,62%

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

6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

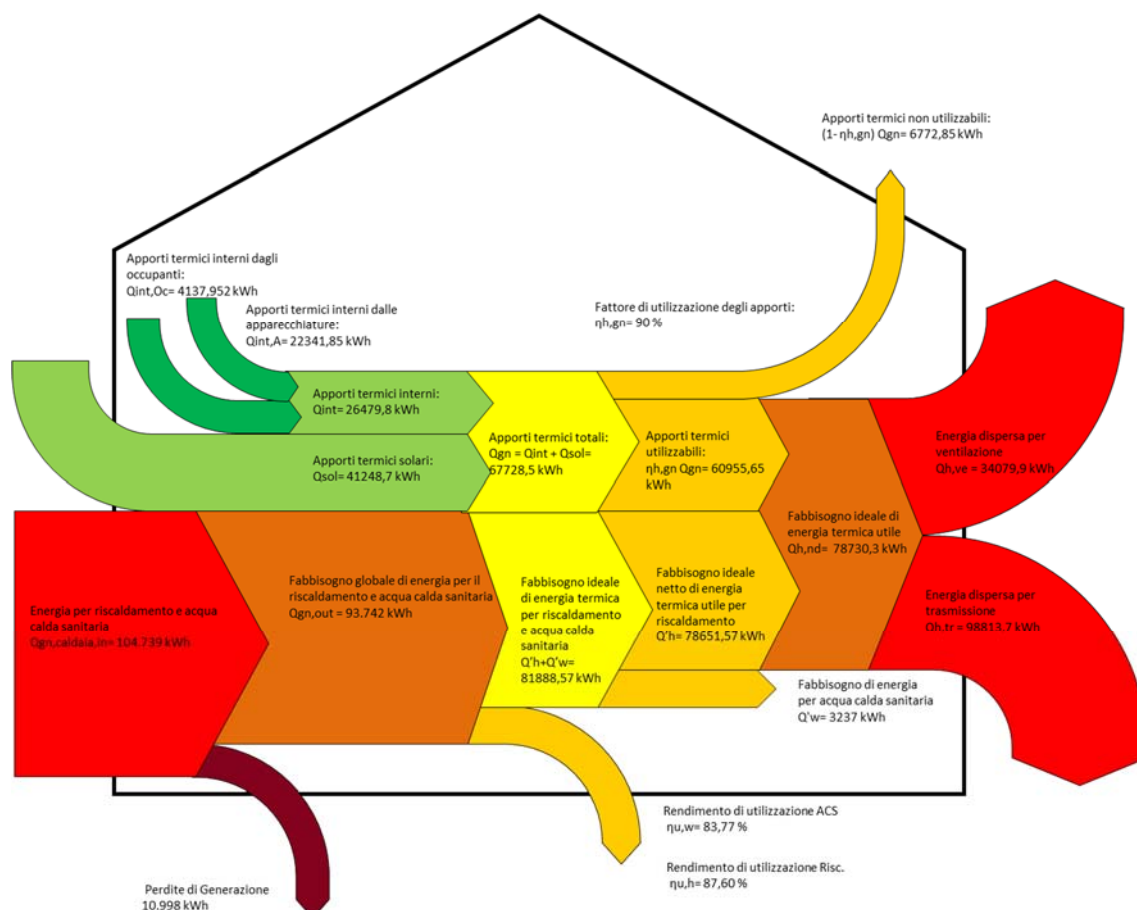
Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si è reso necessario predisporre i risultati della modellazione energetica nella forma di un bilancio energetico che descriva l'andamento dei flussi energetici caratteristici dell'edificio in modo da valutare in maniera puntuale 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 valori rappresentati a bilancio sono valori indicizzati in kWh/(m² anno), sulla base delle superfici utili delle zone riscaldate e/o climatizzate.

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

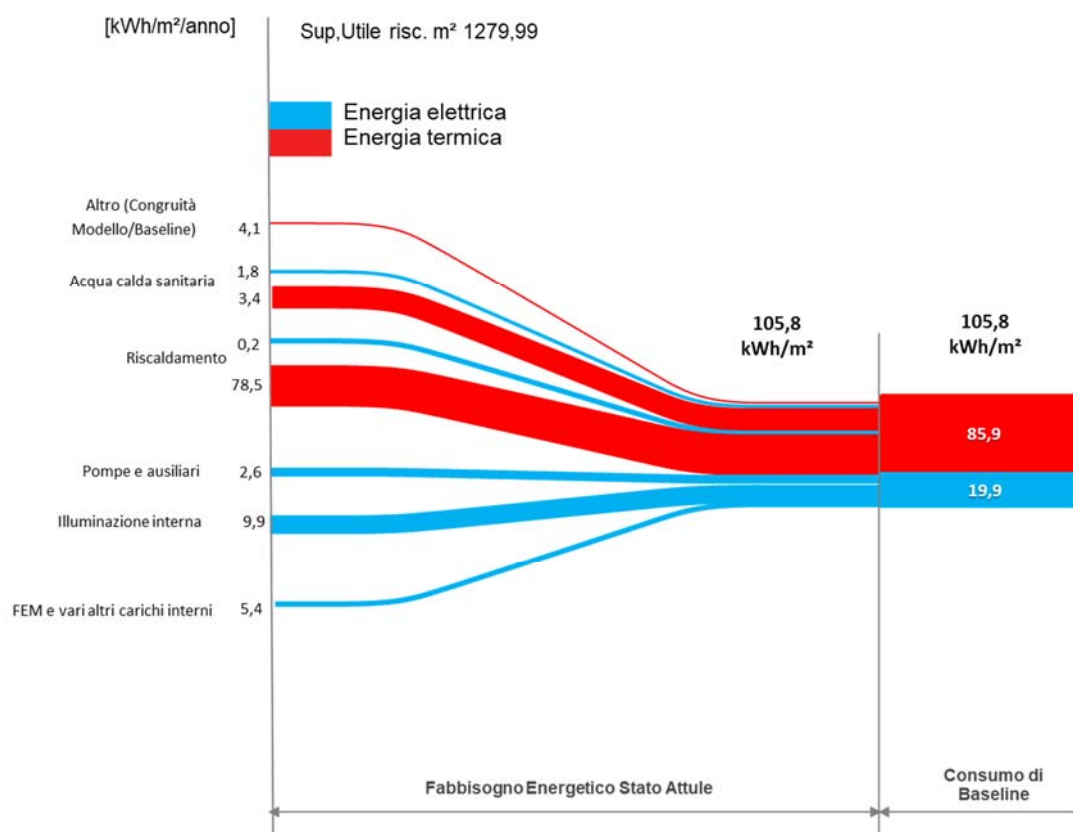
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio allo stato attuale



L'analisi del diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio riguarda solo il riscaldamento ed è possibile notare che l'edificio oggetto di DE non presenta né energia recuperata nel sottosistema di generazione né energia termica da fonte rinnovabile. Il fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti è 90% mentre il rendimento di utilizzazione del sistema di riscaldamento è pari a 87%.

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

Figura 6.2 – Bilancio energetico complessivo dell'edificio



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.

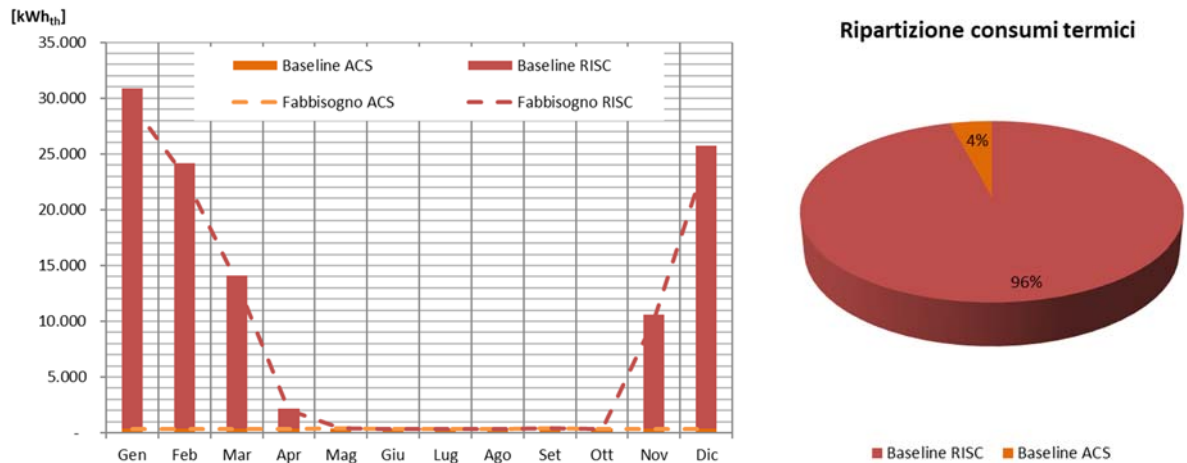
Nel caso in cui, invece i consumi teorici siano inferiori rispetto alla Baseline il termine "Altro – Congruità" rappresenta la differenza per eccesso tra i consumi specifici di Baseline ed i consumi teorici.

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 – Andamento mensile dei consumi termici ricavati dalla modellazione



Si può notare che la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per il riscaldamento dei locali.

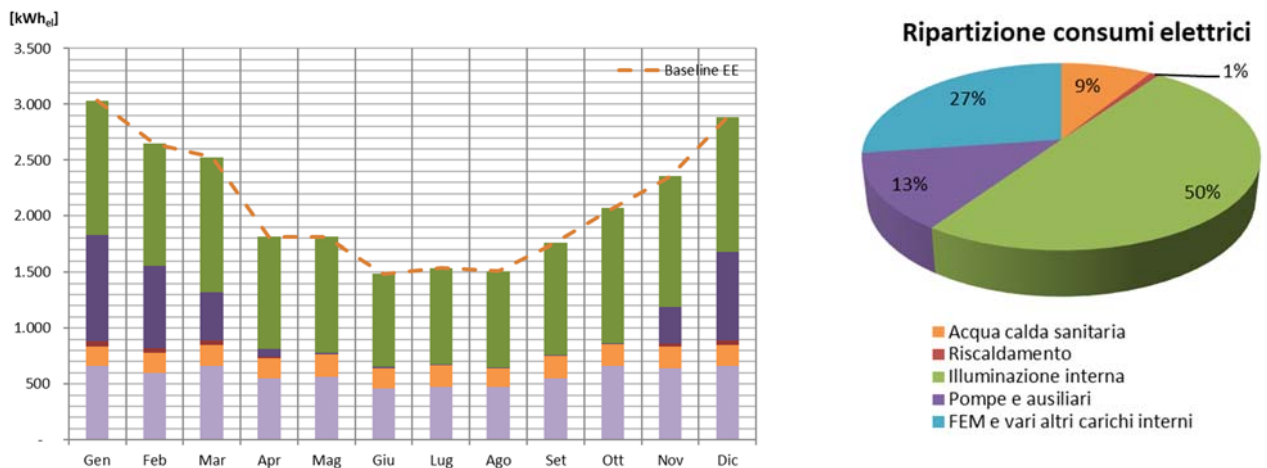
Pertanto tra gli interventi migliorativi proposti si andranno a migliorare anche i componenti per la climatizzazione invernale dell'edificio.

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'utilizzo per l'illuminazione dei locali e alle utenze elettriche installate all'interno dell'edificio.

Pertanto tra gli interventi migliorativi proposti si andrà a migliorare l'impianto di illuminazione.

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico avviene tramite un contratto per il PDR presente all'interno dell'edificio, come di seguito elencato:

- PDR 1 – 03270050354160: 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 – 03270024878632: contratto di fornitura del solo vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. È stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

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

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

PDR: 03270024878632	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura – Salita Nuova N. S. del Monte 4, 16143 Genova (GE)			
Dati di intestazione fattura	Non disponibile	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura : fino a Marzo 2015: (1); da Aprile 2015 a Marzo 2016: (2); da Aprile 2016: (3)	Non disponibile	(1): Iren Mercato spa (2): Eni spa	(2): Eni spa (3): Energetic spa
Inizio periodo fornitura	Non disponibile	(1): 15/02/2000 (2): 01/04/2015	(2): 01/04/2015 (3): 01/04/2016
Fine periodo fornitura	Non disponibile	(1): 31/03/2015	(2): 31/03/2016
Classe del contatore	Non disponibile	(1): G006 (2): G006	(2): G004 (3): non disponibile
Tipologia di contratto	Non disponibile	(1): Punto di riconsegna per servizio pubblico (2): utenze con attività di servizio pubblico	(2): utenze con attività di servizio pubblico (3): punto di riconsegna per usi diversi
Opzione tariffaria (*)	Non disponibile	Non disponibile	Non disponibile
Valore del coefficiente correttivo dei consumi	Non disponibile	1,023328	1,023328
Potere calorifico superiore convenzionale del combustibile	Non disponibile	(1): 38,19 MJ/Sm ³ (2): 38,19 MJ/Sm ³	(2): 38,19 MJ/Sm ³ (3): 38,97 MJ/Sm ³
Prezzi di fornitura del combustibile (*) (IVA INCLUSA)	Non disponibile	(1): 0,46 €/Sm ³ (2) ⁽³⁾ : 0,27 €/Sm ³	(2) ⁽³⁾ : 0,24 €/Sm ³ (3) ⁽³⁾ : 0,21 €/Sm ³

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

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

Nota (3): Il costo di fornitura relativo al contratto è riportato senza iva in quanto soggetto sia ad aliquota agevolata sia ad aliquota ordinaria.

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

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

PDR: 03270024878632	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	36	4	10	12	7	68	793	0,086
Feb - 15	40	4	11	13	7	76	877	0,086
Mar - 15	38	4	11	12	7	72	835	0,086
Apr - 15	22	4	11	15	7	59	735	0,080
Mag - 15	22	4	11	15	7	60	754	0,079
Giu - 15	22	4	11	15	7	59	735	0,080
Lug - 15	21	4	10	15	11	61	754	0,081
Ago - 15	22	4	10	15	11	61	763	0,080
Set - 15	21	4	10	15	11	60	735	0,081
Ott - 15	21	4	10	15	11	60	754	0,080
Nov - 15	24	4	12	18	13	70	848	0,082
Dic - 15	27	4	14	20	14	79	970	0,081
Totale	316	46	131	177	114	784	9.552	0,082
PDR: 03270024878632	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	25	4	5	8	5	46	961	0,048
Feb - 16	22	4	4	7	4	41	848	0,049
Mar - 16	23	4	12	18	13	69	876	0,079
Apr - 16	18	3	13	18	8	60	867	0,069
Mag - 16	14	3	9	14	9	49	678	0,072
Giu - 16	13	3	8	13	8	44	612	0,072
Lug - 16	12	3	8	12	8	42	565	0,074
Ago - 16	13	3	8	12	8	44	593	0,074
Set - 16	14	3	9	13	8	47	641	0,073
Ott - 16	16	3	9	14	9	50	669	0,075
Nov - 16	28	3	16	25	16	87	1.206	0,072
Dic - 16	27	3	15	24	15	83	1.140	0,073
Totale	225	34	116	179	110	664	9.656	0,069

Per il 2014 è stato considerato il costo unitario del vettore termico definito dall' Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico (AEEGSI).

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

Nel grafico in Figura 7.1 è riportato l'andamento del costo unitario del vettore termico nel triennio di riferimento.

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

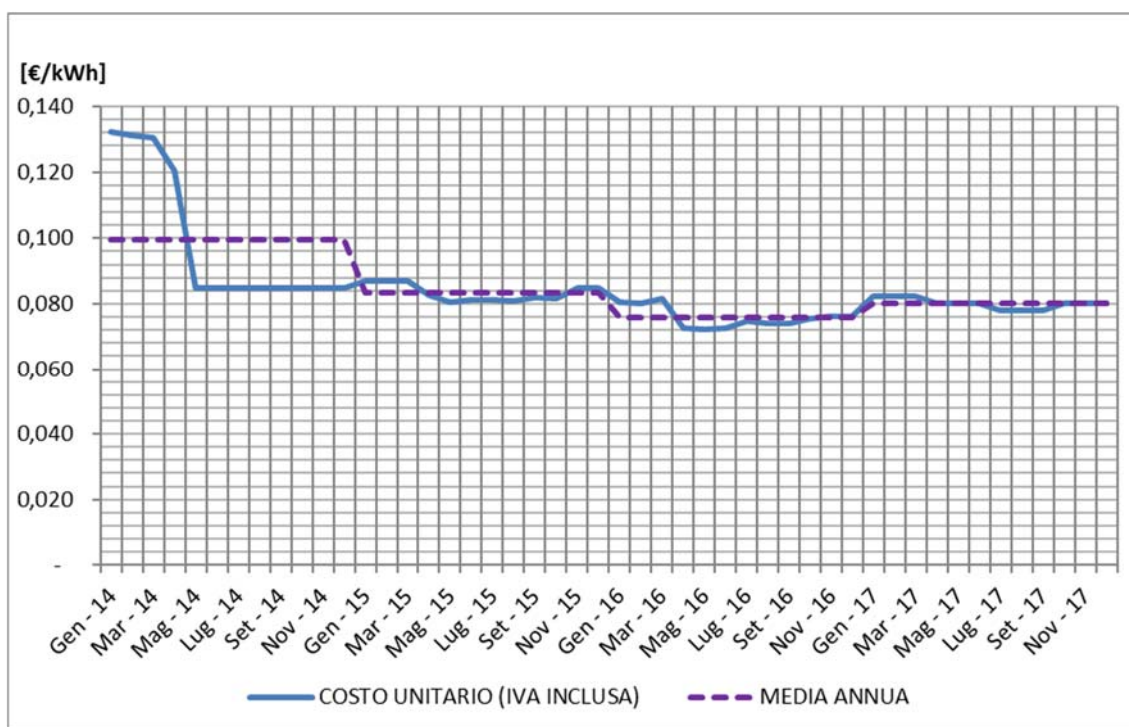
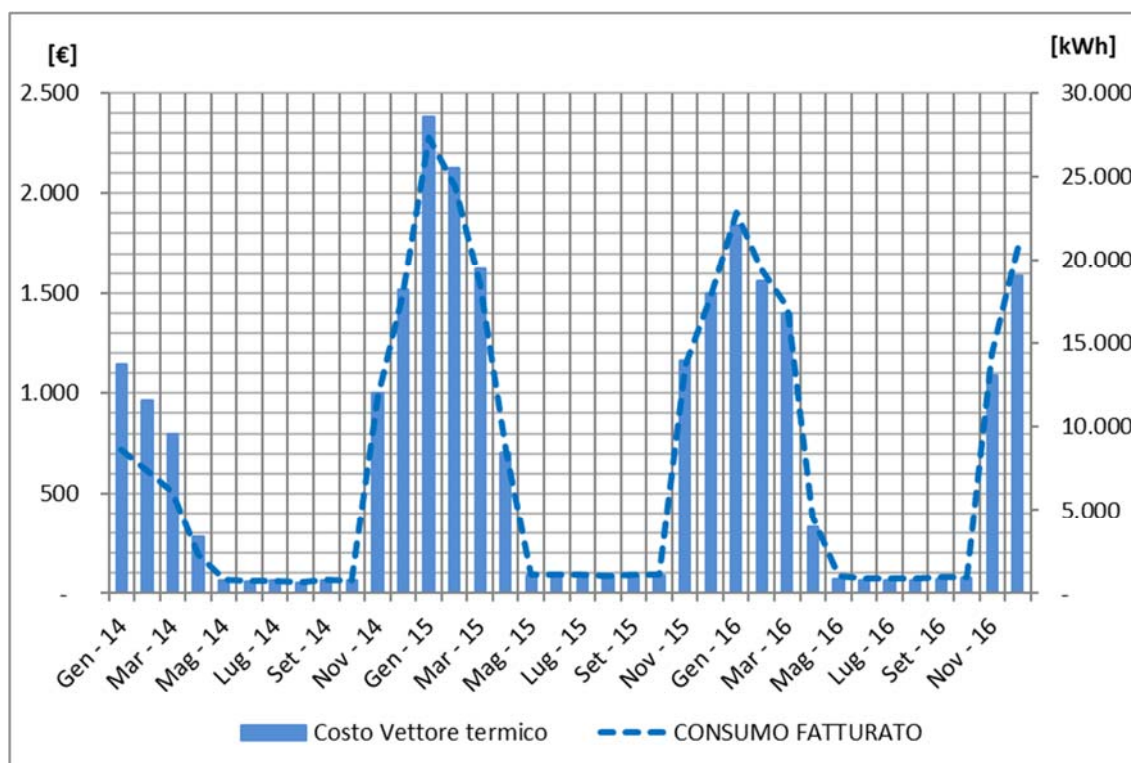


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia termica



Dall’analisi effettuata risulta evidente che l’andamento dei costi sinusoidale con valori praticamente nulli durante il periodo di non funzionamento del riscaldamento; Il costo unitario risulta più alto nei primi mesi del 2014 rispetto agli anni successivi per l’utilizzo del gasolio invece del gas naturale.

7.1.2 Vettore elettrico

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

- POD 1 – IT001E00097110: contratto di fornitura del vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. È stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

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

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

POD: IT001E00097110	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura – Salita Nuova N. S. del Monte 2, 16143 Genova (GE)			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura: fino a Marzo 2015 (1); da Aprile 2015 a Marzo 2016: (2); da Aprile 2016 (3)	Edison Energia spa	(1): Edison Energia spa (2): Gala spa	(2): Gala spa (3): Iren Mercato spa
Inizio periodo fornitura	01/10/2003	(1): 01/01/2014 (2): 01/04/2015	(2): 01/04/2015 (3): 01/01/2016
Fine periodo fornitura	31/03/2015	(1): 31/03/2015 (2): 31/03/2016	(2): 31/03/2016
Potenza elettrica impegnata	28 kW	25 kW	25 kW
Potenza elettrica disponibile	28 kW	28 kW	28 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	(1): Forniture in BT (escluso IP) (2): Utenza Altri Usi	(2): Utenza Altri Usi (3): CONSIP13 VERDE - L0390
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	Non disponibile	Non disponibile	Non disponibile
Prezzi del forniture dell'energia elettrica ⁽²⁾	0,086	0,049	0,055

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

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

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

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

POD: IT001E00097110	QUOTA ENERGIA VENDITA	ONERI DI DISPACCIAMENTO	SERIVZI DI RETE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 14	183	30	255	29	109	607	2.330	0,260
Feb – 14	183	30	255	29	109	606	2.319	0,261
Mar – 14	191	32	263	30	114	630	2.433	0,259
Apr – 14	165	37	246	27	104	579	2.141	0,271
Mag – 14	160	36	209	26	95	526	2.070	0,254
Giu – 14	127	28	164	21	75	414	1.661	0,249
Lug – 14	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	179	548	0,326
Ago – 14	36	8	121	6	38	209	519	0,403
Set – 14	159	33	244	26	102	565	2.096	0,270
Ott – 14	167	32	257	28	106	590	2.204	0,268
Nov – 14	166	33	259	28	107	594	2.237	0,265
Dic – 14	179	37	281	31	116	644	2.503	0,257
Totale	1.716	337	2.555	281	1.075	6.143	23.061	0,266

POD: IT001E00097110	QUOTA ENERGIA	ONERI DI DISPACCIAMENTO	SERIZI DI RETE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 15	187	36	287	34	120	663	2.695	0,246
Feb – 15	173	34	275	32	113	627	2.538	0,247
Mar – 15	169	34	280	32	113	629	2.598	0,242
Apr – 15	103	28	229	28	85	472	2.220	0,212
Mag – 15	98	27	222	27	82	457	2.176	0,210
Giu – 15	88	25	205	25	76	419	2.018	0,208
Lug – 15	79	21	194	24	70	386	1.892	0,204
Ago – 15	28	7	89	8	29	161	636	0,254
Set – 15	84	25	227	28	80	444	2.248	0,198
Ott – 15	84	21	244	29	83	461	2.316	0,199
Nov – 15	87	21	254	30	86	478	2.374	0,201
Dic – 15	164	22	261	31	105	583	2.452	0,238
Totale	1.344	299	2.768	327	1.042	5.780	26.163	0,221
POD: IT001E00097110	QUOTA ENERGIA	ONERI DI DISPACCIAMENTO	SERIZI DI RETE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 16	142	28	247	31	99	547	2.498	0,219
Feb – 16	118	30	269	34	99	549	2.680	0,205
Mar – 16	102	29	272	32	95	530	2.523	0,210
Apr – 16	83	37	253	28	88	489	2.271	0,216
Mag – 16	96	39	262	30	94	521	2.388	0,218
Giu – 16	91	35	242	26	87	480	2.117	0,227
Lug – 16	99	43	231	25	88	486	1.986	0,245
Ago – 16	81	42	226	24	82	455	686	0,664
Set – 16	18	64	158	13	56	308	2.279	0,135
Ott – 16	160	41	275	32	112	619	2.530	0,245
Nov – 16	190	43	290	34	123	681	2.729	0,249
Dic – 16	163	38	264	30	109	603	2.392	0,252
Totale	1.342	470	2.988	339	1.130	6.269	27.079	0,232

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

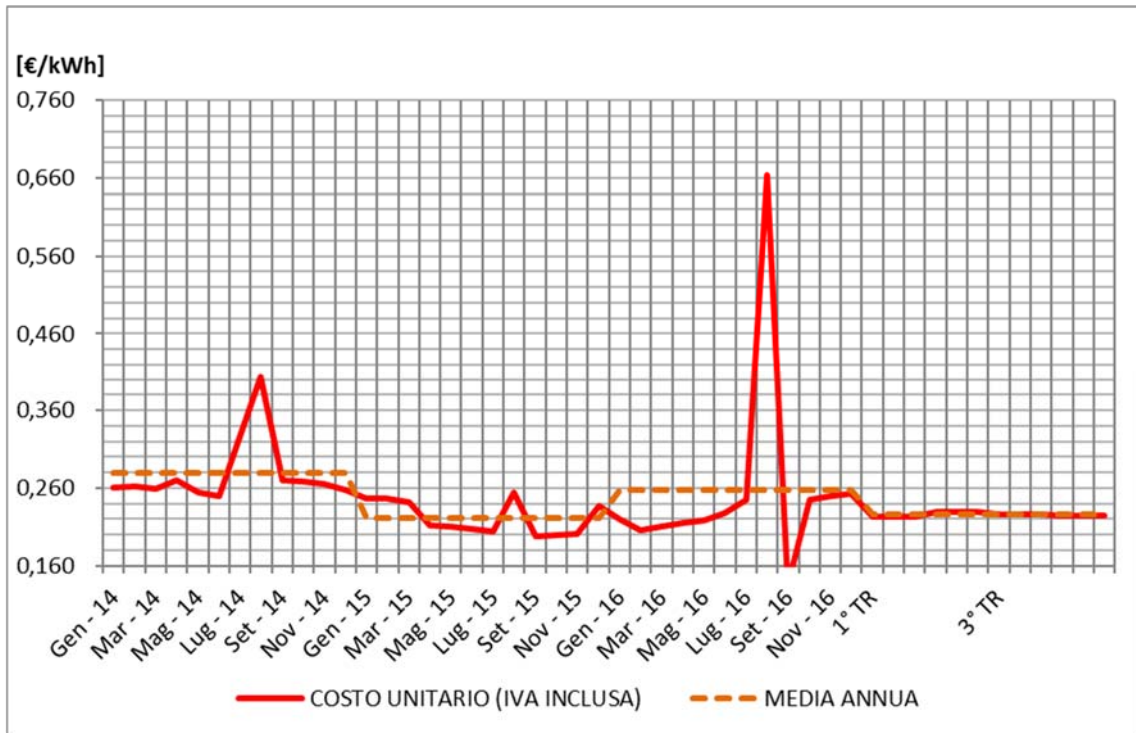
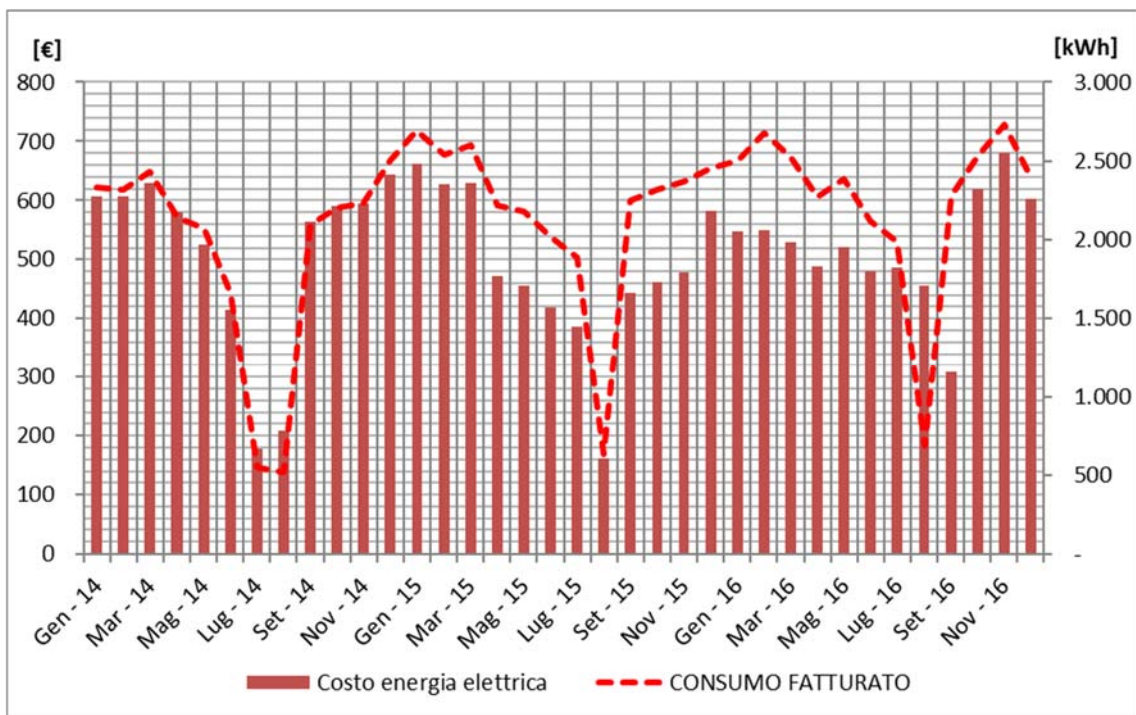


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia elettrica



Dall’analisi effettuata risulta evidente l’andamento dei costi sinusoidale con valori più bassi durante il periodo estivo; anche il costo unitario presenta un andamento sinusoidale con picchi nei mesi estivi del 2014 e del 2016 per la forte incidenza dei costi fissi rispetto al consumo.

7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL’ANALISI

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

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

Tabella 7.5 - Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]
2014	-	-	-	23.061	6.143,00	0,27	-
2015	117.034	10.035,77	0,086	26.163	5.779,58	0,22	15.815,36
2016	104.826	8.223,97	0,078	27.079	6.268,98	0,23	14.492,95
Media	86.309	6.339,11	0,062	25.434	6.063,86	0,24	12.402,97⁽¹⁾

Nota (1) Nella spesa totale media del triennio è escluso la spesa relativa al vettore termico del 2014 per il processo di metanizzazione avvenuto durante l’anno .

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell’energia termica	Valore relativo all’ultimo anno a disposizione	Cu _Q	0,081 [€/kWh]
Costo unitario dell’energia elettrica	Valore relativo all’ultimo anno a disposizione	Cu _{EE}	0,225 [€/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:

- L1-042-029: servizio SIE3

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

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

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

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

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

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

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

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.7.

Tabella 7.7 – Valori di costo 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} 4.452,37	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	C_{MS} 1.183,54	[€/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:

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

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

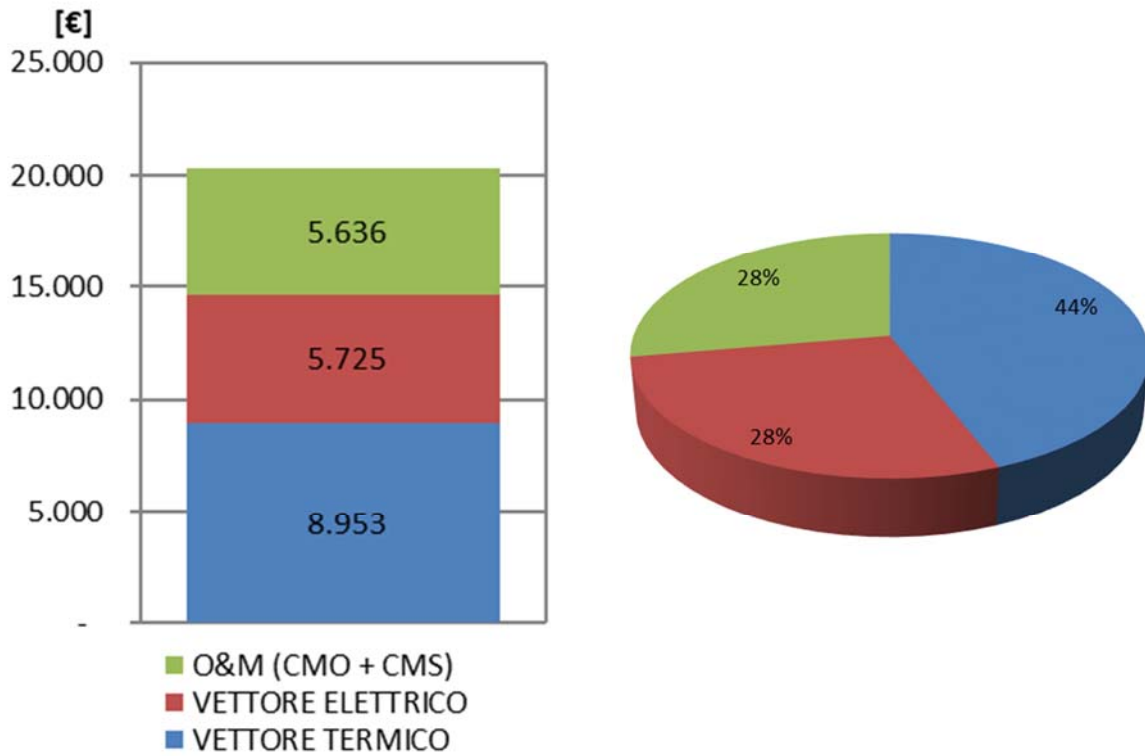
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un C_E pari a 14.678,70 € e un $C_{baseline}$ pari a 20.314,61 €.

Tabella 7.8 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)			TOTALE
$Q_{baseline}$	C_{uQ}	C_Q	$EE_{baseline}$	C_{uEE}	C_{EE}	C_M	C_{MO}	C_{MS}	$C_Q + C_{EE} + C_M$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
109.953	0,081	8.953	25.434	0,225	5.725	5.636	4.452	1.184	20.315

Figura 7.5 – Baseline dei costi e loro ripartizione



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

EEM1: Isolamento delle pareti esterne

Generalità

La misura prevede l'isolamento delle pareti esterne. Limitazioni potrebbero essere l'interruzione dell'attività scolastica, soprattutto nel periodo da Settembre a Giugno, e la presenza dei terminali di emissione (radiatori) e mobili disposti perimetralmente.

L'applicazione di un "cappotto" alle pareti esterne, porta al risparmio di combustibile usato per il riscaldamento invernale e ad un miglioramento del confort termico, visto che le condizioni di benessere termo-igrometrico sono meno influenzate da parametri esterni.

Figura 8.1 - Particolare di una parete esterna



Caratteristiche funzionali e tecniche

Agendo sull'involucro si è scelto di fare riferimento per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali ai requisiti che detta il c.d. "Conto Termico 2.0", che per interventi edilizi su edifici esistenti prevede valori limite di trasmittanza termica delle strutture che delimitano l'involucro in base alla zona termica.

Per la zona climatica D il valore limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali è pari a 0,26 W/m²K. Attualmente la muratura in calcestruzzo, di spessore variabile compreso tra 22 cm e 57 cm, ha un valore di trasmittanza medio stimato a ca. 1,47 W/m²K. L'intervento prevede l'applicazione di pannelli di lana di roccia (EPS, λ=0,037 W/mK). Lo spessore scelto consente al pacchetto murario di raggiungere una trasmittanza medio di 0,25 W/m²K, inferiore al limite previsto dalla legislazione vigente.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato e la manutenzione non deve essere effettuata per tutta la vita utile del prodotto installato.

Prestazioni raggiungibili

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

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Isolamento delle pareti esterne

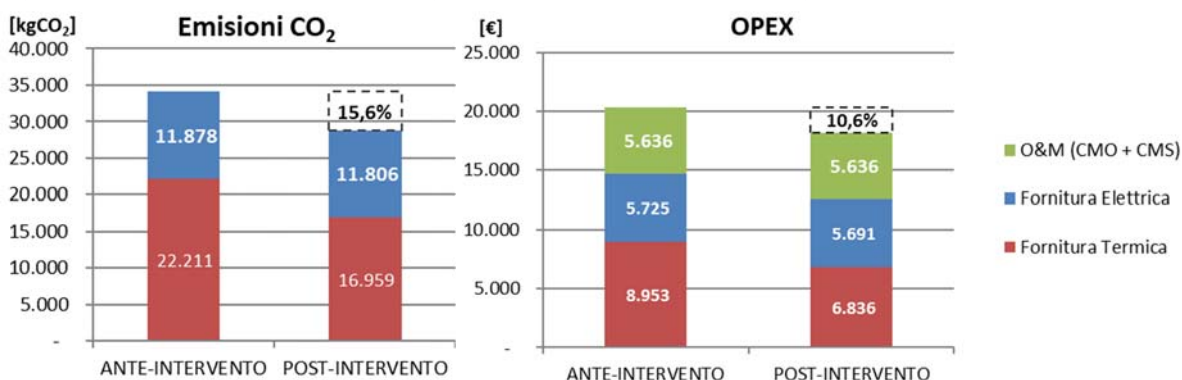
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza parete	[W/m ² K]	1,47	0,25	83,0%
Qteorico	[kWh]	104.739	79.974	23,6%
EEteorico	[kWh]	26.389	26.230	0,6%
Qbaseline	[kWh]	109.953	83.955	23,6%
EEBaseline	[kWh]	25.434	25.282	0,6%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	22.211	16.959	23,6%

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	11.878	11.806	0,6%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	34.088	28.765	15,6%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	8.953	6.836	23,6%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.725	5.691	0,6%
Fornitura Energia, C_E	[€]	14.679	12.527	14,7%
C _{MO}	[€]	4.452	4.452	0,0%
C _{MS}	[€]	1.184	1.184	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	5.636	5.636	0,0%
OPEX	[€]	20.315	18.163	10,6%
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classe

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,081 [€/kWh] per il vettore termico e 0,225 [€/kWh] per il vettore elettrico

Si può notare una riduzione dei consumi elettrici per il minor fabbisogno elettrico richiesto dal sistema di distribuzione e ausiliari legati riscaldamento siccome è diminuito il fabbisogno termico.

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



EEM2: Isolamento della copertura

Generalità

La misura prevede l'isolamento copertura piana. Limitazioni a tale intervento potrebbero essere l'interruzione dell'attività scolastica, soprattutto nel periodo da Settembre a Giugno.

L'isolamento della copertura porta al risparmio di combustibile usato per il riscaldamento invernale e ad un miglioramento del confort termico, visto che le condizioni di benessere termo-igrometrico sono meno influenzate da parametri esterni.

Figura 8.3 - Particolare della copertura



Caratteristiche funzionali e tecniche

Agendo sull'involucro si è scelto di fare riferimento per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali ai requisiti che detta il c.d. "Conto Termico 2.0", che per interventi edilizi su edifici esistenti

prevede valori limite di trasmittanza termica delle strutture che delimitano l'involucro in base alla zona termica.

Per la zona climatica D il valore limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali (coperture) è pari a 0,22 W/m²K. Attualmente la copertura è calpestabile ed è costituita principalmente da blocchi di laterizio più calcestruzzo; inoltre la copertura è stata rivestita da una pavimentazione esterna per costituire le terrazze del primo piano, mentre il secondo piano ha la copertura non terrazzata. La copertura piana ha uno spessore di 30 cm con un valore di trasmittanza stimato a ca. 1,60 W/m²K. L'intervento per l'isolamento della copertura piana prevede l'applicazione di pannelli di lana di roccia ($\lambda=0,037$ W/mK). Lo spessore scelto consente al pacchetto murario di raggiungere una trasmittanza medio di 0,21 W/m²K, inferiore al limite previsto dalla legislazione vigente.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato e la manutenzione non deve essere effettuata per tutta la vita utile del prodotto installato.

Prestazioni raggiungibili

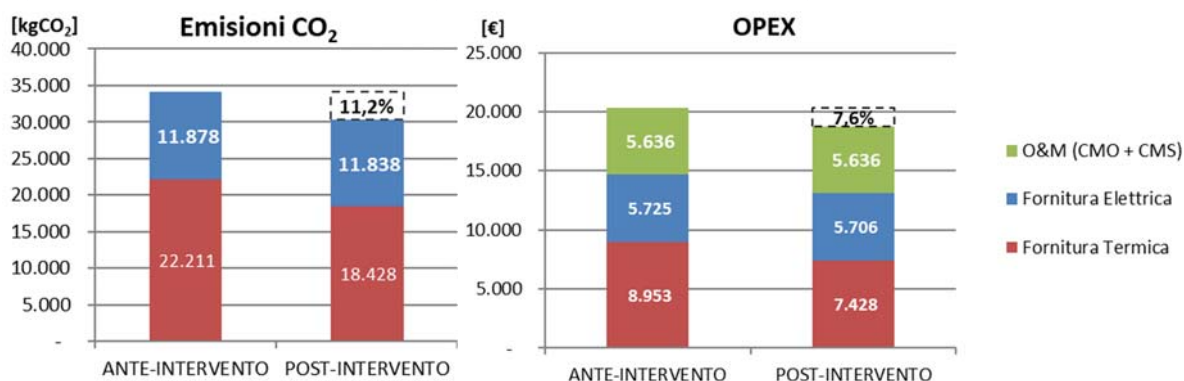
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella tabella 8.2.

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Isolamento della copertura

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza copertura	[W/m ² K]	1,6	0,21	86,9%
Q _{teorico}	[kWh]	104.739	86.900	17,0%
EE _{teorico}	[kWh]	26.389	26.300	0,3%
Q _{baseline}	[kWh]	109.953	91.225	17,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	25.434	25.348	0,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	22.211	18.428	17,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	11.878	11.838	0,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	34.088	30.265	11,2%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	8.953	7.428	17,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.725	5.706	0,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	14.679	13.134	10,5%
C _{MO}	[€]	4.452	4.452	0,0%
C _{MS}	[€]	1.184	1.184	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	5.636	5.636	0,0%
OPEX	[€]	20.315	18.770	7,6%
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classe

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO2 sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,081 [€/kWh] per il vettore termico e 0,225 [€/kWh] per il vettore elettrico

Si può notare una riduzione dei consumi elettrici per il minor fabbisogno elettrico richiesto dal sistema di distribuzione e ausiliari legati riscaldamento siccome è diminuito il fabbisogno termico.

Figura 8.4 – EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

EEM3: Sostituzione degli infissi e installazione delle valvole termostatiche

Generalità

La misura prevede la sostituzione degli infissi. limitazioni a tale intervento potrebbe essere l'interruzione dell'attività scolastica, soprattutto nel periodo da Settembre a Giugno.

La sostituzione degli infissi porta al risparmio di combustibile usato per il riscaldamento invernale e ad un miglioramento del confort termico, visto che le condizioni di benessere termo-igrometrico sono meno influenzate da parametri esterni. Si prevede anche l'installazione delle valvole termostatiche per ottenere gli incentivi previsti dal conto termico.

Figura 8.5 - Particolare di un infisso



Caratteristiche funzionali e tecniche

Agendo sull'involucro si è scelto di fare riferimento per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali ai requisiti che detta il c.d. "Conto Termico 2.0", che per interventi edilizi su edifici esistenti prevede valori limite di trasmittanza termica delle strutture che delimitano l'involucro in base alla zona termica.

Per la zona climatica D il valore limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti è pari a 1,67 W/m²K. Attualmente gli infissi hanno un telaio in metallo senza taglio termico e vetro singolo. Si esclude di isolare gli infissi di locali non riscaldati. Gli infissi hanno una trasmittanza media stimata pari a ca. 5,7 W/m²K. La nuova tipologia di serramento esterno consente di raggiungere una trasmittanza media di 1,3 W/m²K, inferiore al limite previsto dalla legislazione vigente.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato e la manutenzione non deve essere effettuata per tutta la vita utile del prodotto installato.

Prestazioni raggiungibili

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

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Sostituzione degli infissi e installazione delle valvole termostatiche

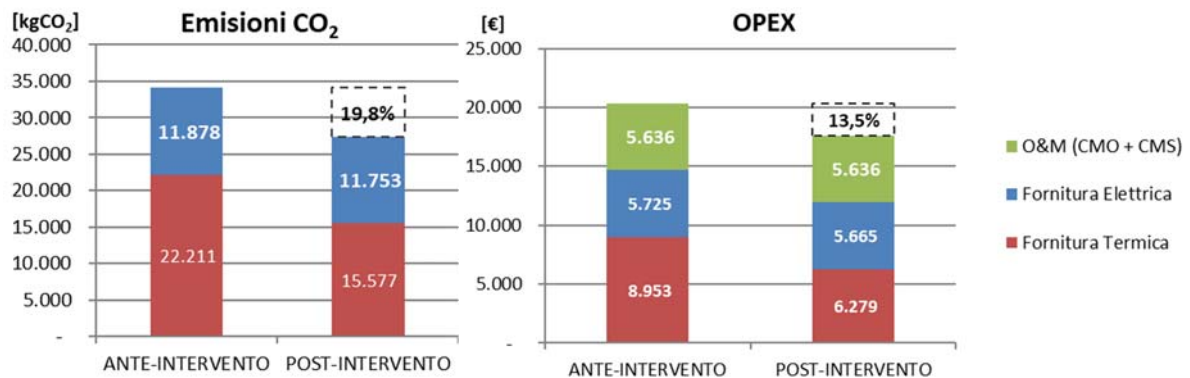
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza media infissi	[W/m ² K]	5,7	1,3	77,2%
Q _{teorico}	[kWh]	104.739	73.458	29,9%
EE _{teorico}	[kWh]	26.389	26.111	1,1%

$Q_{baseline}$	[kWh]	109.953	77.115	29,9%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	25.434	25.167	1,1%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	22.211	15.577	29,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	11.878	11.753	1,1%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	34.088	27.330	19,8%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	8.953	6.279	29,9%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	5.725	5.665	1,1%
Fornitura Energia, C_E	[€]	14.679	11.945	18,6%
C_{MO}	[€]	4.452	4.452	0,0%
C_{MS}	[€]	1.184	1.184	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	5.636	5.636	0,0%
OPEX	[€]	20.315	17.580	13,5%
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classe

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO2 sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,081 [€/kWh] per il vettore termico e 0,225 [€/kWh] per il vettore elettrico

Si può notare una riduzione dei consumi elettrici per il minor fabbisogno elettrico richiesto dal sistema di distribuzione e ausiliari legati riscaldamento siccome è diminuito il fabbisogno termico.

Figura 8.6 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



8.1.2 Impianto di riscaldamento

EEM4: Sostituzione dei generatori di calore e installazione delle valvole termostatiche

Generalità

La misura prevede la sostituzione dei generatori di calore a servizio del riscaldamento e della produzione di acqua calda sanitaria. Una limitazione a tale intervento potrebbe essere l'interruzione dell'attività scolastica, soprattutto nel periodo da Settembre a Giugno.

La sostituzione delle caldaie e l'installazione di valvole termostatiche porta al risparmio di combustibile usato per il riscaldamento invernale e ad un miglioramento del confort termico, visto che le condizioni di benessere termo-igrometrico sono meno influenzate da parametri esterni.

Figura 8.7 - Particolare dei generatori di calore



Figura 8.8 - Particolare di un radiatore



Caratteristiche funzionali e tecniche

Agendo sull'impianto di riscaldamento si è scelto di fare riferimento per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali ai requisiti che detta il c.d. "Conto Termico 2.0", che per interventi su edifici esistenti prevede valori limite per i requisiti tecnologici.

Attualmente l'impianto di generazione del calore per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria è costituito da due caldaie standard a basamento usate con rendimento pari al 90% mentre l'impianto di regolazione è costituito da una centralina di controllo con dispositivo per la telegestione collegato ad una sonda climatica; il rendimento di regolazione è calcolato pari al 96%. I terminali di emissione nelle aule scolastiche e nei corridoi sono costituiti da radiatori senza valvole termostatiche.

Quindi l'attuale sistema non riesce infatti a sfruttare gli apporti gratuiti e genera una distribuzione non uniforme delle temperature interne, con un surriscaldamento degli ambienti esposti a sud e/o ai piani intermedi. L'installazione di valvole termostatiche consentirà un'ottimizzazione dell'impianto che immetterà il calore solo dove richiesto per il raggiungimento della temperatura di set point, con notevole risparmio in termini di energia, senza trascurare il maggior comfort degli utenti.

La nuova tipologia di impianto termico ha un rendimento termico utile pari al 102%, maggiore del limite previsto dalla legislazione vigente.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato e la manutenzione deve essere prevista annualmente per tutta la vita utile del prodotto installato.

Prestazioni raggiungibili

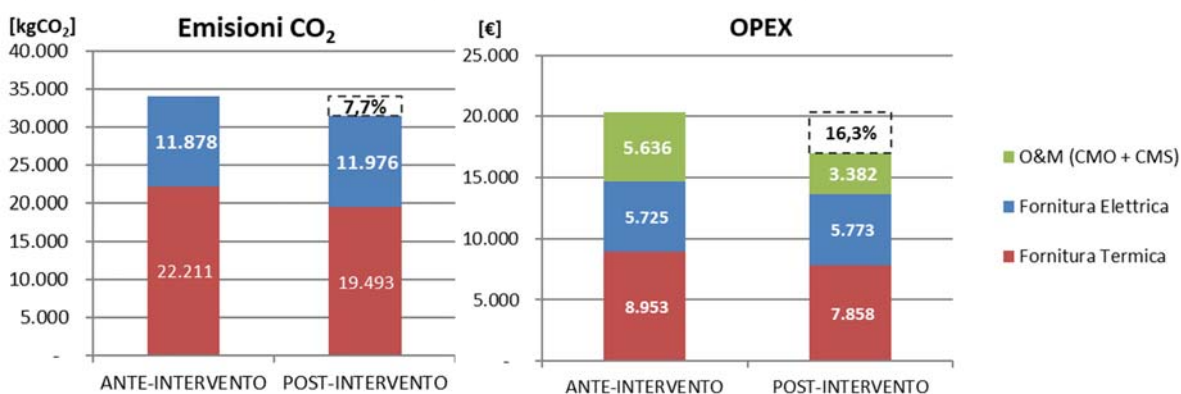
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella tabella 8.4.

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Sostituzione del generatore di calore e installazione delle valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento generazione di calore	[%]	90	102	13,3%
$Q_{teorico}$	[kWh]	104.739	91.926	12,2%
$EE_{teorico}$	[kWh]	26.389	26.607	-0,8%
$Q_{baseline}$	[kWh]	109.953	96.502	12,2%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	25.434	25.644	-0,8%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	22.211	19.493	12,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	11.878	11.976	-0,8%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	34.088	31.469	7,7%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	8.953	7.858	12,2%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	5.725	5.773	-0,8%
Fornitura Energia, C_E	[€]	14.679	13.631	7,1%
C_{MO}	[€]	4.452	2.671	40,0%
C_{MS}	[€]	1.184	710	40,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	5.636	3.382	40,0%
OPEX	[€]	20.315	17.012	16,3%
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classe

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,081 [€/kWh] per il vettore termico e 0,225 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.9 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



8.1.3 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

EEM5: Installazione di nuove plafoniere con lampade led

Generalità

La misura prevede la sostituzione dei corpi illuminanti con plafoniere aventi lampade led. Una limitazione a tale intervento potrebbe essere l'interruzione dell'attività scolastica, soprattutto nel periodo da Settembre a Giugno.

La sostituzione dei corpi illuminanti porta al risparmio di energia elettrica e ad un miglioramento delle condizioni di lavoro visto che la potenza da installare a seguito del relamping non sarà superiore al 50% della potenza sostituita, rispettando al contempo i criteri illuminotecnici previsti dalla normativa vigente.

Figura 8.10 - Particolare di una plafoniera a tubi fluorescenti



Caratteristiche funzionali e tecniche

Agendo sull'impianto di illuminazione si è scelto di fare riferimento per quanto riguarda le caratteristiche ai requisiti che detta il c.d. "Conto Termico 2.0", che per interventi su edifici esistenti prevede valori limite per i requisiti tecnologici.

Attualmente l'impianto di illuminazione è costituito principalmente lampade fluorescenti o da plafoniere con lampade a tubi fluorescenti.

L'intervento propone di sostituire tutti i corpi illuminanti con lampade a led con indice di resa cromatica maggiore di 80 per l'illuminazione degli ambienti interni e maggiore di 60 per l'illuminazione delle pertinenze esterne ed efficienza luminosa maggiore di 80 lm/W.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato e la manutenzione deve essere effettuata saltuariamente durante la vita utile del prodotto installato.

Prestazioni raggiungibili

L'analisi è stata effettuata scegliendo, per ogni tipologia di lampada sostituita, un valore idoneo di potenza LED, nel rispetto della normativa sui livelli minimi di illuminamento nei luoghi di lavoro (norma UNI EN 12464) e dei requisiti tecnici dettati dal Conto Termico.

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM5 sono riportati nella tabella 8.5.

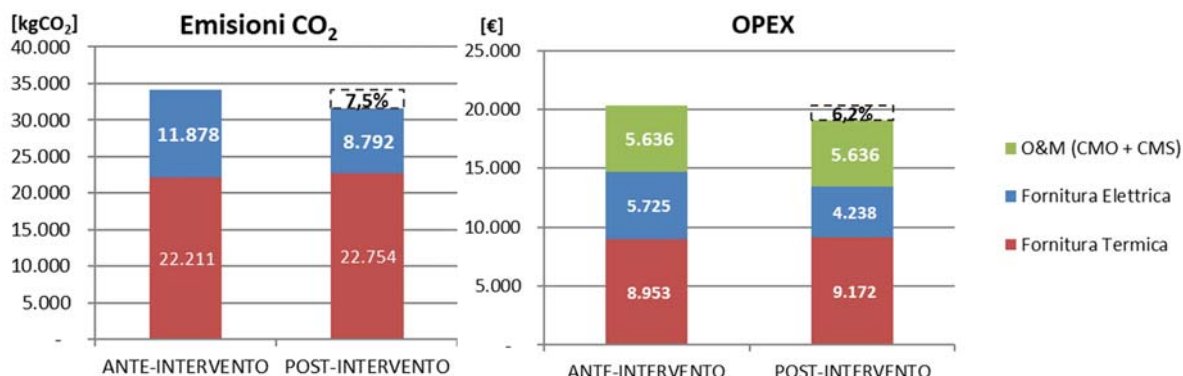
Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM5 – Installazione di nuove plafoniere con lampade LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Potenza totale nuove plafoniere con lampade led	[W]	5.762	2.464	57,2%
$Q_{teorico}$	[kWh]	104.739	107.301	-2,4%
$EE_{teorico}$	[kWh]	26.389	19.533	26,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	109.953	112.642	-2,4%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	25.434	18.826	26,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	22.211	22.754	-2,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	11.878	8.792	26,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	34.088	31.546	7,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	8.953	9.172	-2,4%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.725	4.238	26,0%

Fornitura Energia, C_E	[€]	14.679	13.410	8,6%
C _{MO}	[€]	4.452	4.452	0,0%
C _{MS}	[€]	1.184	1.184	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	5.636	5.636	0,0%
OPEX	[€]	20.315	19.046	6,2%
Classe energetica	[-]	F	F	+0 classi

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO2 sono: 0,202 [kgCO2/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO2/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,081 [€/kWh] per il vettore termico e 0,225 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.11 – EEM5: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



8.1.4 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

EEM6: Installazione di un impianto fotovoltaico

Generalità

La misura prevede l’installazione dell’impianto sulla copertura piana dell’edificio scolastico, la quale offre una superficie di circa 150 m². Si prevede di sfruttare la tecnologia al silicio cristallino, con pannelli solari di inclinazione pari a 35°, orientamento a Sud ed una potenza di picco installata di circa 10 kWp. Una limitazione a tale intervento potrebbe essere l’interruzione dell’attività scolastica, soprattutto nel periodo da Settembre a Giugno.

L’installazione di un impianto fotovoltaico porta al risparmio di energia elettrica e ad ulteriori ricavi economici visto che l’energia elettrica prodotta in surplus potrà essere immessa in rete tramite il sistema dello scambio sul posto grazie alla vendita dell’energia non autoconsumata.

Figura 8.12 - Particolare della copertura dove installare l’impianto



Caratteristiche funzionali e tecniche

I consumi elettrici in fascia oraria F1 risultano di circa il 62% corrispondente a 15.661 kWh/anno, con il sistema proposto verrebbe prodotta per la suddetta fascia una energia elettrica pari a 12.297 kWh/anno, di vengono autoconsumati sul posto circa 10.140 kWh/anno, in grado di coprire circa il 65% del consumo in F1. Si considera che l’energia elettrica autoconsumata non superi mai la richiesta da parte dell’utenza in fascia F1 per lo stesso mese esaminato e che l’energia elettrica prodotta in

eccesso potrebbe produrre ulteriori ricavi tramite il meccanismo di scambio sul posto, ma la tematica andrà comunque approfondita tramite misurazioni, controlli e studi di fattibilità.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato e la manutenzione deve essere effettuata durante la vita utile del prodotto installato.

Prestazioni raggiungibili

La stima dei risparmi energetici conseguibili è stata condotta in base alla producibilità mensile dell'impianto proposto.

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM6 sono riportati nella tabella 8.5.

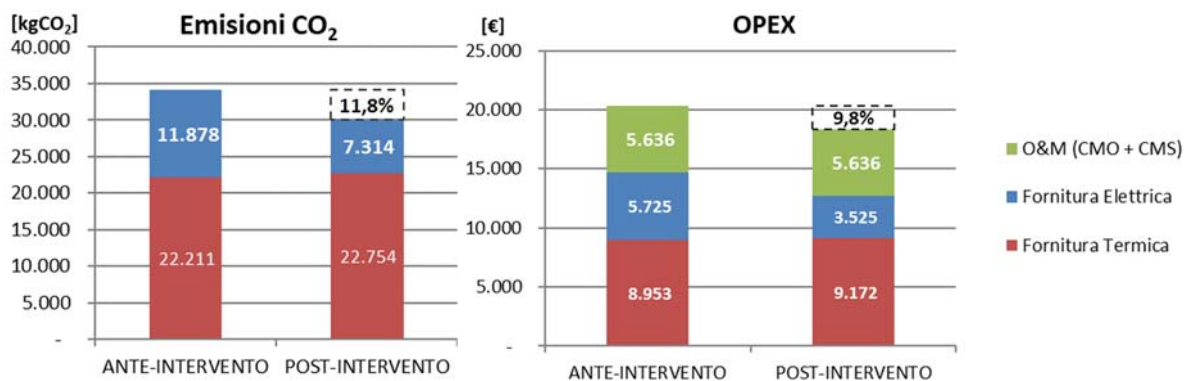
Tabella 8.6 – Risultati analisi EEM6 – Installazione di un impianto fotovoltaico

Mese	Consumo Energia elettrica fascia F1 (kWh)	Produzione energia elettrica con Impianto fotovoltaico (kWh)	Energia autoconsumata (kWh)	Copertura (%)
Gennaio	1.590	559	559	35%
Febbraio	1.770	776	776	44%
Marzo	1.696	1.090	1.090	64%
Aprile	1.398	1.170	1.170	84%
Maggio	1.401	1.330	1.330	95%
Giugno	1.131	1.360	1.131	100%
Luglio	771	1.480	771	100%
Agosto	151	1.370	151	100%
Settembre	1.343	1.170	1.170	87%
Ottobre	1.438	860	860	60%
Novembre	1.510	604	604	40%
Dicembre	1.461	528	528	36%
TOTALE	15.661	12.297	10.140	65%

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Potenza di picco dell'impianto fotovoltaico	[W]		10.000	100,0%
$Q_{teorico}$	[kWh]	104.739	107.301	-2,4%
$EE_{teorico}$	[kWh]	26.389	16.248	38,4%
$Q_{baseline}$	[kWh]	109.953	112.642	-2,4%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	25.434	15.661	38,4%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	22.211	22.754	-2,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	11.878	7.314	38,4%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	34.088	30.067	11,8%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	8.953	9.172	-2,4%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	5.725	3.525	38,4%
Fornitura Energia, C_E	[€]	14.679	12.698	13,5%
C_{MO}	[€]	4.452	4.452	0,0%
C_{MS}	[€]	1.184	1.184	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	5.636	5.636	0,0%
OPEX	[€]	20.315	18.333	9,8%
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classe

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO2 sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,081 [€/kWh] per il vettore termico e 0,225 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.13 – EEM6: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: Isolamento delle pareti esterne

Agendo sull'involucro si è scelto di fare riferimento per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali ai requisiti che detta il c.d. "Conto Termico 2.0", che per interventi edilizi su edifici esistenti prevede valori limite di trasmittanza termica delle strutture che delimitano l'involucro in base alla zona termica.

Nella L'analisi dei costi è basata sull'applicazione di uno strato di isolante di 12 cm al fine di garantire il rispetto dei requisiti per accedere al "Conto Termico 2.0".

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1 che consiste nell'isolamento delle pareti esterne.

L'analisi dei costi è basata sull'applicazione di uno strato di isolante di 12 cm al fine di garantire il rispetto dei requisiti per accedere al "Conto Termico 2.0".

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Isolamento delle pareti esterne

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO [€/n° o €/m ²]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/n° o €/m ²]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AL 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Fornitura materiale isolante	PR.A17.Y04.010	9.118,18	m ² cm	2,00	1,82	16.578,50	3.647,27	20.225,77
Posa in opera materiale isolante	25.A44.A30.010	759,85	m ²	6,68	6,07	4.614,35	1.015,16	5.629,51
Malta premiscelata	PR.A02.A20.600	759,85	kg	0,82	0,75	566,43	124,62	691,05
Collante cementizio per murature	PR.A02.A25.010	379,92	kg	0,49	0,45	169,24	37,23	206,47
Ponteggio e cantiere	95.B10.S10.010	759,85	m ²	14,28	12,98	9.864,21	2.170,13	12.034,33
Preparazione muratura esterna	25.A05.E10.015	759,85	m ²	7,26	6,60	5.015,00	1.103,30	6.118,30
Posa in opera intonaco per esterni	25.A54.A30.010	759,85	m ²	4,81	4,37	3.322,61	730,97	4.053,58
Rasatura armata con interposta rete in fibra di vetro	25.A54.B40.010	759,85	m ²	23,79	21,63	16.433,44	3.615,36	20.048,80
Costi per la sicurezza		3	%			1.199,56	263,90	1.463,46
Costi per la progettazione		7	%			2.798,97	615,77	3.414,74
TOTALE (I₀)						60.562,30	13.323,71	73.886,01
Incentivi	[Conto termico]							29.554,40
Durata incentivi								5
Incentivo annuo								5.910,88
FONTE PREZZO UTILIZZATO	Analisi prezzi da listini del Prezzario Opere Edili ed Impiantistiche Regione Liguria (anno 2018). Viene applicata una riduzione del 10% a tutti i prezzi unitari per la quota di profitto della ESCO. L'importo dell'incentivo corrisponde al 40% del costo complessivo dell'intervento siccome il costo unitario al metro quadro di superficie isolata non supera i 100 €/m ² .							

EEM2: Isolamento della copertura

Agendo sull'involucro si è scelto di fare riferimento per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali ai requisiti che detta il c.d. "Conto Termico 2.0", che per interventi edilizi su edifici esistenti prevede valori limite di trasmittanza termica delle strutture che delimitano l'involucro in base alla zona termica.

Nella tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2.

L'analisi dei costi tiene conto dell'applicazione di uno strato di isolante di 15 cm al fine garantire il rispetto dei requisiti per accedere al "Conto Termico 2.0".

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

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ₂]	[€/n° o €/m ₂]	[€]	[€]	[€]
Fornitura materiale isolante	PR.A17.Y04.010	7.763,94	m ² cm	2,00	1,82	14.116,25	3.105,58	17.221,83
Posa in opera materiale isolante	25.A44.A50.010	517,60	m ²	6,68	6,07	3.143,22	691,51	3.834,73
Preparazione muratura	25.A05.C10.010	517,60	m ²	6,88	6,25	3.237,33	712,21	3.949,54
Posa in opera materiale impermeabilizzante	03.P10.B01.005 ⁽¹⁾	517,60	m ²	15,35	13,95	7.222,82	1.589,02	8.811,84
Membrana elastoplastomerica	PR.A18.A25.030	517,60	m ²	5,67	5,15	2.667,97	586,95	3.254,93
Costi per la sicurezza		3	%			911,63	200,56	1.112,19
Costi per la progettazione		7	%			2.127,13	467,97	2.595,10
TOTALE (I₀)						33.426,35	7.353,80	40.780,15
Incentivi	[Conto termico]							16.312,06
Durata incentivi								5
Incentivo annuo								3.262,41
FONTE PREZZO UTILIZZATO	Analisi prezzi da listini del Prezzario Opere Edili ed Impiantistiche Regione Liguria (anno 2018). Nota (1): La fonte del prezzo utilizzato proviene dal prezzario della Regione Piemonte Viene applicata una riduzione del 10% a tutti i prezzi unitari per la quota di profitto della ESCO. L'importo dell'incentivo corrisponde al 40% del costo complessivo dell'intervento siccome il costo unitario al metro quadro di superficie isolata non supera i 200 €/m ² .							

EEM3: Sostituzione infissi e installazione delle valvole termostatiche

Agendo sull'involucro si è scelto di fare riferimento per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali ai requisiti che detta il c.d. "Conto Termico 2.0", che per interventi edilizi su edifici esistenti prevede valori limite di trasmittanza termica delle strutture che delimitano l'involucro in base alla zona termica.

Nella tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3.

La nuova tipologia di infissi con telaio in pvc a sei camere cave con vetro doppio 4-16-4 basso emissivo permette di garantire il rispetto dei requisiti per accedere al "Conto Termico 2.0".

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – Sostituzione degli infissi e installazione delle valvole termostatiche

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ₂]	[€/n° o €/m ₂]	[€]	[€]	[€]
Smontaggio vecchi serramenti	25.A05.H01.100	220,43	m ²	39,61	36,01	7.937,38	1.746,22	9.683,60
Fornitura serramenti	PR.A23.A30.010	220,43	m ²	328,90	299,00	65.907,67	14.499,69	80.407,36
Fornitura controtelaio	PR.A23.B10.020	59,39	m	7,59	6,90	409,77	90,15	499,92
Trasporto materiale	25.A15.C10.020	33,06	m ³	11,77	10,70	353,79	77,83	431,62
Installazione valvole termostatiche	PR.C17.A15.010	80,00	cad	35,42	32,20	2.576,00	566,72	3.142,72
Costi per la sicurezza		3	%			2.315,54	509,42	2.824,96
Costi per la		7	%			5.402,92	1.188,64	6.591,57

progettazione				
TOTALE (I₀)		84.903,07	18.678,67	103.581,74
Incentivi	[Conto termico]			39.676,86
Durata incentivi				5
Incentivo annuo				7.935,37
FONTE PREZZO UTILIZZATO	Analisi prezzi da listini del Prezzario Opere Edili ed Impiantistiche Regione Liguria (anno 2018). Viene applicata una riduzione del 10% a tutti i prezzi unitari per la quota di profitto della ESCO. Siccome il costo complessivo dell'intervento supera i 450 €/m ² si valuta l'importo dell'incentivo come il 40% del calcolo ottenuto moltiplicando la superficie finestrata da sostituire per 450.			

EEM4: Sostituzione dei generatori di calore e installazione delle valvole termostatiche

Agendo sull'impianto di riscaldamento si è scelto di fare riferimento per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali ai requisiti che detta il c.d. "Conto Termico 2.0", che per interventi su edifici esistenti prevede valori limite per i requisiti tecnologici.

Nelle Tabelle 9.4 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4.

La nuova caldaia a condensazione permette di garantire il rispetto dei requisiti per accedere al "Conto Termico 2.0".

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4 – Sostituzione del generatore di calore e installazione delle valvole termostatiche

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO [€/n° o €/m ²]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/n° o €/m ²]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AL 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Rimozione caldaia esistente	CCIAA RE ⁽¹⁾	1	cad	1.426,90	1.297,18	1.297,18	285,38	1.582,56
Rimozione caldaia esistente	CCIAA RE ⁽¹⁾	1	cad	1.001,52	910,47	910,47	200,30	1.110,78
Installazione nuova caldaia per riscaldamento	PR.C76.B10.010	1	cad	8.918,25	8.107,50	8.107,50	1.783,65	9.891,15
Canna fumaria	PR.C84.C05.500	1	cad	146,74	133,40	133,40	29,35	162,75
Installazione nuovo bruciatore	40.C10.B10.110	1	cad	392,78	357,07	357,07	78,56	435,63
Installazione nuova caldaia murale per produzione acs	05.A01.A03.005 ⁽²⁾	1	cad	3.721,20	3.382,91	3.382,91	744,24	4.127,15
Accessori per l'impianto	PR.C76.A30.020	15	cad	21,13	19,21	288,14	63,39	351,53
	PR.C76.A30.015	1	cad	28,46	25,87	25,87	5,69	31,56
	40.F10.H10.030	1	cad	120,60	109,64	109,64	24,12	133,76
Termoregolazione	40.F10.H10.040	1	cad	29,71	27,01	27,01	5,94	32,95
	PR.C74.C10.010	1	cad	146,74	133,40	133,40	29,35	162,75
	PR.C74.E05.030	1	cad	76,47	69,52	69,52	15,29	84,81
Manodopera	RU.M01.A01.030	15	h	34,41	31,28	469,23	103,23	572,46
Impianti elettrici	RU.M01.E01.020	40	h	31,88	28,98	1.159,27	255,04	1.414,31
Trasporto materiali	20.A15.B10.015	100	m ³ km	4,72	4,29	429,09	94,40	523,49
Installazione valvole termostatiche	PR.C17.A15.010	80	cad	35,42	32,20	2.576,00	566,72	3.142,72
Costi per la sicurezza		3	%			584,27	128,54	712,81
Costi per la progettazione		7	%			1.363,30	299,93	1.663,22
TOTALE (I₀)						21.423,27	4.713,12	26.136,39
Incentivi	[Conto termico]							10.140,00
Durata incentivi								5
Incentivo annuo								2.028,00
FONTE PREZZO	Analisi prezzi da listini del Prezzario Opere Edili ed Impiantistiche Regione Liguria (anno 2018).							

UTILIZZATO	<p>Nota (1): La fonte del prezzo utilizzato proviene dal prezzario della Camera di Commercio di Reggio Emilia. Nota (2): La fonte del prezzo utilizzato proviene dal prezzario della regione Piemonte.</p> <p>Viene applicata una riduzione del 10% a tutti i prezzi unitari per la quota di profitto della ESCO.</p> <p>Siccome il costo complessivo dell'intervento supera i 130 €/kWt si valuta l'importo dell'incentivo come il 40% del calcolo ottenuto moltiplicando la potenza complessiva del nuovo impianto termico per 130.</p>
-------------------	---

EEM5: Installazione di nuove plafoniere con lampade led

Agendo sull'impianto di illuminazione si è scelto di fare riferimento per quanto riguarda le caratteristiche ai requisiti che detta il c.d. "Conto Termico 2.0", che per interventi su edifici esistenti prevede valori limite per i requisiti tecnologici.

Nella tabella 9.5 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5.

Le nuove plafoniere con lampade led permettono di garantire il rispetto dei requisiti per accedere al "Conto Termico 2.0".

Tabella 9.5 – Analisi dei costi della EEM5 – Installazione di nuove plafoniere con lampade led

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO [€/n° o €/m ²]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/n° o €/m ²]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AL 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Fornitura e installazione lampade LED – 13 W	1E.06.060.0140.a ⁽¹⁾	22	cad	96,24	87,49	1.924,80	423,46	2.348,26
Fornitura e installazione lampade LED – 20 W	045129b ⁽²⁾	10	cad	98,61	89,65	896,45	197,22	1.093,67
Fornitura e installazione lampade LED – 25 W	043084g ⁽²⁾	51	cad	156,66	142,42	3.133,20	689,30	3.822,50
Fornitura e installazione lampade LED – 36 W	045161b ⁽²⁾	22	cad	20,15	18,32	934,23	205,53	1.139,76
Fornitura e installazione lampade LED – 56 W	043169d ⁽²⁾	4	cad	176,76	160,69	642,76	141,41	784,17
Rimozione vecchi corpi illuminanti	1E.17.010.0010 ⁽¹⁾	109	cad	5,73	5,21	567,79	124,91	692,70
Costi per la sicurezza		3	%			242,98	53,45	296,43
Costi per la progettazione		7	%			566,95	124,73	691,67
TOTALE (I₀)						8.909,16	1.960,02	10.869,18
Incentivi	[Conto termico]							4.347,67
Durata incentivi								5
Incentivo annuo								869,53

FONTE PREZZO UTILIZZATO	<p>Nota (1): La fonte del prezzo utilizzato proviene dal prezzario delle opere compiute di impianti elettrici e meccanici della Comune di Milano.</p> <p>Nota (2): La fonte del prezzo utilizzato proviene dal prezzario Dei. Imp. Ele. 2017. Viene applicata una riduzione del 10% a tutti i prezzi unitari per la quota di profitto della ESCO.</p> <p>L'importo dell'incentivo corrisponde al 40% del costo complessivo dell'intervento siccome il costo unitario al metro quadro di superficie utile calpestabile dell'edificio soggetta all'intervento non supera i 35 €/m².</p>
--------------------------------	--

EEM6: Installazione di un impianto fotovoltaico

L'intervento proposto non rientra tra quelli elencati all'art.7 del DM 16/02/16 (Nuovo Conto Termico); quindi non esiste la possibilità di accedere a meccanismi incentivanti.

Nella Tabella 9.6 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 6.

Tabella 9.6 – Analisi dei costi della EEM6 – Installazione di un impianto fotovoltaico

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO [€/n° o €/m ₂]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/n° o €/m ₂]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AL 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Fornitura impianto fotovoltaico "Chiavi in mano"	1E.17.010.0010 ⁽¹⁾	10	kWp	2.713,48	2.466,80	24.668,00	5.426,96	30.094,96
Costi per la sicurezza		3	%			740,04	162,81	902,85
Costi per la progettazione		7	%			1.726,76	379,89	2.106,65
TOTALE (I₀)						27.134,80	5.969,66	33.104,46
Incentivi	[Conto termico]							-
Durata incentivi								-
Incentivo annuo								-
FONTE PREZZO UTILIZZATO	Nota (1): La fonte del prezzo utilizzato proviene dal prezzario delle opere compiute di impianti elettrici e meccanici della Comune di Milano. Viene applicata una riduzione del 10% a tutti i prezzi unitari per la quota di profitto della ESCO							

9.2 ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

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

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

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

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

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

EEM1: Isolamento delle pareti esterne

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

Tabella 9.7 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Isolamento delle pareti esterne

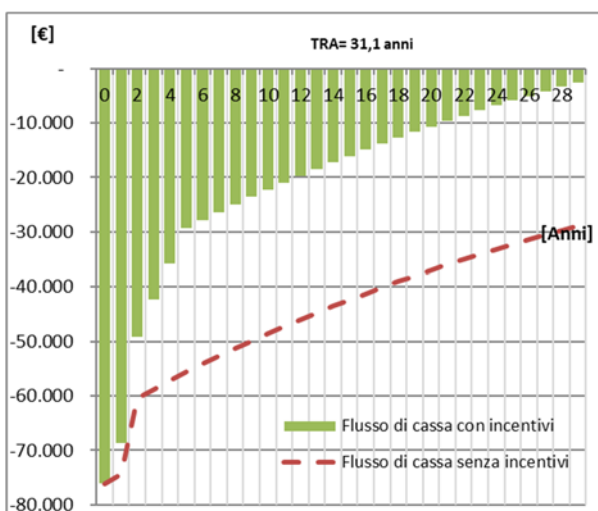
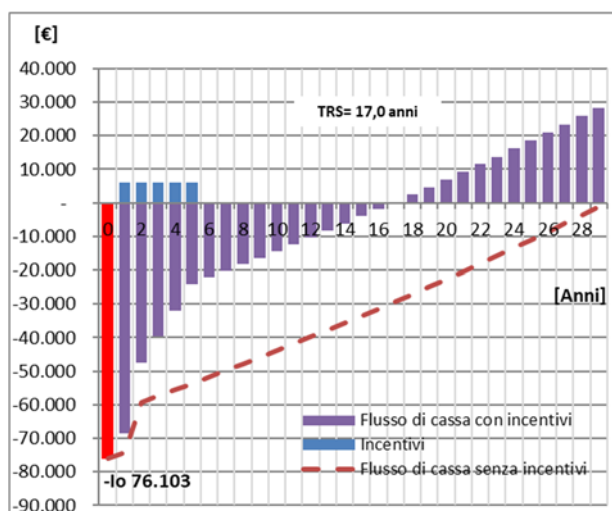
PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
-----------------------	------	--------

Investimento Iniziale	I_0	€	73.886
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	5.911
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	%	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	30,5	17,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	48,4	31,1
Valore attuale netto	VAN	- 28.917	- 2.602
Tasso interno di rendimento	TIR	-0,1%	3,5%
Indice di profitto	IP	-0,39	-0,04

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 l’intervento risulta essere economicamente svantaggioso con un tempo di ritorno attualizzato superiore a 30 anni anche nel caso di incentivi. Ciò può essere dovuto alla riduzione relativamente bassa dei consumi di gas naturale a seguito dell’intervento a fronte della spesa sostenuta per l’intervento. Qualora si decidesse di intervenire sull’involucro consigliamo di valutare preventivamente l’isolamento delle pareti esterne, poiché applicando prima altri interventi sulla riduzione del consumo di combustibile si possono ottenere risultati più vantaggiosi in termini di costi-benefici.

EEM2: Isolamento della copertura

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

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

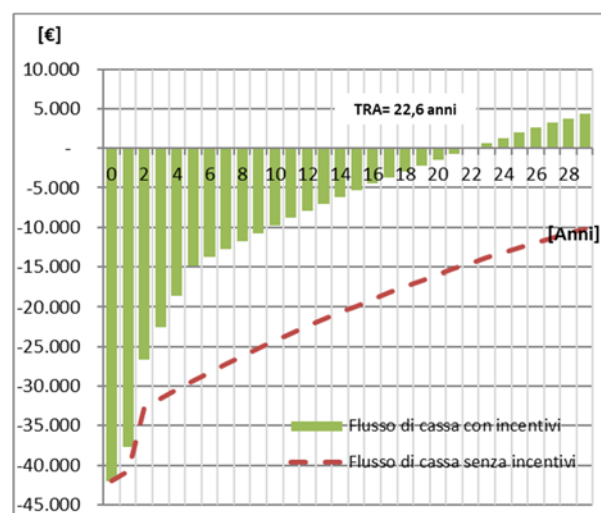
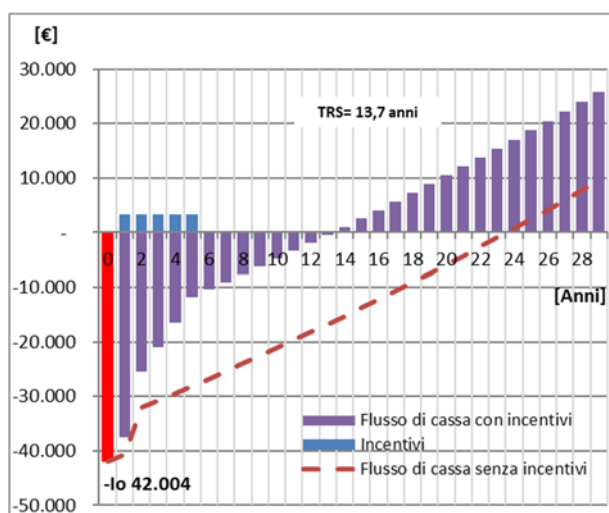
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	40.780

Oneri Finanziari % _{l0}	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	3.262
Durata incentivo	n _B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	%	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	23,6	13,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	39,6	22,6
Valore attuale netto	VAN	- 10.176	4.348
Tasso interno di rendimento	TIR	1,6%	5,3%
Indice di profitto	IP	-0,25	0,11

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 l’intervento risulta essere economicamente vantaggioso con un tempo di ritorno attualizzato circa pari a 23 anni nel caso di incentivi.

EEM3: Sostituzione degli infissi e installazione delle valvole termostatiche

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

Tabella 9.9 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM3 – Sostituzione degli infissi e installazione delle valvole termostatiche

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€	103.582
Oneri Finanziari % _{l0}	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	7.935

Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	%	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	33,1	19,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	52,0	33,0
Valore attuale netto	VAN	- 45.107	- 9.780
Tasso interno di rendimento	TIR	-0,7%	2,7%
Indice di profitto	IP	-0,44	-0,09

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

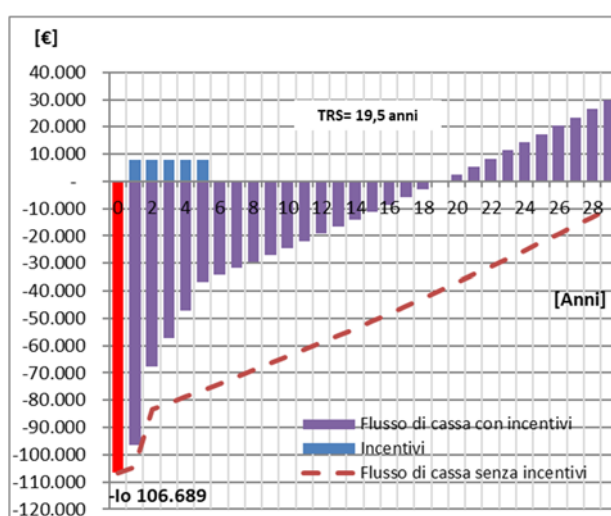
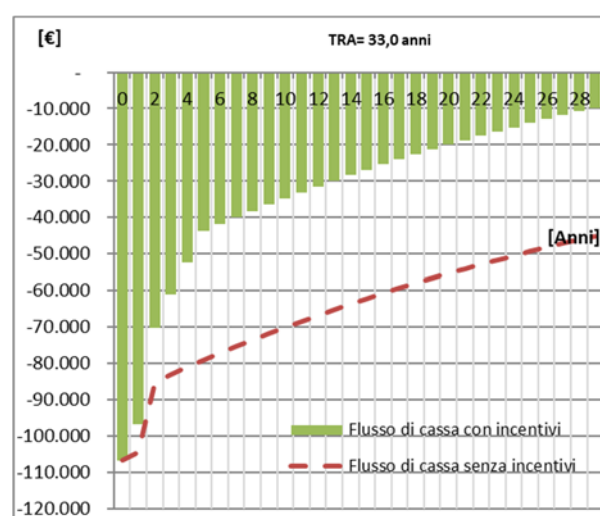


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento risulta essere economicamente svantaggioso con un tempo di ritorno superiore a 30 anni anche nel caso di incentivi. Ciò può essere dovuto alla riduzione relativamente bassa dei consumi di gas metano a seguito dell'intervento a fronte della spesa per sostenere l'intervento. Qualora si decidesse di intervenire sull'involucro consigliamo di valutare preventivamente la sostituzione degli infissi, poiché applicando prima altri interventi sulla riduzione del consumo di combustibile si potrebbero ottenere risultati più vantaggiosi in termini di costi-benefici.

EEM4: Sostituzione del generatore di calore e installazione delle valvole termostatiche

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

Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4 – Sostituzione dei generatori di calore e installazione delle valvole termostatiche

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	26.136
Oneri Finanziari % I_0	OF	%	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	%	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	2.028
Durata incentivo	n_B	anni	5

Tasso di attualizzazione	i	%	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	8,0	4,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	9,9	5,8
Valore attuale netto	VAN	7.502	16.530
Tasso interno di rendimento	TIR	8,3%	14,6%
Indice di profitto	IP	0,29	0,63

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

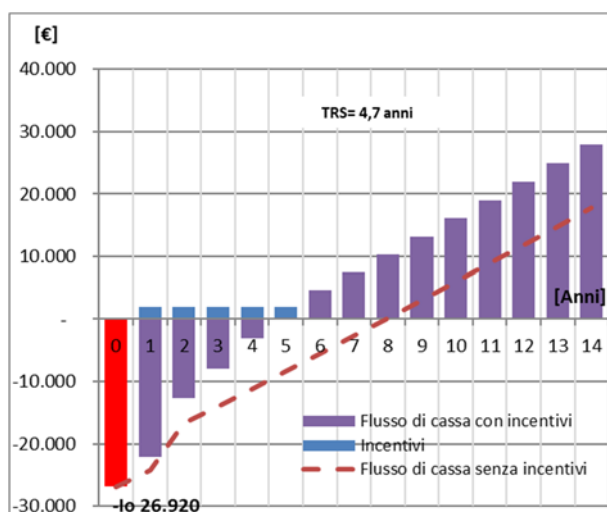
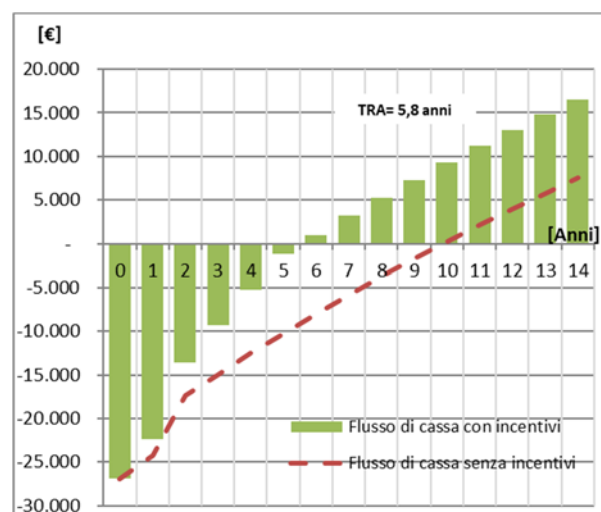


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento risulta essere economicamente vantaggioso con un tempo di ritorno attualizzato circa pari a 6 anni nel caso di incentivi. Anche in assenza di incentivi l'intervento risulta vantaggioso.

EEM5: Installazione di nuove plafoniere con lampade led

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

Tabella 9.11 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5 – Installazione di nuove plafoniere con lampade led

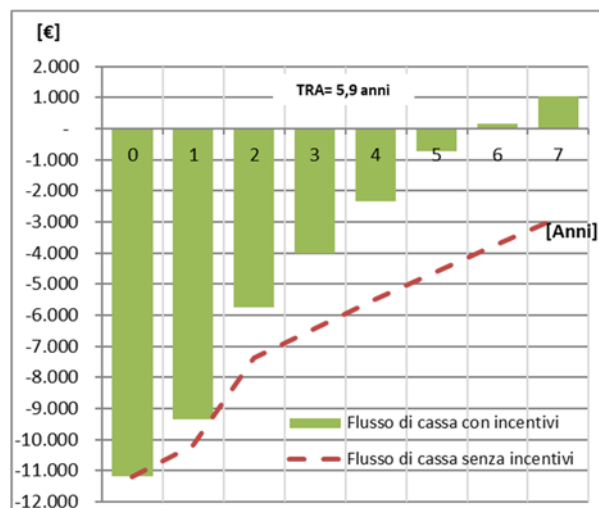
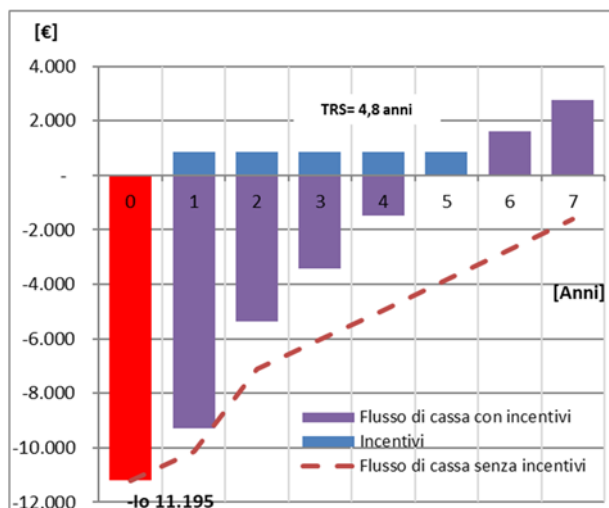
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	10.869
Oneri Finanziari % I_0	OF	%	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	%	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	8
Incentivo annuo	B	€/anno	870
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	%	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	9,3	4,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	10,7	5,9

Valore attuale netto	VAN	- 2.847	1.024
Tasso interno di rendimento	TIR	-4,1%	6,8%
Indice di profitto	IP	-0,26	0,09

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

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

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



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento risulta essere economicamente vantaggioso con un tempo di ritorno attualizzato pari a circa 6 anni anche nel caso di incentivi.

EEM6: Installazione di un impianto fotovoltaico

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

Tabella 9.12 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM6 – Installazione di un impianto fotovoltaico

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I₀	€	33.104
Oneri Finanziari % _{l₀}	OF	%	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	%	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	20
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	%	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	15,7	15,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	23,3	23,3
Valore attuale netto	VAN	- 4.823	- 4.823
Tasso interno di rendimento	TIR	2,1%	2,1%
Indice di profitto	IP	-0,15	-0,15

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

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

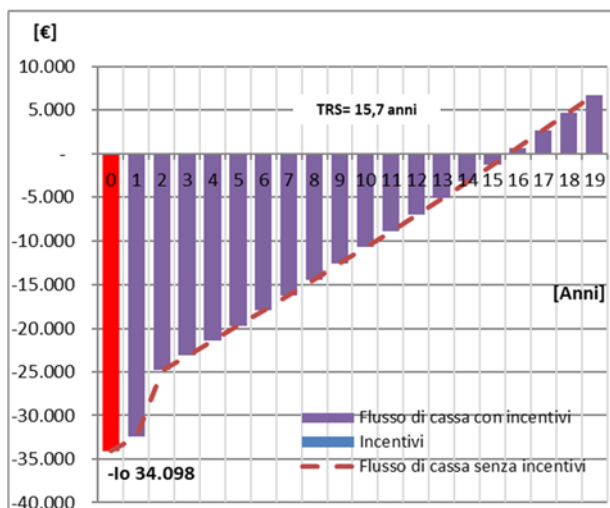
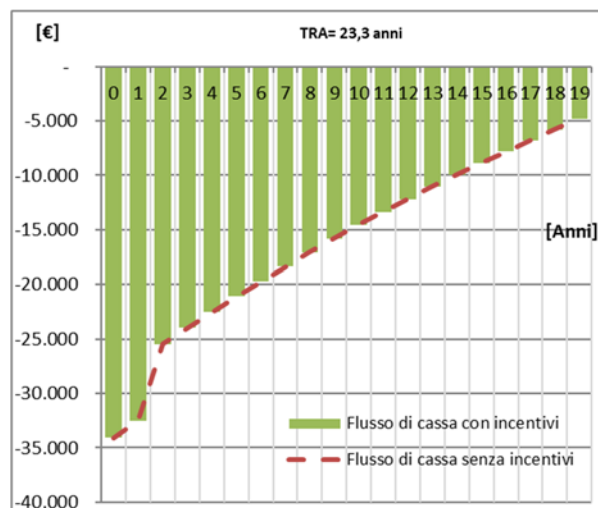


Figura 9.12 – EEM6: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento risulta essere economicamente svantaggioso con un tempo di ritorno attualizzato circa pari a 23 anni. Non sono previsti incentivi da conto termico per l'installazione dell'impianto fotovoltaico, quindi i flussi di cassa " con incentivi" e senza sono identici.

Sintesi

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

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

	SENZA INCENTIVI											
	% 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]	[€]	[%]	[-]
EEM1	14,7%	15,6%	2.151,4	0,0	0,0	-73.886,0	30,5	48,4	30	-28.916,6	-0,1%	-0,4
EEM2	10,5%	11,2%	1.544,3	0,0	0,0	-40.780,1	23,6	39,6	30	-10.175,7	1,6%	-0,2
EEM3	18,6%	19,8%	2.734,2	0,0	0,0	-103.581,7	33,1	52,0	30	-45.106,8	-0,7%	-0,4
EEM4	7,1%	7,7%	1.048,0	1.780,9	473,4	-26.136,4	8,0	9,9	15	7.502,1	8,3%	0,3
EEM5	8,6%	7,5%	1.268,5	0,0	0,0	-10.869,2	9,3	10,7	8	-2.846,7	-4,1%	-0,3
EEM6	13,5%	11,8%	1.981,1	0,0	0,0	-33.104,5	15,7	23,3	20	-4.823,2	2,1%	-0,1

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

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

Dall'analisi dei risultati emerge che solo il quarto interventi proposto risulta avere un ritorno economico vantaggioso senza incentivi; ma vengono riportati tutti per completezza di informazione. Tra quelli proposti ci sono comunque interventi realizzabili sia dal punto di vista tecnico sia dal punto di vista economico nel caso si acceda agli incentivi previsti dal conto termico come indicato in tabella 9.14.

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

	CON INCENTIVI											
	% ΔE [%]	% Δ_{CO2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM1	14,7%	15,6%	2.151,4	0,0	0,0	-73.886,0	17,0	31,1	30	-2.602,4	3,5%	0,0
EEM2	10,5%	11,2%	1.544,3	0,0	0,0	-40.780,1	13,7	22,6	30	4.348,0	5,3%	0,1
EEM3	18,6%	19,8%	2.734,2	0,0	0,0	-103.581,7	19,5	33,0	30	-9.779,9	2,7%	-0,1
EEM4	7,1%	7,7%	1.048,0	1.780,9	473,4	-26.136,4	4,7	5,8	15	16.530,4	14,6%	0,6
EEM5	8,6%	7,5%	1.268,5	0,0	0,0	-10.869,2	4,8	5,9	8	1.024,3	6,8%	0,1
EEM6	13,5%	11,8%	1.981,1	0,0	0,0	-33.104,5	15,7	23,3	20	-4.823,2	2,1%	-0,1

Dall'analisi dei risultati emerge che i interventi singoli che risultano economicamente vantaggiosi e tecnicamente fattibili sono l'EEM2, l'EEM4 e l'EEM5. L'EEM4 è attuabile dal punto di vista tecnico ed ha un tempo di ritorno attualizzato molto vantaggioso, sebbene ciò dipenda da quanto effettivamente si possono ridurre i costi di manutenzione seguito a dell'intervento. Inoltre c'è la possibilità di ridurre i consumi elettrici sfruttando almeno in parte l'energia elettrica prodotta dall'installazione di un impianto fotovoltaico con ulteriore ricavi economici accedendo al meccanismo di scambio sul posto per l'energia elettrica prodotta in surplus rispetto ai consumi.

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 verificato un tempo di ritorno semplice, TRS \leq 15 anni;
- Scenario ottimale 2, (SCN2), per il quale è verificato un tempo di ritorno semplice, TRS \leq 25 anni.

Per il primo scenario ottimale ci si aspetta che gli interventi proposti interessino maggiormente investimenti per gli impianti, mentre il secondo scenario, 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.

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

Nella formulazione del Piano Economico-Finanziario indicativo degli scenari ottimali, si è assunto che i capitali per la realizzazione degli interventi siano resi disponibili da un privato, con una ripartizione dell'investimento al 20% tramite mezzi propri (equity) ed all'80% tramite finanziamento terzi

(debito). Nel calcolo del VAN di Progetto il tasso di attualizzazione i usato coincide con il WACC (costo medio ponderato del capitale) ed è posto pari al 4%, sulla base della seguente equazione:

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

Dove:

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

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

- FCO_n sono i flussi di cassa operativi nell'anno corrente n-esimo;
- K_n è la quota capitale da rimborsare nell'anno n-esimo;
- I_n è la quota interessi da ripagare nell'anno n-esimo.

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

Si 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: [EEM1 + EEM2 + EEM4 + EEM5]:** Tale scenario consiste nell'isolamento delle pareti esterne, l'isolamento della copertura, sostituzione dei generatori di calore con installazione di valvole termostatiche, installazione di nuove plafoniere con lampade led;
- **Scenario 1: [EEM1 + EEM2 + EEM4 + EEM5 + EEM6]:** Tale scenario consiste nell'isolamento delle pareti esterne, l'isolamento della copertura, sostituzione dei generatori di calore con installazione di valvole termostatiche, installazione di nuove plafoniere con lampade led e installazione di un impianto fotovoltaico;

9.3.1 Scenario 1: EEM1 + EEM2 + EEM4 + EEM5

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

- EEM1: Isolamento delle pareti esterne;
- EEM2: Isolamento della copertura;
- EEM4: Sostituzione dei generatori di calore con installazione delle valvole termostatiche;
- EEM5: Installazione di nuove plafoniere con lampade led.

Tabella 9.15 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 – Fornitura e Posa	56.563,78	12.444,03	69.007,81
EEM2 – Fornitura e Posa	30.387,59	6.685,27	37.072,86
EEM4 – Fornitura e Posa	19.475,70	4.284,65	23.760,35
EEM5 – Fornitura e Posa	8.099,24	1.781,83	9.881,07
Costi per la sicurezza	3.435,79	755,87	4.191,66
Costi per la progettazione	8.016,84	1.763,71	9.780,55
TOTALE (I₀)	125.978,93	27.715,37	153.694,30
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]

EEM1 O&M	-	-	-
EEM2 O&M	-	-	-
EEM4 O&M	2.671	710	3.382
EEM5 O&M	-	-	-
TOTALE (C_M)	2.671	710	3.382
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	60.354,13	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		12.070,83	

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

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

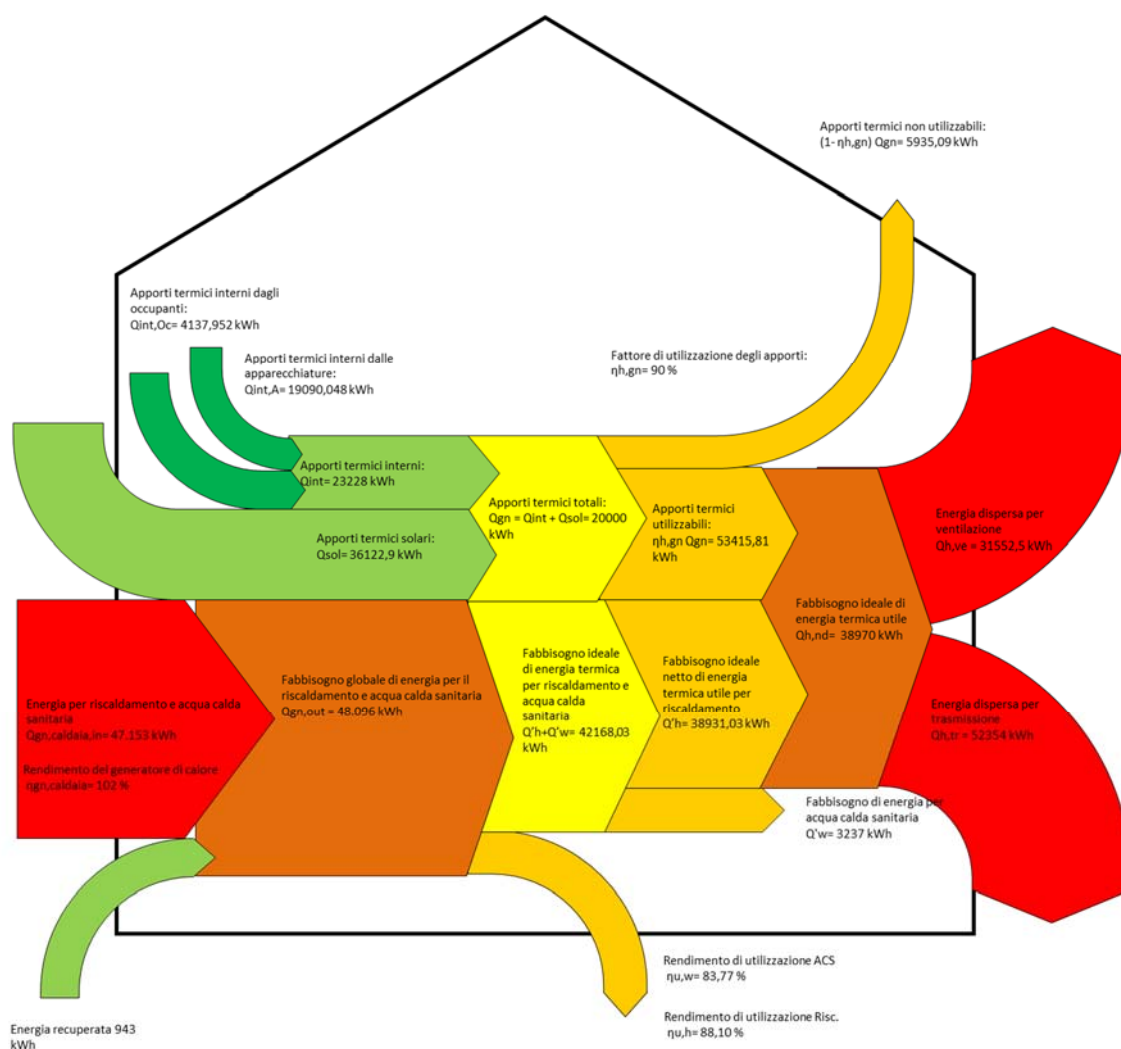
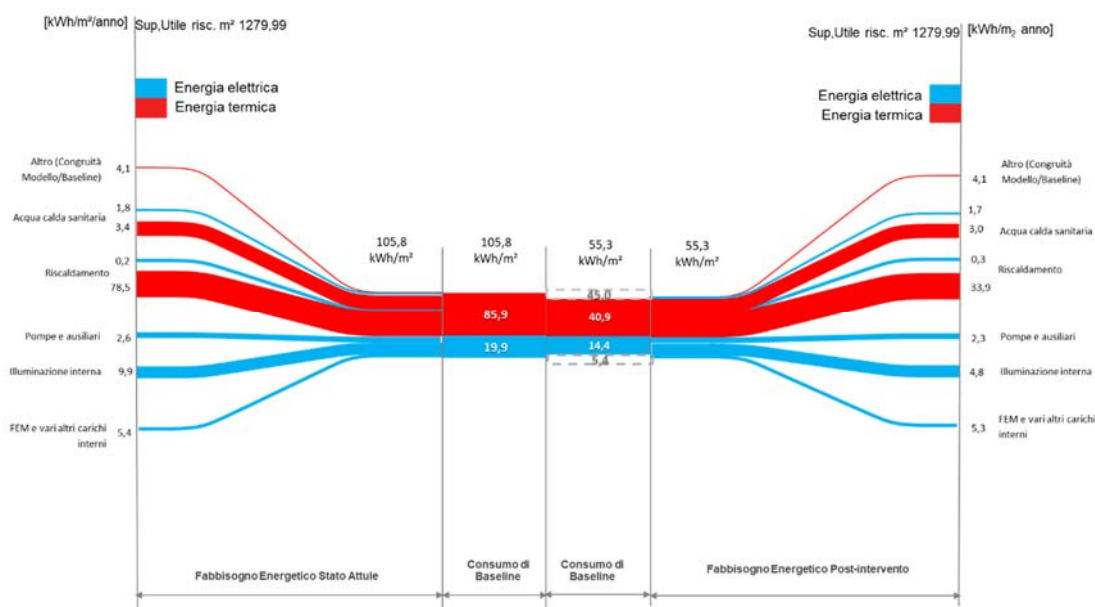


Figura 9.14 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento

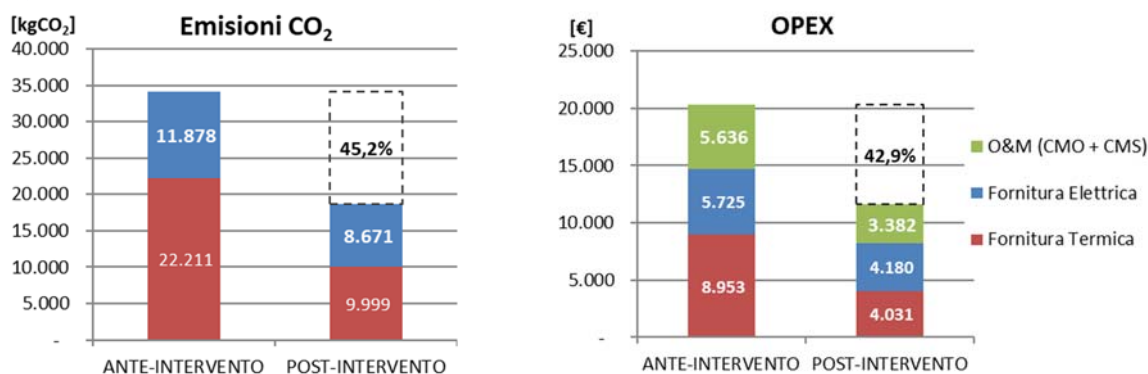


I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.16 e nella Figura 9.15

Tabella 9.16 – Risultati analisi SCN1

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM1 [trasmissione parete]	[W/m²K]	1,47	0,25	83,0%
EEM2 [trasmissione copertura]	[W/m²K]	1,6	0,21	86,9%
EEM4 [Rendimento generazione calore]	[%]	90	102	13,3%
EEM5 [Potenza installata]	[W]	5.762	2.464	57,2%
Q _{teorico}	[kWh]	104.739	47.153	55,0%
EE _{teorico}	[kWh]	26.389	19.265	27,0%
Q _{baseline}	[kWh]	109.953	49.500	55,0%
EE _{baseline}	[kWh]	25.434	18.568	27,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	22.211	9.999	55,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	11.878	8.671	27,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	34.088	18.670	45,2%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	8.953	4.031	55,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.725	4.180	27,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	14.679	8.210	44,1%
C _{MO}	[€]	4.452	2.671	40,0%
C _{MS}	[€]	1.184	710	40,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	5.636	3.382	40,0%
OPEX	[€]	20.315	11.592	42,9%
Classe energetica	[-]	F	D	+2 classi

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO2 sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,081 [€/kWh] per il vettore termico e 0,225 [€/kWh] per il vettore elettrico

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

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

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

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	14
Anni Concessione	n	15
Anno inizio Concessione	n_o	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	15
Anni Equity	n_E	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_o	€ 153.694
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 4.611
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 158.305
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 126.644
Equity	I_E	€ 31.661
Fattore di annualità Debito	FA_D	11,41
Rata annua debito	q_D	€ 11.103
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 166.541
Costi per interessi debito, INT _D	INT_D=q_D*n_D-D	€ 39.897

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

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 14.679
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€ 5.636
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 20.315
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$	44,1%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$	40,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$	1,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 7.817
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 203
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 36.337
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 10.443
N° di Canoni annuali	anni	14
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$	-2,23%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	-€ 252
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€ 2.850
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€ 5.017
Canone O&M €/anno	CnM	€ 3.511
Canone Energia €/anno	CnE	€ 8.986
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€ 12.497
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€ 7.614
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€ 20.111
Aliquota IVA %	IVA	22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€ 27.715
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€ 60.354
Durata Incentivi, anni	n_B	5
Inizio erogazione Incentivi, anno		2022

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

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	9,85
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	14,67
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	$VAN > 0$	€ 1.281
Tasso interno di rendimento del progetto	$TIR > WACC$	4,18%
Indice di Profitto	IP	0,83%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	2,72
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	3,13
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	$VAN > 0$	€ 11.005
Tasso interno di rendimento dell'azionista	$TIR > k_e$	35,60%
Debit Service Cover Ratio	$DSCR < 1,3$	1,239
Loan Life Cover Ratio	$LLCR < 1$	0,579
Indice di Profitto Azionista	IP	7,16%

Figura 9.16 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

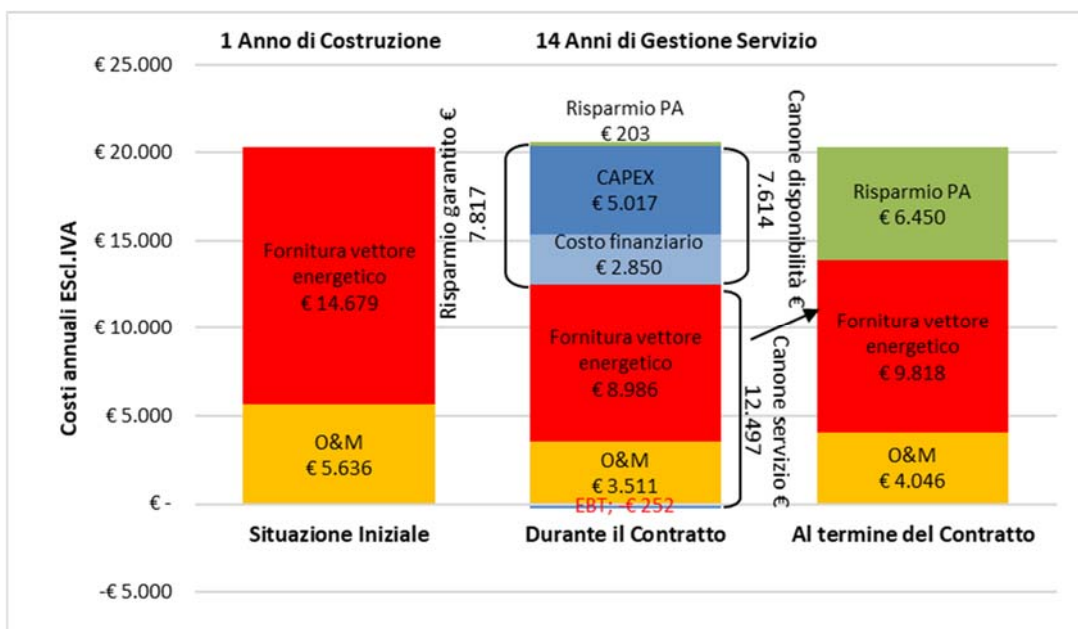


Figura 9.17 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



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

Figura 9.18 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



9.3.2 Scenario 2: EEM1 + EEM2 + EEM4 + EEM5 + EEM6

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

- EEM1: Isolamento delle pareti esterne;
- EEM2: Isolamento della copertura;
- EEM4: Sostituzione dei generatori di calore con installazione delle valvole termostatiche;
- EEM5: Installazione di nuove plafoniere con lampade led.
- EEM6: Installazione di un impianto fotovoltaico.

Tabella 9.20 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 – Fornitura e Posa	56.563,78	12.444,03	69.007,81
EEM2 – Fornitura e Posa	30.387,59	6.685,27	37.072,86
EEM4 – Fornitura e Posa	19.475,70	4.284,65	23.760,35
EEM5 – Fornitura e Posa	8.099,24	1.781,83	9.881,07
EEM6 – Fornitura e Posa	24.668,00	5.426,96	30.094,96
Costi per la sicurezza	4.175,83	918,68	5.094,51
Costi per la progettazione	9.743,60	2.143,59	11.887,19
TOTALE (I₀)	153.113,73	33.685,02	186.798,75
VOCE MANUTENZIONE	C _{Mo} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	-	-	-
EEM2 O&M	-	-	-
EEM4 O&M	2.671	710	3.382
EEM5 O&M	-	-	-
EEM6 O&M	-	-	-
TOTALE (C_M)	2.671	710	3.382
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	60.354,13	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		12.070,83	

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

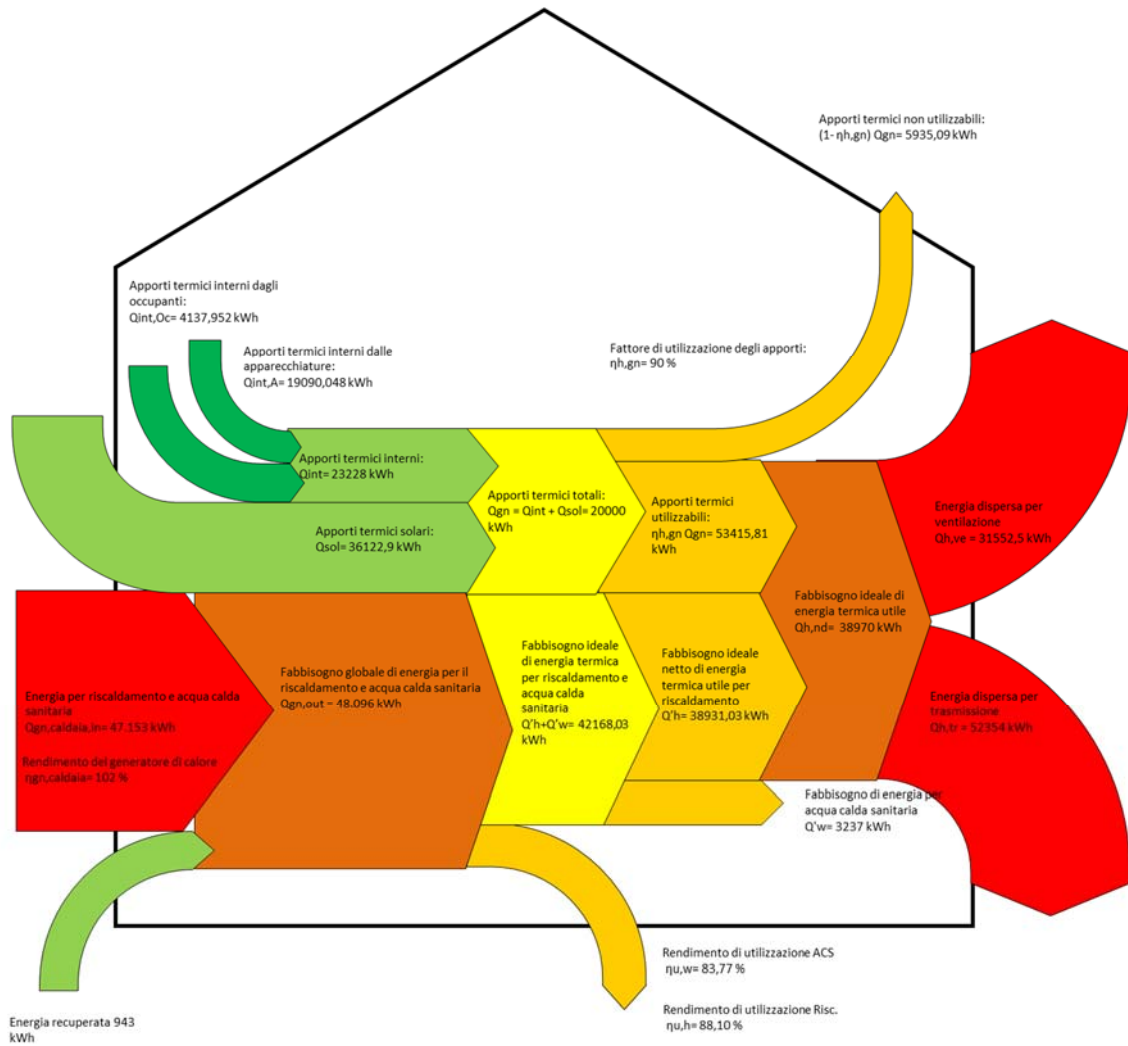
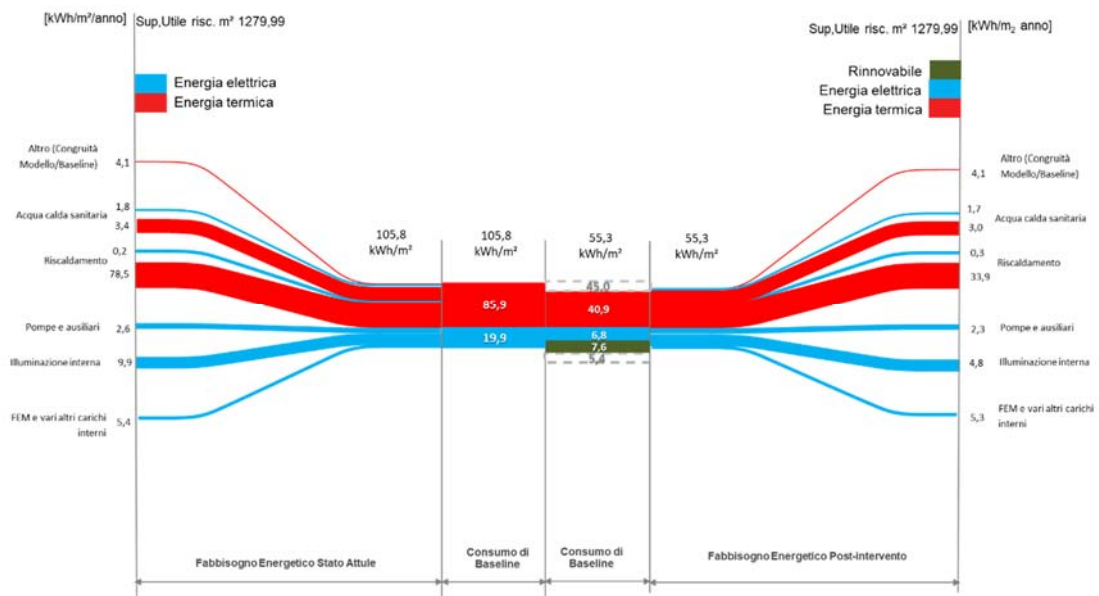


Figura 9.20 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



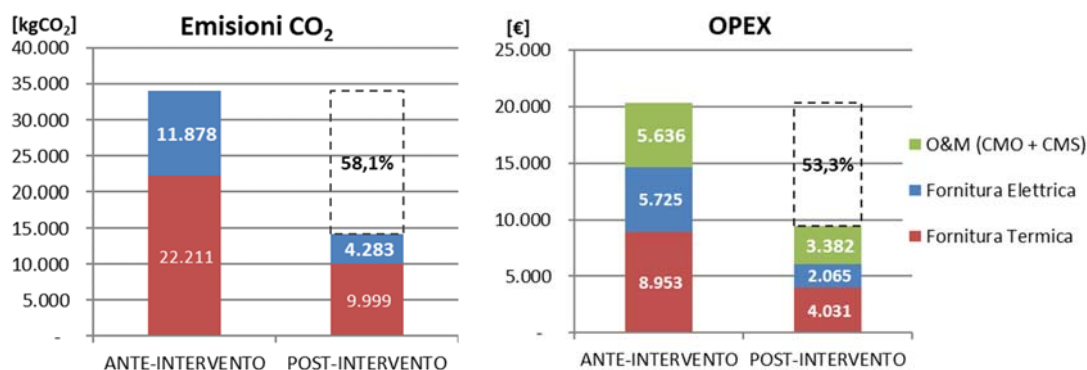
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.21 e nella Figura 9.15

Tabella 9.21 – Risultati analisi SCN2

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM1 [trasmissione parete]	[W/m ² K]	1,47	0,25	83,0%
EEM2 [trasmissione copertura]	[W/m ² K]	1,6	0,21	86,9%
EEM4 [Rendimento generazione calore]	[%]	90	102	13,3%
EEM5 [Potenza installata]	[W]	5.762	2.464	57,2%
EEM6 [Potenza installata]	[W]		10.000	100,0%
Q _{teorico}	[kWh]	104.739	47.153	55,0%
EE _{teorico}	[kWh]	26.389	9.516	63,9%
Q _{baseline}	[kWh]	109.953	49.500	55,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	25.434	9.171	63,9%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	22.211	9.999	55,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	11.878	4.283	63,9%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	34.088	14.282	58,1%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	8.953	4.031	55,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.725	2.065	63,9%
Fornitura Energia, C_E	[€]	14.679	6.095	58,5%
C _{MO}	[€]	4.452	2.671	40,0%
C _{MS}	[€]	1.184	710	40,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	5.636	3.382	40,0%
OPEX	[€]	20.315	9.477	53,3%
Classe energetica	[-]	F	C	+3 classi

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,081 [€/kWh] per il vettore termico e 0,225 [€/kWh] per il vettore elettrico

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



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

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

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	24
Anni Concessione	n	25
Anno inizio Concessione	n_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	20
Anni Equity	n_E	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_0	€ 186.799
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 5.604
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 192.403
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 153.922
Equity	I_E	€ 38.481
Fattore di annualità Debito	FA_D	13,97
Rata annua debito	q_D	€ 11.016
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 220.319
Costi per interessi debito, INT _D	INT_D=q_D*n_D-D	€ 66.397

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

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 14.679
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€ 5.636
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	C_{Baseline}	€ 20.315
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	%ΔC_E	58,5%
Riduzione% costi O&M	%ΔC_M	40,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	%C_{Baseline}	2,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 9.615
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 406
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 100.268
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 14.621
N° di Canoni annuali	anni	24
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	29,23%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€ 2.344

Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	2.767
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	4.098
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€	3.601
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€	7.099
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€	10.700
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€	9.209
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€	19.908
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	33.685
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	60.354
Durata Incentivi, anni	n_B		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

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

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE

Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.		10,91
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		15,99
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€	34.950
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC		6,53%
Indice di Profitto	IP		18,71%

INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE

Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.		2,48
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		2,86
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€	28.141
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke		41,73%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3		1,211
Loan Life Cover Ratio	LLCR < 1		0,894
Indice di Profitto Azionista	IP		15,06%

Figura 9.22 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

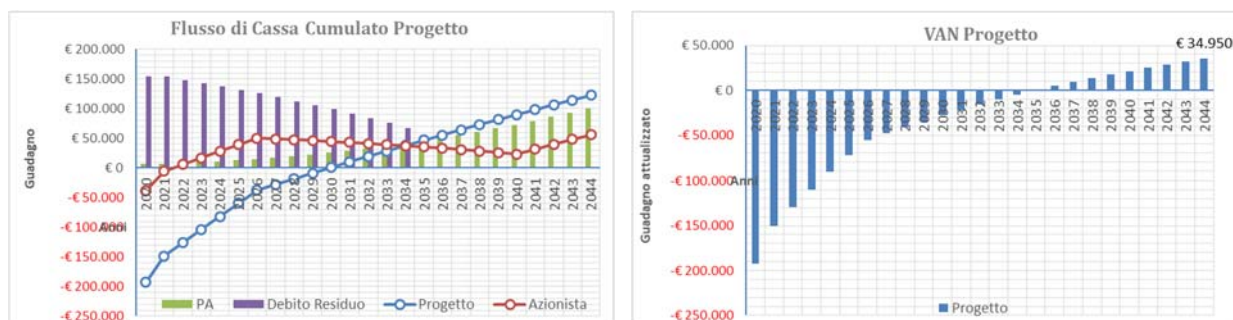
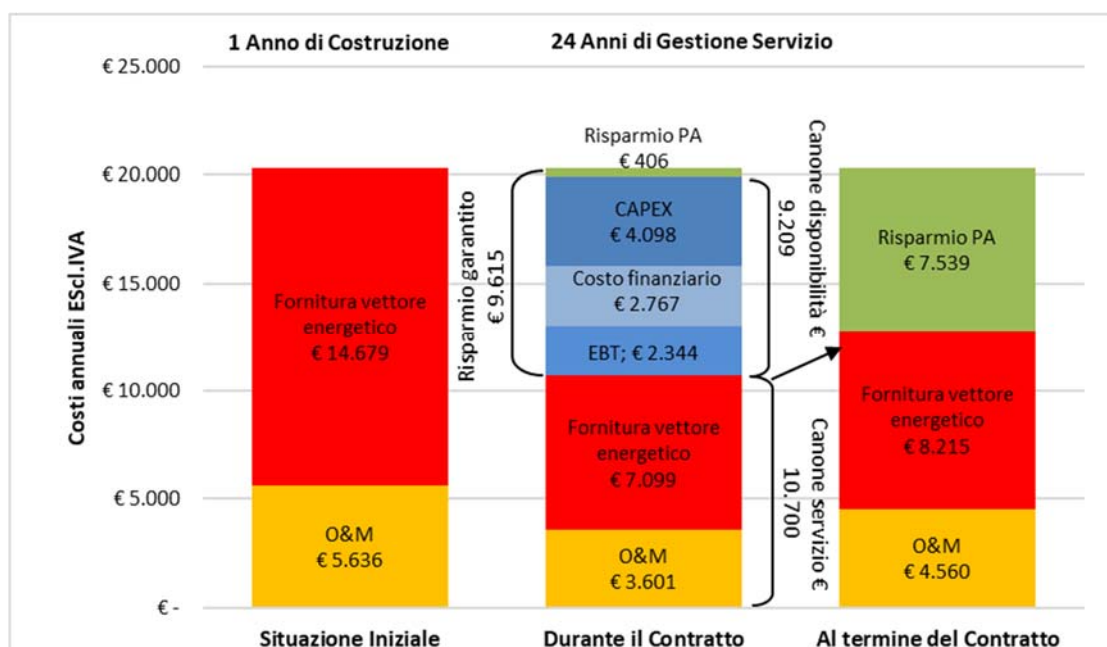


Figura 9.23 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



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

Figura 9.24 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

Gli indicatori di prestazione energetica sono riportati nella tabella 10.1 in cui vengono espressi in duplice forma:

- Rispetto ai consumi energetici reali con riferimento ai dati storici come media delle ultime 3 annualità.
- Rispetto a condizioni standard di riferimento (calcolo in valutazione standard UNI TS 11300);

Tabella 10.1 – Indicatori di performance energetica valutati in modalità adattata all'utenza e in condizioni standard

INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA NON RINNOVABILE		CONDIZIONI REALI	U.M.	CONDIZIONI STANDARD	U.M.
Indice di prestazione energetica globale	EP _{gl}	205,4	kWh/mq anno	134,9	kWh/mq anno
Indice di prestazione energetica per il riscaldamento invernale	EP _H	167,6	kWh/mq anno	87,6	kWh/mq anno
Indice di prestazione energetica per la produzione di acs	EP _{acs}	8,7	kWh/mq anno	7,1	kWh/mq anno
Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva	EP _C	0	kWh/mq anno	0,0	kWh/mq anno
Indice di prestazione energetica per la ventilazione	EP _V	0,0	kWh/mq anno	0,0	kWh/mq anno
Indice di prestazione energetica per illuminazione artificiale	EP _L	25,9	kWh/mq anno	29,2	kWh/mq anno
Indice di prestazione energetica per il trasporto di persone o cose	EP _{Tr}	3,2	kWh/mq anno	11,0	kWh/mq anno
Indice di energia termica totale	EP _T	157,3	kWh/mq anno	81,0	kWh/mq anno
Indice di energia elettrica totale	EE	20,3	kWh/mq anno	20,6	kWh/mq anno
Indice di prestazione termica per il riscaldamento	ET _H	153,2	kWh/mq anno	77,8	kWh/mq anno
Indice di prestazione termica per il raffrescamento	ET _C	0,0	kWh/mq anno	0,0	kWh/mq anno
Indice di prestazione termica per la produzione di acs	ET _W	6,9	kWh/mq anno	5,1	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	41,3	Kg/mq anno	26,6	Kg/mq anno

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

10.2.1 Priorità delle interazioni proposte e programma di attuazione:

Al fine di dare una priorità all'implementazione degli interventi di miglioramento individuati è stata effettuata un'analisi multicriterio che tenga in considerazione gli aspetti:

- Energetici: Riduzione dei consumi di energia primaria (kWh);
- Economici:
 - Costo dell'energia risparmiata (CER) espressa in c€/kWh, fornisce l'esborso finanziario da sostenere per ogni unità di energia risparmiata;
 - Indice di profittabilità (IP) dato dal rapporto tra VAN e Investimento;
 - Valore Attualizzato Netto (VAN) (€);

- Tempo di riorno Semplice (TR) (anni).
- Ambientali: Tonnellate di CO₂ evitate annualmente (ton/anno).

Tabella 10.2 – Analisi multicriterio degli interventi migliorativi

INTERVENTO	Criterio Energetico	Criterio Ambientale	Criterio Economico				Risultato complessivo
	Risparmio energia primaria	CO ₂ risparmiata	TIR	IP	TR	VAN	
	kWh/anno	Ton/anno	%	-	anni	€	
EEM 1*	47.231,63	5,32	3,5%	-0,04	16,95	-2.602,40	-
EEM 2	42.751,67	3,82	5,3%	0,11	13,65	4.347,99	0,08
EEM 3*	56.831,56	6,76	2,7%	-0,09	19,52	-9.779,92	-
EEM 4	37.119,71	2,62	14,6%	0,63	4,69	16.530,40	0,16
EEM 5	35.199,73	2,54	6,8%	0,09	4,79	1.024,27	0,06
EEM 6*	37.119,71	4,02	2,1%	-0,15	15,69	-4.823,17	-
SCN1	93.695,27	15,09	4,2%	0,83	9,85	1.281,00	0,42
SCN2	106.751,17	19,48	6,5%	18,71	10,91	34.950,00	0,93

PESO	20%	30%	5%	30%	5%	10%
-------------	-----	-----	----	-----	----	-----

*L'intervento risulta escludibile dall'analisi in quanto caratterizzato da parametri economici negativi e quindi non applicabile.

Nel risultato complessivo compare la somma di tutti gli indicatori riportati in tabella parametrizzati rispetto ai fattori peso indicati e pesati tra di loro per poterli confrontare; maggiore è il risultato complessivo migliore complessivamente è l'intervento rispetto a quelli proposti.

L'analisi multicriterio dimostra che l'SCN2 risulta essere l'intervento migliore tra quelli proposti, seguito dall'SCN1; tra gli interventi singoli proposti l'intervento migliore risulta la sostituzione dei generatori di calore con installazione delle valvole termostatiche.

In generale l'analisi multicriterio mette in luce anche il fatto che un maggior investimento non determina per forza un miglioramento dei parametri energetici, ambientali ed economici; infatti il risultato complessivo mostra che l'interazione di questi parametri può portare un intervento a basso investimento ad essere migliore di uno ad investimento maggiore.

10.2.2 Piani di misure e verifiche per accertare i risparmi

e suddette opportunità di miglioramento verranno attuate attraverso la stipula di Contratti a garanzia di risultato (EPC) con ESCO a seguito dell'aggiudicazione di Gare d'Appalto dedicate.

I piani di misura e verifica dei risparmi sono uno strumento fondamentale nei contratti EPC per monitorare nel tempo il risparmio energetico conseguito grazie agli interventi di efficientamento, in base al quale si valuta il raggiungimento degli obiettivi garantiti dal contratto.

L'obiettivo principale del monitoraggio è quello di avere un feedback obiettivo sui risultati ottenuti. In particolare la raccolta dei dati deve servire per:

- valutare l'efficacia e l'efficienza dell'uso delle risorse investite per raggiungere l'obiettivo dell'iniziativa;
- garantire la corretta gestione del Contratto stipulato con la ESCO. I dati utilizzati per calcolare i pagamenti devono essere veritieri e garantire, trasparenza e tracciabilità;
- come esempio per replicare l'iniziativa e dimostrarne l'efficacia.

Il Sistema di Monitoraggio e Verifica delle Prestazioni prevede:

- la programmazione periodica delle attività di controllo;
- la compilazione periodica di un report di Monitoraggio;

- la predisposizione di un report stagionale con i risultati delle prestazioni per il periodo di riferimento;
- la messa a disposizione delle informazioni e dei report raccolti e archiviati.

Il report annuale di monitoraggio dovrà contenere gli elementi seguenti:

- l'andamento dei consumi stagionali, in termini sia energetici sia monetari rilevati di energia termica;
- l'andamento dei consumi stagionali in termini sia energetici sia monetari rilevati di energia elettrica;
- i prezzi di riferimento per la stagione;
- la descrizione di eventuali variazioni climatiche;
- la descrizione di eventuali variazioni delle modalità d'uso degli edifici;
- la descrizione di eventuali variazioni delle caratteristiche di base degli edifici;
- il risparmio energetico garantito ed effettivo e gli eventuali scostamenti;
- la descrizione delle esperienze operative acquisite.

10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

Il presente report di Diagnosi Energetica può ritenersi un documento tecnico propedeutico all'eventuale redazione di Energy Performance Contract (EPC) volti all'implementazione degli interventi di riqualificazione del patrimonio edilizio della Committenza.

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
Allegato A - Elenco documentazione fornita dalla committenza	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revA-AllegatoA.docx

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Contesto geografico e urbano e zone termiche	Contesto geografico	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revA-AllegatoB-Zone termiche e contatori.dwg
Analisi fatture dell'energia elettrica	Analisi fatture EE	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revA-AllegatoB-Analisi fatture di energia elettrica.xlsx
Analisi fatture dell'energia termica	Analisi fatture GAS	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revA-AllegatoB-Analisi fatture di energia termica.xlsx
Riepilogo dati fatture rilevati dall'auditor	Dati consumi termici ed elettrici	31/05/18	kyotoBaseline-E116_rev10.xlsx

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Allegato C – Report di indagine termografica	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revA-AllegatoC.docx

ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Non sono stati eseguiti ulteriori report relativi a prove diagnostiche strumentali della termoflussimetria in quanto non ritenuti significativi viste le caratteristiche dell'edificio indivianalizzate in fase di rilievo e di elebarazione del report di diagnosi energetiche.

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
Relazione di calcolo, fabbisogno di energia e diagnosi energetica rilasciati dal software	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revA-AllegatoE.pdf

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificato di conformità Namirial Termo	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revA-Allegato F.pdf

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
Attestato di prestazione energetica	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revA-AllegatoG-APE.pdf

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Attestato di prestazione energetica	31/05/18	DE_Lotto.3._E116_revA-Allegato H-APE SCN1.pdf
Attestato di prestazione energetica	31/05/18	DE_Lotto.3._E116_revA-Allegato H-APE SCN2.pdf

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

	Titolo	Data	Nome file
Dati climatici		31/05/18	GG_Lotto.3-E116_revB.xlsx

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
Scheda Audit	31/05/18	DE_Lotto3-E116_revB_AllegatoJ-Scheda audit.xlsx

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
Scheda ORE_isolamento pareti esterne	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revA-AllegatoK-Scheda ORE_EEM1.pdf
Scheda ORE_isolamento copertura piana	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revA-AllegatoK-Scheda ORE_EEM2.pdf
Scheda ORE_sostituzione infissi	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revA-AllegatoK-Scheda ORE_EEM3.pdf
Scheda ORE_sostituzione caldaie	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revA-AllegatoK-Scheda ORE_EEM4.pdf
Scheda ORE_valvole termostatiche	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revA-AllegatoK-Scheda ORE_EEM3&EEM4.pdf
Scheda ORE_lampade led	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revA-AllegatoK-Scheda ORE_EEM5.pdf
Scheda ORE_impianto fotovoltaico	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revA-AllegatoK-Scheda ORE_EEM6.pdf

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Analisi economica finanziaria degli scenari SCN1 e SCN2	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_rev06-AllegatoL-Analisi PEF.xlsx

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report di benchamark	31/05/18	DE_Lotto.3-E116_revC-AllegatoM-Benchmark.docx

ALLEGATO N – CD-ROM