

SCUOLA MEDIA "A.G. BARRILI"-DISTRETTO SCOLASTICO

E194

VIA MONTEZOVETTO 5-7, GENOVA

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

ATI:



(mandataria)



(mandante)

SCUOLA MEDIA "A.G. BARRILI"-DISTRETTO E194

Via Montezovetto 5-7, Genova

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA

STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

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

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

Tel 010 5573560 – 5573855;

energymanager@comune.genova.it; www.comune.genova.it

Energynet s.r.l.

Viale Muratori 201 – 41124 – Modena

Tel 059 211085 – info@energynet.it

More Energy s.r.l.

Via Ragazzi del '99 39 – 42124 - Reggio Emilia

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

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	31/05/2018	Guerra Michela Restani Ornella Venturelli Simone	Paradisi Irene Guerra Luigi	Magni Saverio	Prima Pubblicazione
B	26/07/2018	Guerra Michela Restani Ornella Venturelli Simone	Paradisi Irene Guerra Luigi	Magni Saverio	Aggiornamento sulla base delle indicazioni fornite dalla PA

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

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

INDICE

PAGINA

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI	3
INDICE.....	I
PAGINA.....	I
EXECUTIVE SUMMARY.....	I
1 INTRODUZIONE	1
1.1 PREMESA	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	2
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	6
2 DATI DELL'EDIFICIO.....	7
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO	7
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	8
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	9
3 DATI CLIMATICI	12
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	12
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	13
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	13
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	15
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO	15
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	15
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	16
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	17
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	17
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	18
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	19
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	21
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	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	24
5 CONSUMI RILEVATI	25
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	25
5.1.1 <i>Energia termica</i>	25
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	28
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	31
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	35
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	35
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	36
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	37
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	37
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	39
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	41

*E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico*

7.1	COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	41
7.1.1	<i>Vettore termico</i>	41
7.1.2	<i>Vettore elettrico</i>	44
7.2	TARIFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	47
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	48
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	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
	EEM1: ISOLAMENTO PARETI VERTICALI CON CAPPOTTO ESTERNO	51
	EEM2: ISOLAMENTO COPERTURA PIANA DALL'INTERNO CON PANNELLI	52
	8.1.2 <i>Impianto riscaldamento</i>	53
	EEM3: INSTALLAZIONE DI VALVOLE TERMOSTATICHE COMPLETE DI COLLEGAMENTI SU RADIATORI E TERMO-ARREDI	53
	EEM4: INSTALLAZIONE DI CALDAIA A CONDENSAZIONE	55
	8.1.3 <i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	56
	EEM5: INSTALLAZIONE LAMPADE A LED A BASSO CONSUMO	56
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	57
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	57
	EEM1: ISOLAMENTO PARETI VERTICALI CON CAPPOTTO ESTERNO	57
	EEM2: ISOLAMENTO COPERTURA PIANA DALL'INTERNO CON PANNELLI	59
	EEM3: INSTALLAZIONE DI VALVOLE TERMOSTATICHE COMPLETE DI COLLEGAMENTI SU RADIATORI E TERMO-ARREDI	60
	EEM4: INSTALLAZIONE CALDAIA A CONDENSAZIONE	61
	EEM5: INSTALLAZIONE LAMPADE A LED A BASSO CONSUMO	63
	9.2 ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	64
	EEM1: ISOLAMENTO PARETI VERTICALI CON CAPPOTTO ESTERNO	66
	EEM2: ISOLAMENTO COPERTURA DALL'INTERNO CON PANNELLI	67
	EEM3: INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE	68
	EEM4: INSTALLAZIONE DI CALDAIA A CONDENSAZIONE	69
	EEM5: INSTALLAZIONE DI LAMPADE A LED A BASSO CONSUMO	70
	SINTESI	71
9.2	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO	72
9.2.1	<i>Scenario 1: EEM3+EEM4</i>	74
9.2.2	<i>Scenario 2: EEM1+EEM2+ EEM3+EEM4</i>	80
10	CONCLUSIONI	85
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	85
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	86
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	86
	ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....	A
	ALLEGATO B – ELABORATI	A
	ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA	1



E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico

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		1920
Anno di ristrutturazione		n/d
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 Att. Scolastiche
Superficie utile riscaldata	[m ²]	3.525,95
Superficie disperdente (S)	[m ²]	6.320,78
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	22.052,86
Rapporto S/V	[1/m]	0,29
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	22.309,58
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	2.734,08
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	7.363,40
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia tradizionale a gas naturale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	655
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	n/d
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrico
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	86.511
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	308.015
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	24.665
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	52.824
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	10.625

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM1: Isolamento pareti verticali con cappotto esterno
- EEM2: Isolamento copertura piana dall'interno con pannelli
- EEM3: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti su radiatori e termo-arredi
- EEM4: Installazione di caldaia a condensazione
- EEM5: Installazione lampade a LED a basso consumo
- SCN1: EEM3+EEM4
- SCN2: EEM1+EEM2+EEM3+EEM4

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

CON INCENTIVI														
%Δ _E	%Δ _{CO2}	ΔC _E	ΔC _{MO}	ΔC _{MS}	I ₀	TRS	TRA	n	VA _N	TIR	IP	DSCR	LLCR	
[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]			



E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico

EEM 1	26,1%	18,9%	€ 6.504,00	€ 826,00	€ 220,00	€ 321.366,00	22,5	34,6	30	4397 4	1,9%	-0,14	[n/a]	[n/a]	
EEM 2	7,1%	5,2%	€ 1.770,00	€ 826,00	€ 220,00	€ 88.142,00	15,9	27	30	2001	4,3%	0,02	[n/a]	[n/a]	
EEM 3	32,0%	23,2%	€ 7.975,00	€ 826,00	€ 220,00	€ 24.184,00	2,8	3	20	8652 0	34,2%	3,58	[n/a]	[n/a]	
EEM 4	9,5%	7,1%	€ 2.435,00	€ 826,00	€ 220,00	€ 45.537,00	7	8,9	20	1918 1	11,1%	0,42	[n/a]	[n/a]	
EEM 5	2,4%	9,2%	€ 3.473,00	€ 826,00	€ 220,00	€ 50.946,00	6	7,7	20	2903 2	13,2%	0,57	[n/a]	[n/a]	
SCN 1	39,9%	29,1%	€ 9.987,00	€ 826,00	€ 220,00	€ 69.721,00	5,5	6,65	30	2554 0	12,7%	0,37	1,366	1,178	
SCN 2	60,5%	44,0%	€ 15.109,00	€ 826,00	€ 220,00	€ 470.470,00	25,80	24,85	30	- 3457	10,70%	-0,07	0,961	1,681	

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

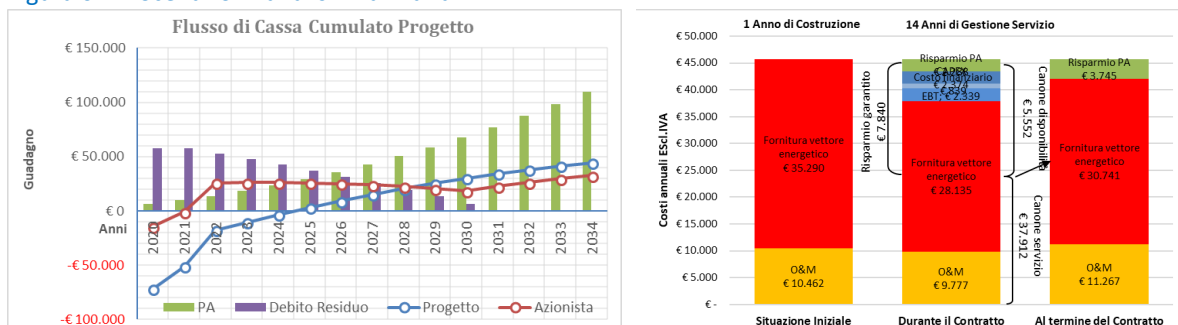
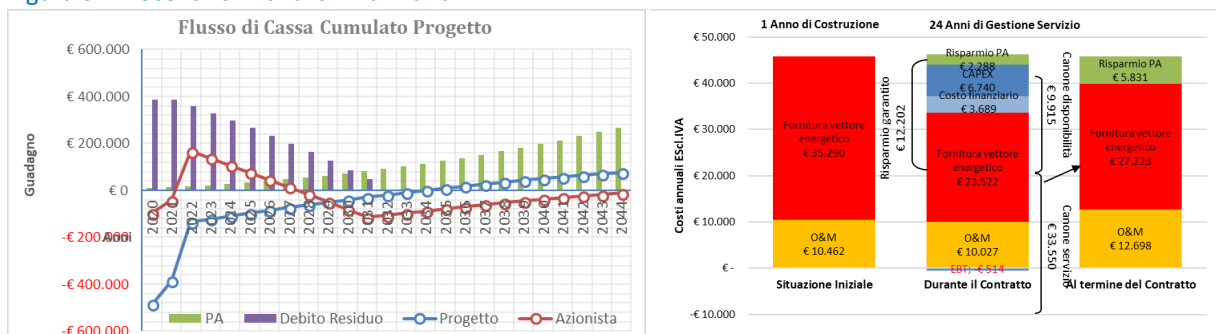


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



Dall'analisi effettuata è emerso che l'insieme di interventi risulta conveniente dal punto di vista economico. Entrambi gli scenari consentono di ottenere un salto di almeno due classi energetiche. Interventi sull'impianto termico e sull'illuminazione risultano particolarmente efficaci in quanto sono risultati essere aspetti critici della struttura in esame. Interventi sull'involucro risultano, invece, meno vantaggiosi economicamente, ma comunque assai positivi in termini di risparmio energetico ed abbattimento delle emissioni di agenti atmosferici inquinanti come la CO₂.

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"

Figura 1.1 - Vista della facciata



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 da More Energy s.r.l., parte di ATI costituita da Energynet s.r.l. e More Energy s.r.l. Il responsabile per il processo di audit dell'ATI è l'ing. Saverio Magni, soggetto certificato Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339. In Tabella 1.1 sono riportati i nominativi di tutti i soggetti coinvolti nelle varie fasi di svolgimento della DE.

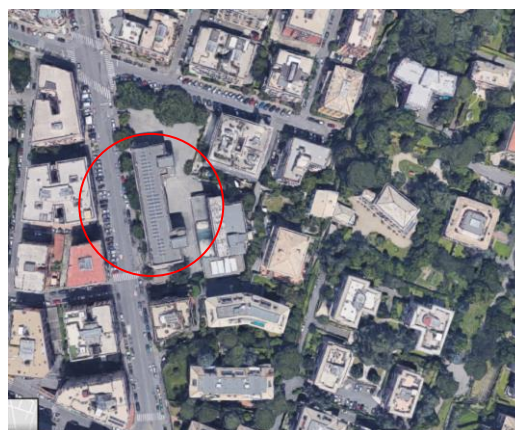
Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Ornella Restani		Sopralluogo in sito
Simone Venturelli		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Simone Venturelli		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Ornella Restani		Validazione modello energetico e stesura relazioni
Michela Guerra		Preparazione elaborati grafici
Irene Paradisi	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Luigi Guerra	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Saverio Magni	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU F. 60 Mapp. 210 Sub. 1-2-3 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nel quartiere Albaro

Figura 1.2 – Ubicazione dell'edificio



L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a scuola media "A.G. Barrili" e a distretto scolastico CPA.

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		1920
Anno di ristrutturazione		n/d
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 Att. Scolastiche
Superficie utile riscaldata	[m ²]	3.525,95
Superficie disperdente (S)	[m ²]	6.320,78
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	22.052,86
Rapporto S/V	[1/m]	0,29
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	3.606,55



Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	4.735,14
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	2.734,08
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	7.363,40
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia tradizionale a gas naturale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	655
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	n/d
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrico
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	86.511
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{tit} /anno]	308.015
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	24.665
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{vei} /anno]	52.824
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	10.625

Nota (1): Valori di Baseline

1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

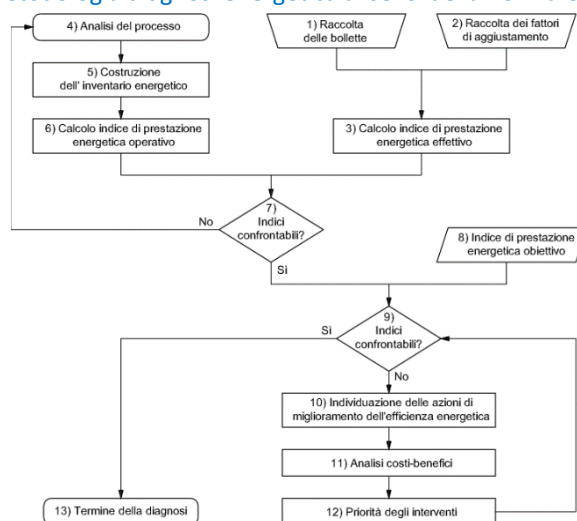
La procedura di realizzazione della DE si è sviluppata nelle seguenti fasi operative:

- 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 5/12/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- d) Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, 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 Edilclima EC700 versione 8.17.49 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n. 73 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- g) Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- h) Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo ARPAL 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.

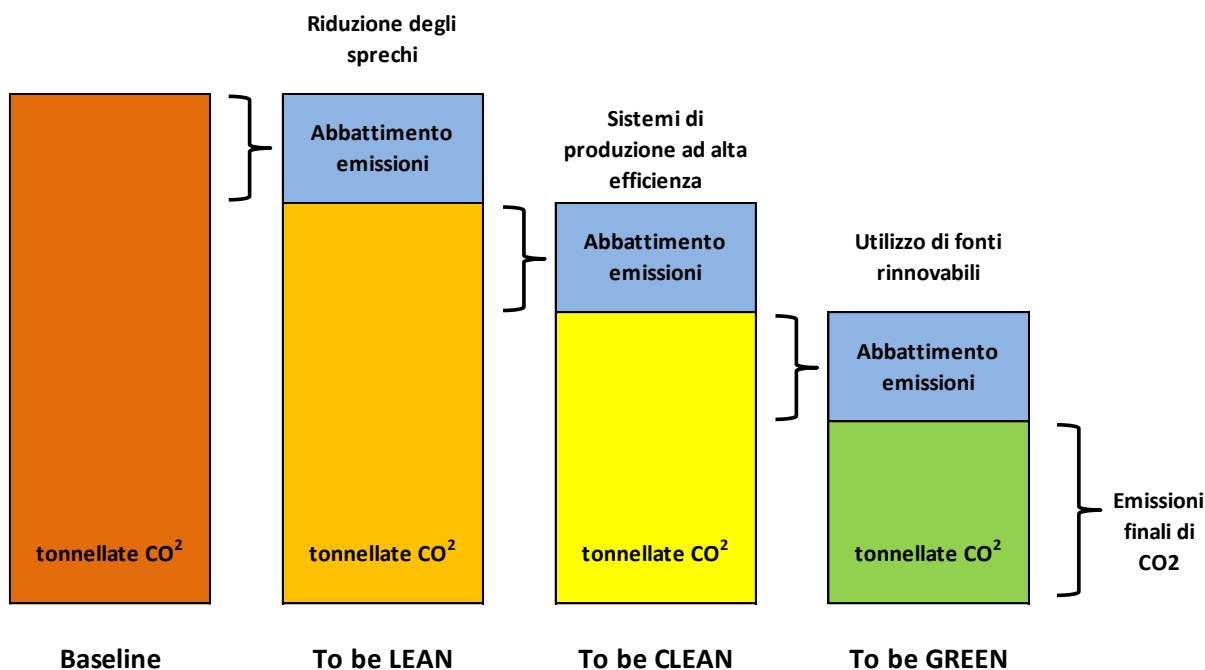
a.

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



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

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

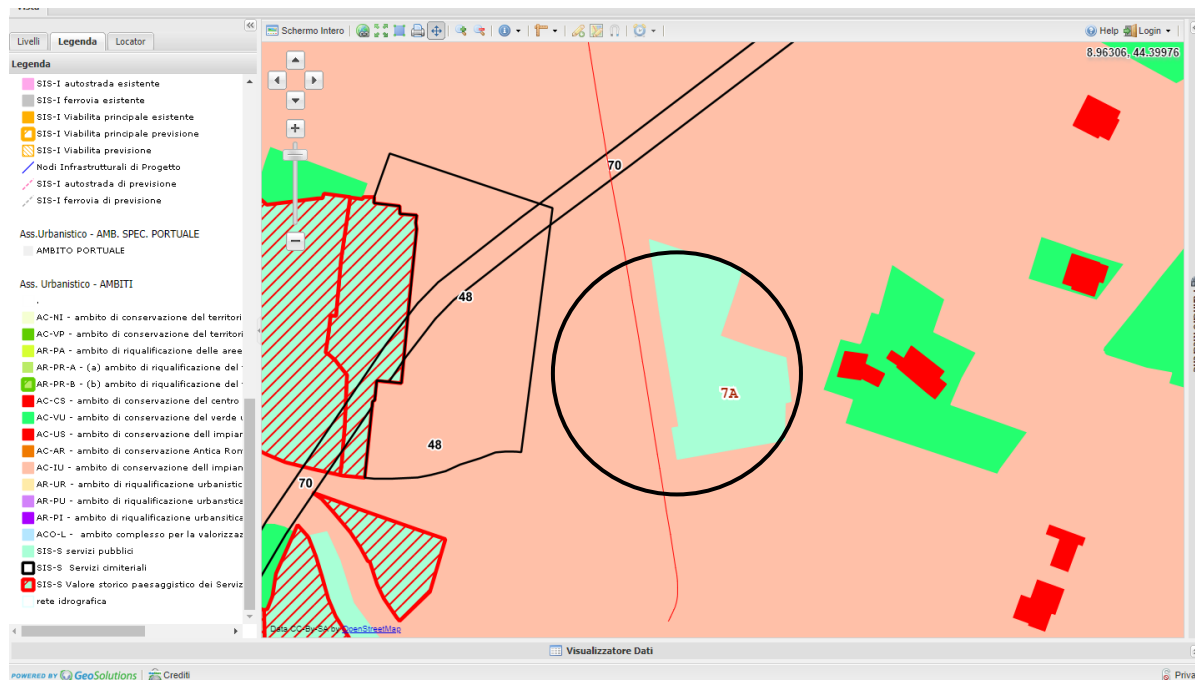
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

Lo strumento urbanistico vigente, il P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 con entrata in vigore il 3/12/2015], classifica l'edificio oggetto della DE in zona urbanizzata SIS-S destinata ai servizi pubblici.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L'edificio ai sensi del DPR 412/93 attualmente ricade nella destinazione d'uso E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche.

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.

L'edificio ospita circa 250 alunni e personale tra distretto scolastico e scuola media. È rilevante inoltre sottolineare come la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto, comporterebbe il miglioramento delle condizioni di benessere percepite dai bambini e dagli operatori.

L'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto [Figura 2.2 - Vista satellitare dell'edificio \(Fonte: Google Earth\)](#)

E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico

della DE è costituito complessivamente da 3 piani fuori terra e un seminterrato, nei quali si sviluppano prevalentemente aule, servizi igienici, mensa, spogliatoi e palestra.

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	Palestra, Spogliatoi, Aule CPIA	[m ²]	881.93	671.69	0
Terra	Servizi, Atrio, Aule CPIA, Aule scuola media	[m ²]	904.53	688.90	0
Primo	Servizi, Sala insegnanti, Aule scuola media	[m ²]	938.44	714.73	0
Secondo	Servizi, Aule scuola media	[m ²]	940.15	716.03	0
Terzo	Servizi, Laboratori, Aule scuola media	[m ²]	968.67	737.75	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

Il complesso scolastico oggetto di diagnosi non risulta vincolato sulla base del PUC vigente, come visibile dalla figura che segue.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli

E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico

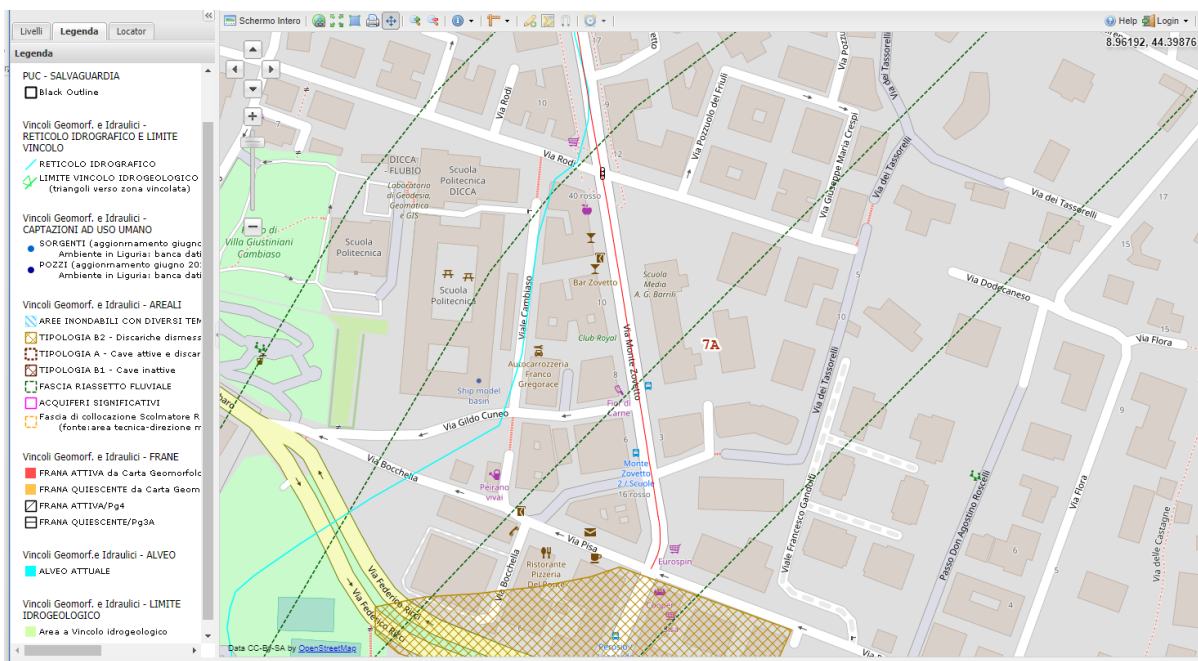


Tabella 2.2 - Misure di efficienza energetica individuate e valutazione delle interferenze con gli attuali vincoli

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA (4)	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM1: Isolamento pareti verticali con cappotto esterno			
EEM2: Isolamento copertura piana dall'interno con pannelli			
EEM3: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti su radiatori e termo-arredi			
EEM4: Installazione di caldaia a condensazione			
EEM5: Installazione lampade a LED a basso consumo			

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 ricavati intervista al personale scolastico, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dal manutentore.



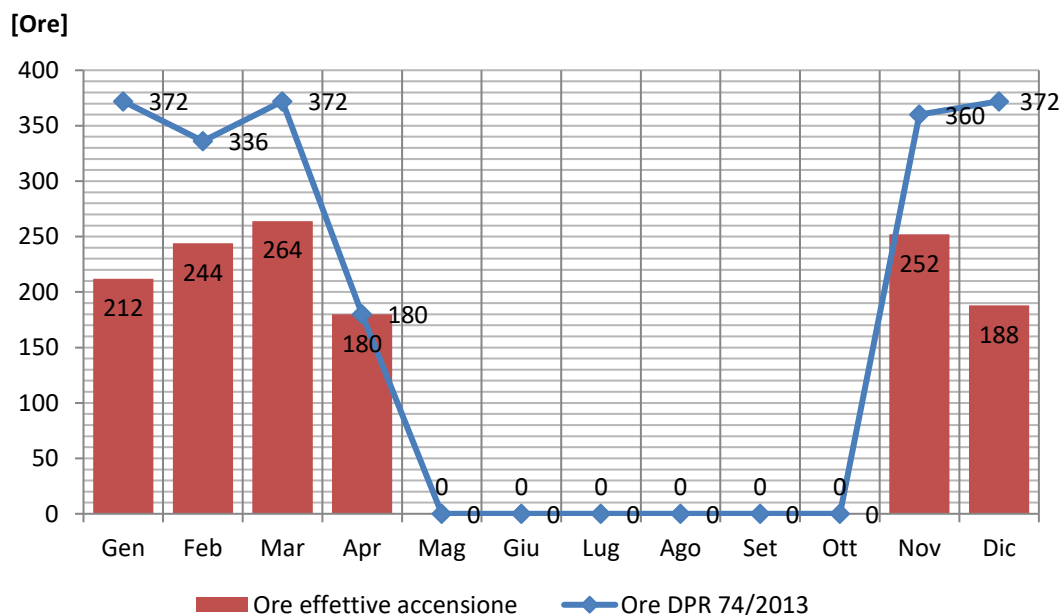
E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico

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.

ZONA	PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Scuola media	Dal 1 novembre al 15 Aprile	dal lunedì al venerdì	7.30 – 18.30	7.00-19.00
Scuola media	Dal 1 Novembre al 15 Aprile	Sabato	7.30 – 13.00	7.00-14.00
Scuola media	Dal 16 Aprile al 30 Giugno	dal lunedì al venerdì	7.30 – 18.30	-
Scuola media	Dal 16 Aprile al 30 Giugno	Sabato	7.30 – 13.00	-
Scuola media	Dal 1 Settembre al 31 Ottobre	dal lunedì al venerdì	7.30 – 18.30	
Scuola media	Dal 1 Settembre al 31 Ottobre	Sabato	7.30 – 13.00	
Distretto scolastico	Dal 1 Novembre al 15 Aprile	dal lunedì al venerdì	8.30 – 18.30	6.00-18.00
Distretto scolastico	Dal 16 Aprile al 30 Giugno	dal lunedì al venerdì	8.30 – 18.30	-
Distretto scolastico	Dal 1 Settembre al 31 Ottobre	dal lunedì al venerdì	8.30 – 18.30	

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



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale all'interno della struttura pertanto durante il periodo di riscaldamento anticipano di circa un'ora l'apertura della scuola.

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.



E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico

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

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

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

3 DATI CLIMATICI

3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella [Tabella 2.3](#), i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 929 GG calcolati su 112 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

Tabella 3.2 – Profili mensili dei GG_{rif}

Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	GG _{rif}	PROFILO DI INCIDENZA
Gennaio	31	10,4	31	298	18	18	170	18%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	193	21%
Marzo	31	11,1	31	276	22	22	196	21%
Aprile	30	15,3	15	71	22	15	73	8%
Maggio	31	18,7	-	-	22	-	-	0%
Giugno	30	22,4	-	-	22	-	-	0%
Luglio	31	24,6	-	-	21	-	-	0%
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	0%
Settembre	30	22,2	-	-	22	-	-	0%
Ottobre	31	18,2	-	-	22	-	-	0%
Novembre	30	13,3	30	201	21	21	141	15%
Dicembre	31	10,0	31	310	16	16	157	17%

TOTALE	365	16,7	166	1421	227	112	929	100%
---------------	-----	------	-----	------	-----	-----	-----	------

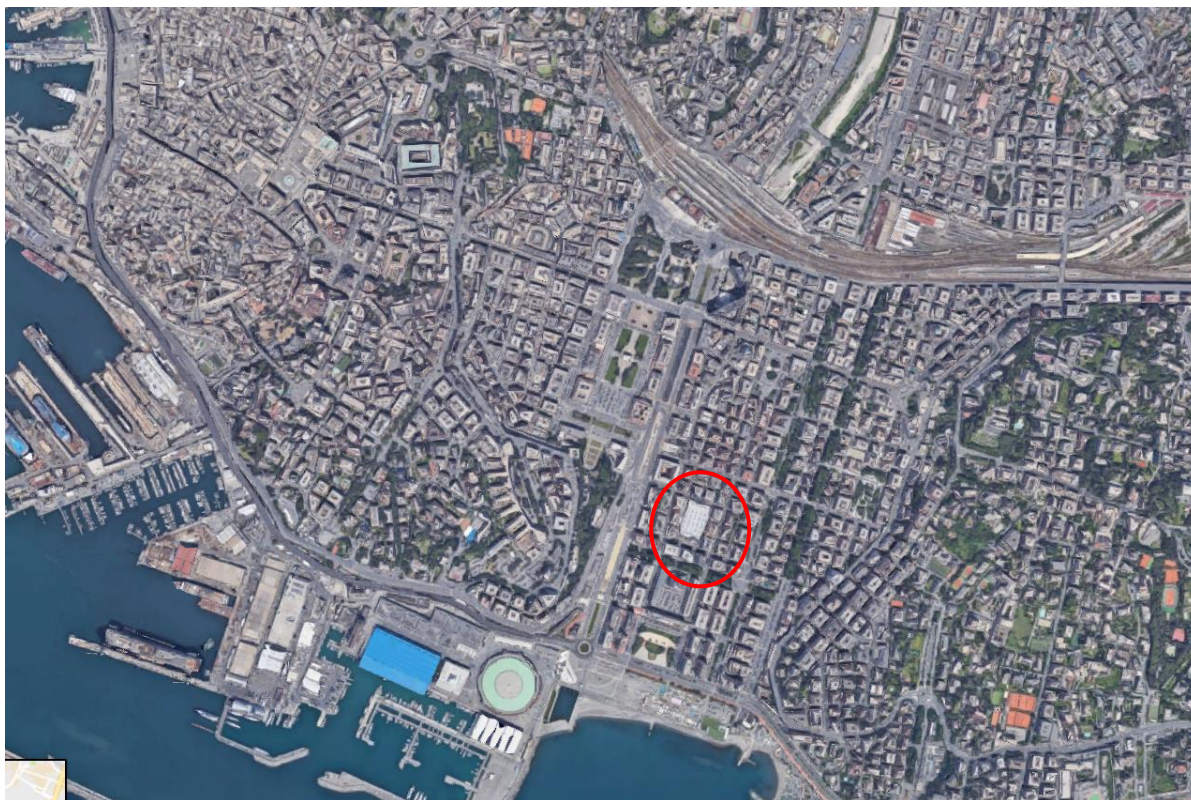
3.2 DATI CLIMATICI REALI

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 di ARPAL Genova – Centro funzionale, ubicata in viale delle Brigate Partigiane, 2 a Genova.

Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centralina in quanto le misure sono più affidabili rispetto a quelle ottenute dalla stazione universitaria e in quanto tale centralina è la più vicina agli edifici del Lotto 8 tra le stazioni ARPAL di Genova e si trova a un'altitudine più coerente rispetto all'edificio considerato.

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



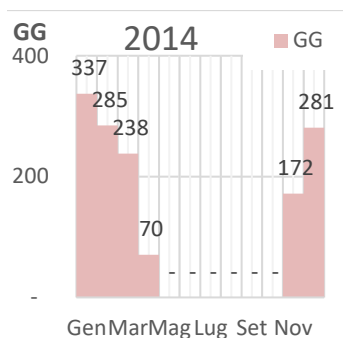
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO

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.

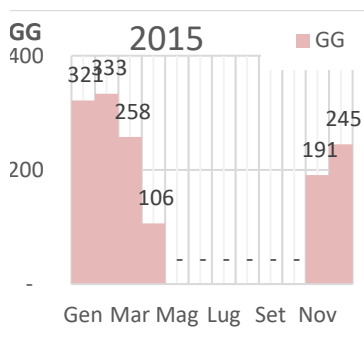
Figura 3.2 - Andamento mensile dei GG reali per il triennio di riferimento



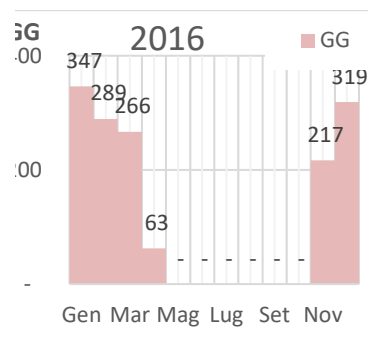
E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico



GG₂₀₁₄(166 giorni) = 1383



GG₂₀₁₅(166 giorni) = 1455



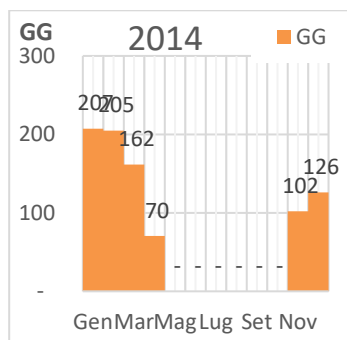
GG₂₀₁₆(166 giorni) = 1501

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 919 GG calcolati su 112 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

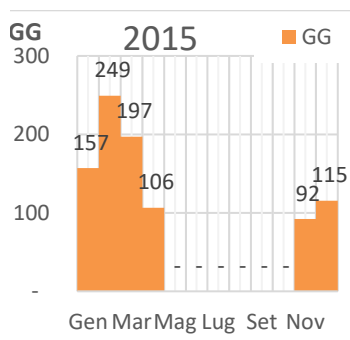
Tali GG sono valutati come la sommatoria estesa ai soli giorni di effettivo utilizzo degli impianti di riscaldamento nel periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera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

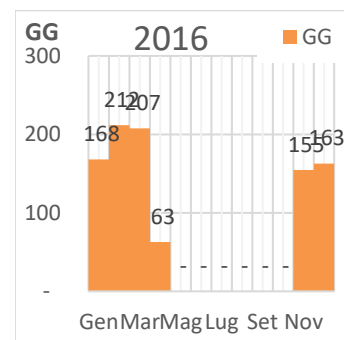
Figura 3.3 - Andamento mensile dei GG reali, valutati in condizioni di effettivo utilizzo degli impianti, per il triennio di riferimento



GG₂₀₁₄(111 giorni) = 842



GG₂₀₁₅(111 giorni) = 918



GG₂₀₁₆(113 giorni) = 967

Come si può notare dai grafici sopra riportati, l'anno 2016 risulta l'anno più freddo mentre il 2014 risulta quello mediamente più caldo. I mesi più rigidi risultano essere Febbraio e Marzo.

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 realizzato in muratura portante con mattoni pieni.

La copertura è una copertura piana latero cementizia non isolata con impermeabilizzazione.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro esterna



La struttura, risalente ai primi anni '20, presenta molte criticità dal punto di vista termico: le pareti perimetrali in particolare sono non isolate come anche la copertura e tutte le altre componenti strutturali dell'involucro.

le pareti perimetrali in particolare sono caratterizzate da rassottigliamenti in corrispondenza dei radiatori (nicchie sottofinestra) che determinano un'ulteriore diminuzione delle prestazioni energetiche dell'edificio.

Bisogna però sottolineare come le prestazioni energetiche dell'edificio siano in parte salvaguardate dallo spessore elevato dai muri perimetrali esterni, seppur questi non presentino caratteristiche termiche sufficienti.

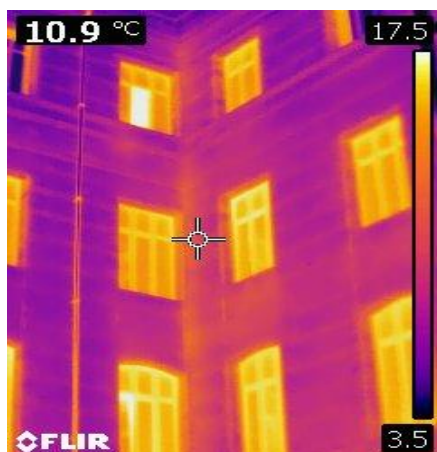
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di Termocamera FLIR 340 con lente 25' secondo le seguenti modalità: la prova è stata effettuata il 05/12/2017 alle ore 15. Il cielo era sereno e lo scostamento di temperatura tra interno ed esterno era molto basso: la temperatura esterna rilevata era 14,5°C, mentre all'interno dei locali scolastici la temperatura era 22°C

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- in corrispondenza dei serramenti sono presenti rassottigliamenti delle pareti per l'alloggiamento dei radiatori che comportando una maggiore dispersione del calore e rappresentano un evidente ponte termico sulla facciata dell'edificio stesso;
- la struttura dell'edificio è realizzata con telaio in c.a. e tamponamenti in muratura.

Figura 4.2 – Rilievo termografico delle facciate esterne



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

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m ² K]	STATO DI CONSERVAZIONE
Parete verticale	M1	60	Assente	1.18	Sufficiente
Parete verticale (nicchia)	M2	50	Assente	1.29	Sufficiente
Copertura Piana	S1	30	Assente	1.63	Scarsa
Solaio verso non riscaldati	S2	30	Assente	1,383	Scarsa
Pavimento controterra	P1	35	Assente	0.322	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 principalmente da serramenti con telaio in PVC e vetri doppi, sostituiti nei primi anni 2000.

Lo stato di conservazione degli stessi è abbastanza buono, poiché hanno meno di 10 anni.

Solo alcuni serramenti con telaio in legno e vetro singolo risultano in cattive condizioni non essendo ancora stati sostituiti.

Figura 4.3 - Particolare dei serramenti legno vetro singolo



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

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di Termocamera FLIR 340 con lente 25' secondo le seguenti modalità: la prova è stata effettuata il 05/12/2017 alle ore 15. Il cielo era sereno e lo scostamento di temperatura tra interno ed esterno era molto basso: la temperatura esterna rilevata era 14,5°C, mentre all'interno dei locali scolastici la temperatura era 22°C

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alla conclusione che i serramenti hanno prestazioni termiche inferiori rispetto alle pareti verticali su cui insistono;

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

Figura 4.4 – Rilievo termografico dei serramenti



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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento PVC	F1	PVC	Vetro doppio	2.002	Buono
Serramento legno	F2	Legno	Vetro singolo	4.495	Scarso

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 una caldaia tradizionale alimentata a gas metano per il solo riscaldamento della scuola. L'acqua calda è infatti prodotta separatamente con boiler elettrici.

4.2.1 Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito [Figura 4.5 – Particolare dei radiatori](#) esclusivamente da radiatori.



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

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

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Scuola media	Radiatori	89.7%
Distretto scolastico	Radiatori	89.7%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei radiatori installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Terra	in prevalenza nicchia sottofinestra	29	varia	varia	-	-
Primo	in prevalenza nicchia sottofinestra	30	varia	varia	-	-
Secondo	in prevalenza nicchia sottofinestra	32	varia	varia	-	-
Terzo	in prevalenza nicchia sottofinestra	37	varia	varia	-	-
Seminterrato	in prevalenza nicchia sottofinestra	27	varia	varia	-	-
TOTALE		155				

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

4.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell'impianto avviene attraverso l'impostazione degli orari di funzionamento e delle temperature di set-point in centrale termica.

Figura 4.6 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per la zona termica scuola media

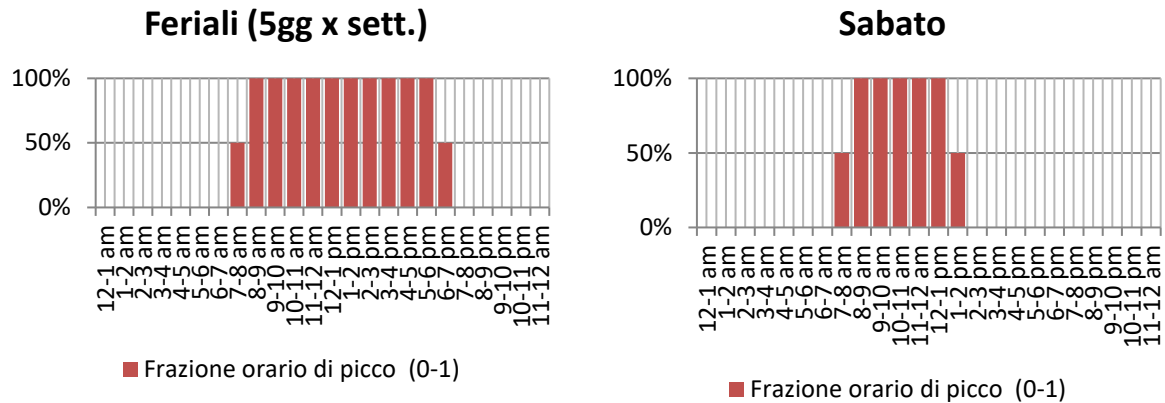
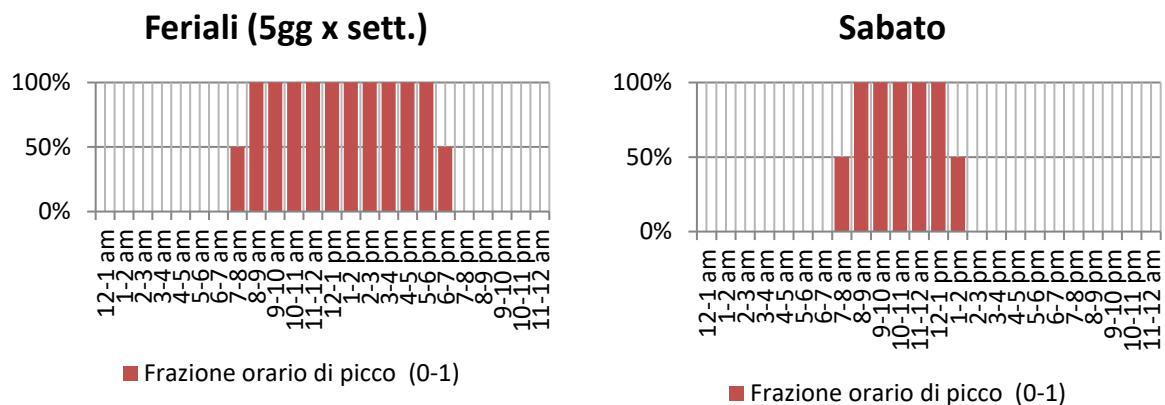


Figura 4.7 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per la zona termica distretto scolastico



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
Scuola media	Climatica	66.8%
Distretto scolastico	Climatica	66.8%

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

A servizio del sottosistema di distribuzione è presente una pompa di circolazione gemellare installata in centrale termica per la mandata al circuito (unico) a servizio dell'intero edificio. La distribuzione è poi a colonne montanti.

E' presente anche una pompa per il ricircolo anticondensa a giri fissi.

Le caratteristiche dei circolatori a servizio del circuito primario sono riportate nella [Tabella 4.6](#).

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

NOME	SERVIZIO	PORTATA ⁽⁵⁾	PREVALENZA ⁽⁶⁾	POTENZA ASSORBITA ⁽⁷⁾
		[m ³ /h]	[kPa]	[kW]
KBS G80	mandata acqua calda	47,383	98.07	1.0
SALMSON SCX 50-25	Pompa ricircolo anticondensa	12,15	34,02	0.3
TOTALE				

Nota (5): Valori ricavati dal modello energetico

Nota (6): Valori ricavati da progetto

Nota (7): Valori ricavati da dati di targa

Le temperature del fluido termovettore all'interno del circuito primario sono riportate nella [Tabella 4.7](#).

Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁸⁾	TEMPERATURA CALCOLO
			°C	°C
Circuito unico	Mandata	Caldo	55	60
	Ritorno	Caldo	51	40

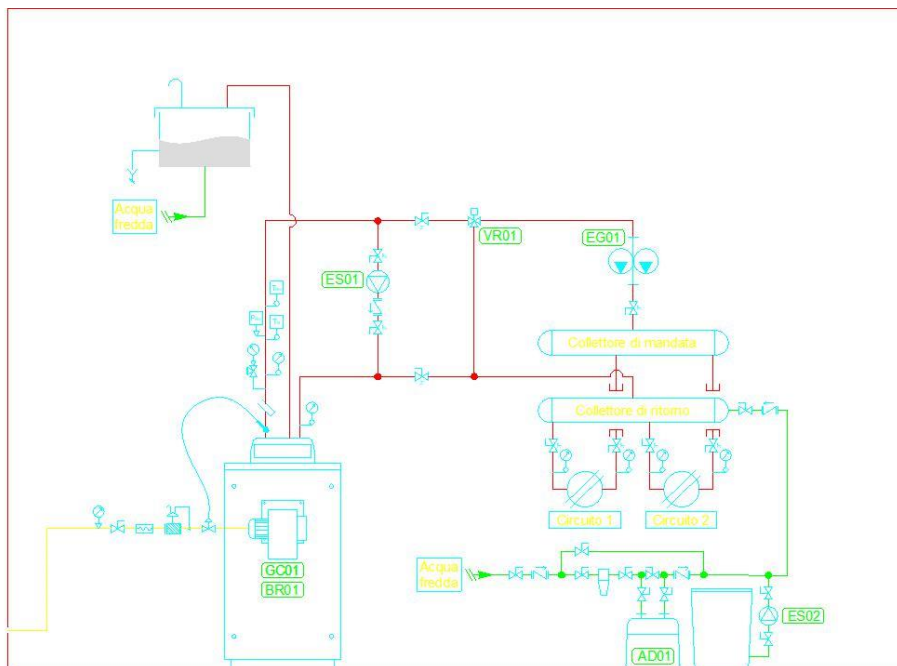
Nota (5): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Nota (6): Valori ricavati in sede di sopralluogo

Nota (8): Valori rilevati il giorno 05/12/2017 alle ore 14.00, in orario di apertura della scuola, con una temperatura esterna di circa 13°C

Per quanto riguarda le temperature del fluido termovettore caldo si è potuta notare una leggera differenza tra i valori considerati nel modello di calcolo e quelli rilevati in sede di sopralluogo, legati probabilmente alla stagionalità (la giornata di sopralluogo non era particolarmente rigida).

Figura 4.8 - Particolare dello schema di impianto



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione è stato assunto nella DE pari al 92.9% calcolato secondo UNI TS 11300.

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

4.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una caldaia tradizionale installata in locale tecnico nel 1997 alimentata a gas metano, di marca Unical modello P600.

Figura 4.9 - Particolare della caldaia



Figura 4.10 - Particolare del bruciatore



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

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]
Gen 1 Riscaldamento	Unical	P600	1997	655	600	91,6	1,7

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 88,4% calcolato secondo UNI TS 11300.

Lo scostamento del rendimento nominale rispetto a quello valutato con la prova fumi e a quello considerato nel modello è dovuto alla presenza di fattori di riduzione considerati come installazione in centrale termica e temperatura di mandata e ritorno.

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

4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione di acqua calda sanitaria è eseguita tramite n°5 bollitori elettrici ad accumulo installati localmente nei servizi igienici. A servizio della mensa della scuola d'Infanzia (piano primo) è poi presente una caldaia istantanea a gas metano, dotata di un proprio PDR (non oggetto di DE).

Figura 4.11 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria



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

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

SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE	SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE	SOTTOSISTEMA DI RICIRCOLO	SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO	SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE	RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE
100%	92.6%			75%	35.6%

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

4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

La climatizzazione in regime estivo non è presente all'interno della struttura

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

La ventilazione meccanica controllata non è presente all'interno della struttura

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

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

Tabella 4.10 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Scuola Media	PC	22	200	400
Distretto Scolastico	PC	8	200	400
Scuola Media	STAMPANTI	9	200	200
Distretto scolastico	STAMPANTI	3	200	200
Scuola Media	FOTOCOPIATRICE	1	200	100
Distretto scolastico	FOTOCOPIATRICE	1	200	100
Scuola Media	SERVER	2	100	8760
Scuola Media	FRIGORIFERO	1	300	4800
Scuola Media	LIM	10	200	600
Scuola Media	ESTRATTORE	2	800	400
Scuola Media	MICROONDE	1	500	100
Scuola Media	DISTRIBUTORI	3	500	400

4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade di diverse tipologie, principalmente fluorescenti tubolari

Le principali tipologie di corpi illuminanti sono di seguito elencati:

- Lampade fluorescenti tubolari 2x36 W installate a soffitto;
- Lampade fluorescenti tubolari 1x58 W installate a soffitto
- Lampade fluorescenti tubolari 2x58 W installate a soffitto

Figura 4.12 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle sale espositive



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

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Tubolare fluorescente 2x58W	60	116	6960
Tubolare fluorescente 2x36W	190	72	13680
Tubolare fluorescente 1x36W	4	36	144
Alogena 1x200W	3	200	600

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.

L'impianto di illuminazione in sede di sopralluogo risulta datato ed inoltre è emersa la necessità di sistema di regolazione più efficiente al fine di evitare illuminazione di ambienti non frequentati.

Figura 4.13 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nel corridoio



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

Attualmente è presente un impianto Fotovoltaico installato sulla copertura opaca che non risulta a servizio della scuola, ma di un'altra utenza non specificata.

5 CONSUMI RILEVATI

5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA

L'analisi dei consumi storici termici ed elettrici dell'edificio oggetto della DE è stata effettuata facendo riferimento al triennio 2014, 2015 e 2016.

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica;

5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura è il Gas Metano.

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

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

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

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

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di 1 contatore il quale risultata a servizio esclusivo della centrale termica per il riscaldamento.

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

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

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

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

PDR	Utilizzo	2014 [Sm ³]	2015 [Sm ³]	2016 [Sm ³]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
3270049337632	Riscaldamento	27.926	34.330	34.782	263.063	323.389	327.646

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

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

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

PDR: 3270049337632	2014 [Sm ³]	2015 [Sm ³]	2016 [Sm ³]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
Mese	[Sm ³]	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]	[kWh]

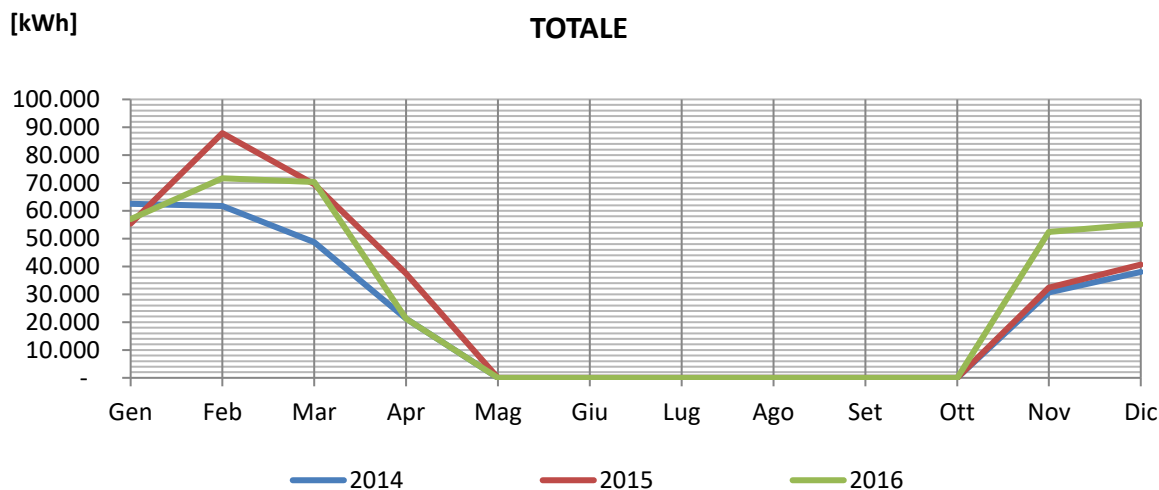


E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico

Gen	6.636	5.881	6.046	62.509	55.402	56.956
Feb	6.555	9.329	7.608	61.747	87.883	71.672
Mar	5.177	7.377	7.463	48.766	69.496	70.297
Apr	2.255	3.979	2.254	21.241	37.483	21.232
Mag	-	-	-	-	-	-
Giu	-	-	-	-	-	-
Lug	-	-	-	-	-	-
Ago	-	-	-	-	-	-
Set	-	-	-	-	-	-
Ott	-	-	-	-	-	-
Nov	3.262	3.443	5.560	30.727	32.432	52.377
Dic	4.042	4.320	5.851	38.073	40.692	55.114
Totale	27.926	34.330	34.782	263.063	323.389	327.646

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 è caratterizzato da un valore minimo pari a 27926 m³ e un valore di massimo prelievo 34782 m³. I consumi annui non hanno subito una sostanziale variazione e risultano piuttosto costanti.

Confrontando l'andamento dei consumi con i GG_{real} del triennio di riferimento si può notare che effettivamente i consumi risultano maggiori nella stagione termica più fredda, caratterizzata da un numero superiore di gradi giorno.

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

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

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

\bar{Q}_{ALTRO} = Consumo termico reale per eventuali altri utilizzi dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per altri usi, nel triennio di riferimento. Tale contributo non è stato valutato in quanto i suddetti utilizzi sono serviti da un contatore dedicato, pertanto non 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.

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG _{REALI} SU 112 GIORNI	GG _{RIF} SU 112 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 919 GG [kWh]
2014	872	929	27.926	263.063	301,7	280.259
2015	918	929	34.330	323.389	352,3	327.264
2016	967	929	34.782	327.646	338,8	314.771
Media	919	929	32.346	304.699	331,5552992	308.014,9

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da un generico aumento dei consumi connesso all'andamento delle temperature esterne.

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}	-
\bar{Q}_{ALTRO}	-

$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$

308.015

 $Q_{baseline}$

308.015

5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 1 contatore il quale risultata a servizio dei seguenti utilizzi:

- Scuola media;
- Distretto scolastico;

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

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

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

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

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

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E00098130	Scuola Media - CPIA	53.608	52.108	50.335	52.017

Tali consumi sono stati confrontati con i consumi annui elaborati e forniti dalla PA ed identificati per l'edificio oggetto della DE all'interno del file kyotoBaseline-E194 e sono emerse le seguenti differenze:

POD	2014	2015	2016	MEDIA
IT001E00098130	53.608	59.917	54.492	56.006

indirizzo e- distribuzione	2014	(FATTURE- BASELINE)/BASELINE	2015	(FATTURE- BASELINE)/BASELINE	2016	(FATTURE- BASELINE)/BASELINE	MEDIA	(FATTURE- BASELINE)/BASELINE
via monte zovetto 7	53.608	0%	52.108	-13%	50.973	-6%	52.230	-7%

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

Si è pertanto definito un consumo $EE_{baseline}$ pari a 52017 kWh.

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

POD: IT001E00098130	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]



E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico

Gen - 14	4.335	1.047	961	6.343
Feb - 14	3.885	931	759	5.575
Mar - 14	3.769	1.005	887	5.661
Apr - 14	2.731	665	1.019	4.415
Mag - 14	2.898	854	1.025	4.777
Giu - 14	1.893	639	814	3.346
Lug - 14	1.116	465	750	2.331
Ago - 14	726	401	731	1.858
Set - 14	2.580	640	742	3.962
Ott - 14	3.412	825	870	5.107
Nov - 14	3.412	825	870	5.107
Dic - 14	3.393	837	896	5.126
Totale	34.150	9.134	10.324	53.608
POD: IT001E00098130	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	3.765	1.062	933	5.760
Feb - 15	3.547	980	829	5.356
Mar - 15	3.313	812	900	5.025
Apr - 15	3.498	768	866	5.132
Mag - 15	2.830	857	1.040	4.727
Giu - 15	1.951	655	863	3.469
Lug - 15	796	401	668	1.865
Ago - 15	702	356	684	1.742
Set - 15	2.101	538	642	3.281
Ott - 15	3.568	910	818	5.296
Nov - 15	3.808	874	846	5.528
Dic - 15	3.184	749	994	4.927
Totale	33.063	8.962	10.083	52.108
POD: IT001E00098130	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	3.383	880	940	5.203
Feb - 16	3.685	848	788	5.321
Mar - 16	3.157	771	822	4.750
Apr - 16	2.743	891	1.169	4.803
Mag - 16	3.149	711	853	4.713
Giu - 16	1.643	541	710	2.894
Lug - 16	818	431	724	1.973
Ago - 16	752	381	687	1.820
Set - 16	2.123	599	740	3.462
Ott - 16	3.196	782	826	4.804
Nov - 16	3.491	780	823	5.094
Dic - 16	2.738	1.011	1.749	5.498
Totale	30.878	8.626	10.831	50.335

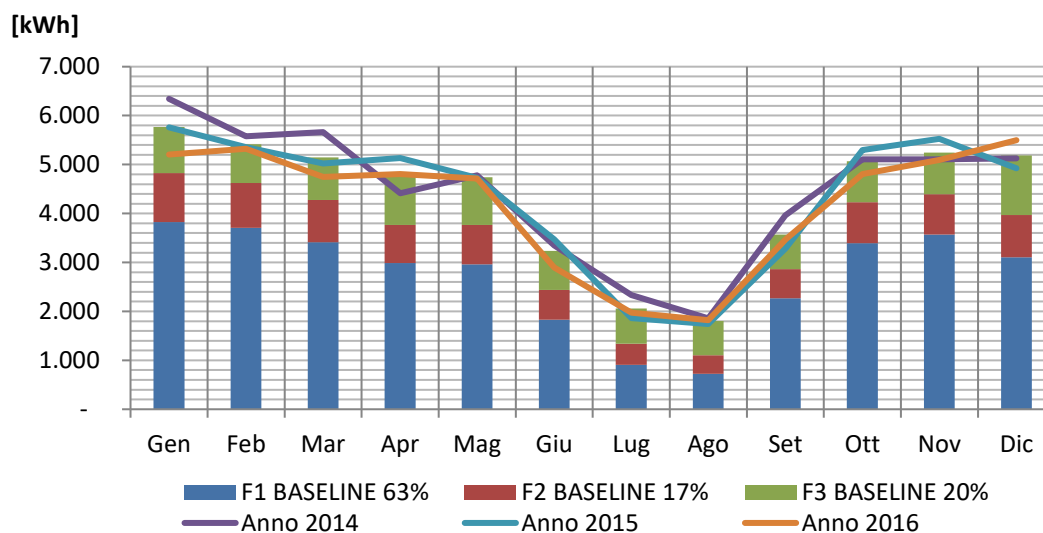
Dall'analisi effettuata è stato possibile definire i profili mensili dei consumi elettrici di Baseline, valutati come la media dei valori mensili analizzati nel triennio di riferimento. Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen	3.828	996	945	5.769
Feb	3.706	920	792	5.417
Mar	3.413	863	870	5.145
Apr	2.991	775	1.018	4.783
Mag	2.959	807	973	4.739
Giu	1.829	612	796	3.236
Lug	910	432	714	2.056
Ago	727	379	701	1.807
Set	2.268	592	708	3.568
Ott	3.392	839	838	5.069
Nov	3.570	826	846	5.243
Dic	3.105	866	1.213	5.184
Totale	32.697	8.907	10.413	52.017

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

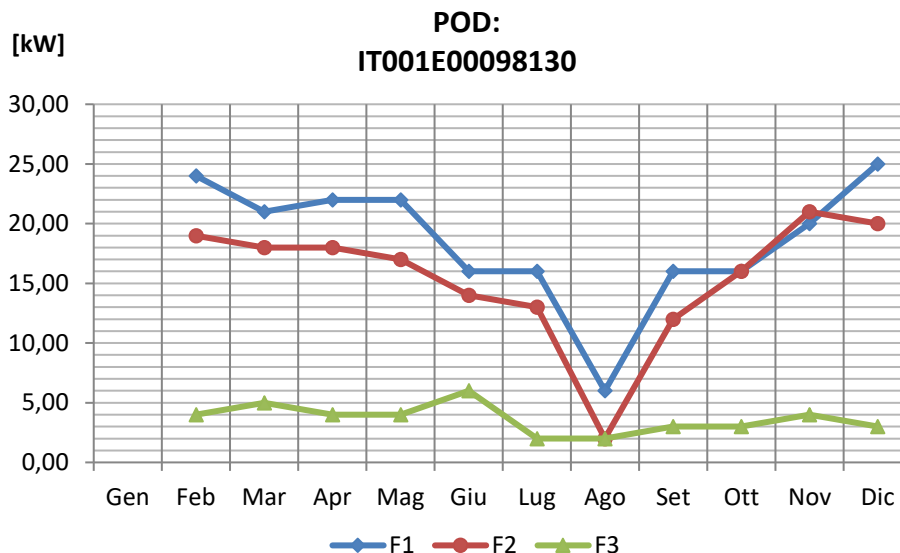
Figura 5.2 – Confronto tra i profili mensili elettrici reali e i valori di Baseline per il triennio di riferimento



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti simili: si assiste ad un massimo tra aprile e novembre e un forte calo nei periodi estivi di chiusura della scuola. I consumi durante il periodo di chiusura sono dovuti ad utenze residue come frigo, server, illuminazione d'emergenza ed illuminazione esterna.

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

Figura 5.3 – Profili di potenza giornalieri per il POD IT001E00098130



Il prelievo di potenza massima è pari a 48 kW e si verifica a Dicembre. Tale potenza richiesta risulta coerente con la potenza massima erogata dal contatore installato.

5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI

L'esito della DE deve inoltre consentire la valutazione del fabbisogno energetico caratteristico del sistema edificio-impianto ed individuare gli indicatori specifici di performance energetica ed ambientale caratteristici della prestazione energetica dell'edificio, rispetto ai consumi energetici reali.

I fattori di emissione di CO₂ utilizzati sono riportati nella Tabella 5.9 - Fattori di emissione di CO₂. Tabella 5.9.

Tabella 5.9 - Fattori di emissione di CO₂.

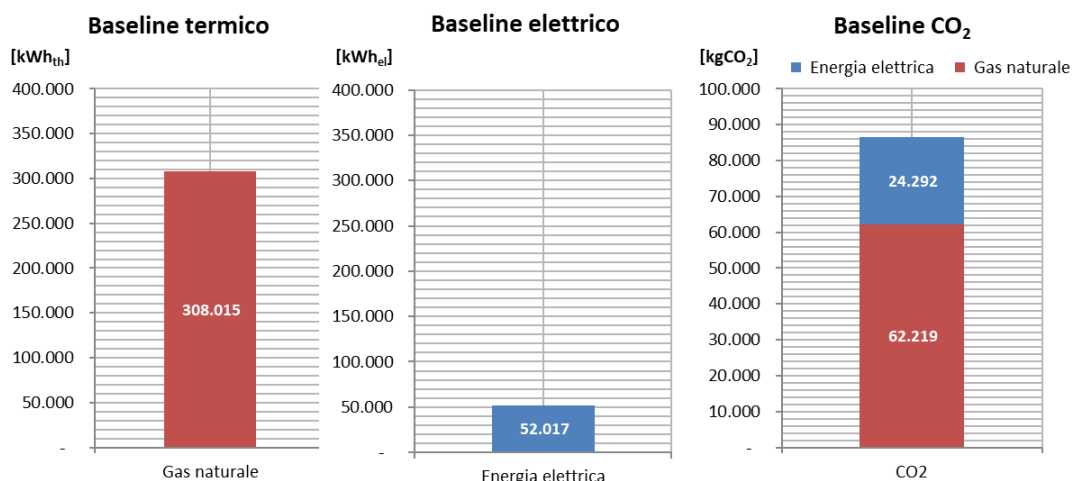
COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	kgCO ₂ /kWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249

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

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

Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[kgCO ₂]
[Energia elettrica]	308.015	0,202	62.219
[Gas naturale]	52.017	0,467	24.292

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

Ai fini del calcolo degli indici di performance è necessario effettuare la conversione dei consumi di baseline in energia primaria, utilizzando i fattori di conversione indicati dal Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici" nell'Allegato 1-Tabella 1.

Tabella 5.11 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

COMBUSTIBILE	F _{P,nren}	F _{P,ren}	F _{P,tot}
Gas naturale	1,05	0	1,05
Energia elettrica da rete	1,95	0,47	2,42

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline di cui al Capitolo 5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.12.

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	3.526	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	3.607	m ²
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	22.310	m ³

Nella

Nel dettaglio gli indici di prestazione sono riportati nell'Allegato M – Report di Benchmark

Tabella 5.13 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell'allegato.

Nel dettaglio gli indici di prestazione sono riportati nell'Allegato M – Report di Benchmark

Tabella 5.13 – 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]
Gas naturale	308.015	1,05	323.416	91,7	89,7	14,5	17,65	17,25	2,79
Energia elettrica	52.017	1,95	101.433	28,8	28,1	4,5	6,89	6,74	1,09
TOTALE			424.849	120	118	19	25	24	4

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

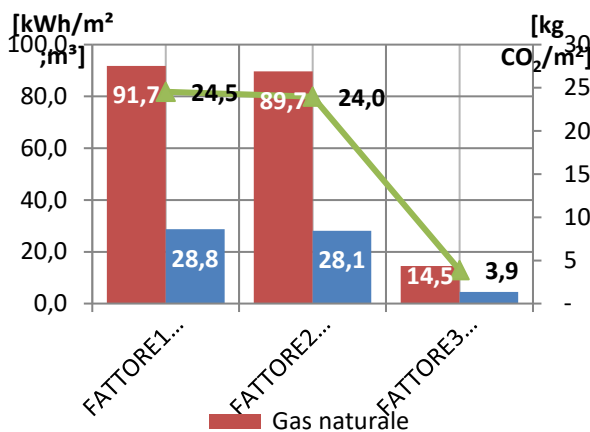
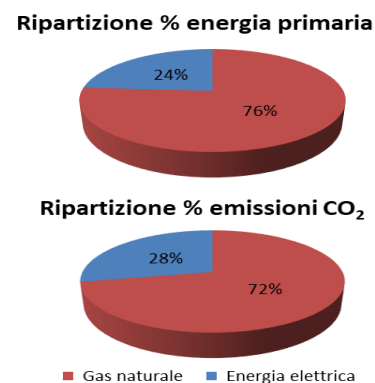


Figura 5.6 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO₂



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}).

b.

La formula definita è sotto riportata:

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

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

- Superficie lorda ai piani dell'edificio A_p;

- Fattore F_h relativo all'orario di occupazione, così come precedentemente

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

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

Tabella 5.14 – Indicatori di performance energetici

COMBUSTIBILE	IEN _R			IEN _E		
	Wh/(m ³ GG anno)			Wh/(m ³ anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	6,7	8,2	8,3	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	9057,050056	8803,625658	8504,078021

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo una classe di merito buona per il riscaldamento e una classe di merito buona per i consumi elettrici.

6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl,nren}$	kWh/mq anno	155,33	164,18
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	119,17	119,31
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	0,55	0,68
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno		
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno		
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	34,63	42,98
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	0,98	1,21
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO_{2eq}	Kg/mq anno	32,41	32,41

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[m ³ /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	40.105	418.575,9
Energia Elettrica	66.474	129.624,3

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

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

Dove:

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

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

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

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

Nota (*) Tale contributo non è definito all'interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall'Auditor facendo riferimento alle norme UNI TS 11300

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.

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl,nren}$	kWh/mq anno	172,69	179,16
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	146,59	146,76
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	0,55	0,68
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno		

Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno		
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	24,58	30,51
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	0,98	1,21
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno	35,53396957	35,53396957

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO
	[mc/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	49.329	10.437
Energia Elettrica	48.523	94.619,85

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

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruit�
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
312.607,81	308.014,873	1,47%

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

6.1.2 Validazione del modello elettrico

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

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

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruit�
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
52.824	52.017	1,5%

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

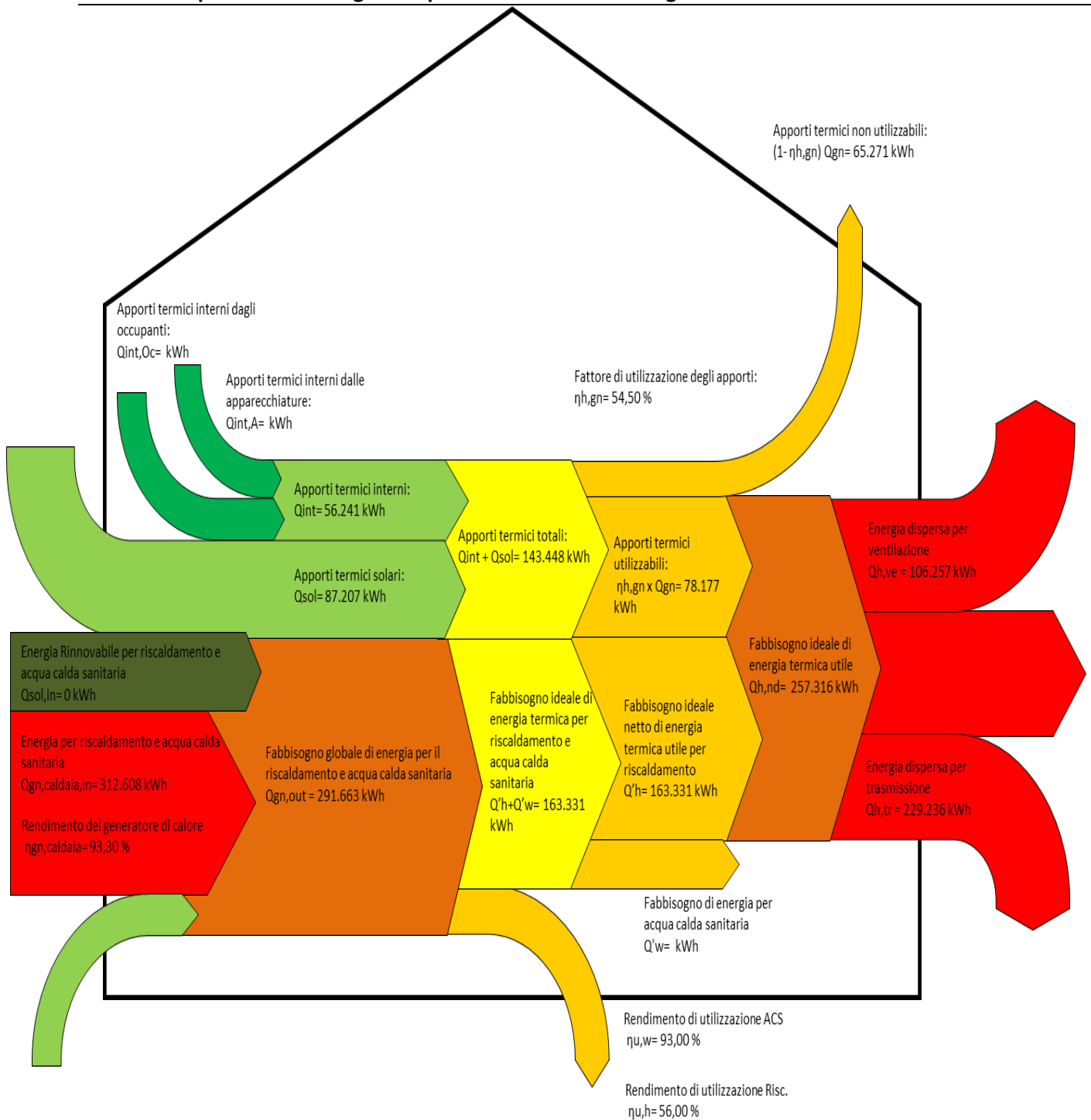
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

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

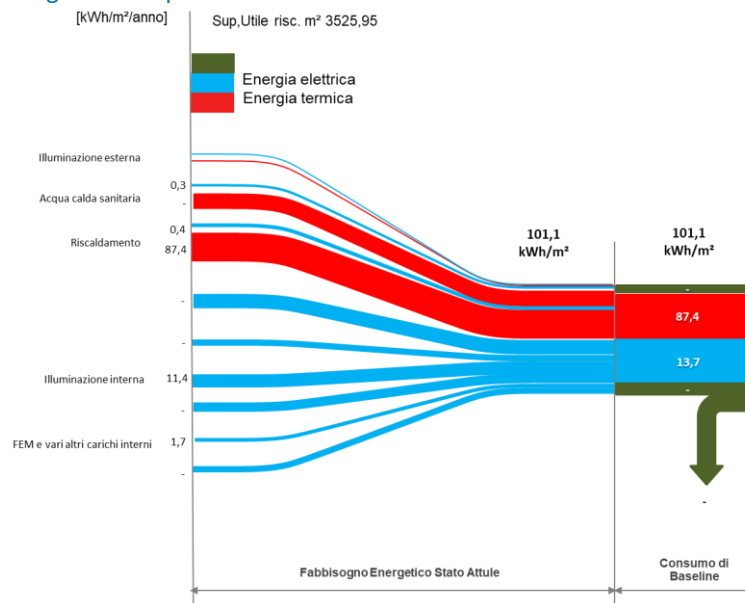
I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato in Figura 6.1

Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio allo stato attuale
Grafico con presenza di energia recuperata al sottosistema di generazione



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

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



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

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

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

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

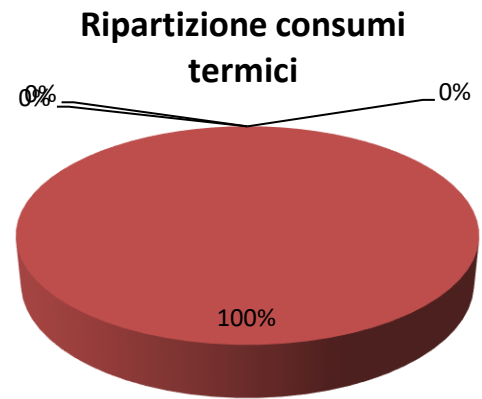
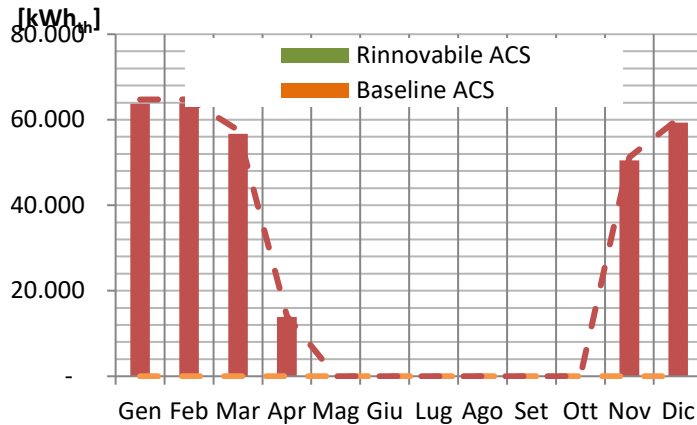
Dall'analisi del diagramma di Sankey relativo al bilancio energetico complessivo dell'edificio è possibile notare che la maggior parte dei consumi è di tipo termico.

6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

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

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

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



- Baseline RISC
- Baseline ACS
- Rinnovabile ACS
- Rinnovabile RISC

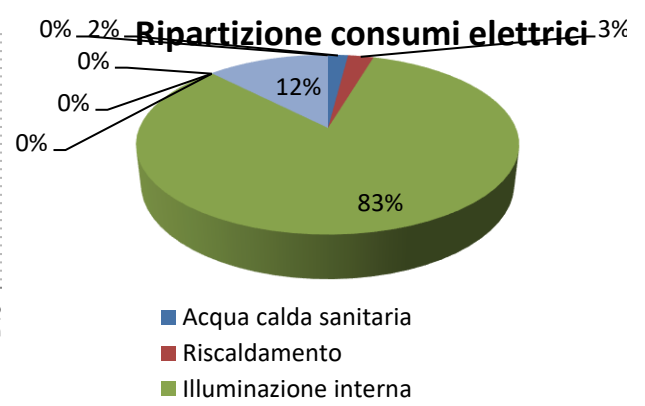
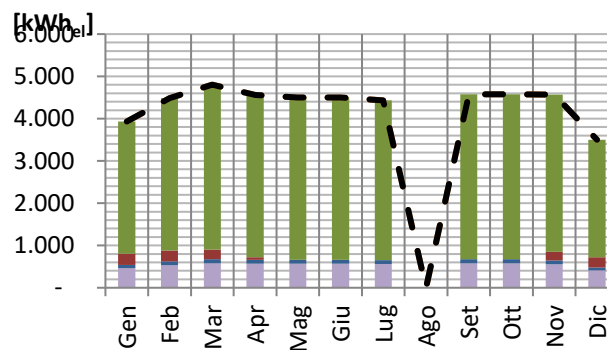
Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per la climatizzazione dei locali, pertanto gli interventi migliorativi proposti, andranno ad interessare principalmente tali componenti, concentrandosi sul miglioramento dell'involucro.

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



- Acqua calda sanitaria
- Riscaldamento
- Illuminazione interna

Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi all'illuminazione interna, poiché non sono presenti altre utenze rilevanti dal punto di vista elettrico.

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico avviene tramite:

- PDR 1 – 3270049337632: contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Non è stato quindi possibile effettuare un'analisi dei costi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA .

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

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

PDR: 3270049337632	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	n/d	n/d	n/d
Inizio periodo fornitura	n/d	n/d	n/d
Fine periodo fornitura	n/d	n/d	n/d
Classe del contatore	n/d	n/d	n/d
Tipologia di contratto	SIE-Gestione calore	SIE-Gestione calore	SIE-Gestione calore
Opzione tariffaria (*)	n/d	n/d	n/d
Valore del coefficiente correttivo dei consumi	n/d	n/d	n/d
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile	n/d	n/d	n/d
Prezzi di fornitura del combustibile (*) (IVA INCLUSA)	n/d	n/d	n/d

Nella 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: 3270049337632	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
Gen - 14						-	62.509	0,754
Feb - 14						-	61.747	0,754
Mar - 14						-	48.766	0,754
Apr - 14						-	21.241	0,754
Mag - 14						-	-	0,754

Giu - 14	-	-	0,754					
Lug - 14	-	-	0,754					
Ago - 14	-	-	0,754					
Set - 14	-	-	0,754					
Ott - 14	-	-	0,754					
Nov - 14	-	30.727	0,754					
Dic - 14	-	38.073	0,754					
Totale	-	-	-	-	-	-	263.063	0,754
PDR: 3270049337632	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
Gen - 15	-	-	55.402	0,754				
Feb - 15	-	-	87.883	0,754				
Mar - 15	-	-	69.496	0,754				
Apr - 15	-	-	37.483	0,754				
Mag - 15	-	-	-	0,754				
Giu - 15	-	-	-	0,754				
Lug - 15	-	-	-	0,754				
Ago - 15	-	-	-	0,754				
Set - 15	-	-	-	0,754				
Ott - 15	-	-	-	0,754				
Nov - 15	-	-	32.432	0,754				
Dic - 15	5.125	281	211	140	1.266	7.023	40.692	0,754
Totale	5.125	281	211	140	1.266	7.023	323.389	0,754
Gen - 16	-	-	56.956	0,754				
Feb - 16	-	-	71.672	0,754				
Mar - 16	-	-	70.297	0,754				
Apr - 16	-	-	21.232	0,754				
Mag - 16	-	-	-	0,754				
Giu - 16	-	-	-	0,754				
Lug - 16	-	-	-	0,754				
Ago - 16	-	-	-	0,754				
Set - 16	-	-	-	0,754				
Ott - 16	-	-	-	0,754				

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 (ARERA).

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

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

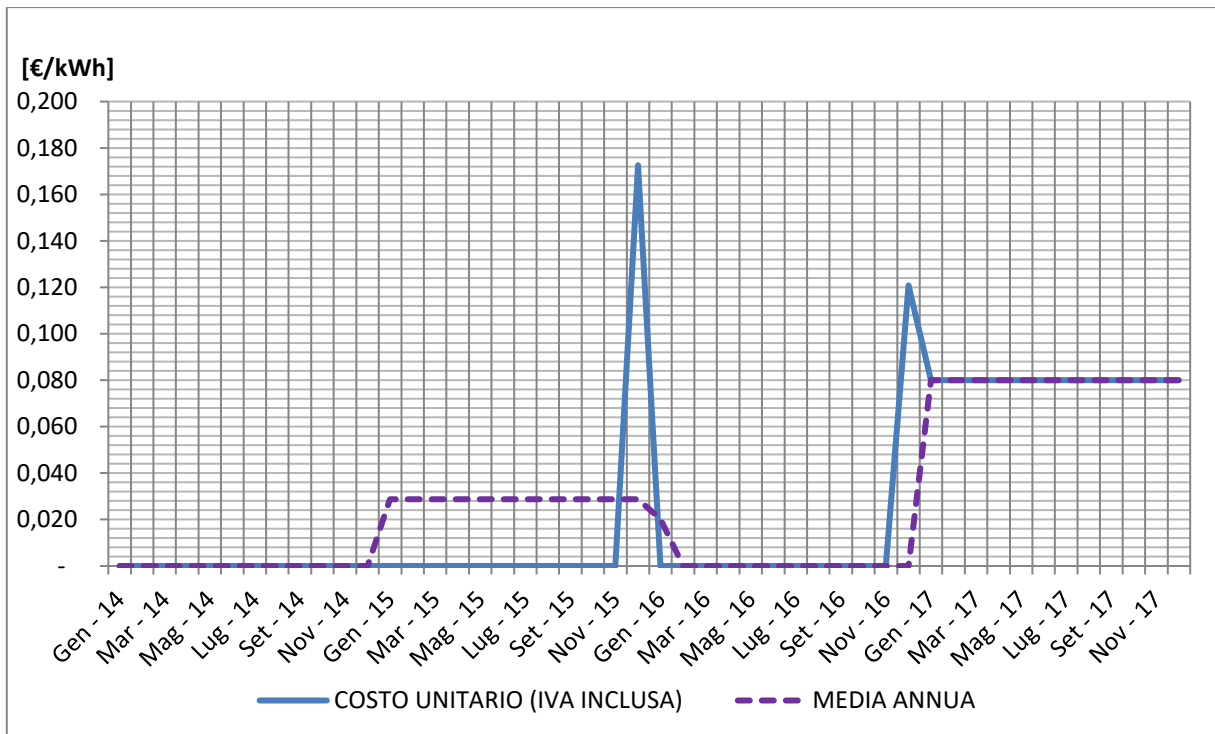
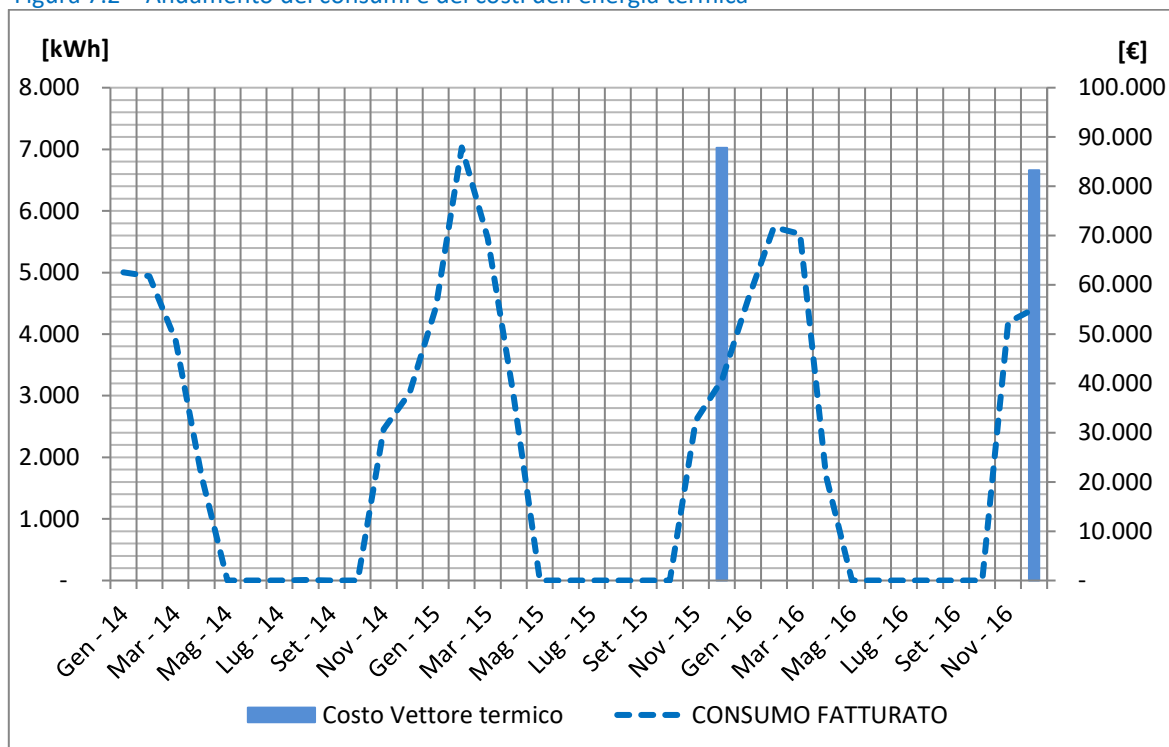


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia termica



7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite un unico contratto e un unico POD, come di seguito elencato:

- POD 1 – IT001E00098130: 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: IT001E00098130	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura	COMUNE DI GENOVA	COMUNE DI GENOVA	COMUNE DI GENOVA
Dati di intestazione fattura	EDISON ENERGIA SPA	GALA SPA	IREN MERCATO SPA
Società di fornitura	gen-14	mar-15	apr-16
Inizio periodo fornitura	feb-15	mar-16	42705
Fine periodo fornitura	41 kW	41 kW	41 kW
Potenza elettrica impegnata	41 kW	25 kW	28 kW
Potenza elettrica disponibile	Altri Usi	Altri Usi	Altri Usi
Tipologia di contratto	BTA6	BTA6	BTA6
Opzione tariffaria ⁽¹⁾			
Prezzi della fornitura dell'energia elettrica ⁽²⁾			

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: IT001E00098 130	VENDITA	DISPACCIAM ENTO	RETE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
Gen - 14	496	75	580	79	123	1.354	6.343	0,019
Feb - 14	438	72	516	70	110	1.205	5.575	0,020
Mar - 14	442	73	522	71	111	1.219	5.661	0,020
Apr - 14	337	77	433	55	90	993	4.415	0,020
Mag - 14	365	82	456	60	96	1.059	4.777	0,020
Giu - 14	253	58	345	42	70	766	3.346	0,021
Lug - 14	93	19	124	15	25	277	2.331	0,011
Ago - 14	93	19	124	15	25	277	1.858	0,014
Set - 14	117	24	155	19	32	347	3.962	0,008
Ott - 14	264	55	380	47	74	819	5.107	0,015
Nov - 14	387	75	509	64	103	1.138	5.107	0,020
Dic - 14	387	75	509	64	103	1.138	5.126	0,020
Totale	3.671	705	4.653	600	963	#####	53.608	0,198
POD: IT001E00098 130	VENDITA	DISPACCIAM ENTO	RETE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
Gen - 15	456	83	540	79		1.157	5.760	0,201
Feb - 15	366	71	512	67		1.015	5.356	0,189
Mar - 15		- 17	14	- 5		- 9	5.025	- 0,002
Apr - 15		186	290	40		516	5.132	0,101
Mag - 15		170	272	37		479	4.727	0,101
Giu - 15		186	307	43		537	3.469	0,155
Lug - 15		162	340	39		541	1.865	0,290
Ago - 15		206	445	49		700	1.742	0,402
Set - 15		92	231	24		346	3.281	0,106
Ott - 15		166	335	44		545	5.296	0,103
Nov - 15		217	549	67		832	5.528	0,151



E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico

Dic - 15		244	581	71		895	4.927	0,182
Totale	821	1.764	4.415	555	-	7.555	52.108	0,145
POD: IT001E00098 130	VENDITA	DISPACCIAM ENTO	RETE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 16		175	345	50		569	5.203	0,109
Feb - 16		241	541	57		839	5.321	0,158
Mar - 16		227	556	74		857	4.750	0,180
Apr - 16	261	119	336	59	77	852	4.803	0,177
Mag - 16	261	119	336	59	77	852	4.713	0,181
Giu - 16	172	80	209	36	50	547	2.894	0,189
Lug - 16	140	42	146	25	35	388	1.973	0,197
Ago - 16	116	39	136	23	31	344	1.820	0,189
Set - 16	251	92	248	48	63	702	3.462	0,203
Ott - 16	226	63	180	35	50	554	4.804	0,115
Nov - 16	226	63	180	35	50	554	5.094	0,109
Dic - 16	445	133	376	67	102	1.122	5.498	0,204
Totale	2.097	1.392	3.588	568	536	8.180	50.335	0,163

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

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

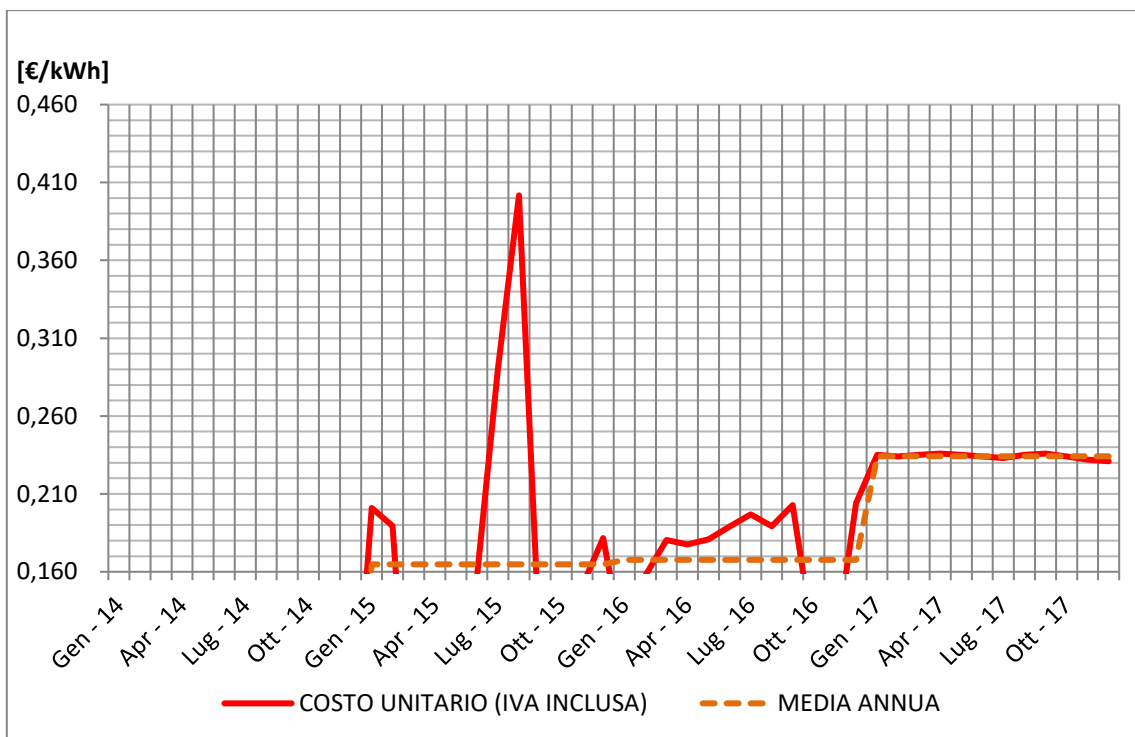
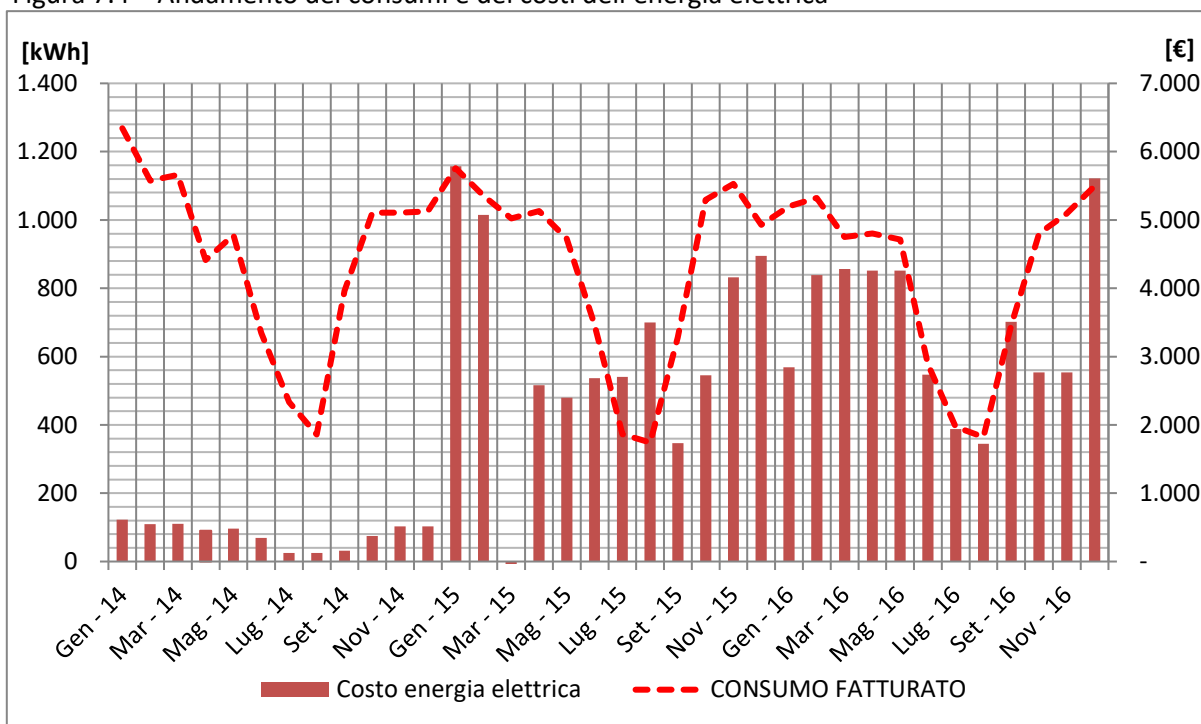


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che l'andamento dei costi ha subito un aumento negli anni. Si segnala poi che alcune fatture risultano mancanti e altri dati sono relativi ad acconti e/o conguagli.

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	263.063	18.848,37	0,072	53.608	10.592,21	0,20	29.440,58
2015	323.389	23.170,68	0,072	52.108	7.555,13	0,14	30.725,81
2016	327.646	23.475,75	0,072	50.335	8.157,79	0,16	31.633,54
2017	304.699	21.832	0,072	52.017	8.768,38	0,17	30.599,98
Media	263.063	18.848,37	0,072	53.608	10.592,21	0,20	29.440,58

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{uQ}	0,080 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{uEE}	0,204 [€/kWh]

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

I costi unitari si sono valutati sulla base dei calcoli come riportato nel file DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-Grafici_Template.xl

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 all'impianto L1-042-135-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.

Su questo impianto è attivo il Servizio A all'interno del vigente contratto SIE3, i costi di manutenzione C_M sono pertanto stimati come segue:

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

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

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

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

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	C_{MO} 8.265,13	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	C_{MS} 2.197,06	[€/anno]

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

7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

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

Ne risulta quindi un C_E pari a € 33220 e un $C_{baseline}$ pari a € 45752.

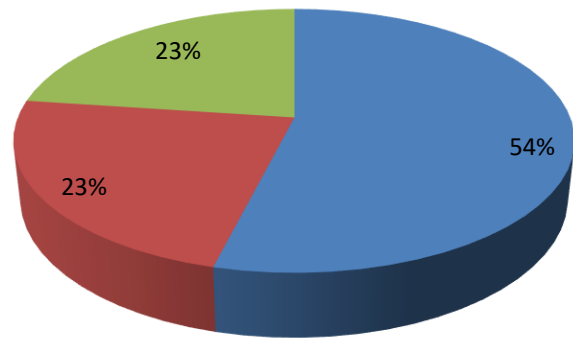
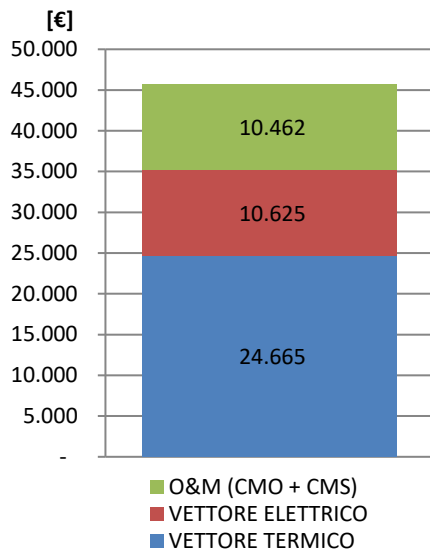
Tabella 7.8 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO				O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)		TOTALE
$Q_{baseline}$	Cu_Q	C_Q	$EE_{baseline}$	Cu_{EE}	C_{EE}	C_M	C_{MO}	C_{MS}	$CQ + CEE + CM$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
308.015	0,080	24.665	52.017	0,204	10.625	10.462	8.265	2.197	45.752

Figura 7.5 – Baseline dei costi e loro ripartizione



E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

EEM1: Isolamento pareti verticali con cappotto esterno

Generalità

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

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

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

Figura 8.1 – Particolare della facciata su cui intervenire



Caratteristiche funzionali e tecniche

I pannelli isolanti devono avere superficie massima di 1m². Lo spessore minimo è di 4,0 cm. Nel caso studio si sono scelti di installare 12 cm di isolante di silicato di calcio con conducibilità pari a 0,045W/m2k.

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

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

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

Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

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

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

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

Infine si procede stendendo lo strato di finitura.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

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

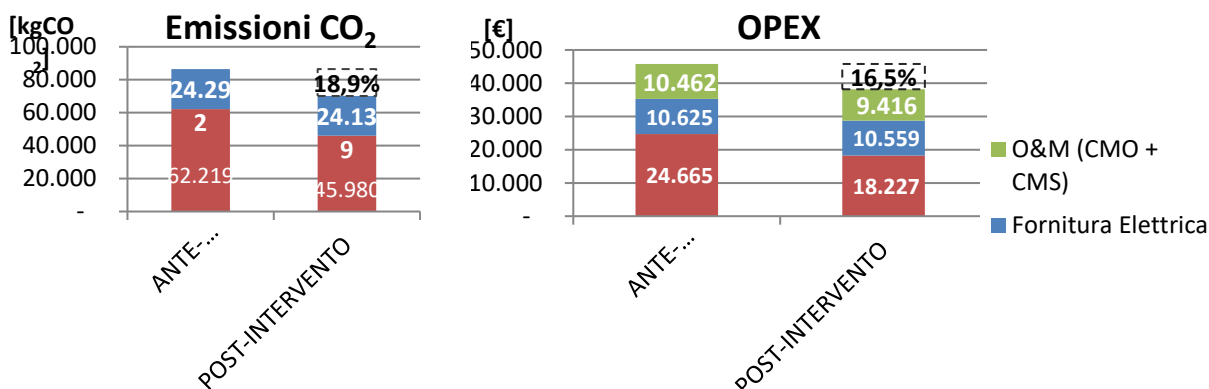
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 [Trasmittanza parete]	[W/m ² K]	1,291	0,579	55,2%
Q _{teorico}	[kWh]	312.608	231.017	26,1%
EE _{teorico}	[kWh]	52.824	52.492	0,6%

E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico

$Q_{baseline}$	[kWh]	308.015	227.623	26,1%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	52.017	51.690	0,6%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	62.219	45.980	26,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	24.292	24.139	0,6%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	86.511	70.119	18,9%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	24.665	18.227	26,1%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	10.625	10.559	0,6%
Fornitura Energia, C_E	[€]	35.290	28.786	18,4%
C _{MO}	[€]	8.265	7.439	10,0%
C _{MS}	[€]	2.197	1.977	10,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.462	9.416	10,0%
OPEX	[€]	45.752	38.202	16,5%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classe

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,08 €/kWh per il vettore termico e 0,204 €/kWh per il vettore elettrico.

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


EEM2: Isolamento copertura piana dall'interno con pannelli

Generalità

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

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

Caratteristiche funzionali e tecniche

Sono stati considerati pannelli con spessore di 140cm in silicato di calcio con conducibilità pari a 0,045W/m²k. È importante collocare anche una barriera a vapore per assicurare l'assenza del rischio di condensazione interstiziale.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

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

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

Prestazioni raggiungibili

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

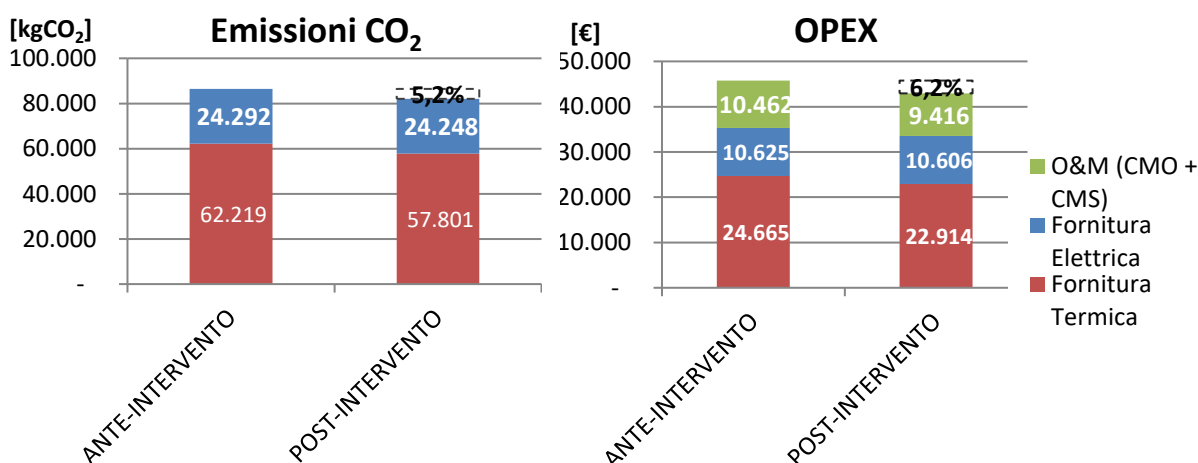
Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Isolamento copertura piana dall'interno con pannelli

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM2 [Trasmittanza copertura]	[W/m ² K]	1,522	0,23	84,9%
Q _{teorico}	[kWh]	312.608	290.413	7,1%
EE _{teorico}	[kWh]	52.824	52.729	0,2%
Q _{baseline}	[kWh]	308.015	286.146	7,1%
EE _{Baseline}	[kWh]	52.017	51.923	0,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	62.219	57.801	7,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	24.292	24.248	0,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	86.511	82.050	5,2%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	24.665	22.914	7,1%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	10.625	10.606	0,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	35.290	33.520	5,0%
C _{MO}	[€]	8.265	7.439	10,0%
C _{MS}	[€]	2.197	1.977	10,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.462	9.416	10,0%
OPEX	[€]	45.752	42.936	6,2%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,08 €/kWh per il vettore termico e 0,204 €/kWh per il vettore elettrico.

Figura 8.3 – EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



8.1.2 Impianto riscaldamento

EEM3: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti su radiatori e termo-arredi

Generalità

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

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

Caratteristiche funzionali e tecniche

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

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

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

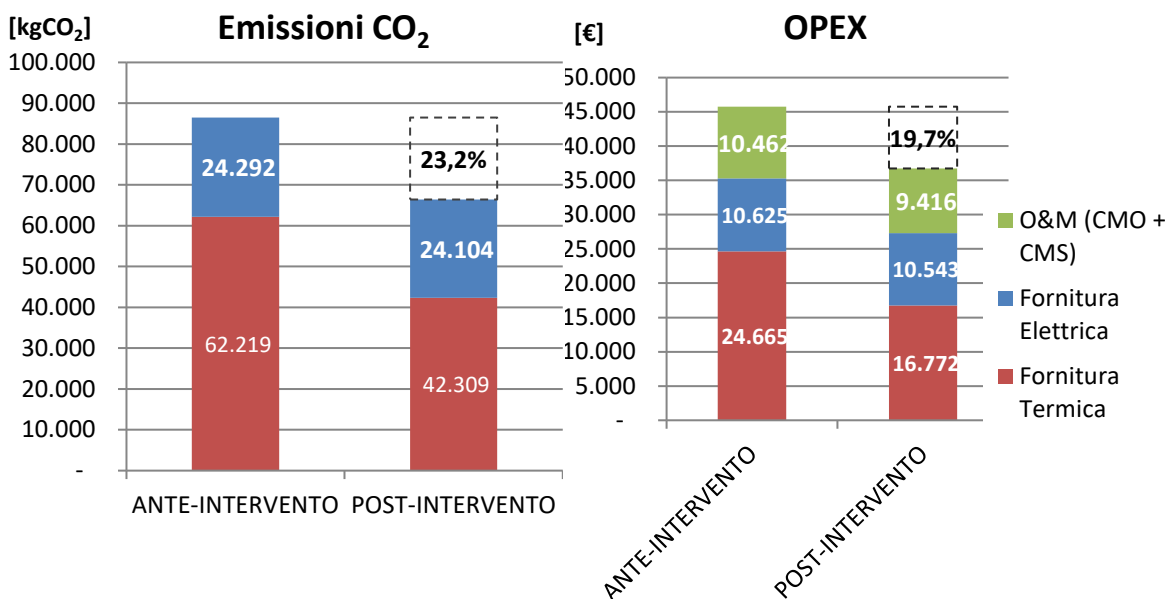
Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Installazione delle valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento regolazione	%	66,8	98	31,8%
$Q_{teorico}$	[kWh]	312.608	212.573	32,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	52.824	52.416	0,8%
$Q_{baseline}$	[kWh]	308.015	209.450	32,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	52.017	51.615	0,8%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	62.219	42.309	32,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	24.292	24.104	0,8%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	86.511	66.413	23,2%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	24.665	16.772	32,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	10.625	10.543	0,8%
Fornitura Energia, C_E	[€]	35.290	27.315	22,6%
C_{MO}	[€]	8.265	7.439	10,0%
C_{MS}	[€]	2.197	1.977	10,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	10.462	9.416	10,0%
OPEX	[€]	45.752	36.731	19,7%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,08 €/kWh per il vettore termico e 0,204 €/kWh per il vettore elettrico.

Figura 8.4 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



EEM4: Installazione di caldaia a condensazione

Generalità

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

Per la sola sostituzione della caldaia si è valutata una potenzialità pari a 500kW.

In combinazione con EEM1, EEM2 ed EEM3 una potenzialità pari a 400 kW.

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

Caratteristiche funzionali e tecniche

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

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Installazione caldaia a condensazione

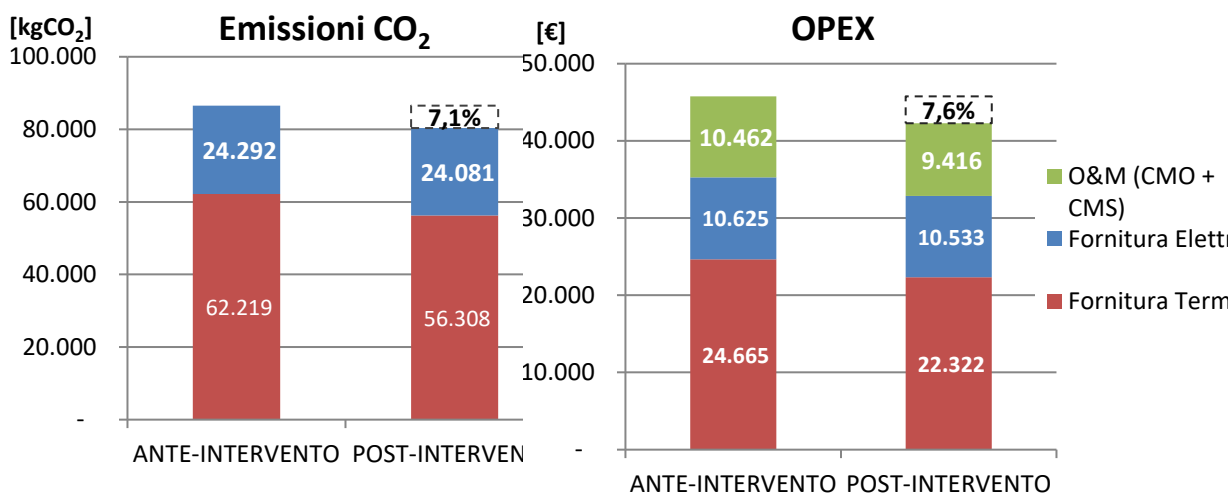
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento generazione	%	88,4	97,8	9,6%
Q _{teorico}	[kWh]	312.608	282.910	9,5%
EE _{teorico}	[kWh]	52.824	52.365	0,9%
Q _{baseline}	[kWh]	308.015	278.753	9,5%
EE _{Baseline}	[kWh]	52.017	51.565	0,9%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	62.219	56.308	9,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	24.292	24.081	0,9%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	86.511	80.389	7,1%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	24.665	22.322	9,5%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	10.625	10.533	0,9%
Fornitura Energia, C_E	[€]	35.290	32.855	6,9%

C_{MO}	[€]	8.265	7.439	10,0%
C_{MS}	[€]	2.197	1.977	10,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	10.462	9.416	10,0%
OPEX	[€]	45.752	42.270	7,6%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,08 €/kWh per il vettore termico e 0,204 €/kWh per il vettore elettrico.

Figura 8.5 – 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 lampade a LED a basso consumo

Generalità

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

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

Caratteristiche funzionali e tecniche

Si sostituiscono le sorgenti luminose seguenti:

- Lampade fluorescenti 2x36W con lampade LED da 36 W;
- Lampade fluorescenti 1x36W con lampade LED da 20 W;
- Lampade fluorescenti 2x58W con lampade LED da 48 W;

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM5 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM5 – Installazione caldaia a condensazione

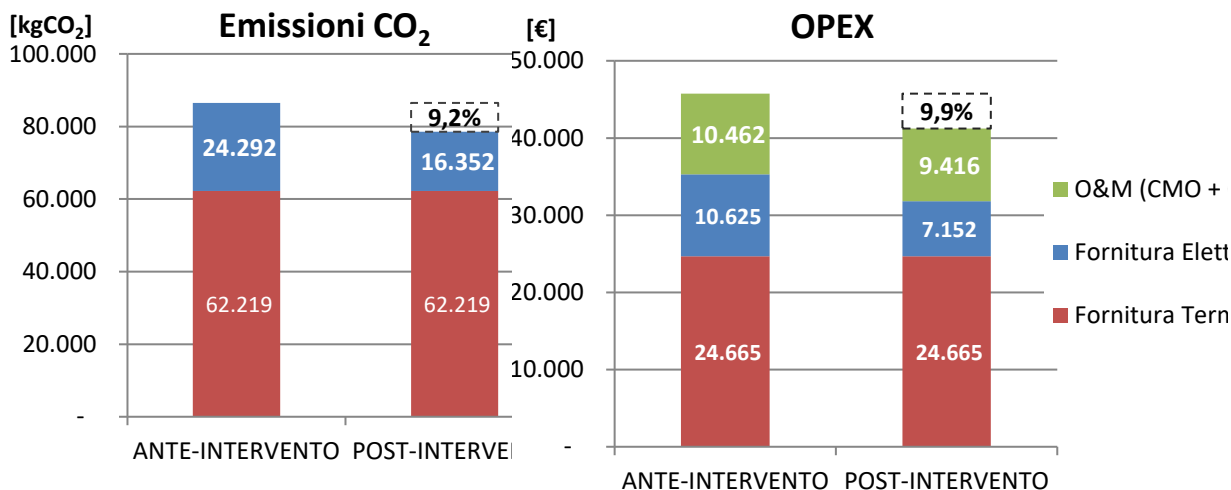
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Consumo Lampada	W	116	48	141,7%
$Q_{teorico}$	[kWh]	312.608	312.608	0,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	52.824	35.558	32,7%
$Q_{baseline}$	[kWh]	308.015	308.015	0,0%

EE _{Baseline}	[kWh]	52.017	35.015	32,7%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	62.219	62.219	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	24.292	16.352	32,7%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	86.511	78.571	9,2%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	24.665	24.665	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	10.625	7.152	32,7%
Fornitura Energia, C_E	[€]	35.290	31.817	9,8%
C _{MO}	[€]	8.265	7.439	10,0%
C _{MS}	[€]	2.197	1.977	10,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.462	9.416	10,0%
OPEX	[€]	45.752	41.233	9,9%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,08 €/kWh per il vettore termico e 0,204 €/kWh per il vettore elettrico.

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



9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: Isolamento pareti verticali con cappotto esterno

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM1, che consiste nell'isolamento a cappotto delle pareti verticali esterne.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati in 117040 € e verranno concessi in un'unica annualità vista la proprietà in capo alla pubblica amministrazione.

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Isolamento pareti verticali con cappotto esterno

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€/m ² cm]	[€]	[€]	[€]



E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico

Isolanti di origine minerale. Pannelli in silicato di calcio, per l'isolamento termoacustico a cappotto di facciate e soffitti; permeabili al vapore, antincendio, traspirabili, incombustibili (classe 0). Lambda = 0,045 W/mK spessore 12 cm	Prezzario Regione Liguria	35.106	m2	3,49	3,17	111382,1	22%	135886,2
Malta premiscelata Rivestimento minerale per rasature armate /cappotto termico idr/m2orepellente, impermeabile e traspirante in sacchi . Resa per mano 1,8 kg.	Prezzario Regione Liguria	2925,51	kg	0,82	0,75	2180,8	22%	2660,6
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	1462,755	kg	0,49	0,45	651,6	22%	794,9
Ponteggiature "di facciata", in elementi metallici prefabbricati e/o "giunto-tubo", compreso il montaggio e lo smontaggio finale, i piani di lavoro, idonea segnaletica, impianto di messa a terra, compresi gli eventuali oneri di progettazione, escluso: mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione - Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.	Prezzario Regione Liguria	2.926	m2	14,28	12,98	37978,4	22%	46333,7
Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su muratura di mattoni o calcestruzzo	Prezzario Regione Liguria	2.926	m2	7,26	6,60	19308,4	22%	23556,2
Intonaco esterno in malta a base di calce idraulica strato aggrappante a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (EN459-1) e sabbie calcaree classificate, spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	2.926	m2	4,81	4,37	12792,5		
Rasatura armata con malta preconfezionata a base minerale eseguita a due riprese fresco su fresco rifinita a frattazzo, con interposta rete in fibra di vetro o in poliestere compresa pulizia e preparazione del supporto con una mano di apposito primer. per rivestimento di intere campiture con rete in fibra di vetro 4x4 da 150 gr/mq , spessore totale circa mm 4.	Prezzario Regione Liguria	2.926	m2	23,79	21,63	63270,8	22%	77190,4
Costi per la sicurezza	-	3%	%			8592,7	22%	10483,0
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			20049,5	22%	24460,4
TOTALE (I₀- EEM1)						276206,8		321365,5
Incentivi	[Conto termico]							€ 117.040,00
Durata incentivi								1

Incentivo annuo

EEM2: Isolamento copertura piana dall'interno con pannelli

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM2, che consiste nell'isolamento con pannelli dall'interno della copertura.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati in 35257 € e verranno concessi in un'unica annualità vista la proprietà in capo alla pubblica amministrazione.

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – Isolamento dall'interni della copertura con pannelli

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO [€/n° o €/m ²]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/m ² cm]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Isolanti di origine minerale. Pannelli in silicato di calcio, per l'isolamento termoacustico a cappotto di facciate e soffitti; permeabili al vapore, antincendio, traspirabili, incombustibili (classe 0). Lambda = 0,045 W/mK spessore da 14 cm	Prezzario Regione Liguria	13.284	m2cm	€ 3,49	€ 3,17	€ 42.147,52	22%	51420,0
Malta premiscelata Rivestimento minerale per rasature armate /cappotto termico idr/m2orepellente, impermeabile e traspirante in sacchi . Resa per mano 1,8 kg.	Prezzario Regione Liguria	949	kg	€ 0,82	€ 0,75	€ 707,35	22%	863,0
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	949	kg	€ 0,49	€ 0,45	€ 422,68	22%	515,7
Impalcature per interni, realizzate con cavalletti, trabattelli, strutture tubolari, misurate in proiezione orizzontale, piani di lavoro per altezza da 2,00 a 4,00 metri.	Prezzario Regione Liguria	949	m2	€ 21,17	€ 19,25	€ 18.261,63	22%	22279,2
Intonaco interno in malta cementizia strato aggrappante a base di cemento portland, sabbie classificate ed additivi specifici spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	949	m2	€ 4,80	€ 4,36	€ 4.140,57	22%	5051,5
Costi per la sicurezza	-	3%	%			1970,392451	22%	2403,9
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			4597,582385	22%	5609,1
TOTALE (I₀– EEM1)						72247,7		88142,2
Incentivi	[Conto termico]							€ 35.256,88

Durata incentivi

35256,88

Incentivo annuo

EEM3: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti su radiatori e termo-arredi

Nella Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM3, che consiste nell'installazione della valvole termostatiche sui corpi scaldanti.

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

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – Installazione delle valvole termostatiche

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO [€/n° o €/m ²]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/m ² cm]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezzario Regione Liguria	155	cad	€ 35,42	31,878	5490,1	22%	6697,9
Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica A, 230V, del tipo: versione gemellare con attacchi flangiati, Ø 80, PN6, prevalenza da 1 a 12 m, portata da 1 a 58 m ³ /h	Prezzario Regione Liguria	2	cad	€ 4.587,21	4587,21	9174,4	22%	11192,8
Sola posa in opera di pompe e/o circolatori singoli o gemellari per fluidi caldi o freddi, compreso bulloni, guarnizioni e il collegamento alla linea elettrica, escluse le flange. Per attacchi del diametro nominale di: maggiore di 80 mm fino a 100 mm	Prezzario Regione Liguria	2	cad	€ 97,34	97,34	194,7		194,7
Interruttore automatico magnetotermico con potere di interruzione 4,5KA bipolare fino a 32 A - 230 V	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 22,69	22,69	22,7		22,7
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	155	h	€ 31,88	31,88	4941,4	22%	6028,5
Costi per la sicurezza	-	3%	%			536,7	22%	654,8
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			1252,4	22%	1527,9
TOTALE (I₀ – EEM1)						21612,4		26319,3

EEM4: Installazione caldaia a condensazione

Nella Tabella 9.4 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM4, che consiste nell'installazione di una caldaia a condensazione.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati in 18215 € e verranno concessi in un'unica annualità vista la proprietà in capo alla pubblica amministrazione.

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4 – Installazione di caldaia a condensazione

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO [€/n° o €/m ²]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/n° o €/m ²]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [%]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Caldaie a condensazione a basamento, corpo in lega di alluminio-silicio-magnesio con scambiatore primario a basso contenuto d'acqua, classe 5 NOx, rendimento energetico a 4 stelle in base alle direttive europee, bruciatore modulante con testata metallica ad irraggiamento, compreso il pannello di comando montato sul mantello di rivestimento, della potenza termica nominale di: 500 Kw circa	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 26.754,75	€ 24.322,50	€ 24.322,50	22%	€ 29.673,45
Sistema fumario prefabbricato a sezione circolare, con giunti maschio-femmina con profilo conico a elementi modulari a doppia parete acciaio inox (parete interna AISI316L e parete esterna AISI304), coibentazione 25mm in lana di roccia pressata, senza guarnizioni di tenuta Coppa di scarico condensa Ø 300 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 253,00	€ 230,00	€ 230,00	22%	€ 280,60
Sola posa in opera di bruciatore per caldaie, compresi la lavorazione della piastra di collegamento alla caldaia, la sola posa della rampa gas e del dispositivo di controllo tenuta valvola, i collegamenti elettrici, i collegamenti alla tubazione del combustibile a	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 461,09	€ 419,17	€ 419,17	22%	€ 511,39



E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico

metano o gasolio: per
generatori di calore
da 351 Kw a 700 Kw

Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	8	cad	€ 21,13	€	19,21	€ 153,67	22%	€ 187,48
Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 28,46	€	25,87	€ 25,87	22%	€ 31,56
Pn > 500 e Pn <= 700	Prezzario CCIAA RE	1	cad	€ 4.067,25	€	3.697,50	€ 3.697,50	22%	€ 4.510,95
Regolazione Punto fisso	Prezzario CCIAA RE	1	cad	€ 413,00	€	375,45	€ 375,45	22%	€ 458,05
Nessuna regolazione aggiuntiva	Prezzario CCIAA RE		cad	€ 147,00	€	133,64	€ -	22%	€ -
Regolazione Climatica	Prezzario CCIAA RE	1	cad	€ 546,00	€	496,36	€ 496,36	22%	€ 605,56
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 120,60	€	109,64	€ 109,64	22%	€ 133,76
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: interruttore orologio da inserire in quadro elettrico	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 29,71	€	27,01	€ 27,01	22%	€ 32,95
Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 146,74	€	133,40	€ 133,40	22%	€ 162,75
Sonde di temperatura e umidità: sola temperatura, per impianti civili e industriali per esterno	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 76,47	€	69,52	€ 69,52	22%	€ 84,81
Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	73	h	€ 34,41	€	31,28	€ 2.283,57	22%	€ 2.785,96
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	40	h	€ 31,88	€	28,98	€ 1.159,27	22%	€ 1.414,31
Trasporto a discarica o a centro di riciclaggio di materiali di risulta provenienti da scavi e/o demolizioni, misurato su autocarro in partenza, esclusi gli eventuali oneri di discarica o smaltimento, eseguito con piccolo mezzo di trasporto con capacità di carico fino a 3 t. per ogni chilometro del tratto oltre i primi 5 km e fino al decimo km.	Prezzario Regione Liguria	100	m³km	€ 4,72	€	4,29	€ 429,09	22%	€ 523,49
Costi per la sicurezza	-	3%	%				€	22%	€ 1.241,91

				1.017,96		
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€ 2.375,24	22%	€ 2.897,80
TOTALE (I₀- EEM1)				€ 37.325	22%	€ 45.537
Incentivi	[Conto termico]			€ 25.045		
Durata incentivi				1		
Incentivo annuo				€ 25.045		

EEM5: Installazione lampade a LED a basso consumo

Nella Tabella 9.5

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM1, che consiste nell'isolamento a cappotto delle pareti verticali esterne.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati in 117040 € e verranno concessi in un'unica annualità vista la proprietà in capo alla pubblica amministrazione.

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM5, che consiste nell'installazione di una caldaia a condensazione.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati in 20378 € e verranno concessi in un'unica annualità vista la proprietà in capo alla pubblica amministrazione.

Tabella 9.5 – Analisi dei costi della EEM5 – Installazione di lampade a LED a basso consumo

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ₂]	[€/n° o €/m ₂]	[€]	[%]	[€]
Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestingente, schermo in policarbonato autoestingente trasparente prismatico internamente, per installazione a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada: lunghezza 1.300 mm, 36 W, 5.830 lm	DEI Imp. Ele. 2017	60	cad	€ 156,66	€ 142,42	€ 8.545,09	22%	€ 10.425,01
Apparecchio ad incasso con corpo in alluminio, lampada led temperatura di colore 3000 K, alimentatore incorporato, riflettore in alluminio cromato, classe di isolamento 1, grado di	DEI Imp. Ele. 2017	4	cad	€ 98,61	€ 89,65	€ 358,58	22%	€ 437,47

protezione IP 23,
alimentazione 230 V
50 Hz, classe
energetica A,
apertura del fascio
95°: potenza 20 W,
equivalente a 36 W
fluorescente, Ø 190
mm

Plafoniera stagna
rettangolare, corpo in
policarbonato
autoestinguento,
schermo in
policarbonato
autoestinguento
trasparente
prismatizzato
internamente, per
installazione a parete,
plafone o a
sospensione,
apparecchio con
grado di protezione
IP 66, lampade LED
temperatura di colore
4000 K,
alimentazione 230 V
c.a.: bilampada:
lunghezza 1.600 mm,
48 W, 7.780 lm

DEI Imp. Ele. 2017	190	cad	€ 185,06	€ 168,24	€ 31.964,91	22%	€ 38.997,19
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 267,11	22%	€ 325,87
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 623,26	22%	€ 760,37
TOTALE (I₀- EEM1)					€ 41.759	22%	€ 50.946
Incentivi	[Conto termico]						€ 20.378,37
Durata incentivi							1
Incentivo annuo							€ 20.378,37

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;
- d .

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

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

EEM1: Isolamento pareti verticali con cappotto esterno

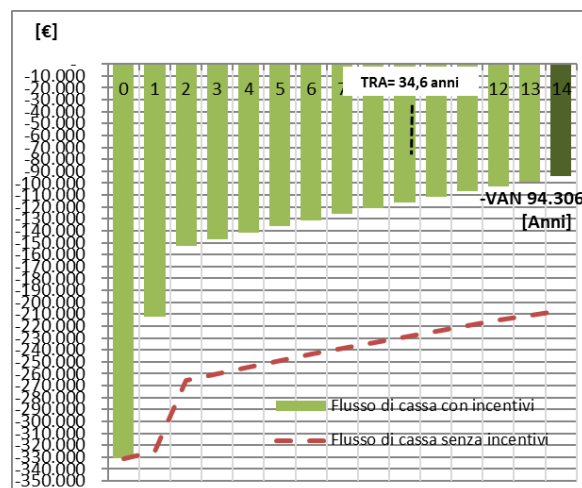
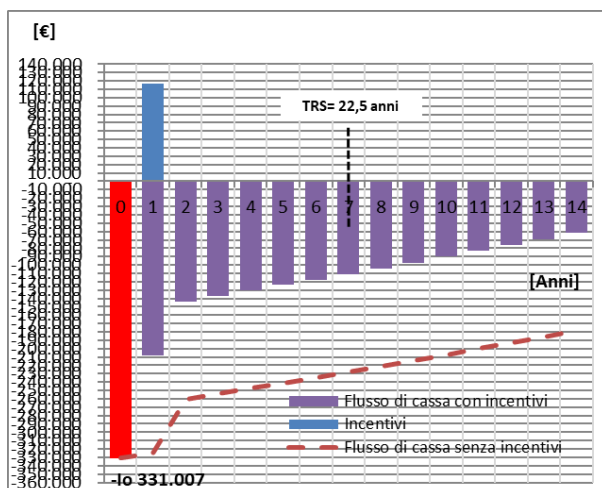
L'analisi di convenienza effettuata per la EEM 1 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.6 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Isolamento pareti verticali con cappotto esterno

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€	321.366	
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	117.040	
Durata incentivo	n_B	anni	1	
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%	
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI		VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	36,7		22,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	56,9		34,6
Valore attuale netto	VAN	-	156.512	- 43.974
Tasso interno di rendimento	TIR	-1,5%		1,9%
Indice di profitto	IP	-0,49		-0,14

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 conveniente in termini di solo tempo di ritorno semplice in presenza di incentivi.

EEM2: Isolamento copertura dall'interno con pannelli

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

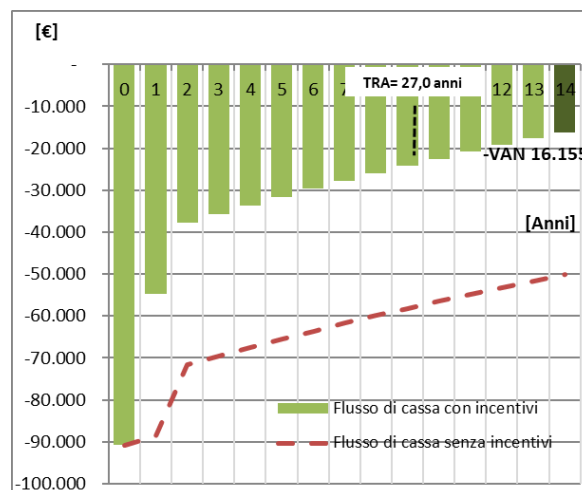
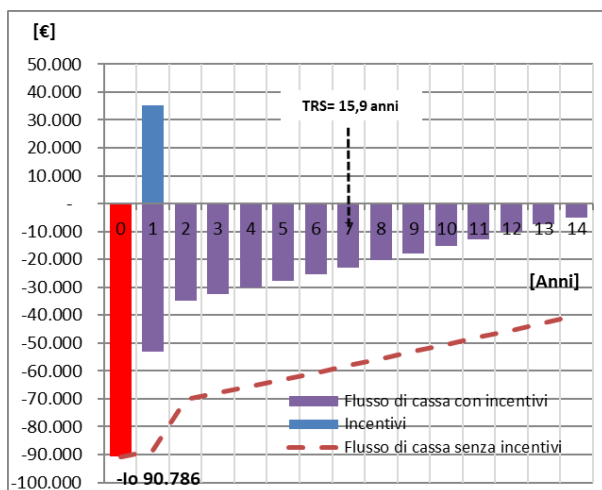
Tabella 9.7 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– Isolamento copertura dall'interno con pannelli

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	88.142
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	35.257
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	28,2	15,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	46,3	27,0
Valore attuale netto	VAN	- 31.900	2.001
Tasso interno di rendimento	TIR	0,2%	4,3%
Indice di profitto	IP	-0,36	0,02

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 conveniente in termini di solo tempo di ritorno semplice in presenza di incentivi.

EEM3: Installazione valvole termostatiche

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

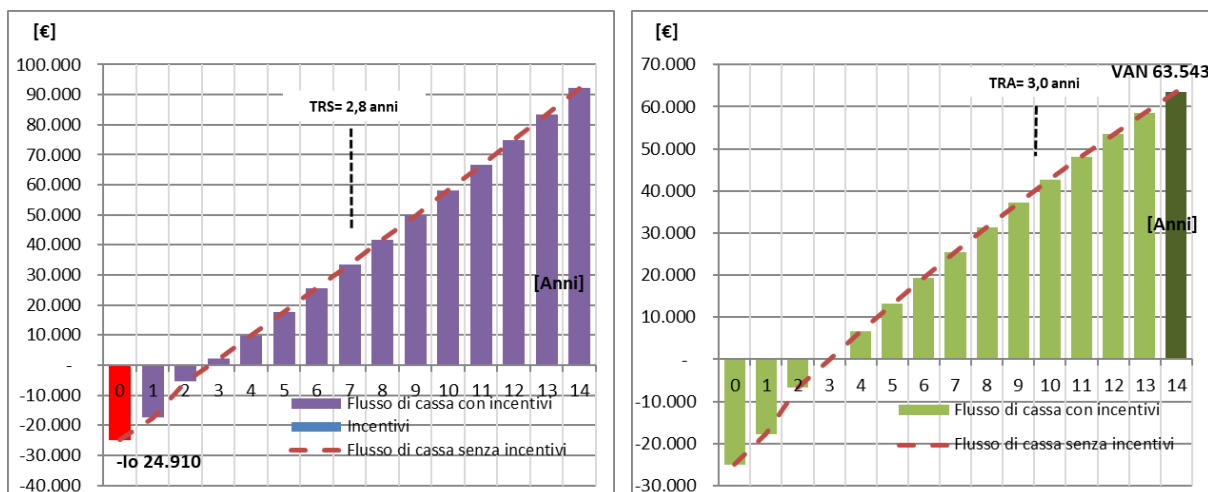
Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3– Installazione di valvole termostatiche

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	24.184
Oneri Finanziari % I_0	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	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	2,8	2,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	3,0	3,0
Valore attuale netto	VAN	86.520	86.520
Tasso interno di rendimento	TIR	34,2%	34,2%
Indice di profitto	IP	3,58	3,58

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 particolarmente conveniente anche se non incentivato.

EEM4: Installazione di caldaia a condensazione

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

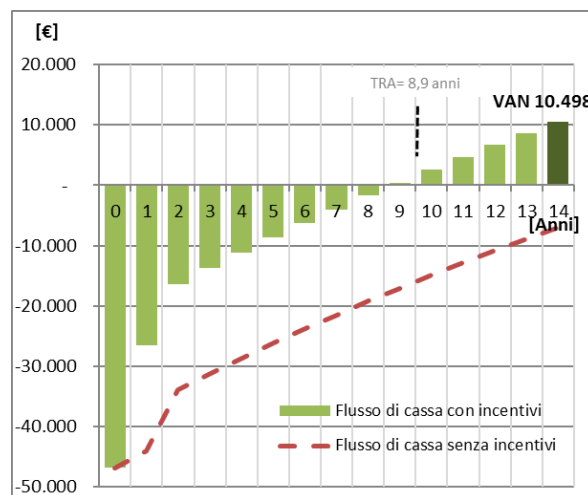
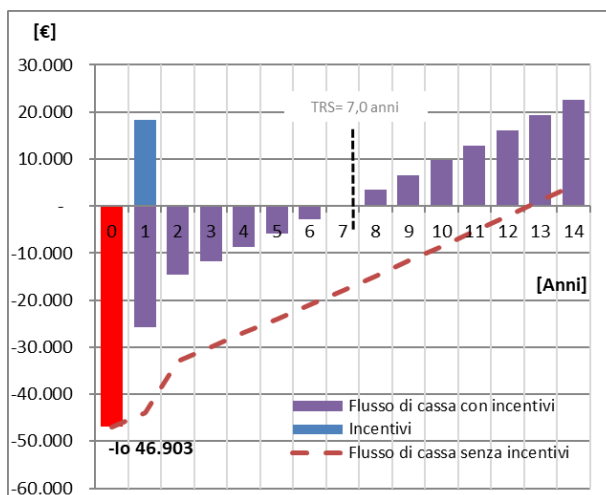
Tabella 9.9 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4– Installazione di caldaia a condensazione

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	€ 45.537
Oneri Finanziari % I_0	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	18.215
Durata incentivo	n_b	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE con INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	12,7	7,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	18,0	8,9
Valore attuale netto	VAN	1.667	19.181
Tasso interno di rendimento	TIR	4,5%	11,1%
Indice di profitto	IP	0,04	0,42

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

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 particolarmente conveniente con tempi di ritorno al di sotto dei 10 anni.

EEM5: Installazione di lampade a LED a basso consumo

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

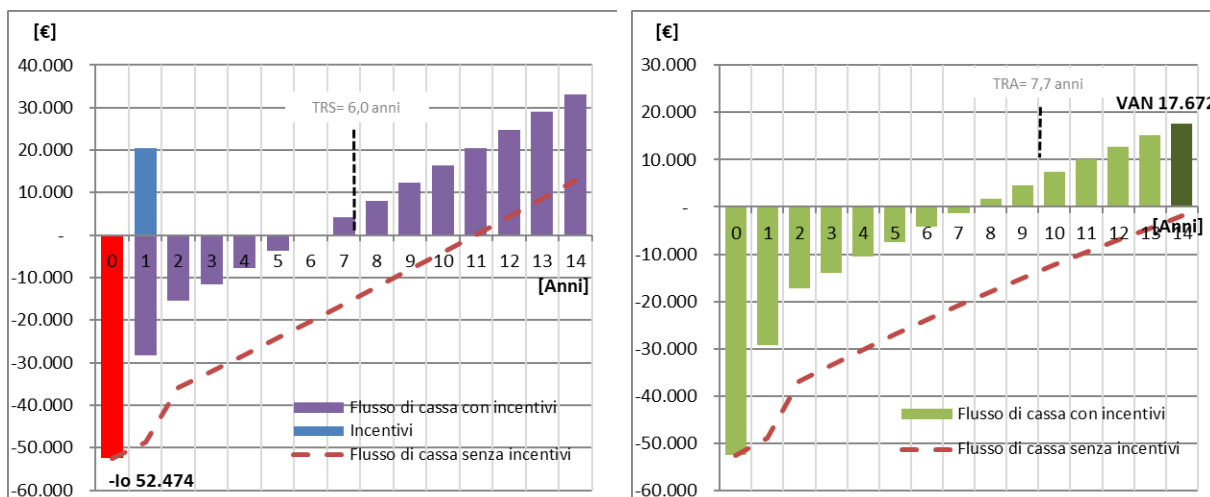
Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4– Installazione di lampade a LED a basso consumo

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	€ 50.946
Oneri Finanziari % I_0	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	20.378
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	11,0	6,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	14,9	7,7
Valore attuale netto	VAN	9.438	29.032
Tasso interno di rendimento	TIR	6,2%	13,2%
Indice di profitto	IP	0,19	0,57

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 particolarmente conveniente con tempi di ritorno al di sotto dei 15 anni.

Sintesi

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

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

	SENZA INCENTIVI										
	% Δ_E	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	22,42%	19%	6504,3	826,5	219,7	321.366	36,68	56,91	156.512,2	-1%	0,49
EEM 2	6,10%	5%	1770,3	826,5	219,7	88.142	28,21	46,25	31.900,0	0%	0,36
EEM 3	27,49%	23%	7974,8	826,5	219,7	24.184	2,76	2,99	86.520,1	34%	3,58
EEM 4	8,25%	7%	2435,5	826,5	219,7	45.537	12,70	17,99	1.666,9	4%	0,04
EEM 5	4,72%	9%	3473,0	826,5	219,7	50.946	10,98	14,86	9.437,7	6%	0,19

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 alla 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 in assenza di incentivi gli interventi sull'involucro risultano non convenienti con tempi di ritorno maggiori rispetto alla vita utile dell'intervento stesso.

La convenienza, invece, aumenta considerevolmente quando si coinvolgono le componenti impiantistiche, vero punto nevralgico dell'intera struttura. In particolar modo risulta assai conveniente intervenire sul sistema di regolazione, installando valvole termostatiche, in modo da ridurre gli spechi ed ottimizzare i consumi.

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

	CON INCENTIVI										
	% ΔE	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	22,42%	19%	6504,3	826,5	219,7	321.366	22,53	34,60	43.973,8	2%	0,14
EEM 2	6,10%	5%	1770,3	826,5	219,7	88.142	15,93	26,99	2.000,9	4%	0,02
EEM 3	27,49%	23%	7974,8	826,5	219,7	24.184	2,76	2,99	86.520,1	34%	3,58
EEM 4	8,25%	7%	2435,5	826,5	219,7	45.537	6,95	8,91	19.181,1	11%	0,42
EEM 5	4,72%	9%	3473,0	826,5	219,7	50.946	5,98	7,75	29.032,3	13%	0,57

Dall'analisi dei risultati emerge che sfruttando gli incentivi risultano convenienti anche gli interventi sull'involucro edilizio, che offrono possibilità di risparmio energetico considerevoli.

9.2 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.

e.

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

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

- **Scenario 1: EEM3+EEM4:** Tale scenario consiste nell'installazione di caldaia a condensazione di potenza 500kW e contemporanea installazione di valvole termostatiche su tutti i corpi scaldanti
- **Scenario 2: EEM1+EEM2+EEM3+EEM4:** Tale scenario consiste nella coibentazione completa dell'involucro (cappotto esterno ed isolamento dall'interno della copertura) con contemporanea installazione di una caldaia a condensazione di potenza 400kW e installazione di valvole termostatiche su tutti i corpi scaldanti

9.2.1 Scenario 1: EEM3+EEM4

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

Tabella 9.13 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

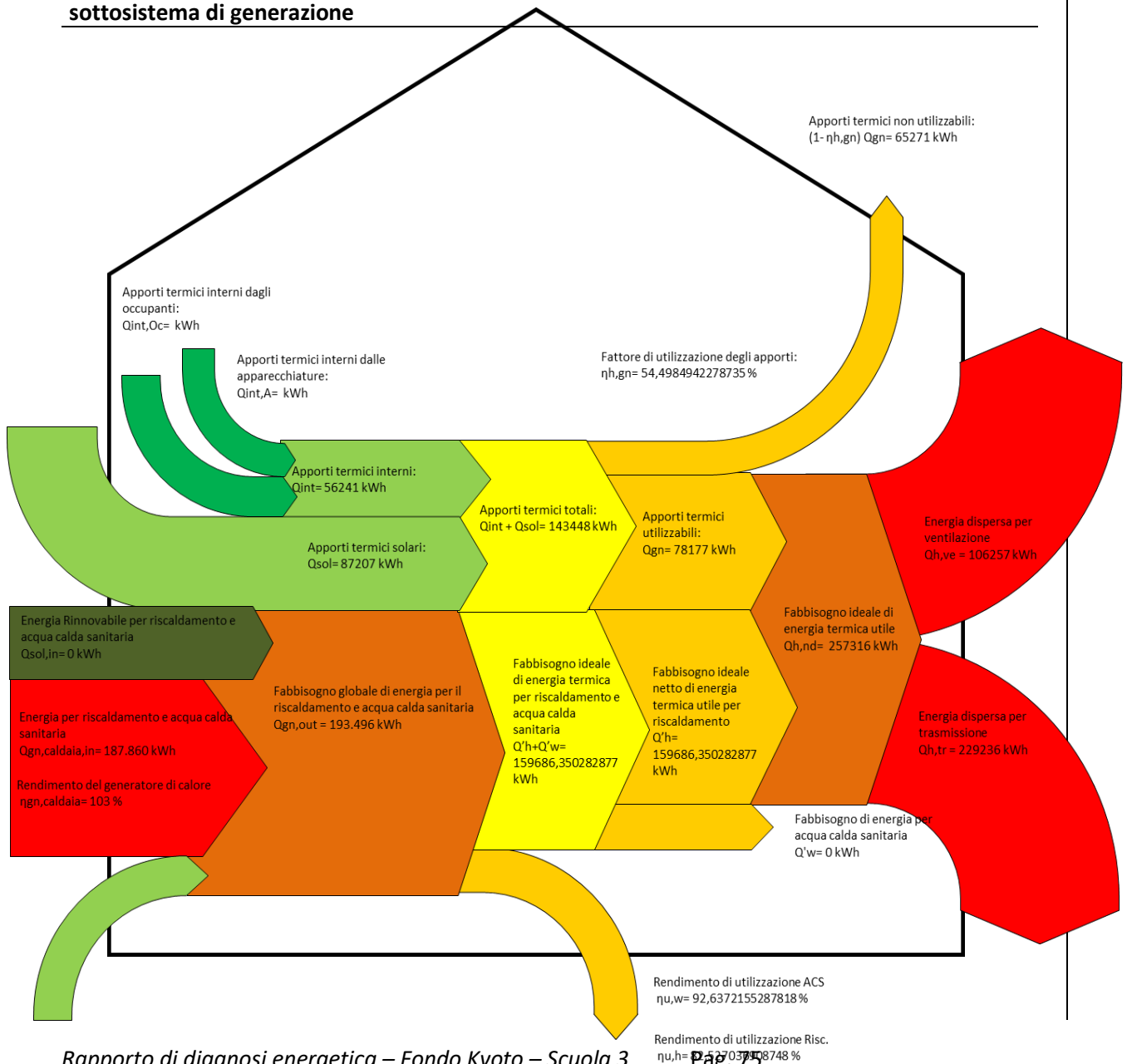
VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM3 Valvole termostatiche	19822	4362	24184
EEM4 Caldaia a condensazione 500kW	37325	8212	45537
TOTALE (I_0)	57147	12574	69721
VOCE MANUTENZIONE	C_{MO}	C_{MS}	C_M

	(IVA INCLUSA)	(IVA INCLUSA)	(IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
TOTALE (C_M)	7439	1977	9416
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	Conto termico	26000	
Durata incentivi		1	
Incentivo annuo		26000	

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

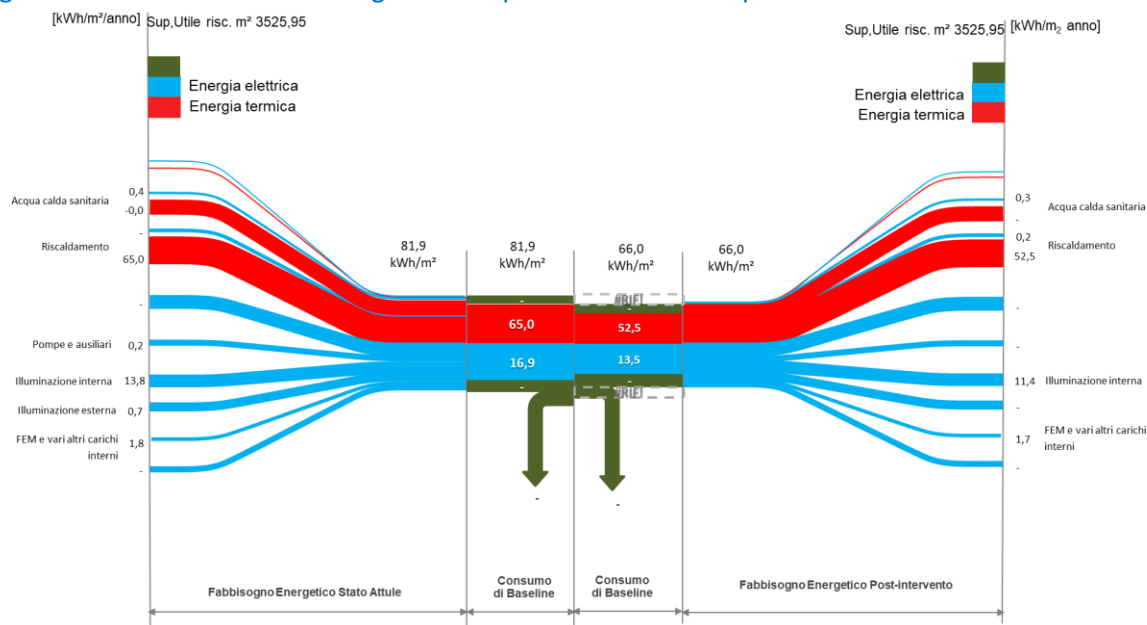
Figura 9.11 – SCN1: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento

Grafico con presenza di energia recuperata al sottosistema di generazione



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che il risparmio energetico è molto elevato.

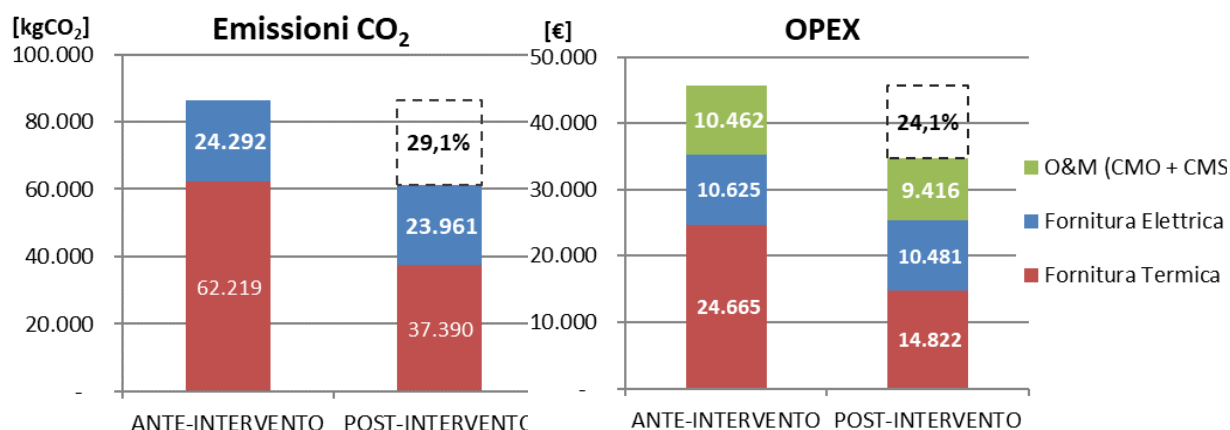
Figura 9.12 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



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

Tabella 9.14 – Risultati analisi SCN1

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Trasmittanza parete]	[W/m²K]	1,291	1,291	0,0%
EM2 [Trasmittanza copertura]	[W/m²K]	1,522	1,522	0,0%
Rendimento regolazione	%	66,8	98	31,8%
	[W/m²K]			
Q _{teorico}	[kWh]	312.608	187.860	39,9%
EE _{teorico}	[kWh]	52.824	52.105	1,4%
Q _{baseline}	[kWh]	308.015	185.100	39,9%
EE _{Baseline}	[kWh]	52.017	51.309	1,4%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	62.219	37.390	39,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	24.292	23.961	1,4%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	86.511	61.351	29,1%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	24.665	14.822	39,9%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	10.625	10.481	1,4%
Fornitura Energia, C_E	[€]	35.290	25.303	28,3%
C _{MO}	[€]	8.265	7.439	10,0%
C _{MS}	[€]	2.197	1.977	10,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.462	9.416	10,0%
OPEX	[€]	45.752	34.719	24,1%
Classe energetica	[-]	E	C	+2 classi

Figura 9.13 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella [Tabella 9.15](#), [Tabella 9.16](#) e [Tabella 9.17](#) e nelle successive figure.

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

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	14
Anni Concessione	n	15
Anno inizio Concessione	n_o	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	10
Anni Equity	n_E	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_o	€ 69.721
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 2.092
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 71.813
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 57.450
Equity	I_E	€ 14.363
Fattore di annualità Debito	FA_D	8,30
Rata annua debito	q_D	€ 6.920

Costo finanziamento, (D+INT _D)	$q_D * n_D$	€	69.202
Costi per interessi debito, INT _D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€	11.752

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

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€	35.290
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€	10.462
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	45.752
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		27,2%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		10,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		5,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	7.840
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	2.288
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	109.763
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	12.737
N° di Canoni annuali	anni		14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX		45,59%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€	2.339
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	839
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	2.374
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€	9.777
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€	28.135
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€	37.912
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€	5.552
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€	43.464
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	12.573
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	26.000
Durata Incentivi, anni	n_B		1
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.17 – 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.		5,52
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		6,65
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€	25.540
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC		12,65%
Indice di Profitto	IP		36,63%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.		2,03
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		2,08
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€	21.963
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke		91,94%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3		1,366
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1		1,178

Indice di Profitto Azionista

IP

31,50%

Figura 9.14 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

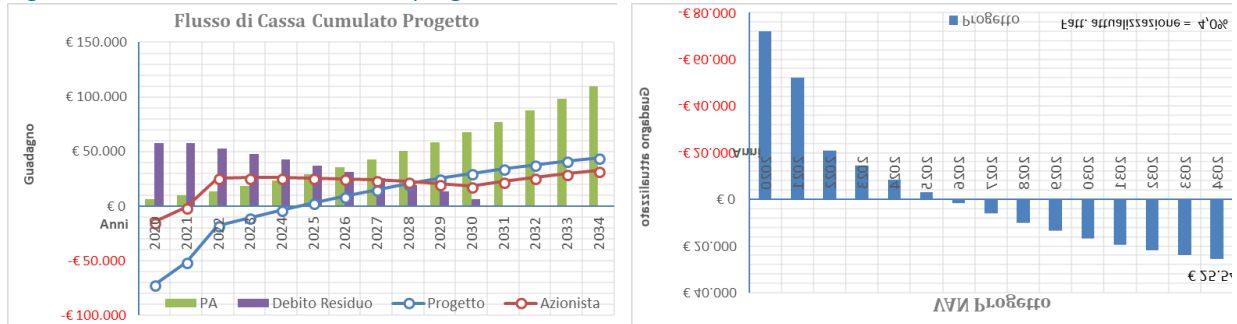
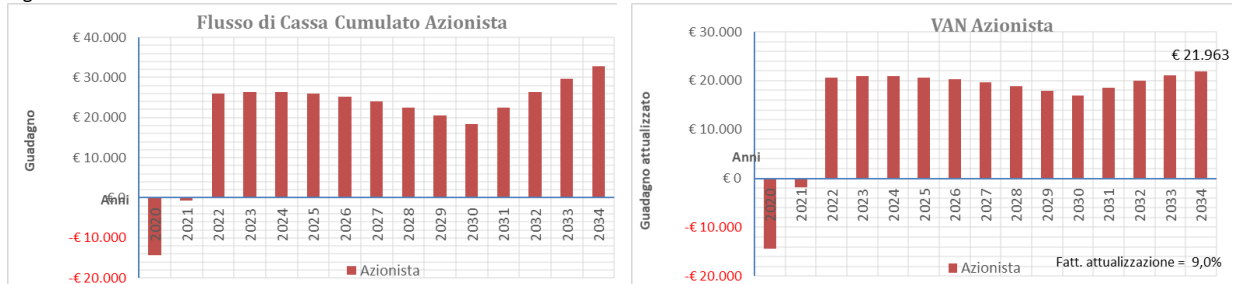


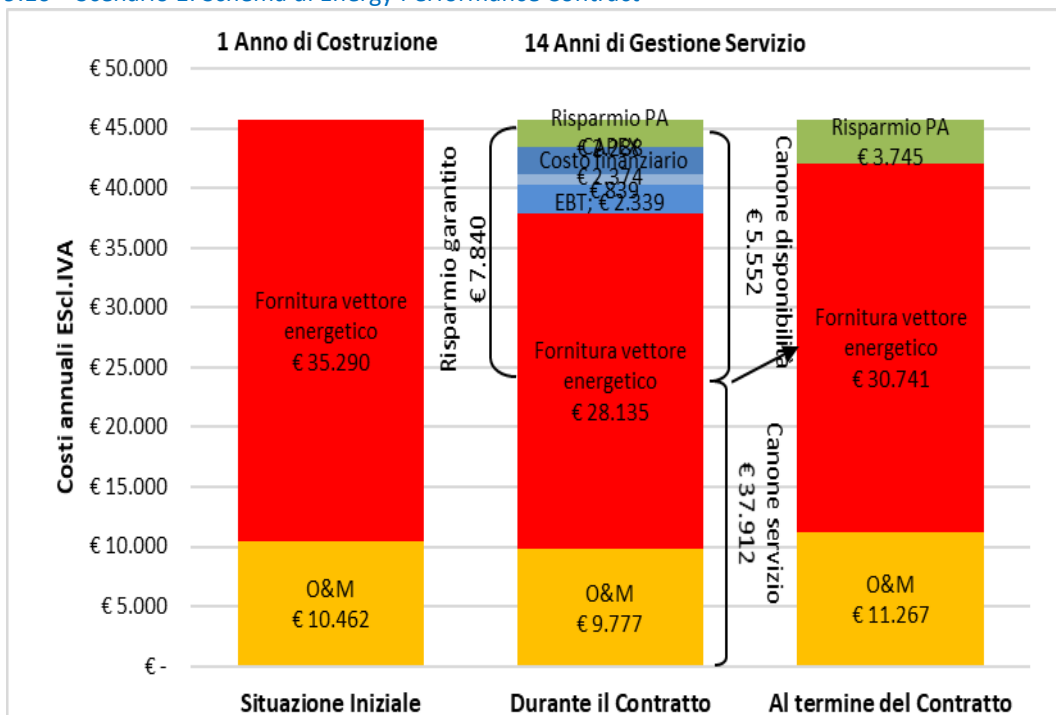
Figura 9.15 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento risulta conveniente nell’arco dei 15 anni con tempi di ritorno inferiori ai 7 anni.

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

Figura 9.16 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



9.2.2 Scenario 2: EEM1+EEM2+ EEM3+EEM4

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

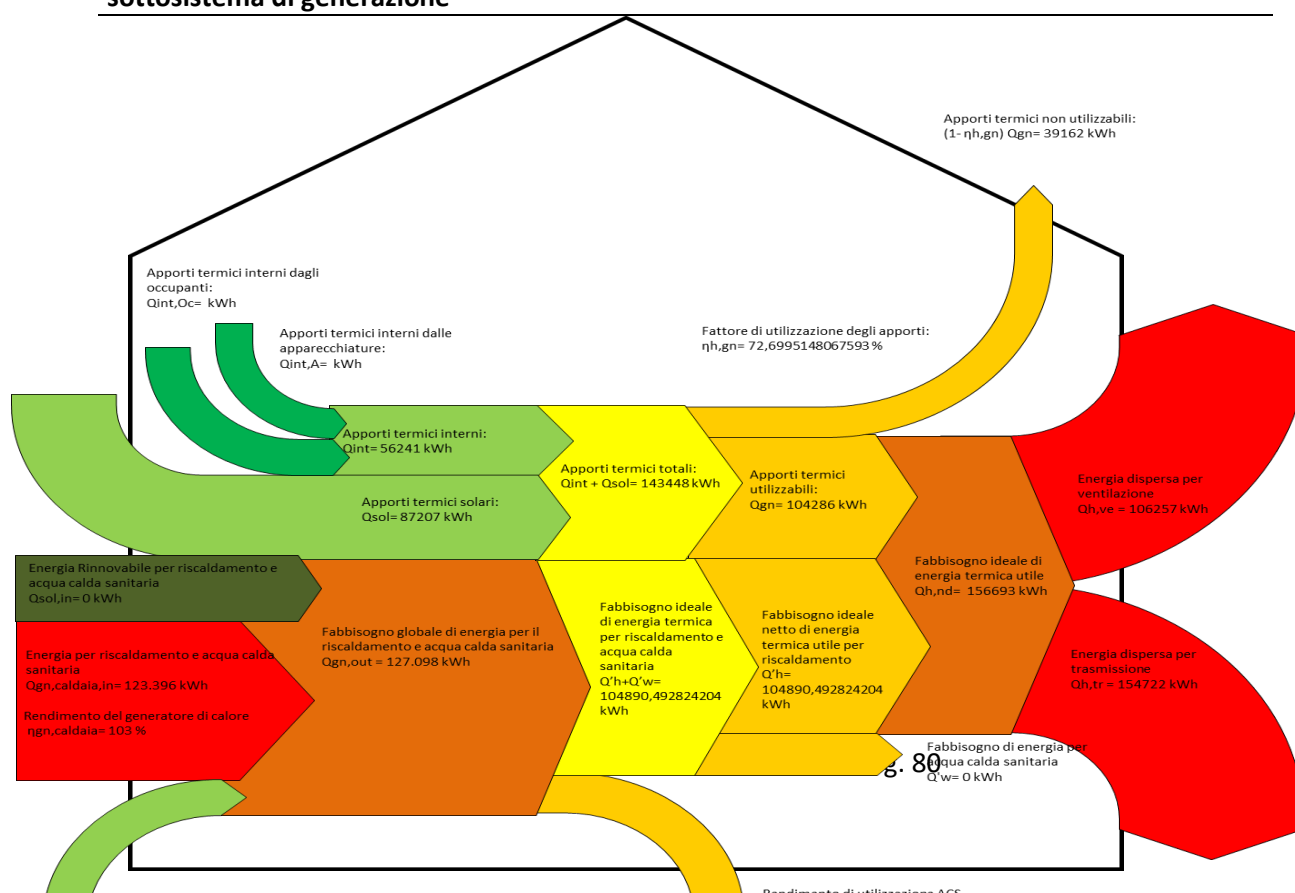
Tabella 9.18 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA Al 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Cappotto esterno	263415	57951	321366
EEM2 Isolamento copertura	72247	15895	88142
EEM3 Valvole termostatiche	19822	4362	24184
EEM4 Caldaia a condensazione 400kW	30146	6632	36778
TOTALE (I_o)	385630	84840	470470
VOCE MANUTENZIONE	C _{Mo} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
TOTALE (C_M)	7439	1977	9416
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	Conto termico	237681	
Durata incentivi		1	
Incentivo annuo		237681	

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

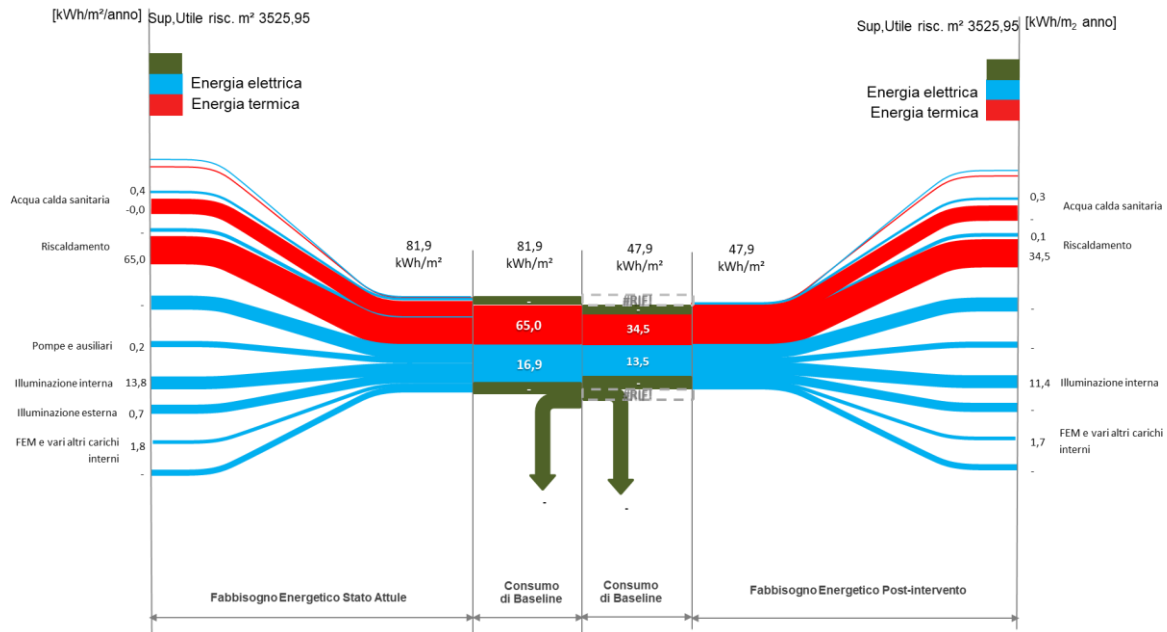
Figura 9.17 – SCN2: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento

Grafico con presenza di energia recuperata al sottosistema di generazione



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che il risparmio energetico è molto elevato.

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



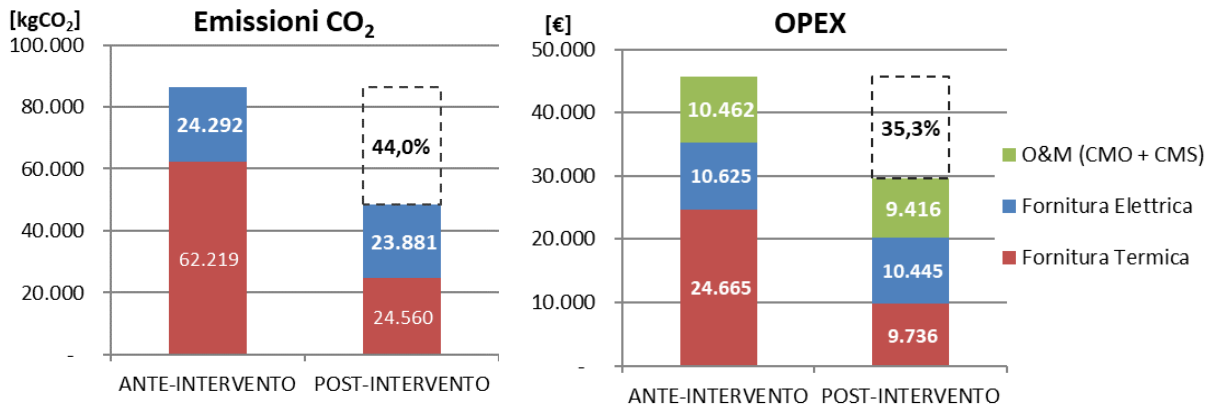
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.14 e nella Figura 9.13

Tabella 9.19 – Risultati analisi SCN2

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Trasmittanza parete]	[W/m²K]	1,291	0,579	55,2%
EM2 [Trasmittanza copertura]	[W/m²K]	1,522	0,23	84,9%
Rendimento regolazione	%	66,8	98	31,8%
	[W/m²K]			
Q _{teorico}	[kWh]	312.608	123.396	60,5%
EE _{teorico}	[kWh]	52.824	51.930	1,7%
Q _{baseline}	[kWh]	308.015	121.583	60,5%
EE _{baseline}	[kWh]	52.017	51.137	1,7%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	62.219	24.560	60,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	24.292	23.881	1,7%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	86.511	48.441	44,0%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	24.665	9.736	60,5%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	10.625	10.445	1,7%
Fornitura Energia, C_E	[€]	35.290	20.181	42,8%
C _{MO}	[€]	8.265	7.439	10,0%
C _{MS}	[€]	2.197	1.977	10,0%

E194-Scuola media "A.G. Barrili" – Distretto scolastico

O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.462	9.416	10,0%
OPEX	[€]	45.752	29.597	35,3%
Classe energetica	[-]	E	B	+3 classi

 Figura 9.19 – 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 9.20](#), [Tabella 9.21](#) e [Tabella 9.22](#) e nelle successive figure.

Tabella 9.20 – 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} = Max(WACC; k _{CdP})	k _{progetto}	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k _D	3,82%
%, interessi equity	k _E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n _D	11,1
Anni Equity	n _E	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I ₀	€ 470.470
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 14.114
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 484.584
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I _D	€ 387.667

Equity	I_E	€	96.917
Fattore di annualità Debito	FA_D		9,04
Rata annua debito	q_D	€	42.900
Costo finanziamento, (D+INT _D)	$q_D * n_D$	€	476.192
Costi per interessi debito, INT _D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€	88.524

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

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€	35.290
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€	10.462
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	45.752
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		42,8%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		10,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		5,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	12.202
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	2.288
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	267.520
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	21.781
N° di Canoni annuali	anni		24
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$		-2,55%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	-€	514
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	3.689
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	6.740
Canone O&M €/anno	CnM	€	10.027
Canone Energia €/anno	CnE	€	23.522
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€	33.550
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€	9.915
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€	43.464
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	84.839
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	237.981
Durata Incentivi, anni	n_B		1
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

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

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.		14,96
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		34,69
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	-€	22.504
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC		2,90%
Indice di Profitto	IP		-4,78%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.		25,80
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		24,85
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	-€	3.457



Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	10,70%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	0,961
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,681
Indice di Profitto Azionista	IP	-0,73%

Figura 9.20 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

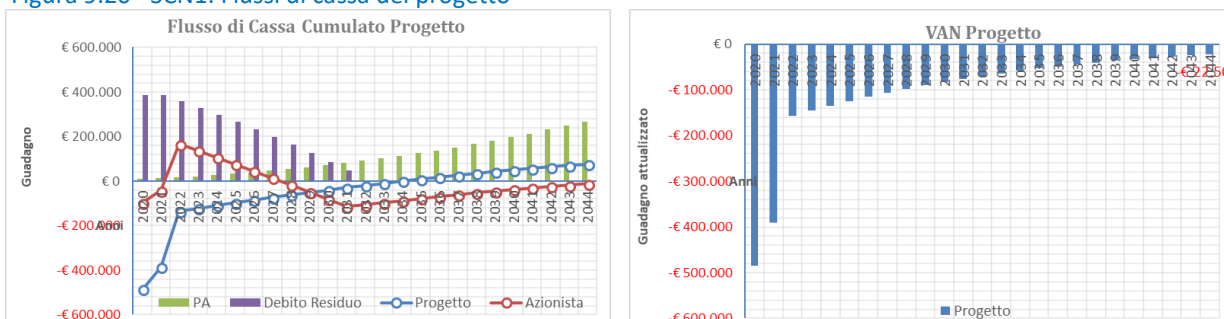


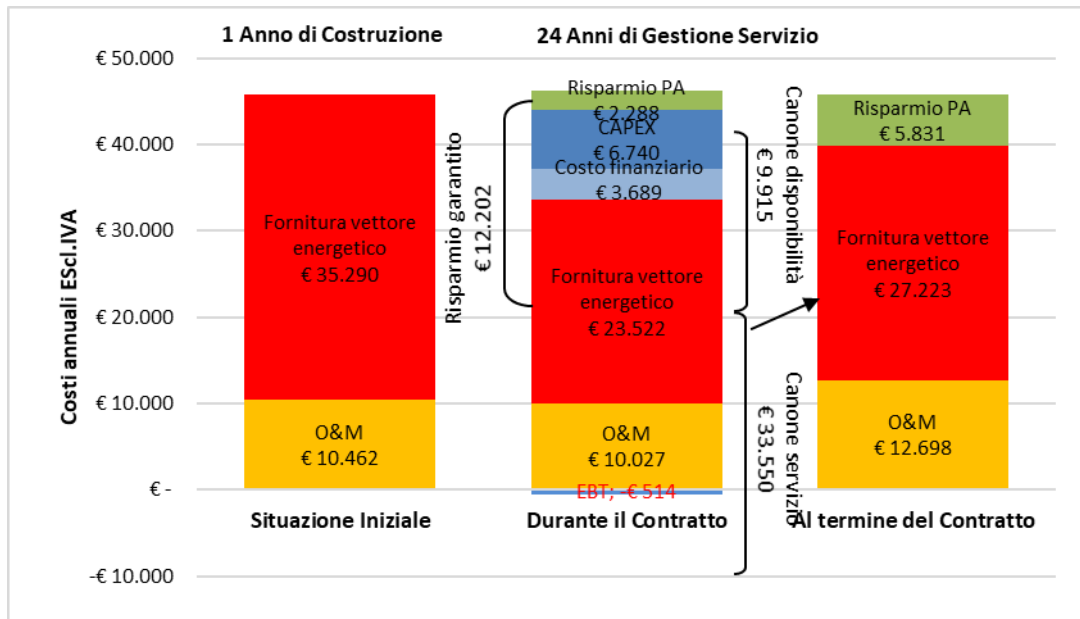
Figura 9.21 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento risulta conveniente nell'arco dei 25 anni.

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

Figura 9.22 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

La maggior parte dei consumi energetici del complesso scolastico è legata al termico. L'edificio risulta datato e le sue dispersioni sono elevate. Si sono pertanto valutati in primis interventi sull'involucro edilizio, escludendo i serramenti recentemente sostituiti.

Si sono considerati anche interventi sull'impianto termico e sull'illuminazione. In modo particolare si è valutata la possibilità di interventi sulla regolazione dei singoli ambienti che è risultata assente in sede di sopralluogo.

Anche l'impianto di generazione installato risulta datato e quindi si è ipotizzato una sostituzione di questo con una caldaia a condensazione di nuova generazione con rendimenti elevati.

Per il risparmio di energia elettrica si è deciso di valutare la sostituzione delle attuali lampade tubolari a fluorescenza con lampade a LED a basso consumo. Non è stato possibile, però, integrare il tutto con il fotovoltaico in quanto dei pannelli sono già presenti in copertura ma non sono a servizio dell'edificio in esame.

	EPgl	EPH	EPw	EPv	EPc	EPL	EPT	CLASSE
	[kWh/m ² anno]	[kWh/m ² anno]	[kWh/m ² anno]	[kWh/m ² anno]	[kWh/m ² anno]	[kWh/m ² anno]	[kWh/m ² anno]	[kWh/m ² anno]
STATO DI FATTO	179.16	146.76	0.68	0	0	30.51	1.21	F
EEM 1	140.91	108.51	0.68	0	0	30.51	1.21	F
EEM 2	168.25	135.85	0.68	0	0	30.51	1.21	F
EEM 3	132.15	99.75	0.68	0	0	30.51	1.21	E
EEM 4	165.13	132.75	0.68	0	0	30.51	1.21	F
EEM 5	167.32	146.76	0.68	0	0	18.07	1.21	F
SCN 1	122.84	90.44	0.68	0	0	30.51	1.21	D
SCN 2	87.50	55.10	0.68	0	0	30.51	1.21	C

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

Si sono valutate le seguenti possibilità di intervento:

EEM1: Isolamento pareti verticali a cappotto

EEM2: Isolamento copertura piana dall'interno con pannelli

EEM3: Installazione di valvole termostatiche sui corpi scaldanti

EEM4: Installazione di caldaia a condensazione

EEM5: Installazione di lampade a LED a basso consumo.

Gli interventi sull'involucro, seppur energeticamente convenienti, non risultano economicamente fattibili considerando gli attuali tassi di attualizzazione.

Gli interventi che coinvolgono l'impianto, invece, sono risultati convenienti sia dal punto di vista economico che da quello energetico.

Al fine di ottenere migliori risultati, si è provato a creare due scenari che combinassero tra loro interventi e permettessero di ottenere un salto di classe energetica di almeno due classi.

Per lo scenario con tempo di ritorno minore di 15 anni si è valutato una combinazione della soluzione 3 con la soluzione 4.

Per lo scenario con tempo di ritorno minore di 25 anni si è valutato una combinazione delle prime quattro soluzioni.

Lo SCN1 risulta maggiormente conveniente ma comporta risparmi energetici inferiori rispetto allo SCN2. Entrambe le soluzioni risultano efficaci sia dal punto di vista energetico che da quello economico in raffronto ai parametri imposti ad inizio diagnosi.

CON INCENTIVI														
	% ΔE	% ΔCO_2	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	n	VA N	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[an ni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	26,1%	18,9%	€ 6.504,00	€ 826,00	€ 220,00	€ 321.366,00	22,5	34,6	30	4397 4	1,9%	-0,14	[n/a]	[n/a]
EEM 2	7,1%	5,2%	€ 1.770,00	€ 826,00	€ 220,00	€ 88.142,00	15,9	27	30	2001	4,3%	0,02	[n/a]	[n/a]
EEM 3	32,0%	23,2%	€ 7.975,00	€ 826,00	€ 220,00	€ 24.184,00	2,8	3	20	8652 0	34,2%	3,58	[n/a]	[n/a]
EEM 4	9,5%	7,1%	€ 2.435,00	€ 826,00	€ 220,00	€ 45.537,00	7	8,9	20	1918 1	11,1%	0,42	[n/a]	[n/a]
EEM 5	2,4%	9,2%	€ 3.473,00	€ 826,00	€ 220,00	€ 50.946,00	6	7,7	20	2903 2	13,2%	0,57	[n/a]	[n/a]
SCN 1	39,9%	29,1%	€ 9.987,00	€ 826,00	€ 220,00	€ 69.721,00	5,5	6,65	30	2554 0	12,7%	0,37	1,366	1,178
SCN 2	60,5%	44,0%	€ 15.109,00	€ 826,00	€ 220,00	€ 470.470,00	25,80	24,85	30	- 3457	10,70%	-0,07	0,961	1,681

10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

Dall'analisi effettuata è emerso che l'insieme di interventi risulta conveniente dal punto di vista economico. Entrambi gli scenari consentono di ottenere un salto di almeno due classi energetiche. Interventi sull'impianto termico e sull'illuminazione risultano particolarmente efficaci in quanto sono risultati essere aspetti critici della struttura in esame. Interventi sull'involucro risultano, invece, meno vantaggiosi economicamente, ma comunque assai positivi in termini di risparmio energetico ed abbattimento delle emissioni di agenti atmosferici inquinanti come la CO₂.

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
Tavola di inquadramento complesso/edificio	18/09/1997	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-E00194.dwg
Tavola di inquadramento complesso/edificio	18/09/1997	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-E00194S.dwg
Tavola piano edificio scolastico/sociale piano terra	18/09/1997	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-PIANT.dwg
Tavola piano edificio scolastico/sociale primo seminterrato	18/09/1997	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-PIAN1SS.dwg
Tavola piano edificio scolastico/sociale primo piano	18/09/1997	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-PIAN1.dwg
Tavola piano edificio scolastico/sociale secondo piano	18/09/1997	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-PIAN2.dwg
Tavola piano edificio scolastico/sociale terzo piano	18/09/1997	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-PIAN3.dwg
Tavola piano edificio scolastico/sociale piano copertura	18/09/1997	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-PIANC.dwg
Tavola piano edificio residenziale	18/09/1997	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-UIU002.dwg
Scheda centrale termica	05/05/2017	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-135-S01-001-CENTRALE TERMICA.dwg
Censimento Piano terra	05/05/2017	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-L1-042-135-P00.dwg
Censimento Piano primo	05/05/2017	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-L1-042-135-P01.dwg
Censimento Piano secondo	05/05/2017	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-L1-042-135-P02.dwg
Censimento Piano terzo	05/05/2017	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-L1-042-135-P03.dwg
Censimento Piano seminterrato	05/05/2017	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-L1-042-135-S01.dwg
Checklist piano terra	05/05/2017	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-L1-042-135-P00-Checklist.xls
Checklist piano primo	05/05/2017	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-L1-042-135-P01-Checklist.xls
Checklist piano secondo	05/05/2017	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-L1-042-135-P02-Checklist.xls
Checklist piano terzo	05/05/2017	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-L1-042-135-P03-Checklist.xls
Checklist piano seminterrato	05/05/2017	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-L1-042-135-S01-Checklist.xls
Tabulato consumi energia elettrica	Tabulato consumi energia elettrica	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoA-Tabulato consumi.xlsx



ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Contesto geografico e urbano	Contesto geografico e urbano	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-Contesto urbano.pdf
Impianto elettrico – piano terra – piano seminterrato	Planimetria con indicazione quadri elettrici	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-impianto elettrico PT S1.pdf
Impianto elettrico – piano primo – piano secondo	Planimetria con indicazione quadri elettrici	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-impianto elettrico P1-P2.pdf
Impianto elettrico – piano terzo	Planimetria con indicazione quadri elettrici	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-impianto elettrico P3.pdf
Impianto elettrico – schema a blocchi quadri elettrici	Schema a blocchi sintetico relativo ai quadri elettrici presenti	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-SCHEMA BLOCCHI QE_REV00.pdf
Impianti termici – piano terra – piano primo	Planimetria con indicazione componenti impianti meccanici	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-impianto termico PT P1.pdf
Impianti termici – piano secondo – piano terzo	Planimetria con indicazione componenti impianti meccanici	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-impianto termico P2 P3.pdf
Impianti termici – seminterrato	Planimetria con indicazione componenti impianti meccanici	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-impianto termico S1.pdf
Involucro edilizio-piano terra – seminterrato	Planimetria	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-pianta S1 PT.pdf
Involucro edilizio-piano secondo – piano primo	Planimetria	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-pianta P1-P2.pdf
Involucro edilizio-piano terzo-piano copertura	Planimetria	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-pianta P3-PC.pdf
Involucro edilizio- prospetti	Prospetto nord-sud	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-prospetto 1.pdf
Involucro edilizio- prospetti	Prospetto ovest	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-prospetto 2.pdf
Involucro edilizio- prospetti	Prospetto est	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-prospetto 3.pdf
Involucro edilizio- sezione	Sezione	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-sezione.pdf
Zone termiche – piano terra –	Identificazione zone termiche e stratigrafie	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-zone termiche PT.pdf
Zone termiche – piano primo	Identificazione zone termiche e stratigrafie	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-zone termiche P1.pdf
Zone termiche – piano secondo	Identificazione zone termiche e stratigrafie	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB-zone termiche P2.pdf
Zone termiche – piano terzo	Identificazione zone termiche e stratigrafie	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB--zone termiche P3.pdf
Zone termiche – piano seminterrato	Identificazione zone termiche e stratigrafie	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoB--zone termiche S1.pdf
Grafici Template		25/07/2018	DE_Lotto.8-E194_revB-AllegatoB-Grafici_Template.xlsx



ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA SECONDO UNI EN 13187:2000	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoC-report termografico.pdf

ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Titolo	Data	Nome file

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

	Titolo	Data	Nome file
1	Relazione di calcolo	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoE-Calcoli.pdf

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
CERTIFICATO N. 73 di garanzia di conformità	15/03/2017	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoF-CertCTI.pdf

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
Attestato di prestazione energetica degli edifici	14/06/2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoG-22210_2018_8025.pdf

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Attestato di prestazione energetica degli edifici	14/06/2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoH-SCN1_8025
Attestato di prestazione energetica degli edifici	14/06/2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoH-SCN2_8025

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
Analisi gradi giorno	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoI-GG.xlsx

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
SCHEDE DI CHECK-LIST DIAGNOSI ENERGETICA DI II LIVELLO	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoJ-Scheda Audit.xlsx

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
ORE A 2.1	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoK-A2.1_INVOLUCRO_TO BE LEAN.pdf
ORE A4.2	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoK-A4.2_INVOLUCRO_TO BE LEAN.pdf
ORE L.1	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoK-L1_IMPIANTO_TO BE LEAN.pdf
ORE H.2	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoK-H2_IMPIANTO_TO BE CLEAN.pdf
ORE H.16	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoK-H16_IMPIANTO_TO BE CLEAN.pdf

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
PIANO ECONOMICO FINANZIARIO - SCENARI	Giugno 2018	DE_Lotto.8-E194_revB-AllegatoL-AnalisiPEF.xls

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report Benchmark	26/07/2018	DE_Lotto.8-E194_revA-AllegatoM-Report_benchmark.xlsx

ALLEGATO N – CD-ROM

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

