

SCUOLA MATERNA STATALE "V.OLIVIERI,71"e SCUOLA ELEMENTARE "NOVARO"

E.251

VIA ANGELO OLIVIERI N. 71

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



ENVIRONMENT
PARK Parco Scientifico
Tecnologico per l'Ambiente

SCUOLA MATERNA STATALE "V.OLIVIERI,71"e SCUOLA ELEMENTARE "NOVARO"

E.251

VIA ANGELO OLIVIERI N. 71

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

Environment Park.S.p.A

via Livorno n.60 – 10144 Torino - Italia

Tel: 011 2257536 – stefano.dotta@envipark.com

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	15/05/2018	Daniela Di Fazio	Sergio Ravera	Stefano Dotta	Prima Pubblicazione
		Stefano Dotta	Daniela Di Fazio		
		Mauro Cornaglia			
		Angela Baccaro			
		Vincenzo Cuzzola			
B	24/07/2018	Daniela Di Fazio	Sergio Ravera	Stefano Dotta	Seconda Pubblicazione
		Stefano Dotta	Daniela Di Fazio		
		Mauro Cornaglia			
		Angela Baccaro			
		Vincenzo Cuzzola			

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

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

INDICE**PAGINA**

EXECUTIVE SUMMARY	I
1 INTRODUZIONE	1
1.1 PREMessa	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	2
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	6
2 DATI DELL'EDIFICIO.....	7
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO	8
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	8
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	9
3 DATI CLIMATICI	11
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	11
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	12
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	12
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	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>	17
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	18
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	19
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	19
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	20
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	22
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	23
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	24
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	24
5 CONSUMI RILEVATI	26
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	26
5.1.1 <i>Energia termica</i>	26
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	30
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	33
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	37
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	37
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	38
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	39
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	39
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	41
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO.....	44
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	44
7.1.1 <i>Vettore termico</i>	44
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i>	49
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	51
7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	52
7.4 BASELINE DEI COSTI.....	53
8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	55



8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	55
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	55
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento</i>	60
8.1.3	<i>Impianto produzione acqua calda sanitaria</i>	63
8.1.4	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	63
8.1.5	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili</i>	64
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA	68
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	68
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	74
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO	84
9.3.1	<i>Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni</i>	87
9.3.2	<i>Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni</i>	92
10	CONCLUSIONI	99
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	99
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	99
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	101
ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA		A
ALLEGATO B – ELABORATI		A
ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA		1
ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI		1
ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI		1
ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE		1
ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA		1
ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI		1
ALLEGATO I – DATI CLIMATICI		1
ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT		1
ALLEGATO K – SCHEDE ORE		1
ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI		1
ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK		1
ALLEGATO N – CD-ROM		A

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		1880
Anno di ristrutturazione		2000 circa
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
Superficie utile riscaldata	[m ²]	740,38
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2.063,93
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	4.208,21
Rapporto S/V	[1/m]	0,49
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	986,98
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	321,03
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	1.308,01
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	210
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	[-]
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici e caldaia murale a gas
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	52.4
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	155108
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	12.239
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	15.758
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	3.371

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Realizzazione cappotto interno cortile
- EEM 2: Coibentazione sottotetto
- EEM 3: Coibentazione copertura piana
- EEM 4: Installazione di un sistema di termoregolazione
- EEM 5: Efficientamento dell'impianto di illuminazione
- EEM 6: Sostituzione del generatore di calore scenario a 15 e a 25 anni
- EEM 7: Installazione impianto fotovoltaico scenario a 15 e a 25 anni
- SCN 1: Coibentazione sottotetto, Coibentazione copertura piana, Installazione di sistemi di termoregolazione, Installazione di un nuovo generatore di calore, Installazione impianto fotovoltaico
- SCN 2: Coibentazione a cappotto delle pareti esterne, Coibentazione sottotetto, Coibentazione copertura piana, Installazione di sistemi di termoregolazione, Installazione di un nuovo generatore di calore, Installazione impianto fotovoltaico

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	n	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSC R	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	4,3	4,5	675,2	0,0	0,0	14.652	30	11,5	17,6	3.513>0	6,8	0,24	na	na
EEM 2	4,3	4,5	672,8	0,0	0,0	-4.785	30	4,4	4,9	8.477>0	18,8	1,77	na	na
EEM 3	4,4	4,5	681,8	0,0	0,0	11.705	30	8,9	12,9	5.114>0	8,7	0,44	na	na
EEM 4	2,7	2,8	426,6	0,0	0,0	-3.905	15	8,9	11,5	643>0	6,5	0,16	na	na
EEM 5	4,9	4,4	769	0,0	0,0	37.095	8	14,1	15,8	18.831<0	16,5	0,51	na	na
EEM 6 15anni	7,4	7,7	1.159	790	210	15.204	15	4,2	4,6	14.128>0	18,6	0,93	na	na
EEM 7 15anni	12,0	9,8	1.743	963	256	26.484	20	8,9	11,5	11.761>0	9	0,44	na	na
EEM 7 25anni	13	11,5	2.033	963	256	26.484	20	8,2	10,3	15.243>0	10,3	0,58	na	na
SCN 1	31,1	30,3	3.793*	751*	200*	62.318	-	3,3	9,2	2.355	16,2	3,8	1,1	1,07
SCN 2	42,1	41	5.123*	751*	200*	76.971	-	3,4	4	11.744	23,4 5	15,3	1,4	1,8

*secondo il documento di F.A.Q. quesito 35 nelle analisi economiche e finanziarie degli scenari i risparmi economici sono considerati al netto dell'IVA

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

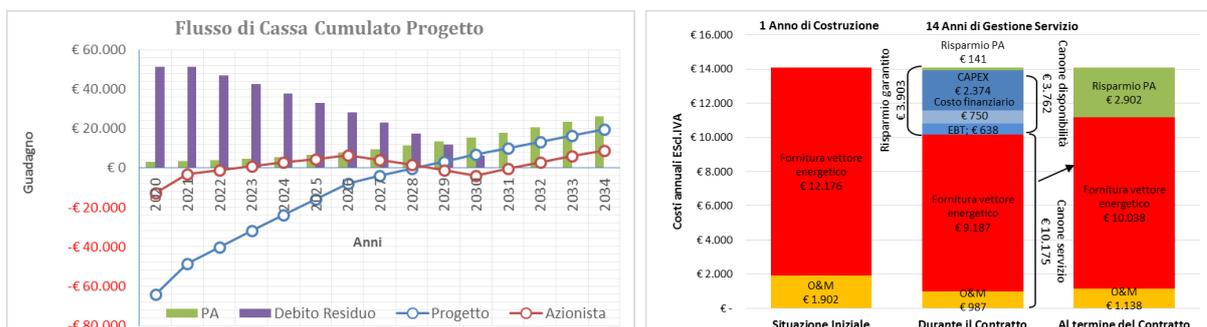
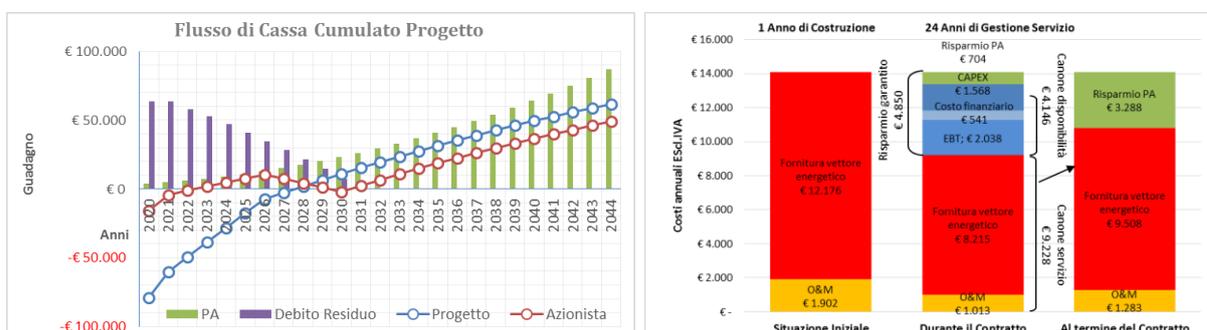


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

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

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

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta ad Ovest



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

1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

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

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

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

1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita dalla Environment Park S.p.A, il cui responsabile per il processo di audit è l'Arch. Stefano Dotta, 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

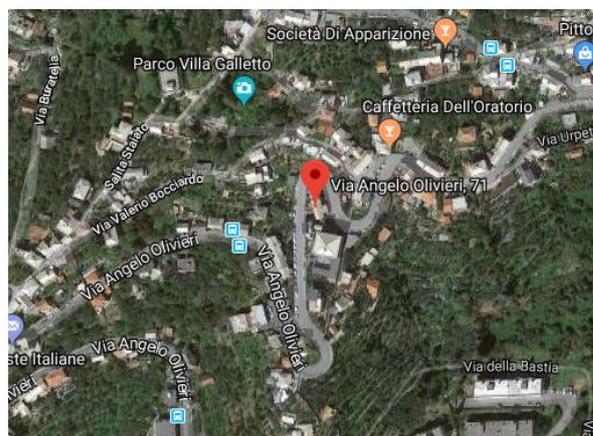
NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Daniela Di Fazio		Sopralluogo in sito
Mauro Cornaglia, Vincenzo Cuzzola		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Daniela Di Fazio		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Sergio Ravera	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Daniela Di Fazio	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Stefano Dotta	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU a seguito dei controlli effettuati dalla società di Audit è risultato avere le seguenti coordinate catastali: Sezione APP F.15 Mapp. 210 Sub. 1, 2, 3 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nel quartiere Apparizione.

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

Figura 1.2 – Ubicazione dell'edificio



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

Tabella 1.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1882
Anno di ristrutturazione		2000 circa
Zona climatica		D
Destinazione d'uso	E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili	
Superficie utile riscaldata	[m ²]	740,38
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2.063,93
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	4.208,21
Rapporto S/V	[1/m]	0,49
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	750,12

Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	986,98
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	321,03
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	1.308,01
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	210
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	[-]
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici e caldaia murale a gas
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	52.4
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{tit} /anno]	155108
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	12.239
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{rel} /anno]	15.758
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	3.371

Nota (1): Valori di Baseline

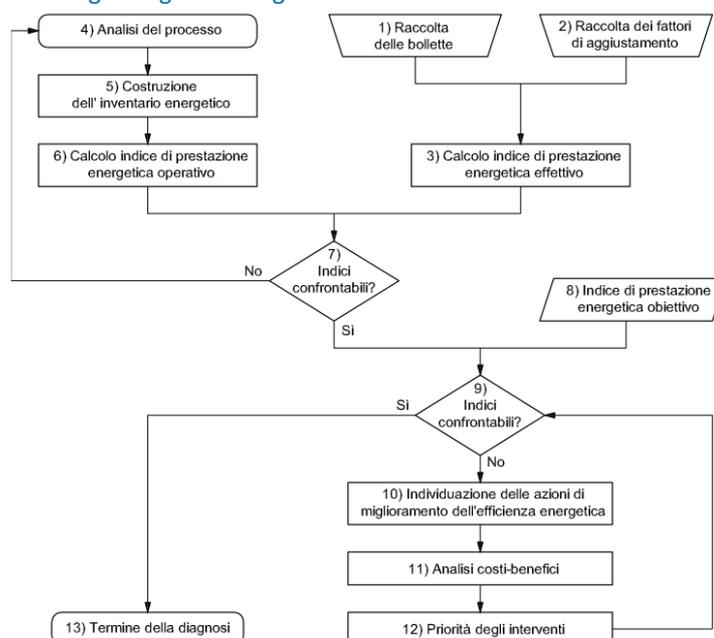
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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 B – Elaborati;
- 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 11/12/2017 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, Assisital, 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 Versione EC700 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) Certificato 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 villa Cambiaso dell'Università di Genova e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- i) Individuazione della "baseline termica" di riferimento (e relative emissioni di CO₂) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});

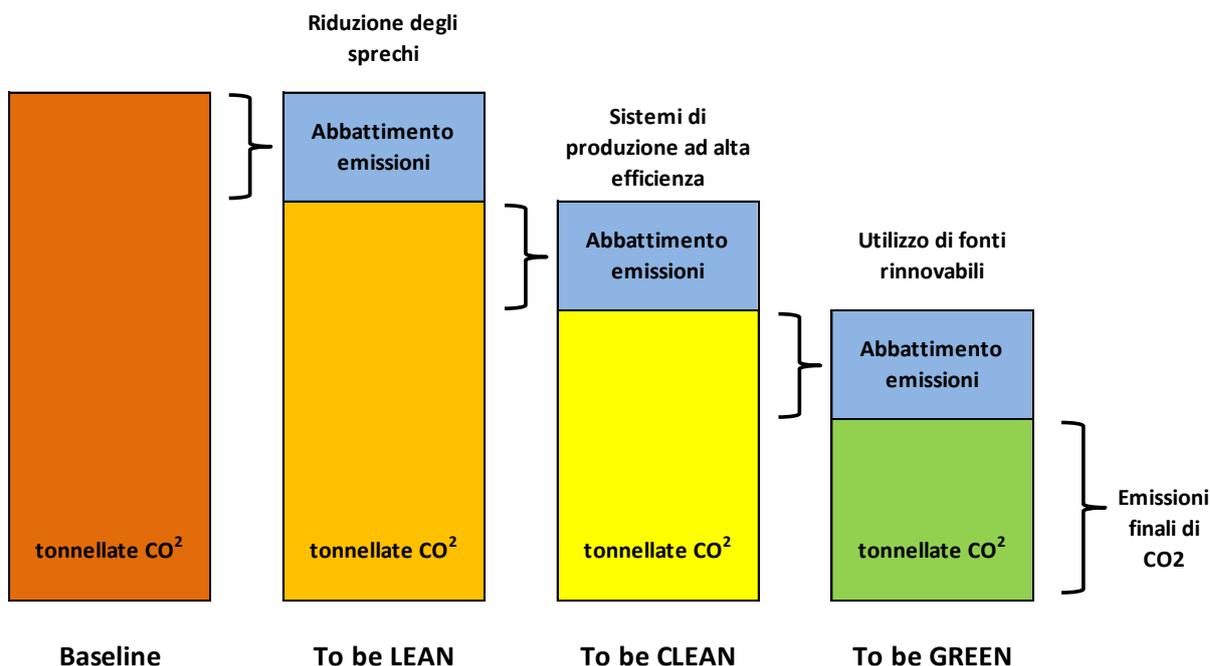
- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche,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

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



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

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



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

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

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

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

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

- TRS (Tempo di rientro semplice);

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

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

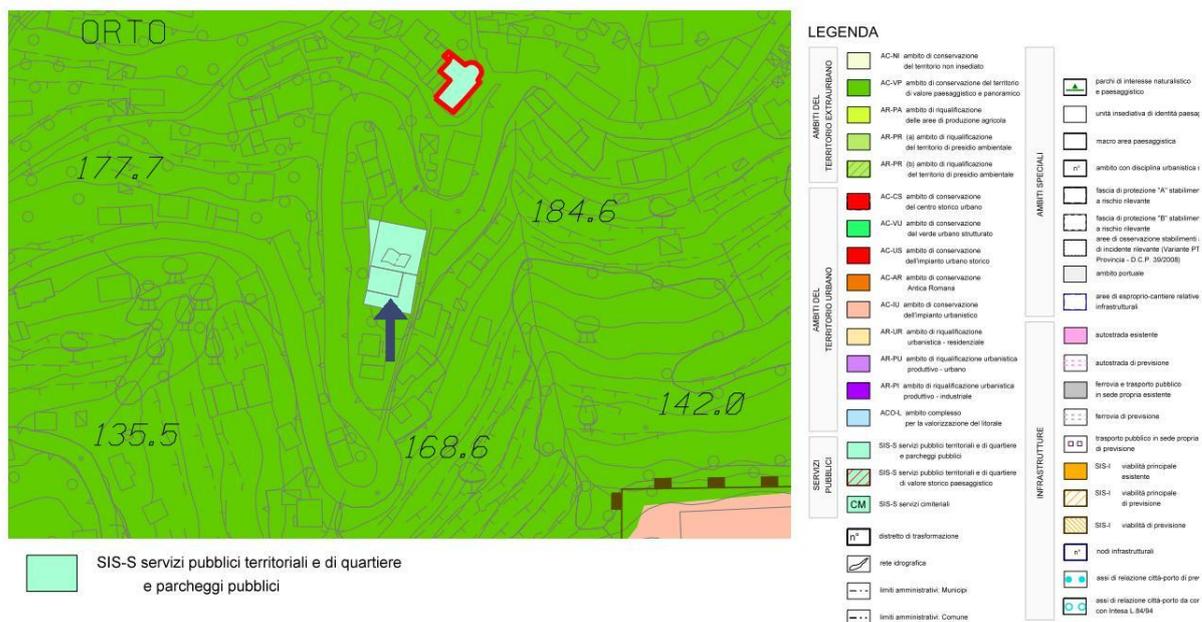
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

Lo strumento urbanistico vigente, il P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 con entrata in vigore il 3/12/2015, classifica l'edificio oggetto della DE in zona SIS-S ambito che disciplina destinazioni d'uso quali: servizi pubblici e parcheggi pubblici. Tra le attività complementari disciplina anche le zone di connettività urbana funzionali per la riqualificazione e conservazione e parcheggi privati pertinenziali o liberi da asseveramento.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L'edificio ove è ubicato la scuola Materna Statale "V. Olivieri, 71" e scuola Elementare "Novaro" risale al 1882 è stato ampliato con la realizzazione del locale mensa negli anni Settanta ed è stato accorpato l'alloggio custode dell'ultimo piano alle aule scolastiche adibendo gli spazi aggiuntivi a laboratori di informatica e audiovisivo. Ai sensi del DPR 412/93 la destinazione d'uso dell'edificio è E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.

Ai fini dell'esecuzione degli interventi di efficientamento energetico non sarà comunque necessario apportare varianti agli strumenti urbanistici né provvedere ad espropri o a variazioni di proprietà.

L'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da tre piani fuori terra, nei quali sono presenti la scuola materna, la scuola elementare e la zona cunana e refettorio.

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

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

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

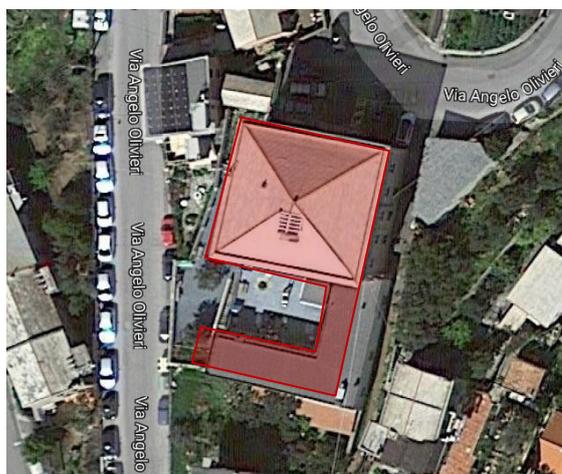


Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽²⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽³⁾	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA ⁽³⁾
Terra	Ingresso, scuola materna, palestra, zona refettorio e cucine	[m ²]	441,95	318,75	[-]
Primo	Aule e bagni scuola elementare	[m ²]	277,24	210,73	[-]
Secondo	Aule scuola elementare, laboratori, bagni	[m ²]	267,79	210,90	[-]
TOTALE		[m ²]	986,98	740,38	[-]

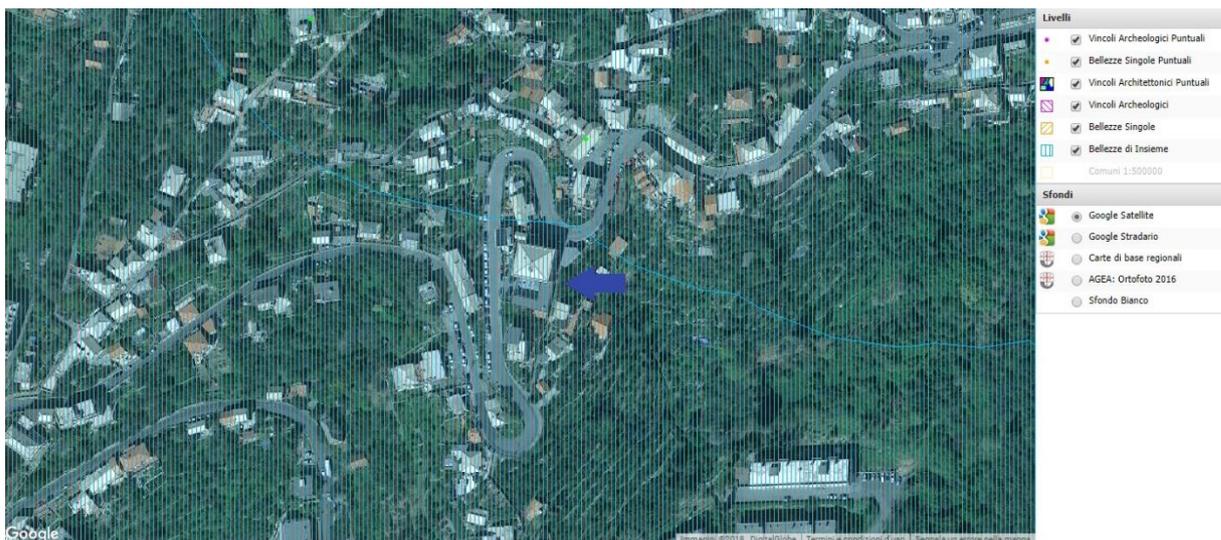
Nota (2): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

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

Situata nel levante del territorio comunale, il quartiere è caratterizzato da un paesaggio dove la componente naturalistica mediterranea si alterna con equilibrio all'edificazione contrassegnata a tratti con insediamenti sparsi. Nel 1926, insieme ad altri comuni del genovesato, per costituire Grande Genova.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



La verifica è stata effettuata sul portale della Regione Liguria dedicato agli edifici vincolati (www.liguriavincoli.it). Sullo stabile insiste un vincolo di bellezza d’insieme (numero 070046) ma nessun vincolo architettonico.

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁴⁾	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Realizzazione cappotto interno cortile	-		-
EEM 2: Coibentazione sottotetto	-		-
EEM 3: Coibentazione copertura piana	-		-
EEM 4: installazione di un sistema di termoregolazione	-		-
EEM 5: Efficenetamento illuminazione	-		-
EEM: Sostituzione del generatore di calore	-		-
EEM 7: Installazione impianto fotovoltaico	-		-

Nota (4): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

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

2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

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

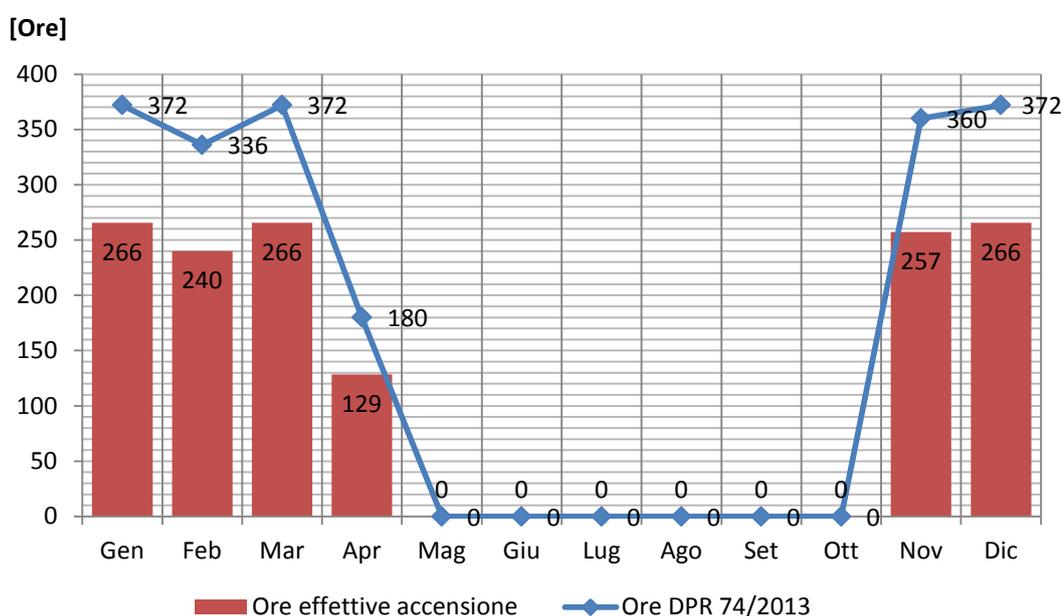
Gli orari di effettivo utilizzo dell’edificio sono stati ottenuti tramite colloquio col personale amministrativo e dirigente scolastica, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dagli uffici preposti del Comune di Genova.

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

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

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	Dal lunedì al venerdì	7.30-17.30	7.00 – 18.00
Dal 16 Aprile al 30 Ottobre	Dal lunedì al venerdì	7.30-17.30	[-]

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



Dall’analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale all’interno della struttura. Si rileva infatti un’accensione anticipata dell’impianto termico rispetto all’orario effettivo di utilizzo ed uno spegnimento prossimo all’orario di uscita del personale della struttura, al fine di garantire l’adeguata climatizzazione dell’edificio.

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

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

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

3 DATI CLIMATICI

3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 989 GG calcolati su 116 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

Tabella 3.2 – Profili mensili dei GG_{rif}

Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	GG _{rif}	PROFILO DI INCIDENZA
Gennaio	31	10,4	31	298	20	20	192	19%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	190	19%
Marzo	31	11,1	31	276	23	23	205	21%
Aprile	30	15,3	15	71	11	11	55	6%
Maggio	31	18,7	-	-	22	-	-	-
Giugno	30	22,4	-	-	21	-	-	-
Luglio	31	24,6	-	-	21	-	-	-
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	-
Settembre	30	22,2	-	-	22	-	-	-
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	-
Novembre	30	13,3	30	201	22	22	147	15%
Dicembre	31	10,0	31	310	20	20	200	20%

TOTALE	365	16,7	166	1421	223	116	989	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 delle temperature 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 installata presso il Laboratorio di Idraulica del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale (44° 24'N 8° 58'E Altitudine 40 m), denominata Stazione Meteo villa Cambiaso, in quanto risulta essere la più vicina all'edificio oggetto della DE.

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



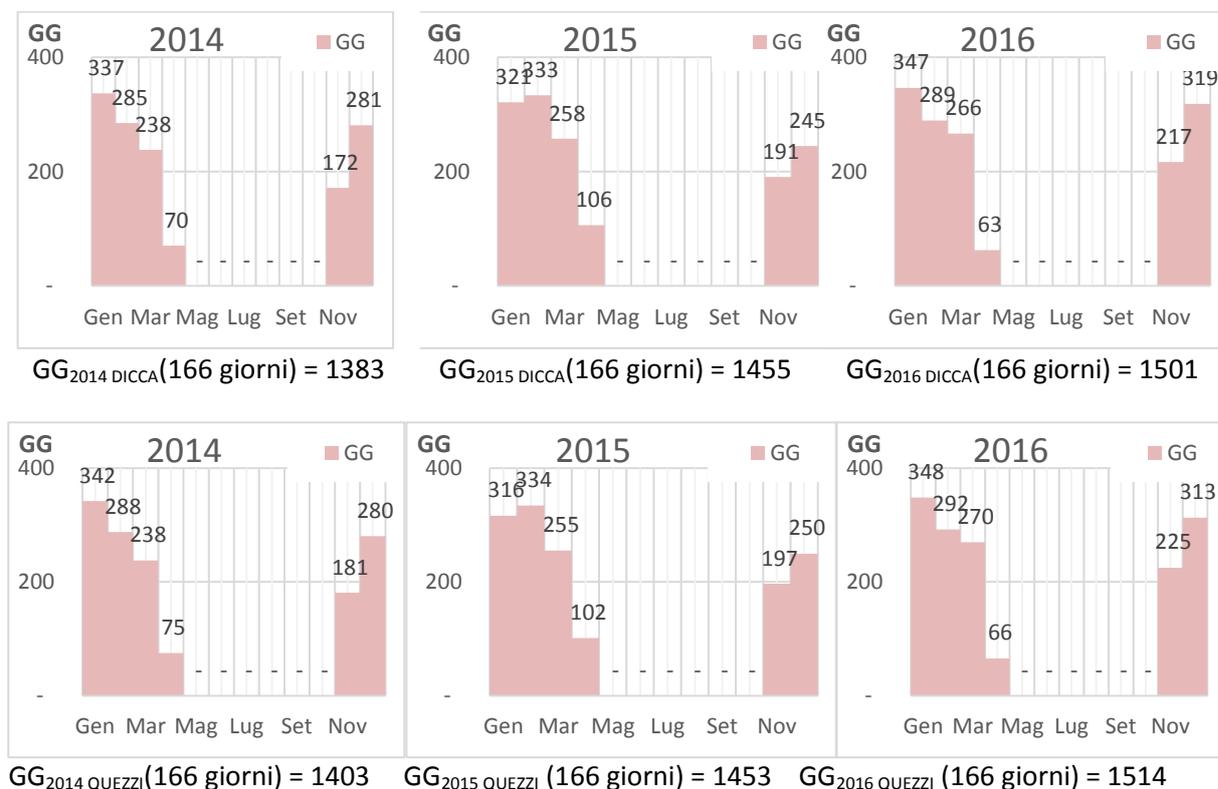
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO

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.

Durante la fase di revisione, la PA ha segnalato che tale stazione climatica potrebbe essere affetta da errori nella raccolta dei dati climatici anni 2015 e 2016. Per questa ragione si è verificata la congruità e l'attendibilità dei dati climatici confrontandoli con quelli rilevati dalla stazione ARPAL più vicina all'edificio stesso (QUEZZI, 44° 25'N 8° 58'E Altitudine 200 m).

Nei grafici successivi si sono quindi confrontati i GG delle due stazioni meteo.

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



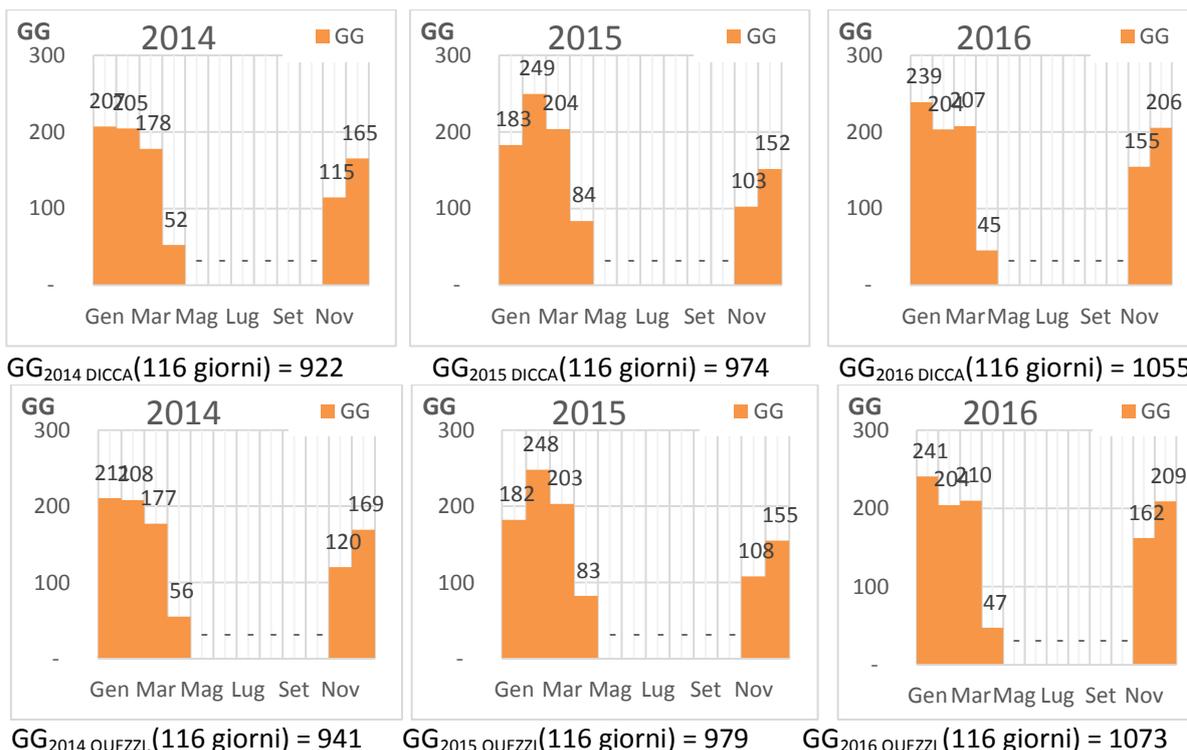
Dal confronto tra i GG calcolati sulla base delle temperature rilevate dalle due stazioni climatiche risulta che nell'anno 2014 la differenza è di 20 GG pari all'1,43% nel 2015 la differenza è di 2 GG pari allo 0,14% e nel 2016 la differenza è di 13 GG pari allo 0,86%. Si ritiene pertanto che i dati climatici rilevati dalla stazione DICCA possano essere considerati attendibili.

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 922, 974 e 1055 GG calcolati su 116 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento, riferiti rispettivamente agli anni 2014, 2015 e 2016.

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 di DICCA E CENTRO FUNZIONALE



Dal confronto tra i GG calcolati sulla base delle temperature rilevate dalle due stazioni climatiche risulta che nei 116 giorni di utilizzo nell'anno 2014 la differenza è di 52 GG pari all'3,26% nel 2015 la differenza è di 21 GG pari all'1,21% e nel 2016 la differenza è di 32 GG pari all'1,77%.

Si ritiene, pertanto che anche a seguito di questa ulteriore verifica i dati climatici rilevati dalla stazione DICCA possano essere considerati attendibili.

Tabella 3 Confronto dei Gradi Girono delle due stazioni climatiche: DICCA e QUEZZI

	GG 2014	GG 2015	GG 2016
QUEZZI	1646	1755	1835
DICCA	1594	1734	1803

4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

4.1.1 Involucro opaco

L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è composto da due tipologie costruttive differenti: la prima (porzione principale dell'edificio) in muratura in pietra portante, la seconda relativa all'ampliamento in cui sono localizzati il refettorio i bagni del refettorio e la cucina è stata realizzata successivamente e presenta struttura portante con pilastri e travi in cemento armato e muratura di tamponamento in laterizio a cassavuota.

I serramenti della scuola con struttura portante in pietra sono in alluminio con vetrocamera. Anche nella porzione di edificio con struttura portante in CA i serramenti sono in alluminio con vetrocamera ad eccezione della cucina che presenta ancora serramenti in legno con vetro singolo.

Le due tipologie costruttive risultano facilmente riconoscibili come si evince dalle immagini delle facciate riportate nelle figure 4.1 e 4.2.

La porzione di edificio in muratura portante in pietra presenta una parziale coibentazione del solaio verso sottotetto nella zona al secondo piano che è stata riconvertita da alloggio custode ad aule informatiche e audio video.

Figura 4.1 – Facciata principale dell'edificio su strada (prospetto nord)



Figura 4.2 - Particolare della muratura in pietra nel sottotetto dell'edificio



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

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR ThermaCAM E45 secondo le seguenti modalità si sono misurate le condizioni climatiche esterne (Temperatura dell'aria e umidità relativa), rilevate le caratteristiche di emissività della superficie e la temperatura riflessa sulla superficie. Ci si posiziona davanti all'oggetto e si effettua la foto congiuntamente con la misura della distanza.
- Rilievo degli spessori murari delle due tipologie costruttive e rilievo degli spessori dei solai interpiano e di copertura
- Verifica della presenza/assenza di coibentazione nei controsoffitti

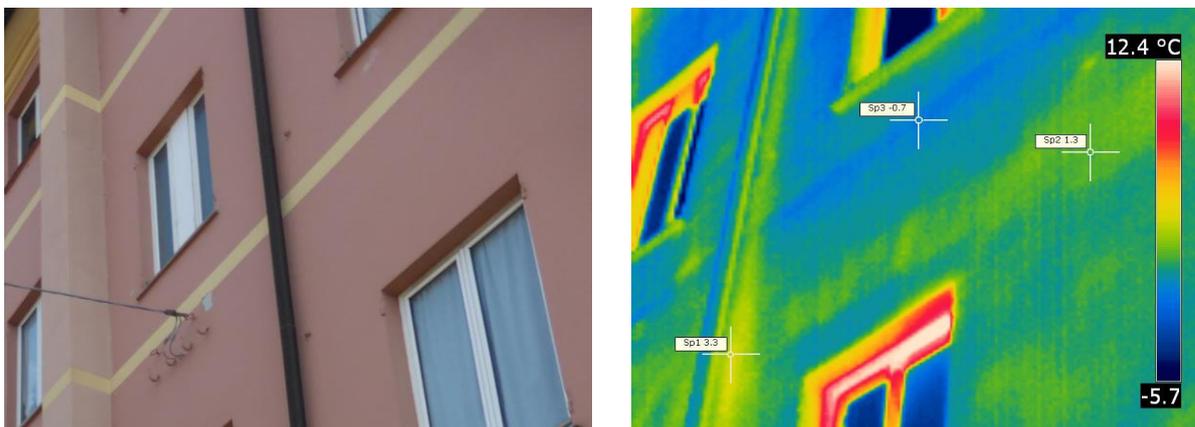
La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Il corpo principale dell'edificio è costituito in muratura portante in pietra con spessore al piano terra di 80cm rastremata nei piani successivi

- Presenza di sottotetto non coibentato nella porzione di eificio in muratura portante
- Presenza di coibentazione termica esclusivamente nel porzione di solaio pverso sottotetto che presenta la controsoffittura (ex alloggio custode)

Per la determinazione della trasmittanza termica si è fatto riferimento alla UNI/TR 11552:2014 "Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici. Parametri termofisici".

Figura 4.3 – Rilievo termografico della parete della porzione di edificio in muratura portante



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

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESORE	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA	STATO DI CONSERVAZIONE
		[cm]		[W/mqK]	
Parete verticale	M1	80	Assente	1,861	Buono
Parete verticale	M3	67	Assente	2,069	Buono
Parete verticale	M4	27	Assente	3,158	Buono
Parete verticale	M5	54	Assente	2,330	Buono
Parete verticale	M7	40	Assente	2,170	Buono
Parete verticale	M8	9	Assente	2,172	Buono
Parete verticale	M9	40	Assente	1,155	Buono
Parete verticale	M10	24	Assente	1,458	Buono
Parete verticale	M11	33,2	Assente	1,873	Buono
Parete verticale	M12	32	Assente	1,155	Buono
Parete verticale	M13	14	Assente	2,108	Buono
Parete verticale	M14	50	Assente	1,155	Buono
Pavimento	P1	44,5	Assente	0,529	Buono
Pavimento	P2	35,5	Assente	1,264	Buono
Pavimento	P3	44,5	Assente	0,328	Buono
Pavimento	P5	44,5	Assente	0,492	Buono
Pavimento	P6	31,5	Assente	1,317	Buono
Copertura	S1	29,2	Assente	1,845	Buono
Copertura	S3	99	Presente	0,663	Buono

Copertura	S4	26	Assente	1,903	Buono
-----------	----	----	---------	-------	-------

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

4.1.2 Involucro trasparente

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da serramenti con telaio in alluminio e vetrocamera ad esclusione della cucina che in cui sono installati serramenti in legno con vetro singolo. Alcuni serramenti dell'edificio presentano telaio in ferro e vetro singolo

Lo stato di conservazione degli stessi è buono e non si ritiene necessario proporre la sostituzione.

Figura 4.4 - Particolare dei serramenti



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

- Rilievo dettagliato di tutti i telai dei serramenti dell'edificio
- Misurazione diretta degli spessori dei vetri dei serramenti mediante spessivetro
- Misuratore laser per le corrette verifiche dimensionali
- Termografia dei telai

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Presenza di serramenti in alluminio senza taglio termico con vetrocamera in buono stato di conservazione
- Presenza di serramenti in alluminio con vetrocamera e cassonetti nella gran parte dei serramenti della zona refettorio, presenza di serramenti in legno e vetro singolo nella zona cucina.

Figura 4.5 – Rilievo termografico dei serramenti zona refettorio e cucina



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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Porta REI	W1	218x95	Alluminio	-	2,800	Buono
Finestra	W2	203x117	Alluminio	Vetro doppio	4,511	Buono
Finestra	W3	300x94	Alluminio	Vetro doppio	5,434	Buono
Finestra	W4	217x129	Alluminio	Vetro doppio	5,041	Buono
Finestra	W5	29x290	Alluminio	Vetro doppio	3,703	Buono
Finestra	W6	155x185	Alluminio	Vetro doppio	4,494	Buono
Finestra	W7	217x136	Alluminio	Vetro doppio	4,827	Buono
Finestra	W8	220x91	Alluminio	Vetro doppio	5,649	Buono
Finestra	W9	93x153	Alluminio	Vetro doppio	4,265	Buono
Finestra	W10	156x117	Legno	Vetro singolo	4,697	Scadente
Finestra	W11	156x128	Alluminio	Vetro doppio	4,799	Buono
Finestra	W12	156x186	Alluminio	Vetro doppio	4,439	Buono
Finestra	W13	280x141	Alluminio	Vetro doppio	4,415	Buono
Finestra	W100	203x117	Alluminio	Vetro doppio	4,511	Buono
Finestra	W101	203x46	Alluminio	Vetro singolo	5,224	Sufficiente
Finestra	W200	150x120	Alluminio	Vetro doppio	4,598	Buono
Finestra	W201	150x120	Alluminio	Vetro doppio	4,598	Buono
Finestra	W300	90x90	Alluminio	Vetro doppio	6,203	Buono
Lucernario	W301	376x206	Alluminio	Vetro doppio	6,118	Buono

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 di tipo tradizionale, alimentata a metano ed asservita alla climatizzazione invernale dell'intero edificio.

4.2.1 Sottosistema di emissione

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

- Radiatori su parete esterna non isolata;

Figura 4.6 - Particolare dei radiatori installati sulle pareti esterne degli ambienti



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 materna statale "V. Olivieri" e Scuola elementare "Novaro"	Radiatori a parete	92%

Nota (5): La potenza termica di ciascun terminale è stata ottenuta secondo le disposizioni della norma EN 442-2, considerando un delta T pari a 50 °C.

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Terra	Incassato a parete	17	2.3	39.1	[-]	[-]
Primo	incassato a parete	14	1.4	20.3	[-]	[-]
Secodno	Incassato a parete	13	1.3	16.8	[-]	[-]
TOTALE		44	1.7⁽¹⁾	76.3	[-]	[-]

Nota (6): La potenza termica di ciascun terminale è stata ottenuta secondo le disposizioni della norma EN 442-2, considerando un delta T pari a 50 °C.

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 termico avviene attraverso l'impostazione degli orari di funzionamento e della curva climatica. La temperatura massima di mandata del sottosistema di generazione è fissata a 70°C.

Non sono state rilevate valvole termostatiche installate ai terminali di emissione né termostati ambiente asserviti alla regolazione dell'impianto termico.

Figura 4.7 - Particolare del pannello di controllo di dell'impianto termico

Figura 4.8 – Orologio generale a servizio dell'impianto termico



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 materna statale "V. Olivieri" e Scuola elementare "Novaro"	Climatica	96%

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

4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

- 1) Circuito primario di collegamento tra il sistema di generazione ed il collettore caldo (fluido termovettore acqua);
- 2) Circuito secondario di mandata ai radiatori (fluido termovettore acqua);
- 3) Pompa di circolazione gemellare (funzionamento alternato) asservita al circuito primario;

Circuito primario: è presente una pompa di circolazione gemellare di mandata dell'acqua calda al collettore.

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 ⁽²⁾ [m ³ /h]	PREVALENZA ⁽²⁾ [kPa]	POTENZA ASSORBITA ⁽³⁾ [kW]
Scuola materna statale "V. Olivieri" e Scuola elementare "Novaro"	Lowara FCG 65-10T mandata acqua calda a collettore	36	94	0.915

Nota (7): Valori ricavati da dati di targa

Nota (8): Valori ricavati in sede di sopralluogo

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

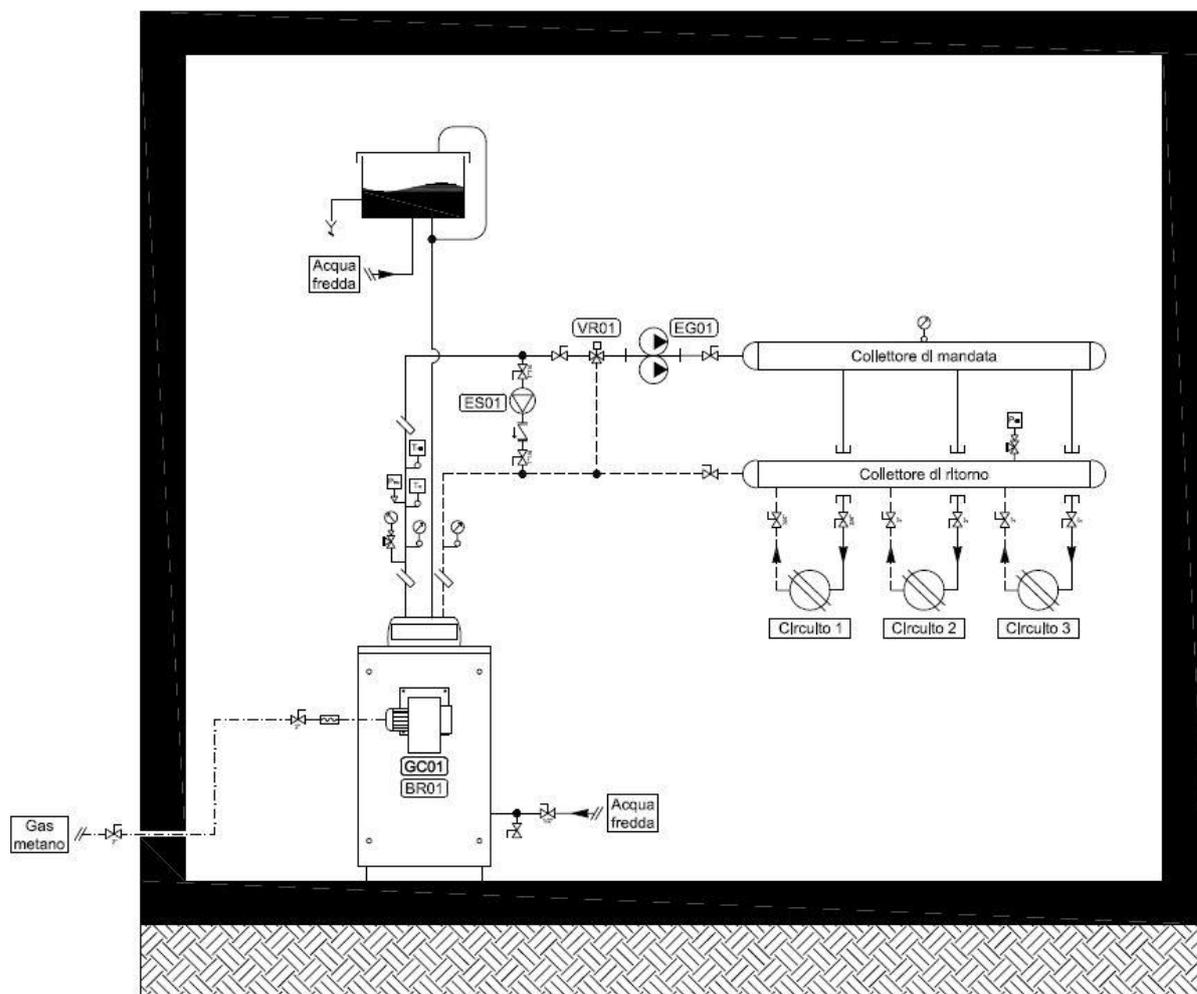
CIRCUITO		TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁴⁾	TEMPERATURA CALCOLO
		°C	°C
Scuola materna statale "V. Olivieri" e Scuola elementare "Novaro"	Mandata	Caldo	70
Scuola materna statale "V. Olivieri" e Scuola elementare "Novaro"	Ritorno	Caldo	60

Nota (9): Valori rilevati il giorno 18/12/2017 alle ore 15.00, in orario di utilizzo della scuola, con una temperatura esterna di circa 10°C

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

Circuito secondario: sono presenti 4 valvole manuali di apertura/chiusura dei circuiti.

Figura 4.9 - Particolare dello schema di impianto [(Fonte: Tavola 164-S01-001-CENTRALE TERMICA.dwg)]



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione pari al 88.7% è stato calcolato tramite la norma UNI TS 11300-2.

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

4.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una centrale termica dotata di un'unica caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano, di produzione Unical modello P190 con bruciatore bistadio R.B.L Gulliver BS4D.

Figura 4.10 - Particolare della caldaia Unical P190



Figura 4.11 - Particolare del bruciatore R.B.L Gulliver BS4D



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

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche sistema di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE ⁽⁵⁾ [kW]	POTENZA TERMICA UTILE ⁽⁵⁾ [kW]	RENDIMENTO ⁽⁶⁾	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA ⁽⁶⁾ [kW]
Gen 1 Riscaldamento	Unical	P190	1997	210	190	[-]	0.53

Nota (10): Valore ricavato tramite letture dei dati di targa rilevati in sede di sopralluogo

Nota (11): Dato mancante causa assenza di libretto CT al momento del sopralluogo

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato calcolato nella DE tramite UNI TS 11300-2 ed è pari al 85.9%.

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

4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione di acqua calda sanitaria è eseguita tramite 5 bollitori elettrici ad accumulo autonomi installati all'interno dei servizi igienici con una potenza complessiva di 6.6 kW e tramite una caldaia murale a gas da 22 kW asservita esclusivamente alla produzione di ACS per la cucina.

Figura 4.12 - 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 e Tabella 4.9.

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

Sottosistema di Erogazione	Sottosistema di Distribuzione	Sottosistema di Ricircolo	Sottosistema di Accumulo	Sottosistema di Generazione	Rendimento Globale medio stagionale
100%	92.6%	[-]	[-]	31%	28.7%

Nota (12) Valori di rendimento dei sottosistemi dell'impianto di produzione di ACS calcolati secondo UNI TS 11300-2

Tabella 4.10 – Rendimenti dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria caldaia murale a gas

Sottosistema di Erogazione	Sottosistema di Distribuzione	Sottosistema di Ricircolo	Sottosistema di Accumulo	Sottosistema di Generazione	Rendimento Globale medio stagionale
100%	92.6%	[-]	[-]	86.9%	76.1%

Nota (12) Valori di rendimento dei sottosistemi dell'impianto di produzione di ACS calcolati secondo UNI TS 11300-2

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

4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

Le utenze sottese all'impianto elettrico, oltre a quelle precedentemente descritte, sono costituite essenzialmente da utenze locali quali PC, stampanti 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 4.11.

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Cucina	Frigo	1	750	400	5256
Cucina	Freezer	1	Consumo annuale nominale 173 kWh	[-]	5256
Cucina	Distributore bevande calde	1	Consumo annuale nominale 173 kWh	[-]	5256
Aule informatiche locale 19	Stampante	2	550	1100	412
Aule informatiche locale 19	PC	11	65	715	412
Aula P2	Proiettore	1	155	155	206

Ai fini di un'identificazione più precisa del funzionamento dei componenti impiantistici si è proceduto, in sede di sopralluogo, al rilevamento dei dati di targa dei singoli dispositivi e all'intervista dell'utenza per meglio comprenderne le modalità di utilizzo. Non si è ritenuto necessario procedere con attività diagnostiche degli impianti elettrici data la tipologia e l'uso degli stessi.

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

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade a fluorescenza tubolari (neon).

Tale tipologia di corpi illuminanti sono installate a soffitti in uffici e servizi igienici.

Figura 4.13 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nel refettorio



L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella Tabella 4.12.

Tabella 4.12 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
----------------	-------------	--------	------------------	---------------------

			[W]	[W]
Aule PT	Neon	24	36	864
Palestra PT	Neon	8	36	288
Spogliatoi/Corridoi PT	Neon	9	36	324
Bagni PT	Neon	2	36	72
Bagni PT/Zona mensa	Neon	1	36	36
Scala corridoi/Accesso mensa	Neon	3	18	54
Scala corridoi/Accesso mensa	Neon	2	36	72
Refettorio 1	Neon	4	18	72
Cucina	Neon	10	36	360
Disimpegno	Neon	2	36	72
Refettorio 2	Neon	6	18	108
Bagni P1	Neon	3	36	108
Bagni P1	Neon	8	18	144
Aule P1	Neon	36	36	1296
Bagni P2	Neon	1	36	36
Bagni P2	Neon	1	18	18
Aule P2	Neon	16	36	576
Aule P2	Neon	16	18	288
Bagni P2 n.2	Neon	2	36	72
Aula locale 48	Neon	8	36	288
Aula locale 18	Neon	4	36	144
Aule informatiche locale 19	Neon	16	18	288
Pianerottolo/Corridoio P2	Neon	3	36	108
Vano scala	Neon	4	36	144

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.

Durante la fase di sopralluogo si è provveduto a rilevare anche lo stato di conservazione dei corpi illuminanti, che si presentano in buone condizioni. Si è inoltre verificata la presenza di luci di emergenza nei diversi locali della struttura.

Figura 4.14 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule



5 CONSUMI RILEVATI

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

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Gasolio;
- Energia elettrica.

5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura e la produzione di ACS è il Gas Metano. Per il solo anno 2014 si è impiegato il Gasolio.

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

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

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

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

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

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

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

PDR	Utilizzo	2014 [mc]	2015 [mc]	2016 [mc]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
03270050354867	Riscaldamento	6.179	16.059	17.788	110.819	151.278	167.563

03270024626421 Produzione ACS 1.225 1250 1.049 11.540 11.775 9.881

Parallelamente all'analisi dei consumi storici forniti dalla società di distribuzione si è provveduto, esclusivamente per il PDR2, alla valutazione dei consumi fatturati nel triennio di riferimento. I consumi fatturati dalla società di fornitura sono riportati nella seconda parte della **Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro..**

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

PDR: 03270050354867	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	3.007	3.928	27.187	28.329	37.001
Febbraio	-	4.098	3.347	23.467	38.603	31.532
Marzo	-	3.852	3.925	23.464	36.289	36.972
Aprile	-	758	410	3.307	7.143	3.862
Maggio	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	1.853	2.797	14.451	17.453	26.349
Dicembre	-	2.490	3.381	18.950	23.459	31.848
Totale	-	16.059	17.788	110.826	151.276	167.563
PDR: 03270024626421	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	-	-1.634	-	-	-15.392
Febbraio	-	-	2.283	-	-	21.506
Marzo	-	425	-4.356	-	4.000	-41.034
Aprile	-	-	83	-	-	782
Maggio	-	-	29	-	-	273
Giugno	-	1.509	27	-	14.215	254
Luglio	-	252	25	-	2.374	236
Agosto	-	236	24	-	2.223	226
Settembre	-	341	27	-	3.212	254
Ottobre	-	331	25	-	3.118	236
Novembre	-	1.692	215	-	15.939	2.025
Dicembre	-	2.539	192	-	23.917	1.809
Totale	-	7.325	-3.060	-	68.998	-28.825

Nota (14) per il PDR 1: Esclusivamente per l'anno 2014 si riporta in consumo in kWh come somma dei due consumi di metano e gasolio. Per il PDR2 mancano le fatturazioni dell'anno 2014.

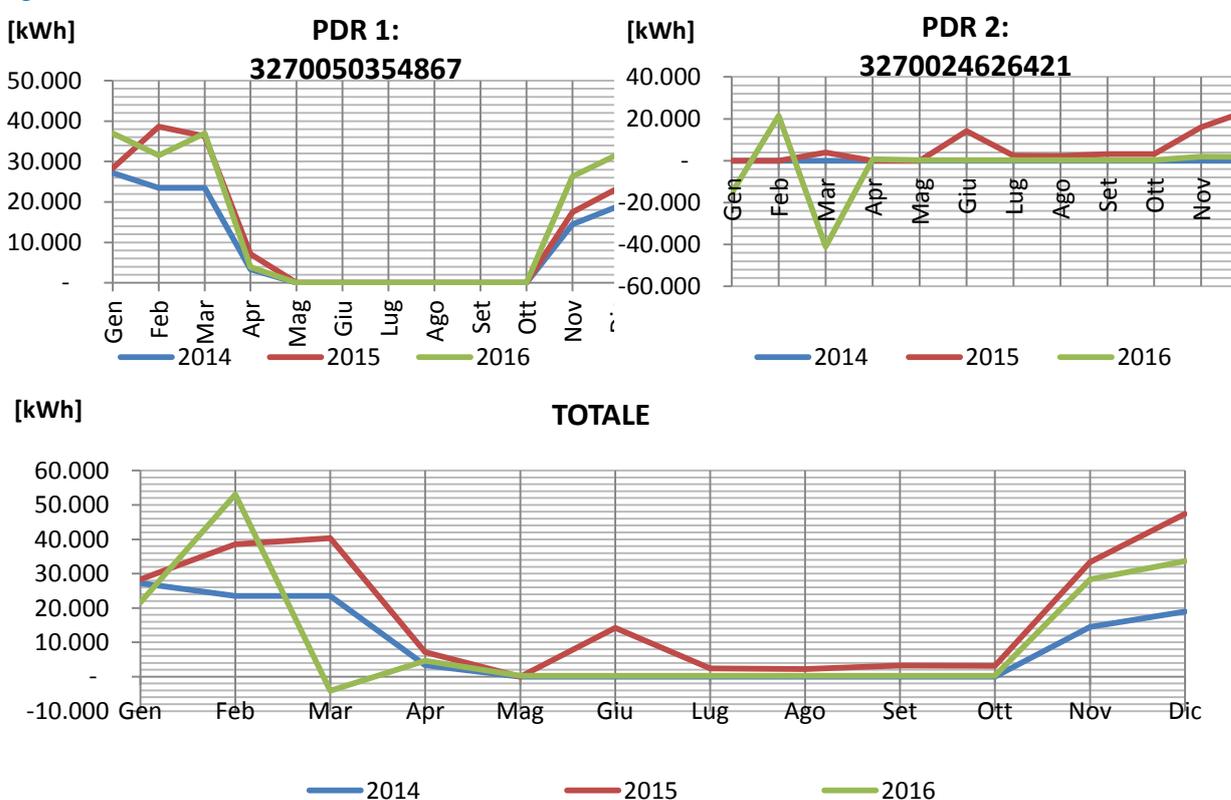
L'analisi dei consumi storici di Gas metano è stata effettuata in base alla disponibilità delle fatturazioni. L'esame del PDR 03270050354867 si basa sui m³ di gas rilevati dalla società di distribuzione in quanto la PA ha stipulato un contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) con un

soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Il consumo disponibile è di tipo annuale e non è stato quindi possibile effettuare un’analisi puntuale mensile dei consumi, ma come specificato dalla stazione appaltante “tali consumi dovranno essere riportati tra le varie mensilità in funzione dell’effettivo funzionamento stagionale degli impianti e dei Gradi Giorno reali”.

Il PDR 03270024626421 si basa sulla base dei m³ di gas rilevati dalla società di fornitura nel triennio di riferimento. Per il PDR2 non sono disponibili le fatture dell’anno 2014 e che i valori qui sopra inseriti fanno riferimento principalmente nel 2015 a letture stimate e nel 2016 fanno riferimento maggiormente a letture rilevate. Esse corrispondono ai cambi gestore nei mesi marzo/aprile e nel finale 2016. Il primo gestore per il quale si è potuto analizzare la fatturazione di tutto un anno, ha stimato alti consumi per cui al cambio gestore, nel 2016, ha dovuto scomputare migliaia di metri cubi di metano non realmente consumati. Per cui l’andamento complessivo proposto per il PDR2 dalle tabelle e dai grafici non corrisponde con esattezza al reale consumo mensile.

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 influenzato da consumi stimati del PDR 2 che non sono coerenti di anno in anno, con dei picchi in positivo e negativo in alcuni mesi del 2015 e 2016. Ciò non rende attendibile il confronto ad un consumo “reale”. Il PDR1 è stato strutturato in base al periodo di funzionamento ed i Gradi Giorno.

Confrontando l’andamento dei consumi con i GG_{real} del triennio di riferimento si può notare che il consumo da baseline ottenuto come somma del PDR 1 e 2 si discosta da quello fornito dalla PA perché, con buona approssimazione, non corrisponde al reale prelievo

Considerando che i consumi di gas metano a servizio degli impianti di riscaldamento degli ambienti sono soggetti a variazioni dovute all’andamento degli effettivi dati climatici che hanno caratterizzato il triennio di riferimento, si è reso necessario riportare tali consumi ad un comportamento

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

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

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

Dove:

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

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

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

Tale consumo è stato valutato esclusivamente ad uso riscaldamento per il PDR1. L'acqua calda sanitaria utilizza sia un altro contatore gas che un altro vettore energetico.

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

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

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

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

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

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 116 GIORNI	GG _{RIF} SU 116 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 989 GG [kWh]	CONSUMO O ACS [kWh]	CONSUMO O ALTRO [kWh]
2014	922	989	922	110.842		118.917	11.540	-
2015	974	989	974	151.319	155,3	153.661	11.775	-
2016	1.055	989	1.055	167.611	158,8	157.158	9.881	-
Media	984	989	984	143.257	145,6	144.042	11.065	-

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da un discreto aumento dei consumi. Nel 2014 si è sostituito il vettore energetico convertendo la centrale termica da gasolio e metano. È possibile che questi aumenti possano essere riconducibili ad un utilizzo diverso dei locali congiuntamente a fattori climatici.

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}	11.065
\bar{Q}_{ALTRO}	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	144.042
$Q_{baseline}$	155.108

5.1.2 Energia elettrica

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

- Scuola elementare “Novaro”;
- Scuola materna statale “V.Olivieri.

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]
IT001E00096692	Scuola elementare e materna1	15.858	15.148	16.268	15.758
TOTALE		15.858	15.148	16.268	15.758

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-E251) e sono emerse le seguenti differenze:

2014 : 16.871 kWh (-6%)

2015 : 16.975 kWh (-12%)

2016 : 18.027 kWh (-11%)

Media : 17.291 kWh (-6%)

I consumi rilevati dalla fatturazione sono mediamente più bassi del 6% rispetto quelli rilevati dalla PA. In questi consumi sono stati presi in considerazione i conguagli presenti in fatture successive.

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 15.758 kWh, quello rilevato dall'Auditor nella fase di analisi della fatturazione.

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

POD: IT001E00096692	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.630	180	330	2.140
Febbraio	1.390	162	224	1.776
Marzo	1.458	171	249	1.878
Aprile	1.233	137	241	1.611
Maggio	1.030	144	260	1.434
Giugno	708	110	219	1.037
Luglio	70	35	62	167
Agosto	55	34	64	153
Settembre	650	112	161	923
Ottobre	1.149	149	208	1.506
Novembre	1.243	158	267	1.668
Dicembre	1.162	146	257	1.565
Totale	11.778	1.538	2.542	15.858
POD: IT001E00096692	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.390	186	327	1.903
Febbraio	1.295	159	228	1.682
Marzo	1.067	130	203	1.400
Aprile	673	94	141	908
Maggio	1.043	224	273	1.540
Giugno	662	128	240	1.030
Luglio	75	43	77	195
Agosto	95	46	89	230
Settembre	623	119	191	933
Ottobre	1.332	174	222	1.728
Novembre	1.549	175	278	2.002
Dicembre	1.174	145	278	1.597
Totale	10.978	1.623	2.547	15.148
POD: IT001E00096692	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.335	165	302	1.802
Febbraio	1.337	159	240	1.736
Marzo	1.159	152	253	1.564
Aprile	1.143	174	273	1.590
Maggio	981	144	230	1.355
Giugno	636	115	205	956

Luglio	110	76	135	321
Agosto	95	66	123	284
Settembre	677	133	181	991
Ottobre	968	210	316	1.494
Novembre	1.345	305	493	2.143
Dicembre	1.073	340	619	2.032
Totale	10.859	2.039	3.370	16.268

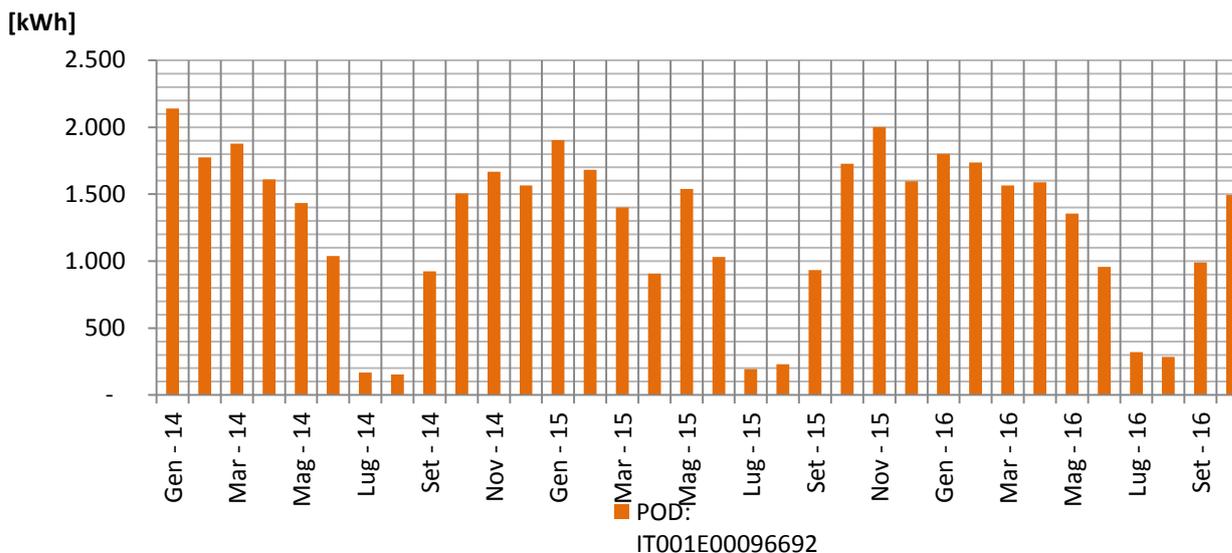
Dall'analisi effettuata è stato possibile definire i profili mensili dei consumi elettrici di Baseline, valutati come la media dei valori mensili analizzati nel triennio di riferimento. Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.452	177	320	1.948
Febbraio	1.341	160	231	1.731
Marzo	1.228	151	235	1.614
Aprile	1.016	135	218	1.370
Maggio	1.018	171	254	1.443
Giugno	669	118	221	1.008
Luglio	85	51	91	228
Agosto	82	49	92	222
Settembre	650	121	178	949
Ottobre	1.150	178	249	1.576
Novembre	1.379	213	346	1.938
Dicembre	1.136	210	385	1.731
Totale	11.205	1.733	2.820	15.758

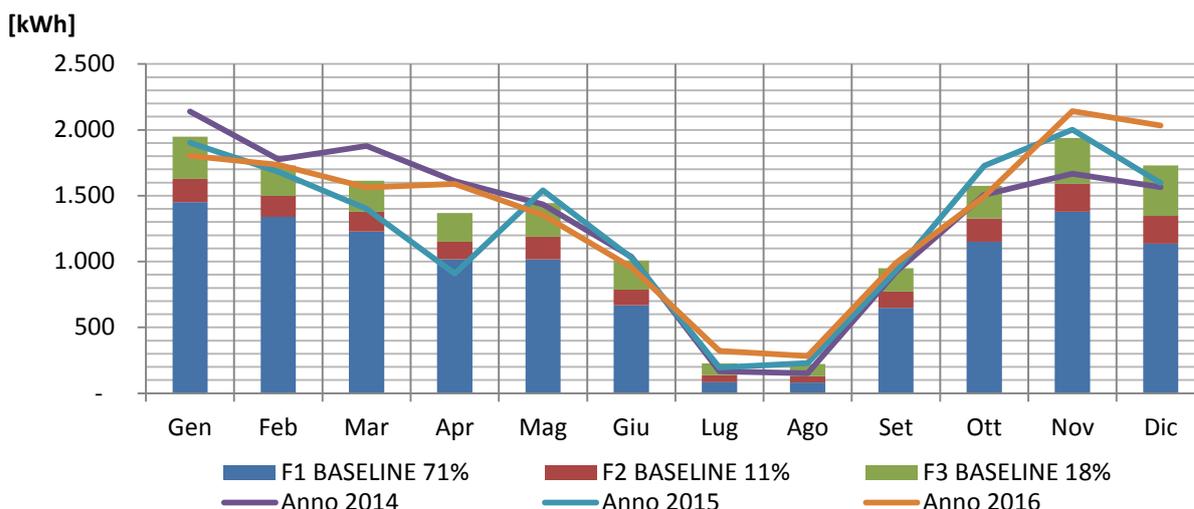
Il profilo così ottenuto è rappresentato nel grafico in Figura 5.2

Figura 5.2 – Profili mensili di Baseline riferimento



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

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



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti coerenti di anno in anno. I minimi consumi si hanno nei mesi estivi di luglio ed agosto quando l'attività della scuola è molto ridotta. Tale contributo può essere dovuto all'attività di segreteria e alla presenza di consumi in stand-by delle numerose apparecchiature presenti nella struttura, infatti le porzioni delle fasce orarie in F1, F2 ed E3 sono tra loro comparabili senza che una domini sulle altre così come accade invece negli altri mesi. In quest'ultimo caso il consumo maggiore si ha nella fascia diurna F1 la quale è sempre la componente prevalente.

Non è stato possibile rappresentare i profili giornalieri dei consumi elettrici accedendo alle informazioni fornite dalla società di distribuzione dell'energia elettrica, in quanto il contatore installato nella scuola ha una potenza minore di 55 kW, soglia necessaria per questo tipo di analisi. Pertanto non è stato possibile analizzare i profili giornalieri rappresentativi nelle diverse condizioni di utilizzo dell'edificio e di funzionamento dell'impianto

5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI

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

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

Tabella 5.9 - Fattori di emissione di CO₂.

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

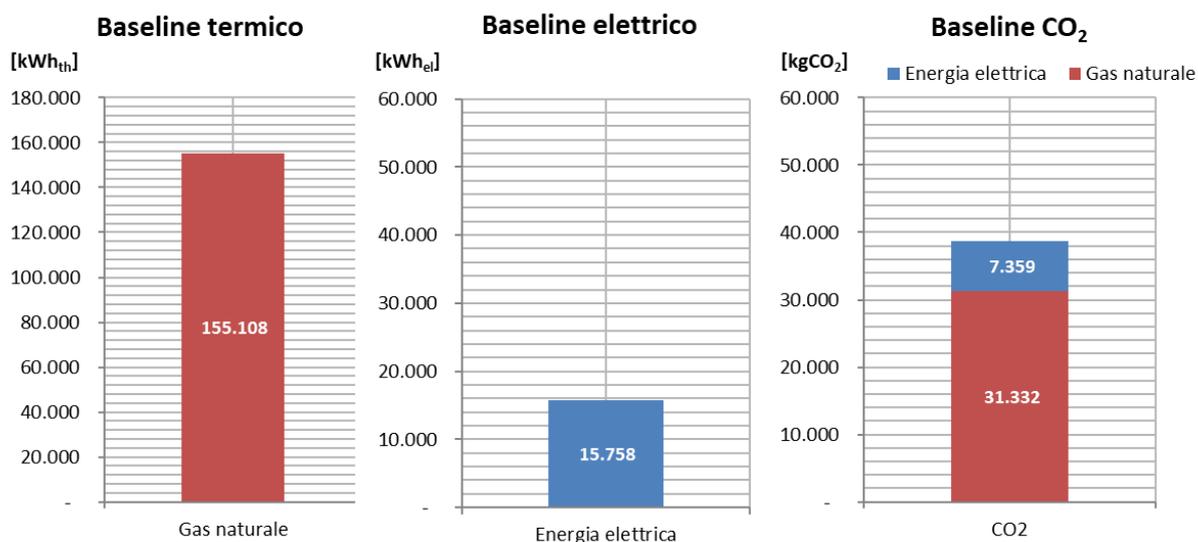
* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

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

Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[tCO ₂]
Gas naturale	155.108	0,202	31.332
Energia elettrica	15.758	0,467	7.359

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



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

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

COMBUSTIBILE	F _{P,nren}	F _{P,ren}	F _{P,tot}
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 CONSUMI RILEVATI5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.12.

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

	PARAMETRO	VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	740	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	750	m ³
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	4.208	m ³

Nella Tabella 5.13 e

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

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			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	155.108	1,05	162.863	220,0	217,1	38,7	42,32	41,77	7,45
Energia elettrica	15.758	2,42	38.134	51,5	50,8	9,1	9,94	9,81	1,75
TOTALE			200.998	271	268	48	52	52	9

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN. [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m ²]	FATTORE 2 [kWh/m ²]	FATTORE 3 [kWh/m ³]	FATTORE 1 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 2 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 3 [Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	155.108	1,05	162.863	220,0	217,1	38,7	42,32	41,77	7,45
Energia elettrica	15.758	1,95	30.728	41,5	41,0	7,3	9,94	9,81	1,75
TOTALE			193.592	261	258	46	52	52	9

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

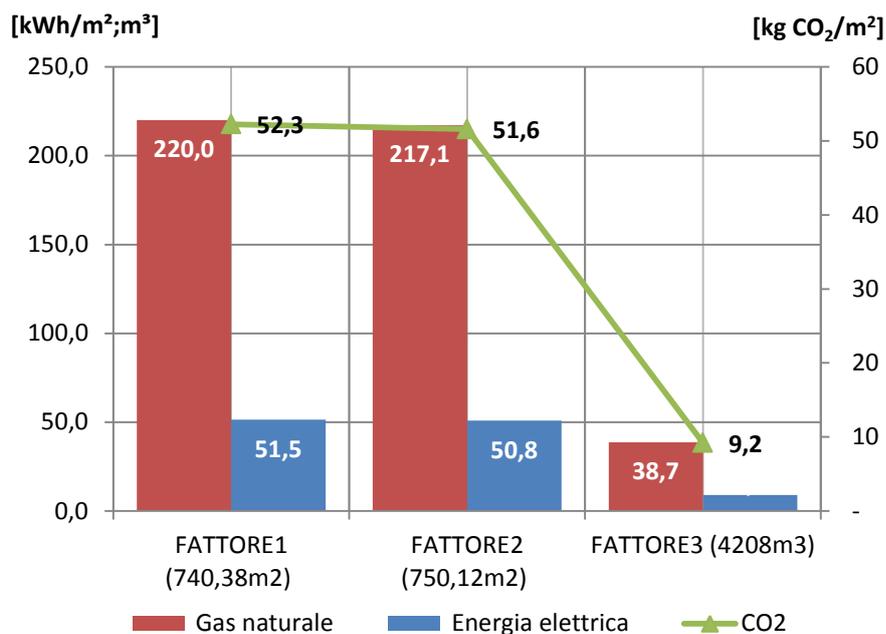
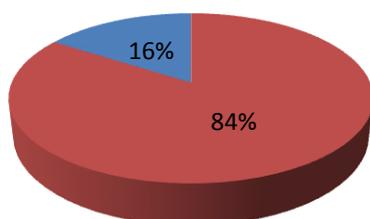
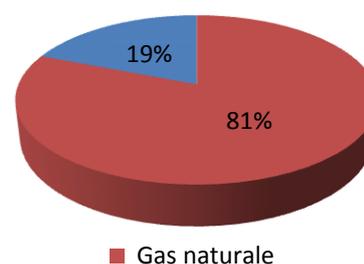


Figura 5.6 – Ripartizione % dei consumi specifici di energia primaria e delle relative emissioni di CO₂

Ripartizione % energia primaria



Ripartizione % emissioni CO₂



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

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

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

La formula definita è sotto riportata:

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

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

- Superficie lorda ai piani dell'edificio A_p ;

- Fattore F_h relativo all'orario di occupazione, così come precedentemente
La formula per il calcolo dell'indice è la seguente:

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

Tabella 5.15 – Indicatori di performance energetici

COMBUSTIBILE	IEN _R			IEN _E		
	Wh/(m ³ GG anno)			Wh/(m ³ anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	14,18	18,32	18,74	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	5,38	5,42	5,75

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo la classe di merito Sufficiente per il riscaldamento e Buono per l'elettricità.

Si rimanda nell'allegato M il dettaglio riassuntivo di tutti gli indici di performance in condizioni standard ed adattati all'utenza.

6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	U.M.
Globale	EP _{gl}	336.6	kWh/mq anno	346.9	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP _H	288.7	kWh/mq anno	291.2	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	27	kWh/mq anno	29.8	kWh/mq anno
Ventilazione	EP _v	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Raffrescamento	EP _c	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	EP _L	21	26	31.2	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP _T	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	67	Kg/mq anno	69	Kg/mq anno

Gli indici di prestazione energetica sopra riportati corrispondono ad un quantitativo annuo di vettore energetico consumato, riportato nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 6.2 – Consumo di vettore energetico ricavato dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all'utenza)

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	
	[Nm ³ /anno]	[kWh/anno]	
Gas Naturale	20858	217695	
	[kWh/anno]	[kWh/anno]	
Energia Elettrica	16166	31523	

Il modello di calcolo utilizzato deve essere validato tramite confronto con la baseline energetica, secondo la presente scala di congruità:

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

Dove:

- $Q_{teorico}$ è il fabbisogno teorico dell'edificio, come calcolato dal software di simulazione, ed è assunto pari a fabbisogno di energia per la combustione ($Q_{gn,in}$) così come definito dalla norma UNI TS 11300 parte 2;
- $Q_{baseline}$ è il consumo reale (destagionalizzato nel caso di climatizzazione), dell'edificio, definito dalla baseline energetica.

Tale raffronto deve essere realizzato sia per il consumo termico, che per il consumo elettrico.

6.1.1 Validazione del modello termico

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

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell'edificio considerando l'orario di funzionamento effettivo dell'impianto termico e gli indici di occupazione reali dell'edificio.

Nella Tabella 6.5 sono riportati gli indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione dell'edificio in modalità "Adattata all'utenza".

Tabella 6.3 – Indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all'utenza)

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	U.M.
Globale	EP_{gl}	247.4	kWh/mq anno	256.4	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP_H	199.5	kWh/mq anno	200.7	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	27	kWh/mq anno	29.8	kWh/mq anno
Ventilazione	EP_v	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Raffrescamento	EP_c	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	EP_L	20.9	kWh/mq anno	25.9	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP_T	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	49.2	Kg/mq anno	51	Kg/mq anno

Gli indici di prestazione energetica sopra riportati corrispondono ad un quantitativo annuo di vettore energetico consumato, riportato nella Tabella 6.4.

Tabella 6.4 – Consumo di vettore energetico ricavato dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all'utenza)

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	
	[Nm ³ /anno]	[kWh/anno]	
Gas Naturale	14915	155668	
	[kWh/anno]	[kWh/anno]	
Energia Elettrica	16550	34495	

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 6.5a – Validazione del modello energetico termico “Dicca” (valutazione adattata all’utenza)

$Q_{teorico}$ [kWh/anno]	$Q_{baseline}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
155108	148653	4.3%

Così come già indicato nel paragrafo 3.3 si è proceduto con un’ulteriore verifica della validità dei dati climatici della stazione DICCA attraverso una seconda validazione del modello utilizzando i GG ottenuti con i dati climatici della stazione ARPAL QUEZZI.

Anche in questo caso il modello risulta validato confermando la correttezza del modello e dei dati climatici presi a riferimento.

Tabella 6.6b – Validazione del modello energetico termico “Quezzi” (valutazione adattata all’utenza)

$Q_{teorico}$ [kWh/anno]	$Q_{baseline}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
155108	148653	3.39

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

6.1.2 Validazione del modello elettrico

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

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

$EE_{teorico}$ [kWh/anno]	$EE_{baseline}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
16550	15758	4.8%

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

6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

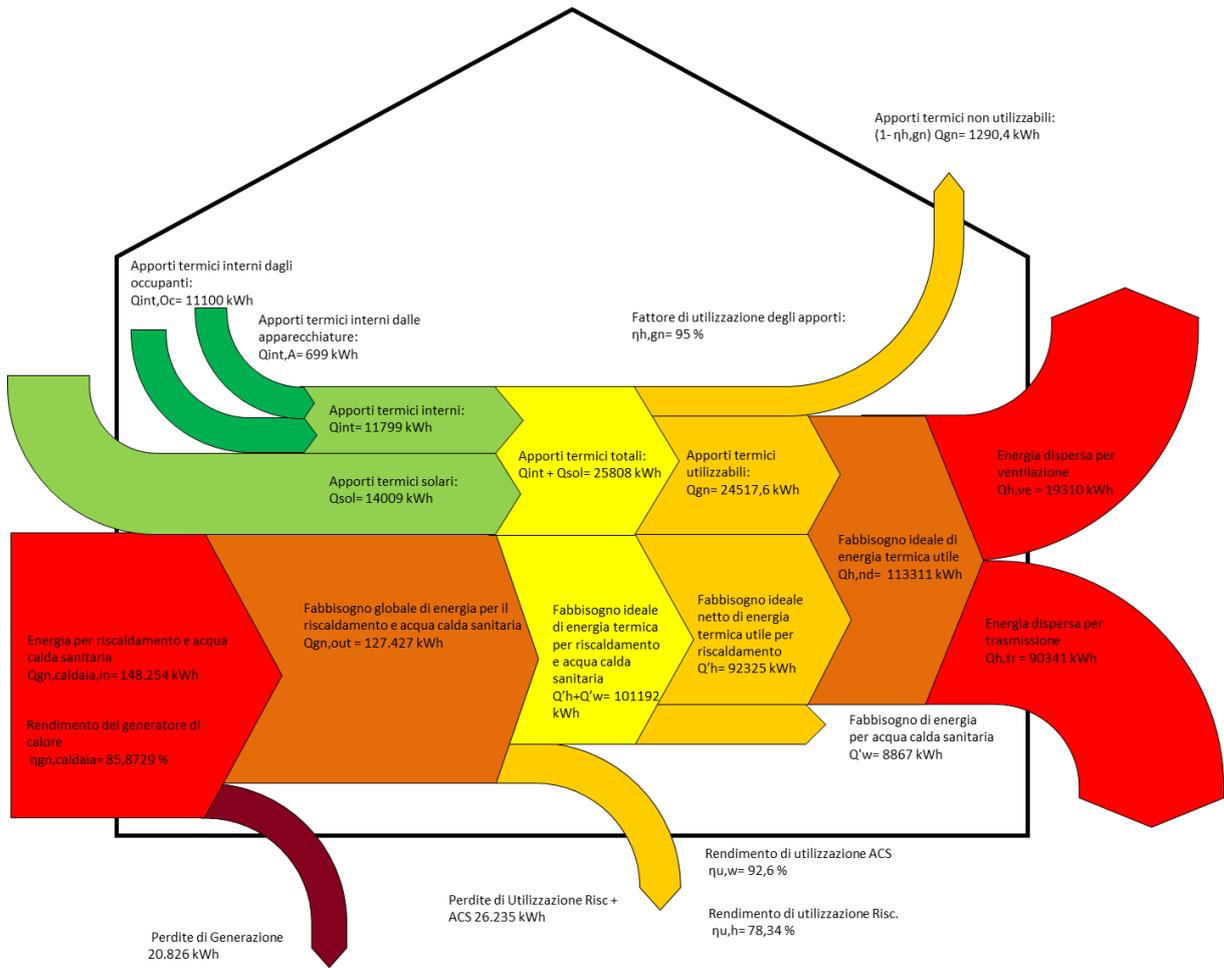
A conclusione della procedura di calcolo del fabbisogno di energia primaria, i risultati del bilancio energetico sono quindi stati rappresentati mediante diagrammi di Sankey.

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

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

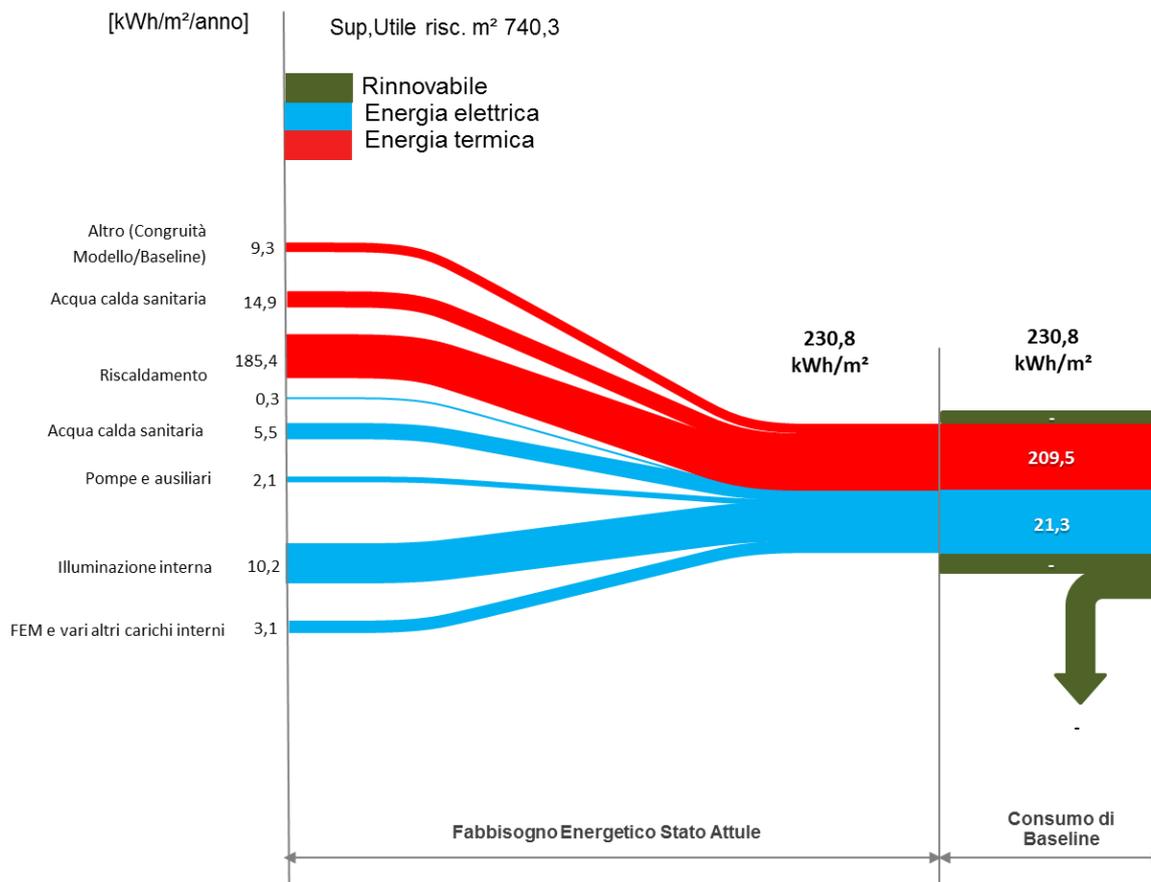
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio allo stato attuale

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



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

Figura 6.2 – Bilancio energetico complessivo dell'edificio

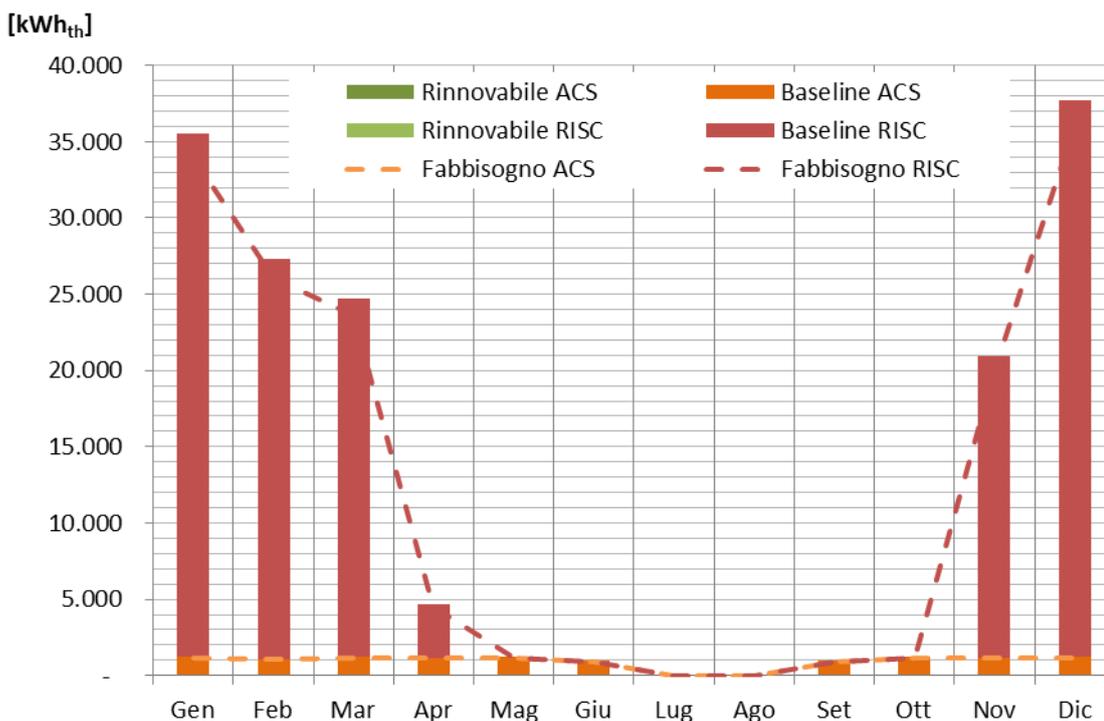


6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

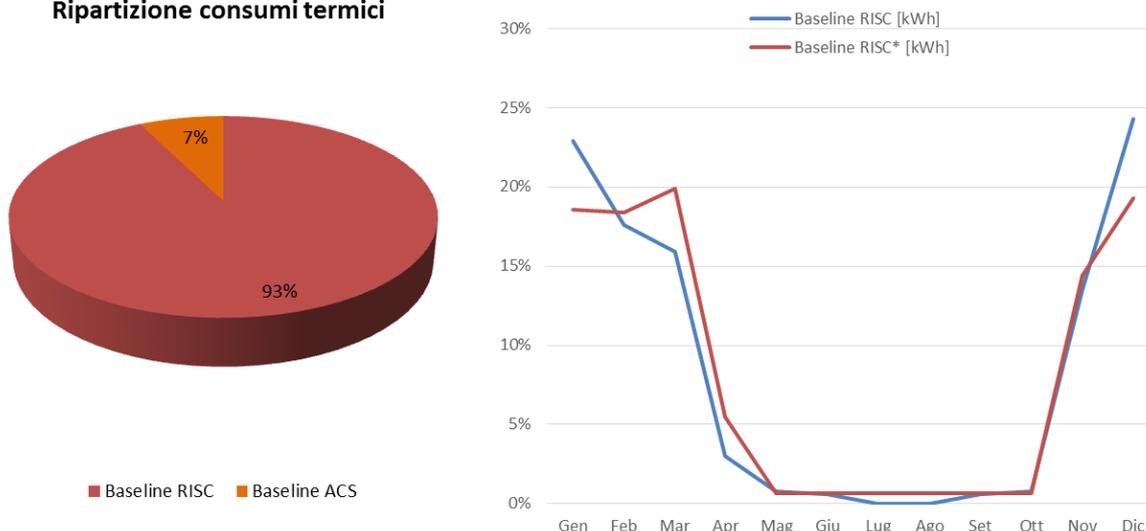
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una pi  corretta ripartizione dei consumi energetici in funzione dei diversi utilizzi.

La ripartizione mensile dei fabbisogni energetici termici ricavati dalla modellazione   riportata in figura 6.3

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



Ripartizione consumi termici

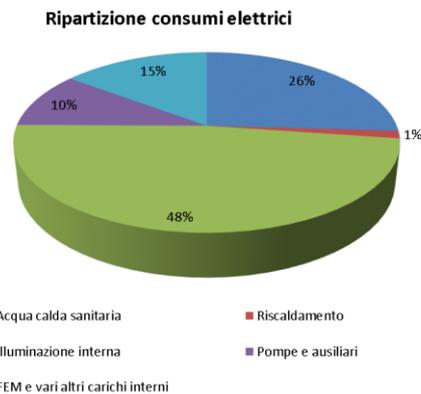
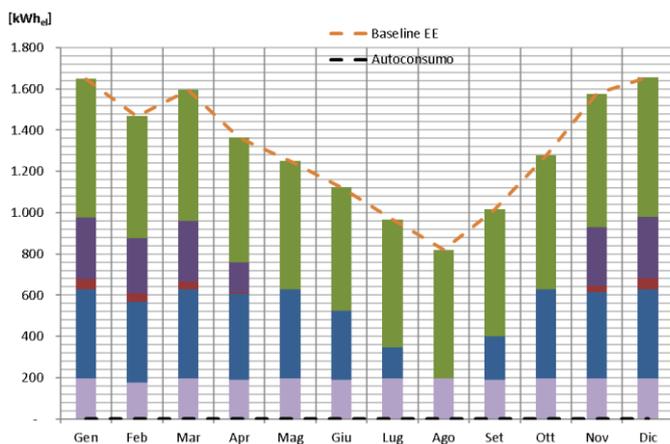


Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per la climatizzazione invernale dei locali, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti asserviti a tale servizio.

Si è inoltre effettuato un confronto grafico tra i profili mensili ottenuti dalla modellazione termica ed i profili mensili ottenuti tramite la ripartizione dei consumi annuali di Baseline, adibiti al riscaldamento degli ambienti, in funzione dei profili mensili dei GG_{rif}.

La ripartizione dei fabbisogni energetici elettrici ricavati dalla modellazione è riportata in Figura 6.4

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



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi ai servizi di illuminazione interna e di acqua calda sanitaria, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti asserviti a tali sistemi.

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 due contratti differenti per i due PDR presenti all'interno dell'edificio, come di seguito elencato:

- PDR 1 – 03270050354867: contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Non è stato quindi possibile effettuare un'analisi dei costi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA;
- PDR 2 – 03270050354867: contratto di fornitura del solo vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E' stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

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

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

PDR: 03270050354867	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura		Via Angelo Olivieri n. 71 16133 Genova (GE)	Via Angelo Olivieri n. 71 16133 Genova (GE)
Società di fornitura		IREN MERCATO SPA	ENI
Inizio periodo fornitura		-	01/04/15
Fine periodo fornitura		31/03/14	31/03/16
Classe del contatore		Classe G006	Classe G0004
Tipologia di contratto		PUNTO DI RICONSEGNA PER SERVIZIO PUBBLICO	UTENZE CON ATTIVITA' DI SERVIZIO PUBBLICO
Opzione tariffaria ^(*)			
Valore del coefficiente correttivo dei consumi		1,023328	1,023328
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile		9,42 kWh/smc	9,42 kWh/smc
Prezzi di fornitura del combustibile ^(*) (IVA INCLUSA)		0,243	0,289

Nota (15) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (16): con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

Dalle informazioni riportate nella tabella si può desumere che per il PDR1 è stato stipulato un Contratto di Servizio Energia SIE3 per cui non è possibile reperire i dati. Per il PDR2 sono mancanti le fatturazioni dell'anno 2014. Si nota che ogni anno in corrispondenza del passaggio da una stagione termica all'altra è cambiato il fornitore del metano ed a sua volta anche il costo medio annuo di fornitura del combustibile.

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

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



PDR: 03270050354867	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWh]	[€/kWh]
Gennaio						2.277	27.187	0,084
Febbraio						1.966	23.467	0,084
Marzo						1.965	23.464	0,084
Aprile						277	3.307	0,084
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						1.210	14.451	0,084
Dicembre						1.587	18.950	0,084
Totale						9.283	110.826	0,084
PDR: 03270050354867	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWh]	[€/kWh]
Gennaio						2.328	28.329	0,082
Febbraio						3.172	38.603	0,082
Marzo						2.982	36.289	0,082
Aprile						587	7.143	0,082
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						1.434	17.453	0,082
Dicembre						1.928	23.459	0,082
Totale						12.430	151.276	0,079
PDR: 03270050354867	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWh]	[€/kWh]
Gennaio						3.024	37.001	0,082
Febbraio						2.577	31.532	0,082
Marzo						3.022	36.972	0,082
Aprile						316	3.862	0,082
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-

Ottobre	-	-	-
Novembre	2.154	26.349	0,082
Dicembre	2.603	31.848	0,082
Totale	-	13.697	0,079

PDR: 03270024626421	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Totale	-	-	-	-	-	-	-	-
PDR: 03270024626421	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	182	11	60	69	34	356	4.000	0,089
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	428	12	180	302	199	1.120	14.215	0,079
Luglio	68	4	29	53	34	189	2.374	0,080
Agosto	64	4	27	50	32	177	2.223	0,080
Settembre	93	4	40	72	46	254	3.212	0,079
Ottobre	91	4	38	70	45	248	3.118	0,080
Novembre	466	4	196	358	225	1.250	15.939	0,078
Dicembre	699	4	239	538	326	1.806	23.917	0,076
Totale	2.091	46	810	1.513	940	5.400	68.998	0,078
PDR: 03270024626421	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	-523	-38	-89	-385	-258	-1.294	-15.392	0,084
Febbraio	589	4	265	484	295	1.636	21.506	0,076
Marzo	-1.136	7	-510	-917	-563	-3.119	-41.034	0,076
Aprile	16	3	12	17	48	96	782	0,122



Maggio	6	3	4	6	4	22	273	0,080
Giugno	5	3	3	5	4	20	254	0,079
Luglio	5	3	3	5	3	19	236	0,082
Agosto	5	3	3	5	3	19	226	0,082
Settembre	6	3	3	5	4	21	254	0,081
Ottobre	6	3	3	5	4	20	236	0,084
Novembre	51	3	24	42	26	146	2.025	0,072
Dicembre	45	3	22	38	24	131	1.809	0,072
Totale	-925	-5	-256	-691	-407	-2.284	-28.825	0,079

PDR: 03270024626421	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Conguaglio aprile energetic	5,76		3,85	5,73	2,59	17,93	29,00	0,62
Conguaglio maggio energetic	1,78		0,84	1,70	1,74	6,06	9,00	0,67
Conguaglio giugno energetic	1,59		0,99	1,56	0,91	5,05	8,00	0,63
Conguaglio luglio energetic	1,67		1,00	1,56	0,93	5,16	8,00	0,65
Conguaglio agosto energetic	1,65		1,00	1,57	0,93	5,15	8,00	0,64
Conguaglio settembre energetic	1,64		1,00	1,56	0,92	5,12	8,00	0,64
Conguaglio ottobre energetic	3,54		1,70	2,93	1,80	9,97	15,00	0,66

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 dal file gas-MTutela_Rev02, implementato sul file Grafici_Template. Inoltre nella colonna "Totale" del PDR2 sono stati tenuti in considerazione tutti gli arrotondamenti ed eventuali somme scomputabili indicate sulle bollette. L'assenza di letture rilevate mensili dei consumi rende questa valutazione, almeno per il PDR2, inefficace per i consistenti ricalcoli causati dai cambi di gestore.

Nel

grafico

in

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

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

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

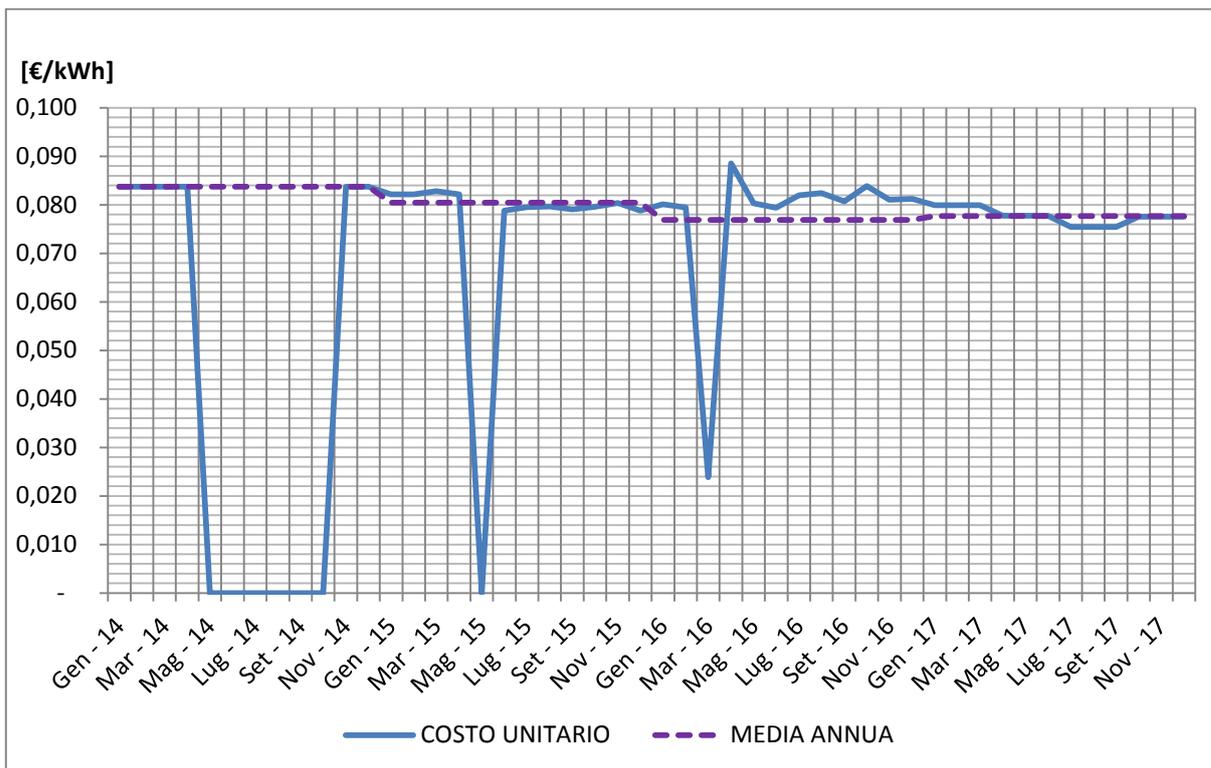
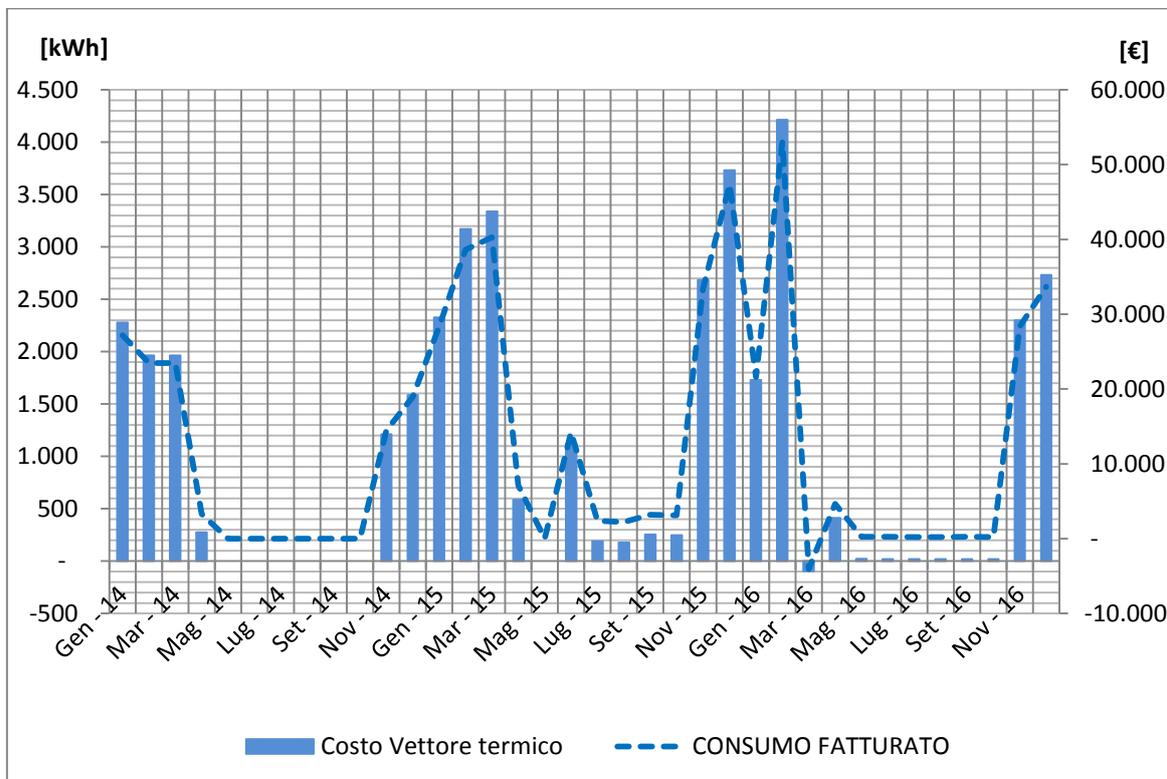


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia termica



Dall’analisi effettuata risulta evidente che l’andamento dei costi è oscillante con picchi nei mesi della stagione di riscaldamento, essendo questa la componente dominante che ha come costo medio definito a monte così come indicato dalla stazione appaltante attraverso l’uso del foglio di calcolo fornito “gas-Mtutela_Rev02”. Per il PDR2 si sono utilizzate le fatturazioni e per il quale ha mostrato

dei consumi negativi per i ricalcoli dovuti ai consumi sovrastimati. Le anomalie maggiori sono nei mesi della seconda gestione per il quale le letture stimate sono la quasi totalità.

7.1.2 Vettore elettrico

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

- POD 1 – IT001E00096692: contratto di fornitura del vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E' stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

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

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

POD: IT001E00096692	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Via Angelo Olivieri 1 Genova (GE)	Via Angelo Olivieri 1 Genova (GE)	Via Angelo Olivieri 1 Genova (GE)
Società di fornitura	Edison	Gala	Iren
Inizio periodo fornitura	01/10/13	01/04/15	01/04/16
Fine periodo fornitura	31/03/15	31/03/16	-
Potenza elettrica impegnata	20 kW	20 kW	20 kW
Potenza elettrica disponibile	20 kW	20 kW	20 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	380 V	BT, Allacciamento 380 V
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	Trioraria	Trioraria	Trioraria
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica ⁽²⁾	0,084	0,070	0,089

Nota (15) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (16): con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

Dalle informazioni riportate nella tabella si può desumere che per la fornitura dell'elettricità varia il gestore di anno in anno modificando a sua volta il prezzo tariffario medio.

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: IT001E00096692	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
Anno 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	168	25	224	27	44	450	2.140	0,210
Febbraio	141	23	199	22	38	426	1.776	0,240
Marzo	148	24	204	23	40	440	1.878	0,234
Aprile	127	28	188	20	36	400	1.611	0,248
Maggio	111	25	169	18	32	354	1.434	0,247
Giugno	79	18	141	13	25	277	1.037	0,267

Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	11	2	31	2	5	51	153	0,335
Settembre	71	15	124	12	22	243	923	0,263
Ottobre	117	22	176	19	33	367	1.506	0,243
Novembre	127	24	191	21	36	400	1.668	0,240
Dicembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Totale	1.100	207	1.647	177	313	3.408	14.126	1.100
POD: IT001E00096692	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	253	48	396	24	94	814	3.468	0,235
Febbraio	116	23	189	41	35	403	1.682	0,240
Marzo	129	26	204	24	38	422	1.947	0,217
Aprile	41	11	132	11	20	216	908	0,238
Maggio	44	13	141	13	21	231	1.013	0,228
Giugno	44	13	143	13	21	234	1.046	0,224
Luglio	48	-	122	12	18	200	921	0,217
Agosto	39	-	48	9	10	106	733	0,144
Settembre	10	-	23	3	3	38	215	0,178
Ottobre	35	11	143	12	20	220	964	0,228
Novembre	73	-	201	22	30	326	1.777	0,183
Dicembre	91	-	231	26	35	383	2.082	0,184
Totale	923	143	1.973	210	344	3.593	16.756	0,214
POD: IT001E00096692	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	53	-	152	15	22	241	1.193	0,202
Febbraio	89	-	214	26	33	361	2.082	0,173
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	161	-	360	37	56	614	2.945	0,208
Giugno	57	-	141	12	21	231	956	0,241
Luglio	22	-	91	4	12	129	321	0,402
Agosto	18	-	88	4	11	120	284	0,424
Settembre	72	-	143	12	23	249	991	0,251
Ottobre	120	-	183	19	32	353	1.494	0,236
Novembre	187	-	234	27	45	491	2.143	0,229
Dicembre	167	-	226	25	42	460	2.032	0,226
Totale	945	-	1.831	181	295	3.248	14.441	0,225

Nel grafico in Figura 7.2 è riportato l'andamento del costo unitario del vettore elettrico nel triennio di riferimento e per le mensilità dell'anno 2017 per cui è stato possibile ricavare i costi unitari forniti dall'AEEGSI.

Figura 7.2 – Andamento del costo unitario del vettore elettrico per il triennio di riferimento e per il 2017

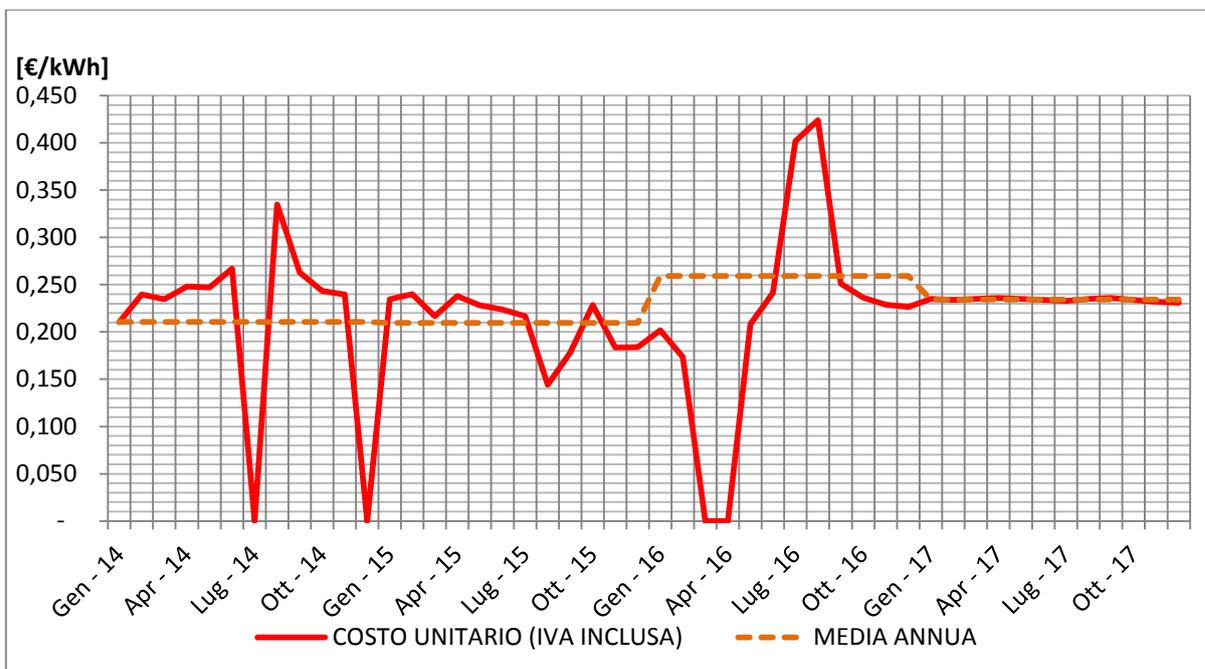
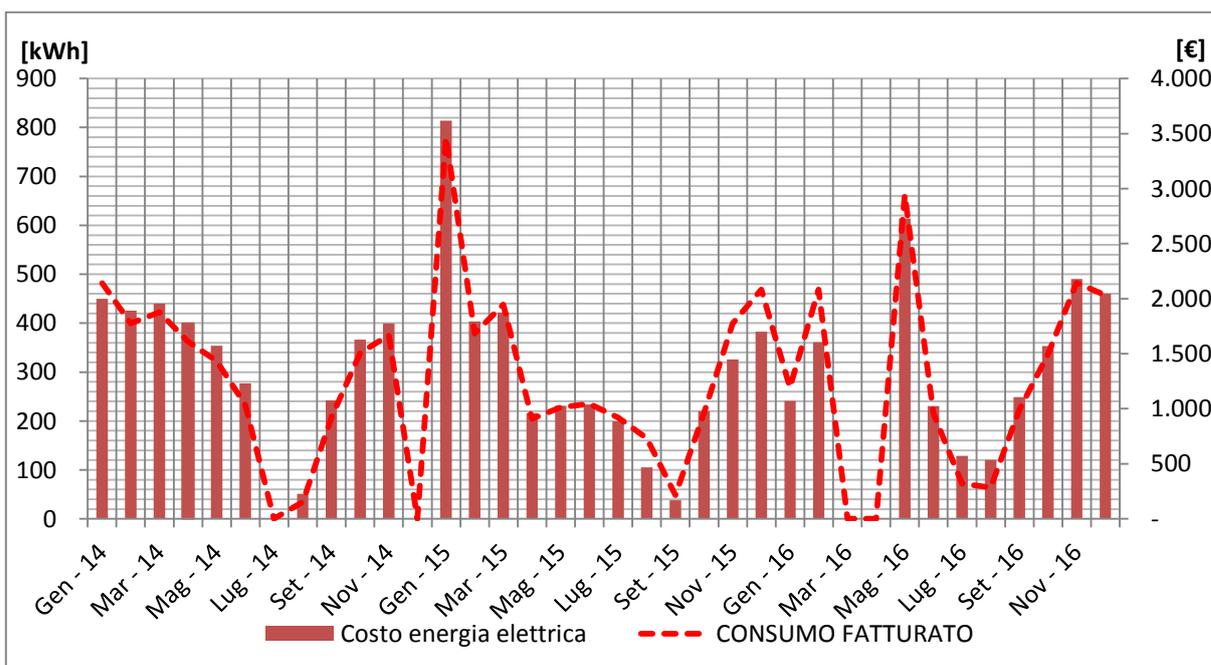


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che per consumo fatturato s'intende quello indicato su ogni bolletta, che potrebbe contenere o meno conguagli anche di altri mesi. I reali consumi mensili (comprensivi dei conguagli posticipati) sono stati presi in considerazione nelle valutazioni energetiche dell'edificio descritte nel Capitolo 5.

Dall'analisi risulta che alti costi unitari si hanno in corrispondenza dei mesi estivi in cui si raggiungono i minimi consumi a fronte di un alto costo di servizi di rete.

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	110.826	9.283	0,084	14.126	3.408	0,241	12.690
2015	220.274	17.830	0,081	16.756	3.593	0,214	21.423
2016	138.738	11.412	0,082	14.441	3.248	0,225	14.661
2017			0,079			0,213	
Media	179.506	14.621	0,082	15.599	3.421	0,220	18.042

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}	0,079 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{uEE}	0,214 [€/kWh]

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

7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI

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

- L1-042-164: servizio SIE3

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

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

Nel caso di impianti oggetto di contratto di sola conduzione e manutenzione il costo della manutenzione ordinaria C_{MO} è stato assunto pari al valore del contratto (C_{SIE3}) come fornito all'interno del file kyotoBaseline-E251.

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

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

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

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

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

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	CM _o	1.927 [€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	CM _s	512 [€/anno]

Nota (17): il calcolo dava per il SIE3 di questo edificio costi di manutenzione negativi. Si è dunque ipotizzato (in linea con gli altri casi simili) una percentuale sul totale del canone del servizio lasciando così invariato il costo del metano utilizzato per gli scenari ed EEM (la baseline comprende consumi di due PDR)

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

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 2.439 € per la sola quota di manutenzione mentre 14.678 € comprensivo della quota di energia termica (considerando un forfettario per la quota manutentiva-vedere l'approfondimento sul file Grafici).

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:

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

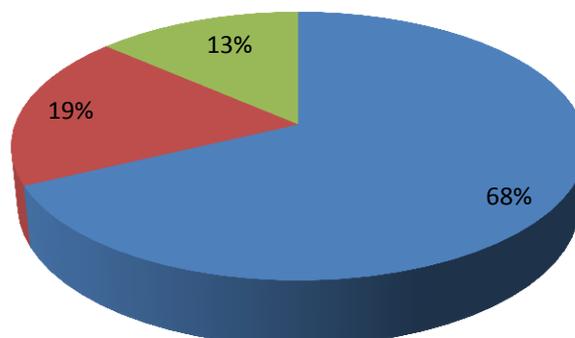
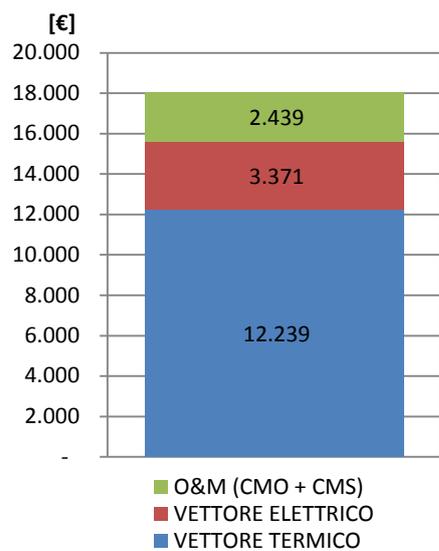
La Baseline dei Costi per il sistema edificio/impianti pre-intervento è pertanto uguale a:

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

Ne risulta quindi un C_E pari a 15.610 € e un C_{baseline} pari a 18.049 €

Figura 7.4 – Confronto tra i costi medi e di baseline

Figura 7.5 – Ripartizione costi di baseline



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

EEM1: Realizzazione cappotto interno cortile

Generalità

La misura prevede di coibentare le facciate interno cortile del refettorio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=12cm).

L'efficientamento delle pareti consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro opaco, portando anche al miglioramento alle condizioni di comfort termico.

Figura 8.1 - Particolare della facciata interno cortile



Caratteristiche funzionali e tecniche

Le murature a seguito dei lavori risulteranno efficienti sotto l'aspetto energetico e garantiranno una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti. Il cappotto contribuirà, inoltre, a garantire un miglioramento dell'estetica del fabbricato che a seguito dell'intervento si presenterà con delle facciate completamente rinnovate.

Descrizione dei lavori

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

Durante la posa dovranno essere rispettate alcune condizioni minime:

- la posa in opera dovrà essere effettuata a temperature dell'aria e del supporto comprese tra +5°C e +30°C
- le superfici devono essere pulite ed in caso contrario si dovrà procedere alla rimozione di polvere, sporco, tracce di disarmante, parti sfarinanti ed incoerenti, ecc. mediante lavaggio con acqua pulita a bassa pressione (max 200 bar)
- Verificare la planarità del supporto ed eventualmente livellare con malta d'intonaco o in alternativa con intonaco premiscelato impastato con miscela e acqua in rapporto 1:3. In corrispondenza di sporgenze specifiche, tipo cordoli in cls o elementi di laterizio fuori piombo, asportare le parti in eccesso

Le fasi di posa prevedono:

- FASE 1 Partenza con realizzazione della zoccolatura
- FASE 2 stesura del collante
- FASE 3 posa del pannello isolante
- FASE 4 tassellatura
- FASE 5 esecuzione spigoli ed angoli
- FASE 6 rasatura con rete

Prestazioni raggiungibili

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

Prestazioni raggiungibili

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

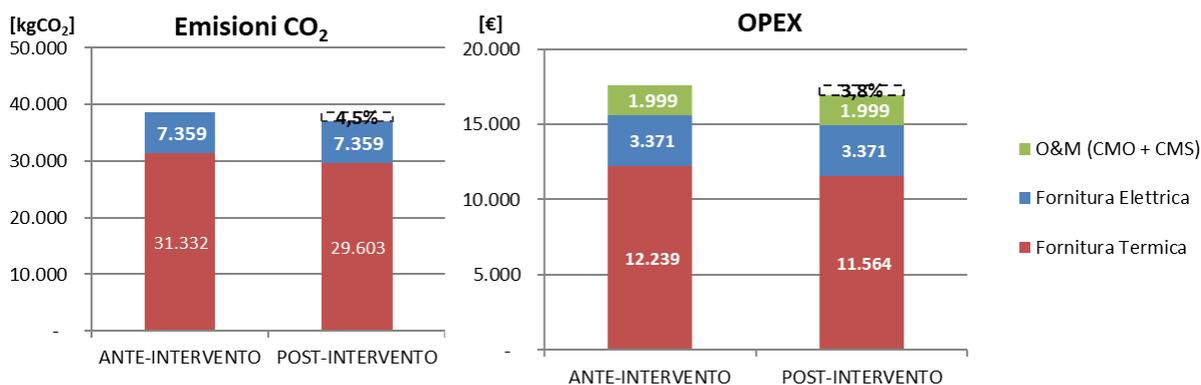
Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Realizzazione cappotto interno cortile

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 Trasmittanza termica	[W/m ² K]	1,099	0,23	79,1%
Q _{teorico}	[kWh]	148.254	140.074	5,5%
EE _{teorico}	[kWh]	16.550	16.550	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	155.108	146.551	5,5%
EE _{Baseline}	[kWh]	15.758	15.758	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	31.332	29.603	5,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.359	7.359	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.691	36.962	4,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	12.239	11.564	5,5%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.371	3.371	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	15.610	14.935	4,3%
C _{MO}	[€]	1.927	1.927	0,0%
C _{MS}	[€]	512	512	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.439	2.439	0,0%
OPEX	[€]	18.049	17.374	3,7%
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classe

Nota (18) 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: 0,079 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico (IVA inclusa).

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



EEM2: Coibentazione sottotetto

Generalità

La misura prevede di coibentare il solaio su sottotetto mediante la posa di rotoli di lana di vetro $sp=20\text{cm}$.

L'efficientamento del solaio piano consente di ridurre le dispersioni dell'involucro opaco, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo.

Figura 8.3 – Particolare del sottotetto



Caratteristiche funzionali e tecniche

L'orizzontamento a seguito dei lavori risulterà efficiente sotto l'aspetto energetico e garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti alla struttura in oggetto.

Descrizione dei lavori

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

I lavori consistono nella fornitura e posa in opera dell'isolamento termo-acustico posato sul solaio su sottotetto non riscaldato.

Le attività di posa dovranno essere le seguenti:

- Pulire l'estradosso del solaio su sottotetto dalla presenza di oggetti
- Posare sulla struttura portante i rotoli ($sp=20\text{cm}$).

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 – Coibentazione sottotetto

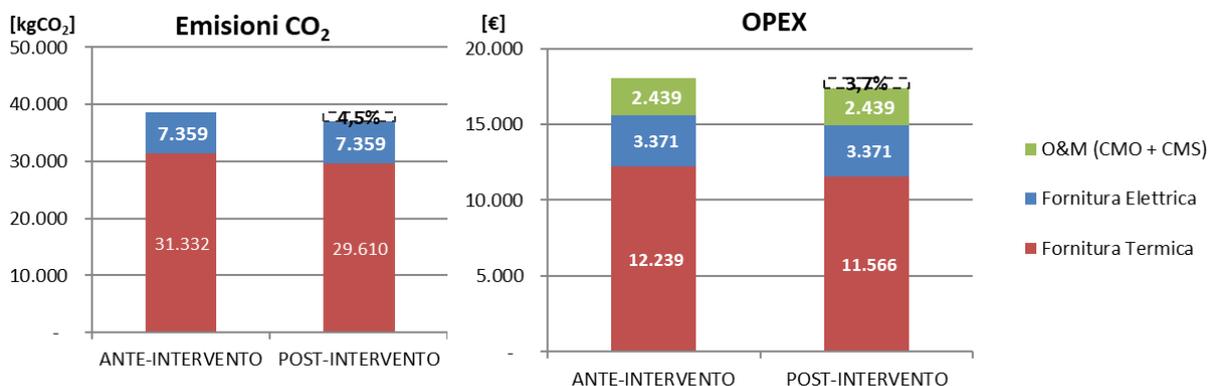
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM2 Trasmittanza termica	[W/m ² K]	1,903	0,181	90,5%
Q _{teorico}	[kWh]	148.254	140.104	5,5%
EE _{teorico}	[kWh]	16.550	16.550	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	155.108	146.582	5,5%
EE _{Baseline}	[kWh]	15.758	15.758	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	31.332	29.610	5,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.359	7.359	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.691	36.969	4,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	12.239	11.566	5,5%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.371	3.371	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	15.610	14.937	4,3%
C _{MO}	[€]	1.927	1.927	0,0%
C _{MS}	[€]	512	512	0,0%

O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.439	2.439	0,0%
OPEX	[€]	18.049	17.376	3,7%
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classe

Nota (18) 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: 0,079 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico (IVA inclusa).

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



EEM3: Coibentazione copertura piana della scuola con polistirene XPS ad alta densità e getto di completamento sp=16cm+5cm

Generalità

La misura prevede di coibentare la copertura piana del refettorio con polistirene estruso XPS ad elevata densità (sp=16cm) e getto di completamento (sp=5cm). La finitura superficiale dell’estradosso sarà con guaina impermeabilizzante.

L’efficientamento della copertura consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell’involucro opaco portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali dell’ultimo livello della scuola.

Figura 8.5 - Particolare della copertura



Caratteristiche funzionali e tecniche

L’orizzontamento a seguito dei lavori di riqualificazione risulterà maggiormente efficiente sotto l’aspetto energetico e garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all’interno degli ambienti adiacenti alla struttura in oggetto.

Descrizione dei lavori

L’intervento consiste nella fornitura e posa di pannelli in XPS ad alta densità tipo “Styrodur” dello spessore di 16 cm. La posa del coibente potrà avvenire direttamente al di sopra del manto impermeabilizzante già esistente, al di sopra dello strato isolante verrà poi realizzato un getto di pendenza in cls su cui verrà realizzato il nuovo manto impermeabilizzante.

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

Prestazioni raggiungibili

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

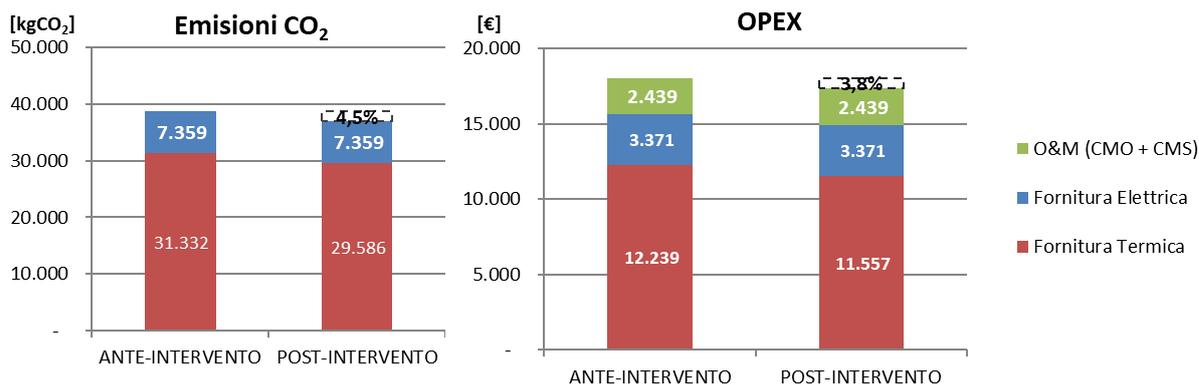
Tabella 8.3– Risultati analisi EEM3 – Coibentazione copertura piana

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM3 Trasmittanza termica	[W/m ² K]	1,845	0,208	88,7%
Q _{teorico}	[kWh]	148.254	139.995	5,6%
EE _{teorico}	[kWh]	16.550	16.550	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	155.108	146.467	5,6%
EE _{Baseline}	[kWh]	15.758	15.758	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	31.332	29.586	5,6%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.359	7.359	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.691	36.945	4,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	12.239	11.557	5,6%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.371	3.371	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	15.610	14.928	4,4%
C _{MO}	[€]	1.927	1.927	0,0%
C _{MS}	[€]	512	512	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.439	2.439	0,0%
OPEX	[€]	18.049	17.367	3,8%
Classe energetica	[-]	F	E	+1 classe

Nota (18) 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: 0,079 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico (IVA inclusa).

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



8.1.2 Impianto riscaldamento

EEM4: Termoregolazione

Generalità

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sottosistema di regolazione si può ottenere mediante l'installazione di valvole termostatiche che permettono di regolare la temperatura ambiente all'interno di un edificio.

Raggiungendo poi la temperatura impostata sulla testina essa la mantiene costantemente per tutta la durata di accensione, riducendo gli sprechi di energia e conseguente discomfort degli utenti.

Figura 8.7 - Particolare della radiatore



Caratteristiche funzionali e tecniche

Il sistema di termoregolazione è composto di tre parti:

- Valvola termostatica: che regola la portata del fluido in entrata nei radiatori,
- Testina: con la sua regolazione consente di gestire la temperatura ambiente,
- Detentore: cordolo che chiude il circuito del fluido del termosifone.

Tali componenti lavorano insieme e regolano la portata dell'acqua calda in ingresso al termosifone, tale da garantire la temperatura ambiente di set-point impostata.

L'intervento prevede l'installazione del sistema completo di ogni sua parte compatibilmente con le caratteristiche dei terminali di emissione.

Tali dispositivi prevedono una sensibilità del 0,5 °C controllando puntualmente la temperatura interna dei singoli ambienti, garantiscono un miglior comfort termico per l'utente e una migliore gestione dell'impianto termico.

Descrizione dei lavori

Si prevede l'installazione di n°44 unità, una per ciascun radiatore presente nei diversi locali dell'edificio.

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 impianto di termoregolazione

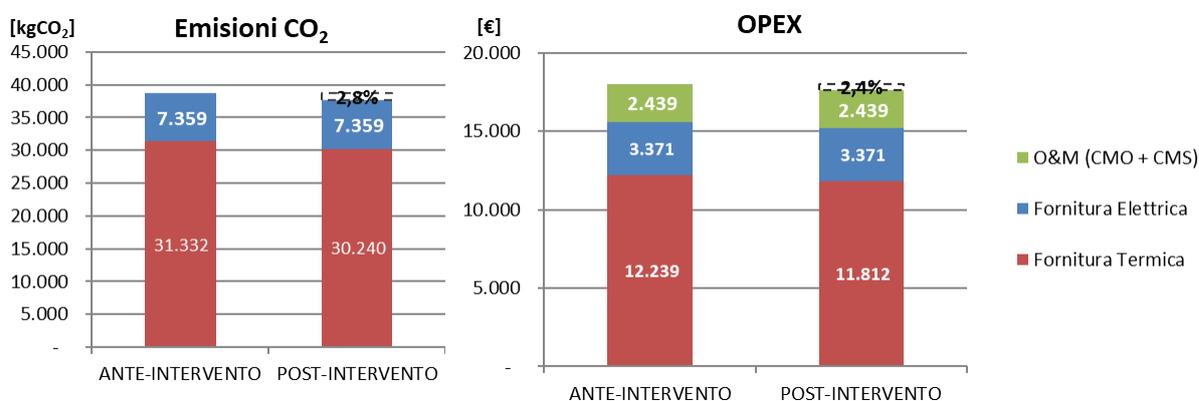
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM4 [Efficienza sottosistema di regolazione]		96%	99%	-3,1%
Q _{teorico}	[kWh]	148.254	143.086	3,5%
EE _{teorico}	[kWh]	16.550	16.550	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	155.108	149.701	3,5%
EE _{Baseline}	[kWh]	15.758	15.758	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	31.332	30.240	3,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.359	7.359	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.691	37.599	2,8%

Fornitura Termica, C _Q	[€]	12.239	11.812	3,5%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.371	3.371	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	15.610	15.183	2,7%
C _{MO}	[€]	1.927	1.927	0,0%
C _{MS}	[€]	512	512	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.439	2.439	0,0%
OPEX	[€]	18.049	17.622	2,4%
Classe energetica	[-]	F	F	+0 classe

Nota (18) 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: 0,079 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico (IVA inclusa).

Figura 8.8 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



EEM6: Efficienzamento generatore di calore

Generalità

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sottosistema di generazione si può ottenere mediante la sostituzione del generatore attuale, ormai obsoleto, con un generatore più efficiente.

Si propone, pertanto, la rimozione dell'attuale caldaia e l'installazione di una caldaia a gas metano a condensazione con elevata efficienza. Nella fase degli scenari tale intervento viene applicato già con misure "to be Lean". In particolar modo le strategie in "to be Clean" così create sono impostate in previsione degli scenari a 15 e 25 anni perché includono nella fase "to be Lean" opportunità d'intervento differenti in funzione dei loro tempi di ritorno.

Si è ipotizzata una riduzione del 50% dei costi di manutenzione dovuti alla ridotta necessità di ricorrere alla sostituzione delle componenti su un nuovo generatore ipotizzando anche di usufruire, per i primi anni, della garanzia sul prodotto.

Caratteristiche funzionali e tecniche

La sostituzione dell'attuale generatore di calore di tipo tradizionale con un nuovo generatore a condensazione di pari potenza che permette di ottenere valori di efficienza più elevati, riducendo il consumo di gas metano in ingresso al sottosistema di generazione e ottimizzarne la conversione in energia termica.

La caldaia a gas installata ha una potenza nominale al focolare di 210 kW che risultano sovradimensionati data la volumetria dello stabile ed in base alla diagnosi energetica prodotta. In questa fase viene sostituita con una di pari potenza rimandando negli scenari a 15 e 25 anni

l'installazione di un generatore con potenza inferiore, tenendo in considerazione la potenza complessiva dei terminali di emissione e il fattore di ripresa dell'edificio.

Descrizione dei lavori

L'intervento proposto prevede le seguenti operazioni:

- smantellamento del vecchio generatore a gas;
- installazione nuovo generatore a condensazione alimentato a gas metano e del bruciatore;
- rifacimento tubazioni in centrale termica e coibentazione delle stesse;
- adeguamento impianto di distribuzione gas internamente alla Centrale Termica;
- intubamento della canna fumaria con condotto di evacuazione fumi in pressione;
- Adeguamento quadro elettrico di alimentazione ed impianto interno della centrale termica;
- Installazione del sistema di programmazione settimanale.

Figura 8.9 - Particolare del generatore di calore attuale



Prestazioni raggiungibili

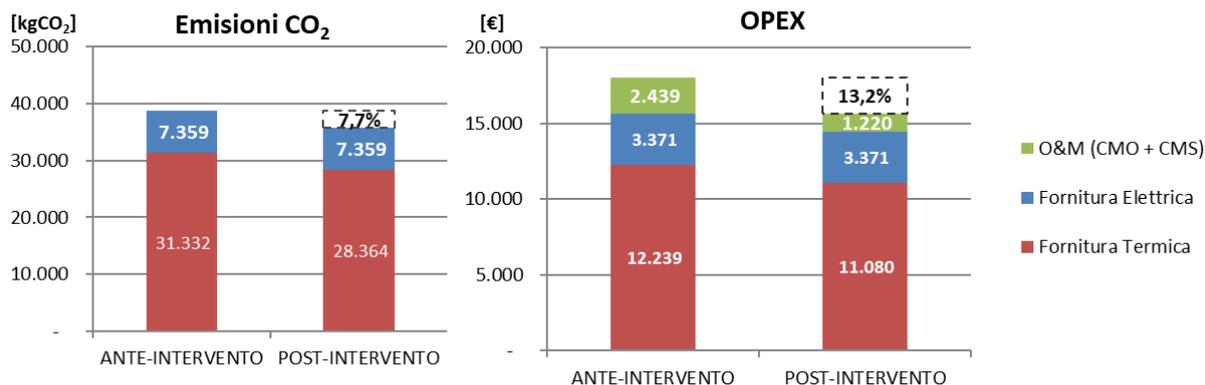
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM6 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.10.

Tabella 8.5– Risultati analisi EEM6 – Sostituzione del generatore di calore

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM6		86,50%	92,40%	-6,8%
$Q_{teorico}$	[kWh]	148.254	134.210	9,5%
$EE_{teorico}$	[kWh]	16.550	16.550	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	155.108	140.415	9,5%
$EE_{baseline}$	[kWh]	15.758	15.758	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	31.332	28.364	9,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.359	7.359	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.691	35.723	7,7%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	12.239	11.080	9,5%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	3.371	3.371	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	15.610	14.450	7,4%
C_{MO}	[€]	1.927	963	50,0%
C_{MS}	[€]	512	256	50,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	2.439	1.220	50,0%
OPEX	[€]	18.049	15.670	13,2%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classe

Nota (18) 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: 0,079 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico (IVA inclusa).

Figura 8.10 – EEM6: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

8.1.3 Impianto produzione acqua calda sanitaria

L'impianto di produzione di acqua calda sanitaria è costituito da una caldaia a metano e da boiler elettrici. Il consumo di acqua calda sanitaria è limitato e dipende dall'uso dei locali in cui sono installati. Per questa ragione non si è tenuto necessario effettuare simulazioni per questa specifica tipologia d'intervento.

8.1.4 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

EEM5: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

Generalità

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sistema di illuminazione si può ottenere mediante la sostituzione degli attuali corpi illuminanti con un sistema di illuminazione a LED.

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'attuale sistema di illuminazione è costituito da tubi al neon con potenza variabile tra i 18 ed i 36 W. Si propone di efficientare tale sistema mediante l'installazione di lampade tubolari a LED in tutti i locali della struttura.

Le nuove lampade a LED, di potenza variabile tra i 13 ed i 22 W garantiscono prestazioni ed efficienza più elevate, oltre che una migliore qualità del livello di illuminamento.

Le lampade a LED rispetto alle attuali lampade a fluorescenza garantiscono maggiore durata di vita, un maggior flusso luminoso a parità di potenza elettrica assorbita, minor calore sviluppato e accensione a freddo.

Descrizione dei lavori

Il criterio principale da seguire per la sostituzione di apparecchi illuminanti a tubi fluorescenti esistenti con apparecchi a LED è quello di utilizzare solo apparecchi a LED con le medesime caratteristiche illuminotecniche e di ingombro degli apparecchi illuminanti esistenti, in modo da non modificare la distribuzione dei corpi illuminanti dettata dai calcoli illuminotecnici di progetto né essere costretti a modificare le strutture interne.

Figura 8.11- Particolare di una lampada fluorescente attualmente installata



Prestazioni raggiungibili

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

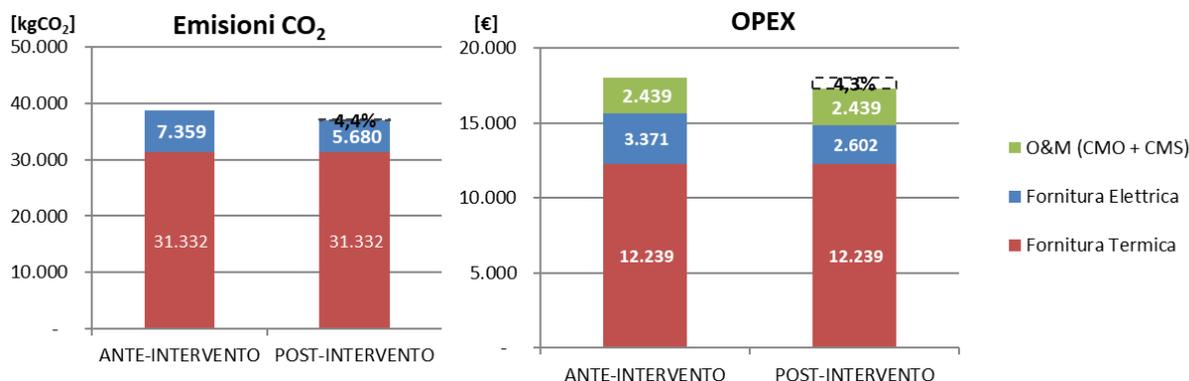
Tabella 8.6– Risultati analisi EEM5 – Installazione impianto di illuminazione LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM5	-	-	-	-
Q _{teorico}	[kWh]	148.254	148.254	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	16.550	12.773	22,8%
Q _{baseline}	[kWh]	155.108	155.108	0,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	15.758	12.162	22,8%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	31.332	31.332	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.359	5.680	22,8%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.691	37.011	4,4%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	12.239	12.239	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.371	2.602	22,8%
Fornitura Energia, C_E	[€]	15.610	14.841	4,9%
C _{MO}	[€]	1.927	1.927	0,0%
C _{MS}	[€]	512	512	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.439	2.439	0,0%
OPEX	[€]	18.049	17.280	4,3%
Classe energetica	[-]	F	G	-1 classe

Nota (18) 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: 0,079 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico (IVA inclusa).

Figura 8.10 – EEM5: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



8.1.5 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

EEM7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di un impianto fotovoltaico

Generalità

La misura prevede l'installazione di moduli fotovoltaici sulla copertura dell'edificio. Si è tenuto conto dell'esposizione e dell'effettiva superficie utile disponibile al netto delle ombre dei corpi (alberi o strutture murali) disposti in prossimità.

Tale intervento è stato ipotizzato per lo scenario a 25 anni proposto nell'intervento della sostituzione del generatore.

Figura 8.12 – Esempio di un modulo fotovoltaico



Caratteristiche funzionali e tecniche

Il dimensionamento e l'installazione dell'impianto fotovoltaico consente di coprire i consumi elettrici dell'edificio. Come si è visto l'assorbimento maggiore è nelle ore diurne, momento in cui è possibile ottenere anche la massima produzione (unica variabile sarebbe poi l'aspetto climatico). La potenza disponibile è stata ipotizzata secondo alcune caratteristiche al contorno quali l'orientamento, l'inclinazione dei pannelli e le superfici disponibili. La massima potenza nominale si ottiene con un'esposizione diretta del pannello al Sole, con un irraggiamento nominale di 1000 Watt/metro quadro, 25°C di temperatura, posizione perpendicolare ai raggi del sole, e assenza di ombreggiamenti. Nella realtà i pannelli producono energia anche in condizioni di luce indiretta e con irraggiamento inferiore, ma in misura molto minore.

Nell'edificio in questione si è ipotizzato di installare un impianto fotovoltaico di 8 kWp.

Descrizione dei lavori

La posa comprende un modulo fotovoltaico a struttura rigida in silicio monocristallino/policristallino comprensivo dei sostegni alla struttura del tetto. Ad esso sono associati un inverter bidirezionale, filtri e controllore di isolamento ed un quadro di controllo.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM6 sono riportati nella Tabella 8.1 (scenario 15 anni), Tabella 8.9 (scenario 25 anni) e nella Figura 8.2 (scenario 15 anni), Figura 8.15 (scenario 25 anni).

Tabella 8.8 – Risultati analisi EEM7 – Installazione impianto fotovoltaico su scenario 15 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM 7	-	-	-	-
$Q_{teorico}$	[kWh]	112.610	112.610	0,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	16.621	8.027	51,7%
$Q_{baseline}$	[kWh]	155.108	155.108	0,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	15.758	7.610	51,7%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	31.332	31.332	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.359	3.554	51,7%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.691	34.886	9,8%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	12.239	12.239	0,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	3.371	1.628	51,7%
Fornitura Energia, C_E	[€]	15.610	13.867	12,0%
C_{MO}	[€]	1.927	963	50,0%
C_{MS}	[€]	512	256	50,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	2.439	1.220	50,0%

OPEX	[€]	18.049	15.086	16,4%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classe

Nota (18) 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: 0,079 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico (IVA inclusa).

Figura 8.13 – EEM7: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

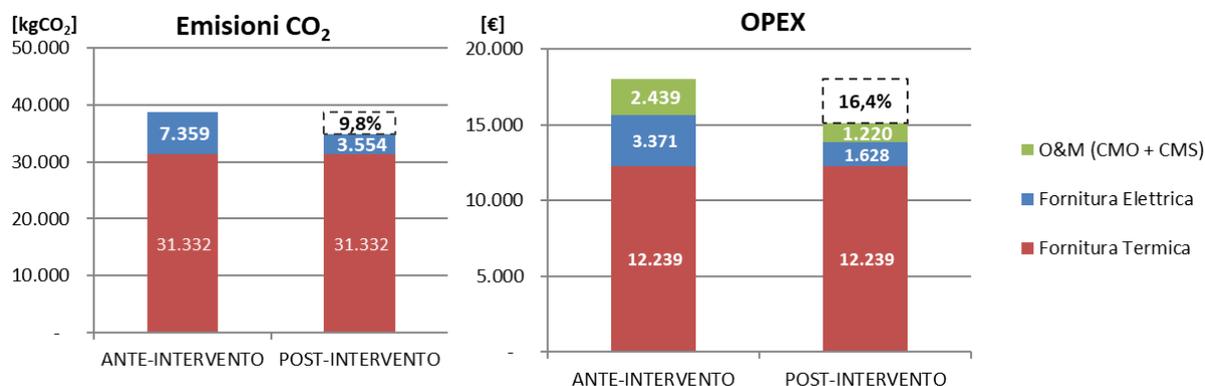


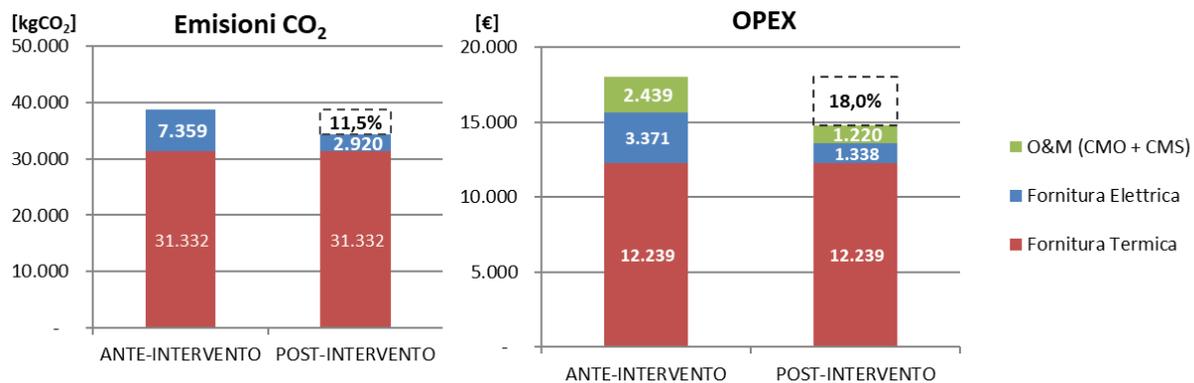
Tabella 8.9 – Risultati analisi EEM7 –Installazione impianto fotovoltaico su scenario 25 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM 7				
Q _{teorico}	[kWh]	98.833	98.833	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	12.704	5.041	60,3%
Q _{baseline}	[kWh]	155.108	155.108	0,0%
EE _{baseline}	[kWh]	15.758	6.253	60,3%
Emiss. CO ₂ Termico	[kgCO ₂]	31.332	31.332	0,0%
Emiss. CO ₂ Elettrico	[kgCO ₂]	7.359	2.920	60,3%
Emiss. CO₂ TOT	[kgCO₂]	38.691	34.252	11,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	12.239	12.239	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.371	1.338	60,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	15.610	13.577	13,0%
C _{MO}	[€]	1.927	963	50,0%
C _{MS}	[€]	512	256	50,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.439	1.220	50,0%
OPEX	[€]	18.049	14.796	18,0%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classe

Nota (18) 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: 0,079 [€/kWh] per il vettore termico e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico (IVA inclusa).

Figura 8.14– EEM7: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

Le analisi economiche per determinare il valore degli interventi sono state effettuate attraverso la redazione di computi metrici utilizzando i prezzi unitari riportati nel Prezzario Opere Pubbliche della Regione Liguria.

Nel caso in cui il Prezzario Regione Liguria fosse stato sprovvisto delle voci necessarie si è fatto riferimento a prezzi unitari riportati all'interno di altri prezzari regionali o camerali di regioni o provincie limitrofe. Le fonti alternative utilizzate sono state: Prezzario Regionale Piemonte, Prezzario Regione Lombardia, Milano e Camera di Commercio di Reggio Emilia.

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: Realizzazione cappotto interno cortile

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella realizzazione del cappotto termico all'interno del cortile del refettorio della scuola.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000,00 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1: Realizzazione cappotto interno cortile

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Pannello in polietilene espanso sintetizzato (EPS), esenti da CFC o HCFC densità compresa tra mc euroclasse di resistenza al fuoco, marchiatura CE lambda pari a 0,033 W/mK, per isolamento termico di pareti e solai	Prezzario Regione Liguria	2481	m2cm	€ 0,64	€ 1.578,82	22%	€ 1.926,16
Solo posa si isolamento termico-acustico su superfici verticali eseguito con pannelli isolanti..... Compreso il fissaggio con chiodi di materiale plastico e la sigilatura dei giunti ..	Prezzario Regione Liguria	206,75	m2	€ 9,84	€ 2.033,67	22%	€ 2.481,08
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	206,75	kg	€ 0,75	€ 154,12	22%	€ 188,03
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	103,375	kg	€ 0,45	€ 46,05	22%	€ 56,18
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,	Prezzario Regione Liguria	0	m2	€ 12,98	€ -	22%	€ -

smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.										
Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su muratura di mattoni o calcestruzzo	Prezzario Regione Liguria	206,75	m2	€	6,60	€	1.364,55	22%	€	1.664,75
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	206,75	m2	€	4,37	€	904,06	22%	€	1.102,95
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	19	m2	€	19,25	€	365,66	22%	€	446,11
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	206,75	m2	€	21,63	€	4.471,44	22%	€	5.455,16
Intonaco interno in malta cementizia strato aggrappante a base di cemento portland, sabbie classificate ed additivi specifici spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	0	m2	€	4,36	€	-	22%	€	-
Costi per la sicurezza	-	3%	%	€		€	327,55	22%	€	399,61
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€		€	764,29	22%	€	932,43
TOTALE (I₀ – EEM1)				€		€	12.010	22%	€	14.652
Incentivi	[Conto termico]								€	5.860,98
Durata incentivi										5
Incentivo annuo									€	1.172,20

EEM2: Coibentazione copertura sottotetto

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella realizzazione di una coibentazione sottotetto non riscaldato attraverso la posa di pannelli in lana di vetro da 20cm.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000,00 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.2 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.2– Analisi dei costi della EEM2: Coibentazione copertura sottotetto

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)			
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]			
Feltri flessibili in lana di vetro per isolamenti termoacustici per isolamento termico di sottotetti, densità pari a 20 kg/m ³ e lambda pari 0,035 W/mK; con adeguata protezione di barriera al vapore spessore mm 200	Prezzario Regione Piemonte	279,55	m2	€	8,42	€	2.353,30	22%	€	2.871,03
solo posa di isolamento termoacustico su superfici orizzontali eseguito in rotoli di materiale isolante di qualsiasi spessore posti in opera mediante fissaggio con	Prezzario Regione Liguria	279,55	m2	€	4,34	€	1.212,23	22%	€	1.478,92

chiodi di materiale plastico con giunti convenientemente fissati accostati e nastrati con nastro adesivo plastificato							
Costi per la sicurezza	-	3%	%	€	106,97	22%	€ 130,50
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€	249,59	22%	€ 304,50
TOTALE (I₀ – EEM2)				€	3.922	22%	€ 4.784,95
Incentivi	[Conto termico]						€ 1.913,98
Durata incentivi							5
Incentivo annuo							€ 382,80

EEM3: Coibentazione copertura piana

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nella realizzazione della coibentazione della copertura piana attraverso la posa di polistirene ad alta densità, realizzazione del massetto in calcestruzzo per rendere calpestabile la superficie e la realizzazione dell'impermeabilizzazione sopra il massetto.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 200 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.3 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.3– Analisi dei costi della EEM3: Coibentazione copertura palestra con poliuretano tra lamiere sigillate

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ₂]	[€]	[€]	[€]
Pannelli in polistirene espanso estruso (XPS) con o senza pelle, resistenza a compressione pari a 300 kpa (secondo la norma UNI EN 13164), euroclasse E di resistenza al fuoco, marchiatura CE, lambda pari a 0,038 W/mK. Per isolamento termico interno ed esterno spessore 160 mm	Prezzario Regione Piemonte	165,3	m2	€ 24,91	€ 4.117,47	22%	€ 5.023,32
solo posa di isolamento termico-acustico su superfici orizzontali eseguito in rotoli di materiale isolante di qualsiasi spessore posti in opera mediante fissaggio con chiodi di materiale plastico con giunti convenientemente fissati accostati e nastrati con nastro adesivo plastificato	Prezzario Regione Liguria	165,3	m2	€ 4,34	€ 716,80	22%	€ 874,50
massetto semplice o armato per formazione di pendenze su coperture piane o simili costituito da impasto cementizio dosato a 300 kg di cemento 32.5R dello spessore medio di 5 cm	Prezzario Regione Liguria	165,3	m2	€ 12,75	€ 2.108,33	22%	€ 2.572,16
solo posa in opera di membrane bituminose semplici, autoprotette, mediante rinvenimento a fiamma su superfici pianeggianti o con pendenza fino a 30 gradi di inclinazione	Prezzario Regione Liguria	165,3	m2	€ 7,01	€ 1.158,60	22%	€ 1.413,50
Membrana elastoplastomerica armata con lamina di alluminio minima 60 micron accoppiata a feltro di vetro rinforzato e stabilizzato imputriscibile . Spessore 3 mm	Prezzario Regione Liguria	165,3	m2	€ 3,44	€ 568,03	22%	€ 693,00
Impalcature per interni, realizzate	Prezzario Regione	3	m2	€ 19,25	€ 57,74	22%	€ 70,44

con cavalletti, trabattelli, strutture tubolari, misurate in proiezione orizzontale, piani di lavoro per altezza da 2,00 a 4,00 metri.	Liguria							
Costi per la sicurezza	-	3%	%	€	260,08	22%	€ 317,29	
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€	606,85	22%	€ 740,35	
TOTALE (I₀ – EEM3)				€	9.594	22%	€ 11.705	
Incentivi	[Conto termico]						€	4.681,82
Durata incentivi								5
Incentivo annuo							€	936,36

EEM4: Termoregolazione

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4, si ipotizza di realizzare un sistema di termoregolazione all'interno e per tutto l'edificio.

Tale intervento, se considerato da solo, non consente l'ottenimento di nessun incentivo del Conto Termico. È però un'azione obbligatoria ed un costo ammissibile per accedere agli incentivi della sostituzione del generatore. Si rimanda la descrizione all'intervento corrispondente.

Tabella 9.4– Analisi dei costi della EEM4: Installazione impianto di termoregolazione

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)	
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]	
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 20 mm	Prezzario Regione Liguria	44	cad	€ 37,61	€ 1.654,80	22%	€ 2.018,86	
Detentori in bronzo per tubi del diametro di: 20 mm a squadra	Prezzario Regione Liguria	44	cad	€ 9,20	€ 404,80	22%	€ 493,86	
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	29	h	€ 28,98	€ 850,13	22%	€ 1.037,16	
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 87,29	22%	€ 106,50	
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 203,68	22%	€ 248,49	
TOTALE (I₀ – EEM4)					€ 3.201	22%	€ 3.905	
Incentivi	[Conto termico]							0
Durata incentivi								0
Incentivo annuo								0

EEM5: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5, si ipotizza di sostituire i corpi illuminanti (lampade e plafoniere) di tutti gli elementi dell'edificio.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 35 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 70.000 €. Nella Tabella 9.5 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%.

Tabella 9.5– Analisi dei costi della EEM5: Installazione impianto di illuminazione LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
-------------	--------------	----------	------	--------	--------	-----	--------

UTILIZZATO				UNITARIO SCONTATO DEL 10%	(IVA ESCLUSA)	(IVA INCLUSA)	
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Rimozione e smaltimento di corpo illuminante	Milano	189	cad	€ 5,21	€ 984,52	22%	€ 1.201,11
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 13 W - lunghezza 690 mm	Milano	54	cad	€ 89,96	€ 4.858,04	22%	€ 5.926,80
Lampade lineari a LED non dimmerabili 9 - 10W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	54	cad	€ 26,10	€ 1.409,40	22%	€ 1.719,47
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 22 W - lunghezza 1300 mm	Milano	135	cad	€ 111,92	€ 15.108,95	22%	€ 18.432,92
Lampade lineari a LED non dimmerabili 19-20W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	135	cad	€ 39,12	€ 5.280,95	22%	€ 6.442,76
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 829,26	22%	€ 1.011,69
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 1.934,93	22%	€ 2.360,62
TOTALE (I₀ – EEM5)					€ 30.406	22%	€ 37.095
Incentivi	[Conto termico]						€ 10.365,32
Durata incentivi							5
Incentivo annuo							€ 2.073,06

EEM6: Efficientamento generatore di calore

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 6, si ipotizza di realizzare una sostituzione del generatore esistente e tradizionale con una caldaia a condensazione più efficiente.

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

La tabella 8 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 130 €/kWt e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 40.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache di tipologia 1.A la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.6 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%.

Tabella 9.6– Analisi dei costi della EEM6: Sostituzione generatore di calore

DESCRIZIONE	FORTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Rimozione generatore esistente - taglia caldaia esistente Pn > 116 e Pn <= 250	CCIAA RE	1		€ 1.297,18	€ 1.297,18	22%	€ 1.582,56
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: 150 Kw circa	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 9.228,75	€ 9.228,75	22%	€ 11.259,08
Sistema fumario prefabbricato a sezione circolare, con giunti maschio-femmina con profilo conico a elementi modulari a doppia parete acciaio inox (parete	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 211,60	€ 211,60	22%	€ 258,15

interna AISI316L e parete esterna AISI304), coibentazione 25mm in lana di roccia pressata, senza guarnizioni di tenuta Coppa di scarico condensa Ø 250 mm										
Sola posa in opera di bruciatore per caldaie, compresi la lavorazione della piastra di collegamento alla caldaia, la sola posa della rampa gas e del dispositivo di controllo tenuta valvola, i collegamenti elettrici, i collegamenti alla tubazione del combustibile a metano o gasolio: per generatori di calore da 101 Kw a 350 Kw	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	357,07	€	357,07	22%	€	435,63
Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	8	cad	€	19,21	€	153,67	22%	€	187,48
Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	25,87	€	25,87	22%	€	31,56
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	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	€	27,01	€	27,01	22%	€	32,95
Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	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	€	69,52	€	69,52	22%	€	84,81
Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	7	h	€	31,28	€	218,97	22%	€	267,15
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	20	h	€	28,98	€	579,64	22%	€	707,16
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	50	m³km	€	4,29	€	214,55	22%	€	261,75
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€	339,89	22%	€	414,67
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€	793,08	22%	€	967,56
TOTALE (I₀ – EEM6)						€	12.463	22%	€	15.204
Incentivi	[Conto termico]									€ 6.081,78
Durata incentivi										5
Incentivo annuo										€ 1.216,36

EEM7: Installazione Impianto Fotovoltaico

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 7, si ipotizza di installare impianto da fonti rinnovabili corrispondente ad un sistema fotovoltaico.

La realizzazione di tale intervento non consente l'ottenimento degli incentivi dal conto termico 2.0. Per questo il costo potrà essere ammortizzato solamente dal risparmio energetico ottenibile o per altre procedure finanziarie da definire in un secondo momento con la stazione appaltante.

Tabella 9.7– Analisi dei costi della EEM7: Installazione impianto fotovoltaico

DESCRIZIONE	FONTI PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
-------------	-------------------------	----------	------	----------------------------------	----------------------	-----	----------------------

				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Fornitura e posa di impianto fotovoltaico costituito da: 1. Modulo fotovoltaico a struttura rigida in silicio monocristallino/policristallino (compreso: sostegno e struttura per qualsiasi tipo di tetto in materiale anticorrosivo inossidabile; cablaggi, condutture, connettori e scatole IP 65, diodi di bypass, involucro in classe II con struttura sandwich e telaio anodizzato). 2. Inverter bidirezionale, filtri e controllore di isolamento. 3. Quadro di parallelo inverter. 4. Oneri relativi a tutte le pratiche documentali e fiscali necessarie. 5. Dichiarazioni di conformità, garanzie, manuale. Sono comprese nel prezzo le assistenze murarie Con potenza complessiva per singolo impianto: da 7 fino a 20 kWp	Prezzario Regione Lombardia	8	kWp	€ 2.466,80	€ 19.734,40	22%	€ 24.075,97
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 592,03	22%	€ 722,28
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 1.381,41	22%	€ 1.685,32
TOTALE (I₀ – EEM7)					€ 21.708	22%	€ 26.484
Incentivi	[Conto termico]						0
Durata incentivi							0
Incentivo annuo							0

9.2 ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

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

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

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

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

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

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

EEM1: Realizzazione cappotto interno cortile

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

Tabella 9.8 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM1– Realizzazione cappotto interno cortile

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€	14.652
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	1.172
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	19,8	11,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	33,8	17,6
Valore attuale netto	VAN	- 1.705	3.513
Tasso interno di rendimento	TIR	2,9%	6,8%
Indice di profitto	IP	-0,12	0,24

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

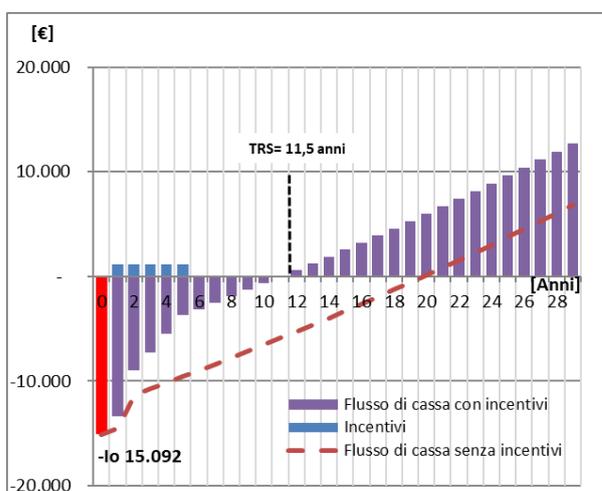
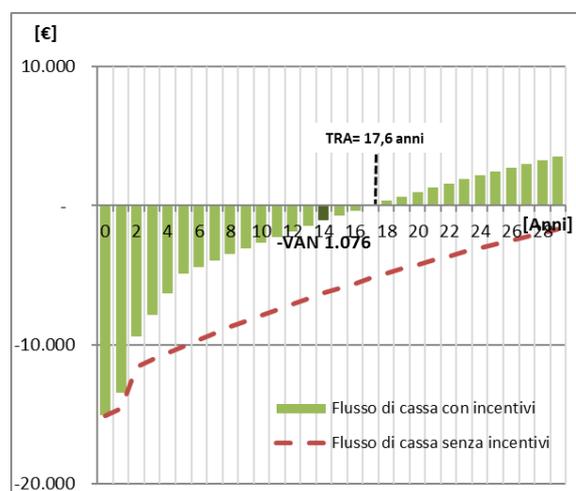


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento di cappottatura delle facciate verticali della zona refettorio all’interno del cortile della scuola ha un TRS di 11,5 anni considerando di ottenere l’incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi. Pertanto, tale intervento può essere preso in considerazione anche su scenari di medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile soltanto su un lungo periodo in quanto il TRS è di 19,8 anni.

EEM2: Coibentazione sottotetto

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

Tabella 9.9 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM2– Coibentazione sottotetto

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

Investimento Iniziale	I_0	€	4.785
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	383
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	7,1	4,4
Tempo di rientro attualizzato	TRA	8,6	4,9
Valore attuale netto	VAN	6.773	8.477
Tasso interno di rendimento	TIR	13,9%	18,8%
Indice di profitto	IP	1,42	1,77

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

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

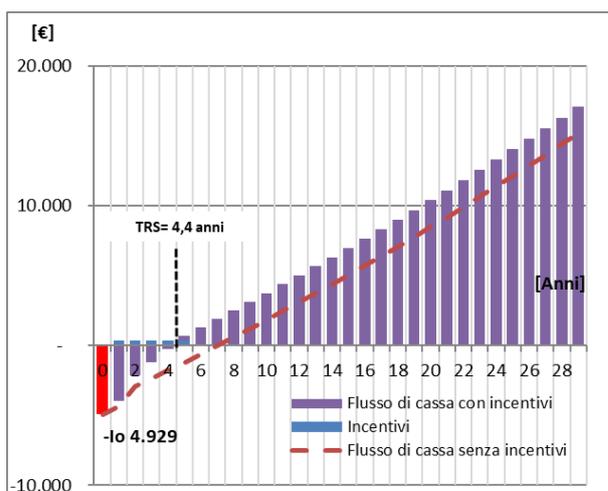
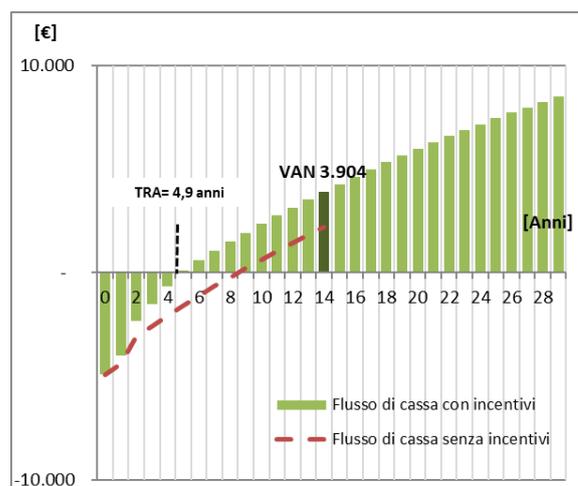


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di coibentazione del sottotetto ha un TRS di 4,4 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi. Pertanto, tale intervento può essere preso in considerazione anche su scenari di medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile breve/medio periodo in quanto il TRS è di 7,1 anni.

EEM3: Coibentazione copertura piana

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

Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3– Coibentazione copertura piana

PARAMETRO FINANZIARIO	U. M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 11.705
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	936
Durata incentivo	n_b	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	16,1	8,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	25,7	12,9
Valore attuale netto	VAN	945	5.114
Tasso interno di rendimento	TIR	4,7%	8,7%
Indice di profitto	IP	0,08	0,44

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

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

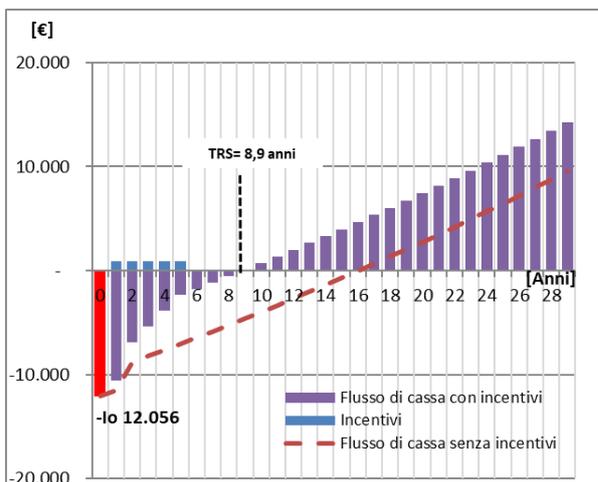
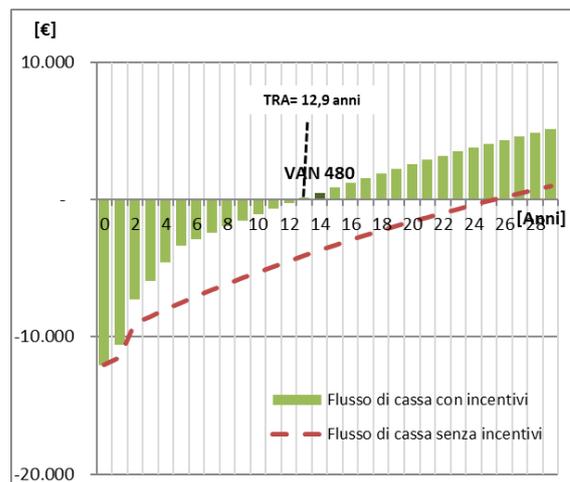


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di coibentazione della copertura piana del refettorio ha un TRS di 8,9 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi. Pertanto, tale intervento può essere preso in considerazione anche su scenari di medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile soltanto su un lungo periodo in quanto il TRS è di 16,1 anni.

EEM4: Termoregolazione

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

Tabella 9.11 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4– Installazione impianto termoregolazione

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 3.905
Oneri Finanziari % l_0	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni 3
Vita utile	n	anni 15
Incentivo annuo	B	€/anno -

Durata incentivo	n_b	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	8,9	8,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	11,5	11,5
Valore attuale netto	VAN	643	643
Tasso interno di rendimento	TIR	6,5%	6,5%
Indice di profitto	IP	0,16	0,16

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

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

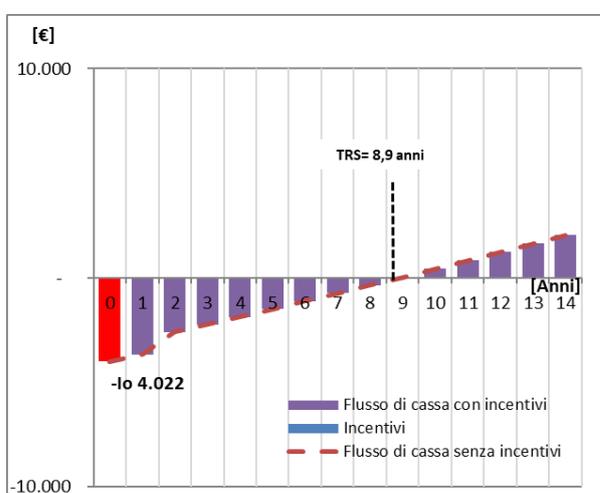
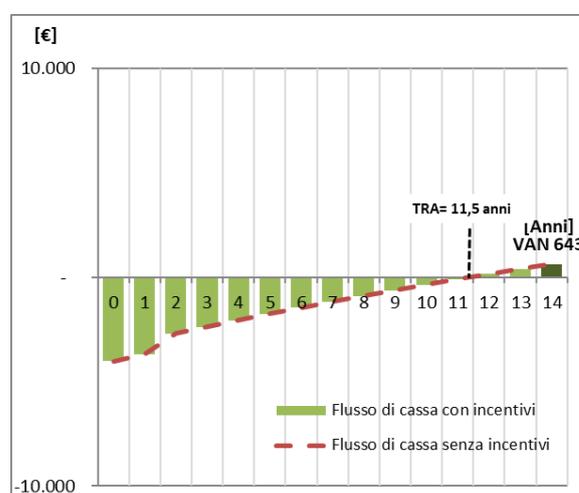


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento della termoregolazione ha un TRS di 8,9 anni considerando che come singolo intervento non è previsto il contributo del Conto Termico, può essere preso in considerazione solamente se aggregato con la sostituzione del generatore (la sua voce di costo è ammissibile all'interno di quello totale del generatore). Tuttavia tale intervento è necessario per l'aumento delle percentuali di sovvenzione previste del conto termico laddove si preveda anche la coibentazione dell'involucro opaco e la sostituzione degli infissi.

EEM5: Efficiamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

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

Tabella 9.12 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5– Installazione impianto di illuminazione LED

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 37.095
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni 3
Vita utile	n	anni 8
Incentivo annuo	B	€/anno 2.073
Durata incentivo	n_b	anni 5

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tasso di attualizzazione	i	3,5%
Tempo di rientro semplice	TRS	27,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	15,8
Valore attuale netto	VAN	- 28.060
Tasso interno di rendimento	TIR	-29,8%
Indice di profitto	IP	-0,51

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

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

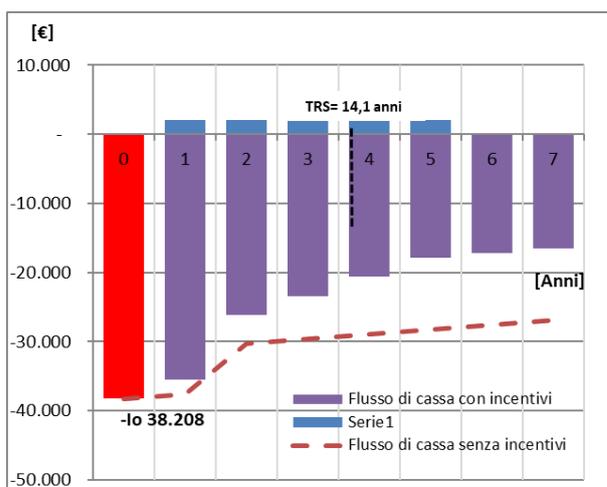
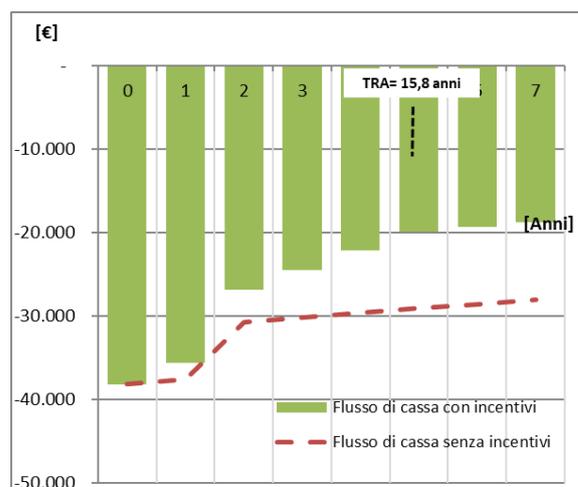


Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di sostituzione dei sistemi di illuminazione esistenti con nuovi a LED ha un TRS di 14,1 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi. Pertanto tale intervento può essere sicuramente preso in considerazione su scenari di lungo periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno risulta essere troppo alto anche prendendo in considerazione scenari su lungo periodo in quanto il TRS è di 27 anni. Tuttavia è necessario valutare il fatto che la vita utile di tali sistemi è di circa 8 anni e pertanto dovrebbe essere prevista una loro sostituzione su periodi superiori, in questo caso gli interventi potrebbero non essere più convenienti come è dimostrato dal valore del VAN negativo sia nel caso non incentivato che incentivato.

EEM6: Efficientamento generatore di calore

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

Tabella 9.13 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM6 – Sostituzione del generatore di calore

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 15.204
Oneri Finanziari % I_0	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	3 anni
Vita utile	n	15 anni
Incentivo annuo	B	€/anno 1.216
Durata incentivo	n_B	5 anni
Tasso di attualizzazione	i	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	6,5	4,2
Tempo di rientro attualizzato	TRA	7,8	4,6
Valore attuale netto	VAN	8.713	14.128
Tasso interno di rendimento	TIR	12,1%	18,6%
Indice di profitto	IP	0,57	0,93

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.11 e Figura 9.2.

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

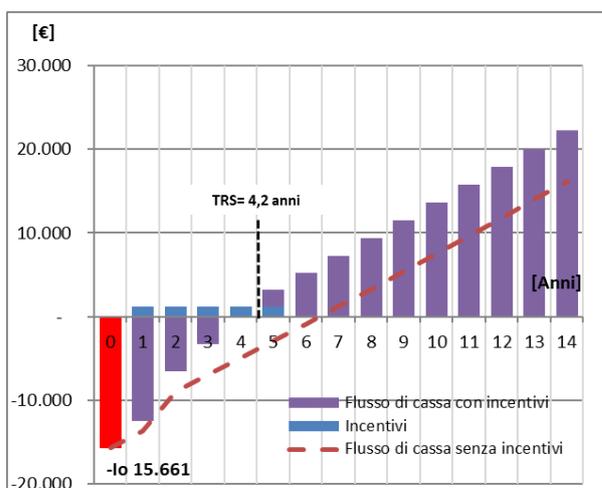
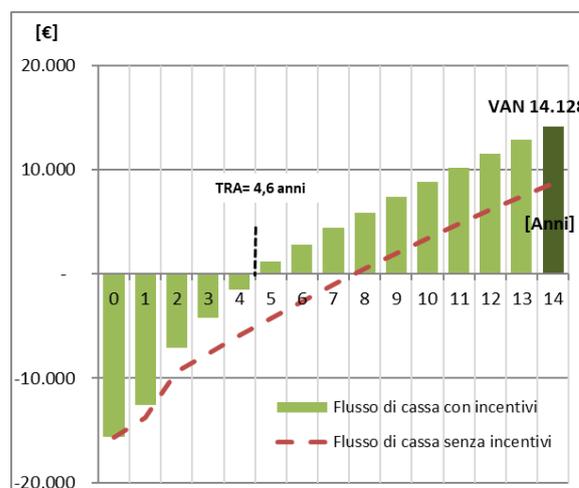


Figura 9.12 – EEM6 Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di sostituzione del generatore ha un TRS di 4,2 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi (che aumenta fino al 55% purché nella strategia di efficientamento siano state prese in considerazione misure di coibentazione sull'involucro opaco). Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è sostenibile su un medio/lungo periodo in quanto il TRS è di 6,5 anni. Pertanto tale intervento rientra su scenari di medio e lungo periodo. Si precisa che negli scenari l'intervento sarà costituito dell'unione di altri con tempi di ritorno maggiori la sua sostenibilità va comunque valutata nell'ambito dello scenario di riferimento.

EEM7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di un impianto fotovoltaico (scenario a 15 anni)

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM 7 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.14 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM7– Installazione impianto fotovoltaico su scenario 15 anni

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 26.484
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	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	8,9	8,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	11,5	11,5
Valore attuale netto	VAN	11.761	11.761
Tasso interno di rendimento	TIR	9,0%	9,0%
Indice di profitto	IP	0,44	0,44

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.13 e Figura 9.2.

Figura 9.13 –EEM7: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

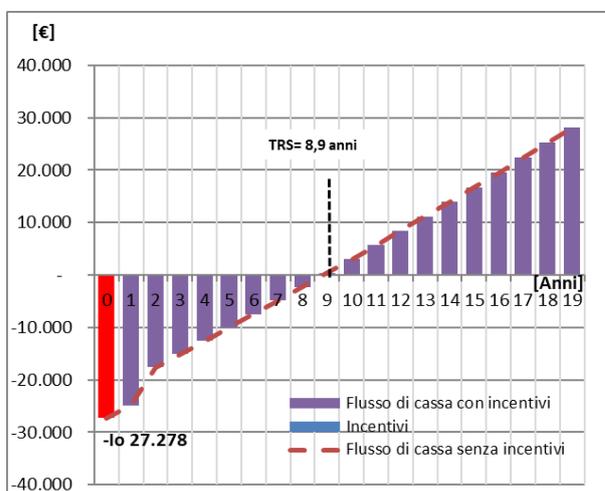
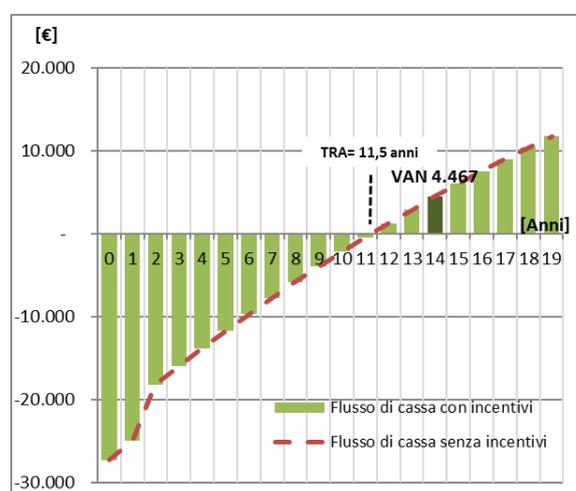


Figura 9.14 – EEM7: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento installazione di un impianto fotovoltaico ha un TRS di 8.9 anni senza incentivi dal Conto Termico. Per questo non c'è alcuna differenza tra lo scenario senza e con incentivo. La valutazione economica risultante consente di ottenere un risparmio energetico a fronte della spesa necessaria per l'intervento. Questa seconda strategia si fonda su una baseline ridotta che corrisponde allo scenario della sostituzione del generatore a medio periodo.

EEM7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di un impianto fotovoltaico (scenario a 25 anni)

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM 7 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.15 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM7– Installazione impianto fotovoltaico su scenario 25 anni

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 26.484
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	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	8,2	8,2
Tempo di rientro attualizzato	TRA	10,3	10,3
Valore attuale netto	VAN	15.243	15.243
Tasso interno di rendimento	TIR	10,3%	10,3%
Indice di profitto	IP	0,58	0,58

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.15 e Figura 9.2.

Figura 9.15 –EEM7: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

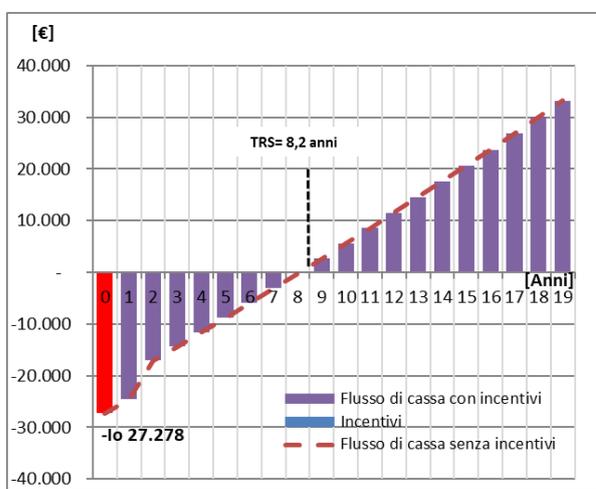
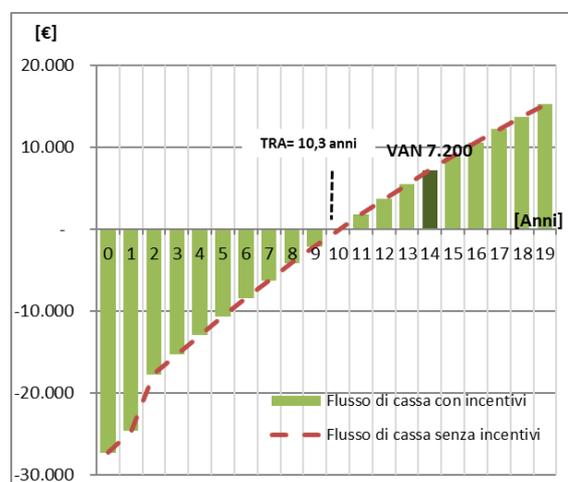


Figura 9.16 – EEM7: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento installazione di un impianto fotovoltaico ha un TRS di 8.2 anni senza incentivi dal Conto Termico. Per questo non c'è alcuna differenza tra lo scenario senza e con incentivo. La valutazione economica risultante consente un risparmio energetico anche a fronte di una spesa con importo pieno. Questa seconda strategia si fonda su una baseline ridotta che corrisponde allo scenario della sostituzione del generatore a lungo periodo.

Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.16 e Tabella 9.17.

Tabella 9.16 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

	SENZA INCENTIVI										
	% ΔE [%]	% Δ_{CO_2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	4,3	4,5	675,2	0,0	0,0	-14.652	19,8	33,8	-1705<0	2,9	-0,12
EEM 2	4,3	4,5	672,8	0,0	0,0	-4.785	7,1	8,6	6.773>0	13,9	1,42
EEM 3	4,4	4,5	681,8	0,0	0,0	-11.705	16,1	25,7	945>0	4,7	0,07
EEM 4	2,7	2,8	426,6	0,0	0,0	-3.905	8,9	11,5	643>0	6,5	0,16
EEM 5	4,9	4,4	769	0,0	0,0	-37.095	27	30,1	-28.060<0	-29,8	-0,76
EEM 6	7,4	7,7	1.159	963	256	-15.204	6,5	7,8	8.713>0	12,1	0,57
EEM 7 15anni	12,0	9,8	1.743	963	256	-26.484	8,9	11,5	11.761>0	9	0,44

EEM 7 25anni	13	11,5	2.033	963	256	-26.484	8,2	10,3	15.243>0	10,3	0,58
-----------------	----	------	-------	-----	-----	---------	-----	------	----------	------	------

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

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

Dall'analisi dei risultati emerge che senza incentivi nel medio/breve periodo, oltre alla sostituzione del generatore di calore ormai obsoleto, hanno tempi di ritorno inferiori a 10 anni anche la coibentazione del sottotetto e la termoregolazione. Gli interventi riguardanti la realizzazione del cappotto interno cortile nella zona refettorio e la sostituzione delle lampade con illuminazione garantiscono tempi di ritorno valutabili sul medio/lungo periodo. Anche l'installazione di un impianto fotovoltaico deve essere valutata sul medio/lungo periodo visti i tempi di ritorno valutati dell'investimento superiori a 10 anni.

Tabella 9.17 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

	CON INCENTIVI										
	$\% \Delta_E$ [%]	$\% \Delta_{CO_2}$ [%]	Δ_{CE} [€/anno]	Δ_{CMO} [€/anno]	Δ_{CMS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	4,3	4,5	675,2	0,0	0,0	-14.652	11,5	17,6	3.513>0	6,8	0,24
EEM 2	4,3	4,5	672,8	0,0	0,0	-4.785	4,4	4,9	8.477>0	18,8	1,77
EEM 3	4,4	4,5	681,8	0,0	0,0	-11.705	8,9	12,9	5.114>0	8,7	0,44
EEM 4	2,7	2,8	426,6	0,0	0,0	-3.905	8,9	11,5	643>0	6,5	0,16
EEM 5	4,9	4,4	769	0,0	0,0	-37.095	14,1	15,8	-18.831<0	-16,5	-0,51
EEM 6 15anni	7,4	7,7	1.159	790	210	-15.204	4,2	4,6	14.128>0	18,6	0,93
EEM 7 15anni	12,0	9,8	1.743	963	256	-26.484	8,9	11,5	11.761>0	9	0,44
EEM 7 25anni	13	11,5	2.033	963	256	-26.484	8,2	10,3	15.243>0	10,3	0,58

Dall'analisi dei risultati emerge che grazie agli incentivi previsti dal Conto Termico del D.M. del 16 febbraio 2016 tutti gli interventi simulati raggiungono dei tempi di ritorno semplici inferiori ai 15 anni. In queste condizioni sono pertanto ipotizzabili aggregazioni di interventi sostenibili economicamente sia se venissero finanziati direttamente dal Comune di Genova sia attraverso il coinvolgimento di ESCo con FTT. Si segnala, inoltre, che interventi aggregati sull'intero sistema edificio impianti consentono di aumentare la percentuale di contribuzione relativa al meccanismo incentivante del Conto Termico, migliorando ulteriormente la sostenibilità economica.

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

A seguito dell'analisi delle singole misure di efficienza energetica è stato possibile la definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposti, di cui sia stata accertata

la fattibilità tecnica ed economica, che consentano un miglioramento del paramento 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.

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: Scenario ottimale TRS≤15 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di interventi di efficientamento dell'involucro termico e del sistema impiantistico
- **Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di interventi di efficientamento dell'involucro termico e del sistema impiantistico

9.3.1 Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni

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

- EEM 2: Coibentazione sottotetto
- EEM 3: Coibentazione copertura piana
- EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore
- EEM 7: Installazione impianto fotovoltaico

Tabella 9.18 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 Fornitura & Posa	3566	784	4350
EEM3 Fornitura & Posa	8727	1920	10647
EEM4 Fornitura & Posa	2910	640	3550
EEM6 Fornitura & Posa	11505	2531	14036.8
EEM7 Fornitura & Posa	19734	4341.6	24076
Costi per la sicurezza	1393	306	1700
Costi per la progettazione	3251	715	3966
TOTALE (I₀)	51086	11238	62318
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 O&M	0	0	0
EEM3 O&M	0	0	0
EEM4 O&M	0	0	0
EEM6 O&M	790	210	1000
EEM7 O&M	0	0	0
TOTALE (C_M)	790	210	1000
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	19709	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		3942	

Nota (19): Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 55%.

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

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.19 e nella Figura 9.19

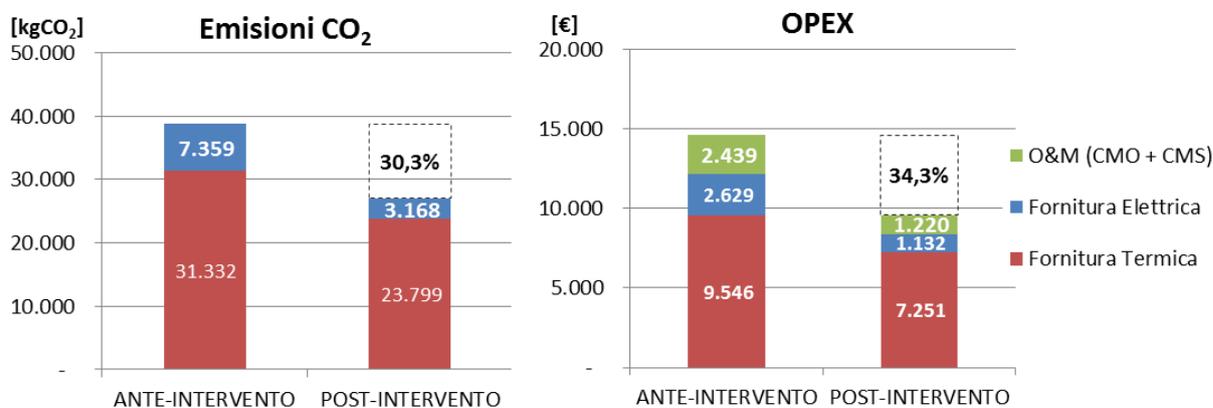
Tabella 9.19 – Risultati analisi SCN1 – Scenario ottimale TRS≤15 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM2 [Coibentazione sottotetto]	[W/m ² K]	1,903	0,181	90,5%
EM3 [Coibentazione copertura piana]	[W/m ² K]	1,903	0,181	90,5%
EM4 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	-3,1%
EM6 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	86,50%	92,20%	-6,6%
EM7	[-]	[-]	[-]	[-]
Q _{teorico}	[kWh]	148.254	112.610	24,0%
EE _{teorico}	[kWh]	16.550	7.125	56,9%
Q _{baseline}	[kWh]	155.108	117.817	24,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	15.758	6.784	56,9%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	31.332	23.799	24,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.359	3.168	56,9%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.691	26.967	30,3%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	9.546	7.251	24,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	2.629	1.132	56,9%
Fornitura Energia, C_E	[€]	12.176	8.383	31,1%
C _{MO}	[€]	1.927	963	50,0%
C _{MS}	[€]	512	256	50,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.439	1.220	50,0%
OPEX	[€]	14.615	9.603	34,3%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classe

Nota (20) 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: 0,062 [€/kWh] per il vettore termico e 0,167 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 9.19 - 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 9.20, Tabella 9.21 e Tabella 9.22 e nelle successive figure.

Tabella 9.20 – Parametri finanziari dell’analisi di redditività dello SCN1– Scenario ottimale TRS≤15 anni

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	14
Anni Concessione	n	15
Anno inizio Concessione	n_0	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	10
Anni Equity	n_E	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_0	€ 62.318
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 1.870
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 64.188
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 51.350
Equity	I_E	€ 12.838
Fattore di annualità Debito	FA_D	8,30
Rata annua debito	q_D	€ 6.185
Costo finanziamento, (D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 61.854
Costi per interessi debito, INT _D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 10.504

Tabella 9.21 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 12.176
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€ 1.902
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 14.078
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	% ΔC_E	31,1%
Riduzione% costi O&M	% ΔC_M	50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	% $C_{Baseline}$	1,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 3.903
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 141
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 26.326
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 5.669
N° di Canoni annuali	anni	14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	13,91%

Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C _{ESCO}	€	638
Costi FTT €/anno IVA escl.	C _{FTT}	€	750
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C _{CAPEX}	€	2.374
Canone O&M €/anno	C _{nM}	€	987
Canone Energia €/anno	C _{nE}	€	9.187
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C _{nS}	€	10.175
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C _{nD}	€	3.762
Canone Totale €/anno IVA escl.	C _n	€	13.937
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R _{IVA}	€	11.238
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R _B	€	19.709
Durata Incentivi, anni	n _B		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.22 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	9,10
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	12,81
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 4.001
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	5,31%
Indice di Profitto	IP	6,42%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	3,29
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	9,21
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 2.355
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	16,24%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,113
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,076
Indice di Profitto Azionista	IP	3,78%

Figura 9.20 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

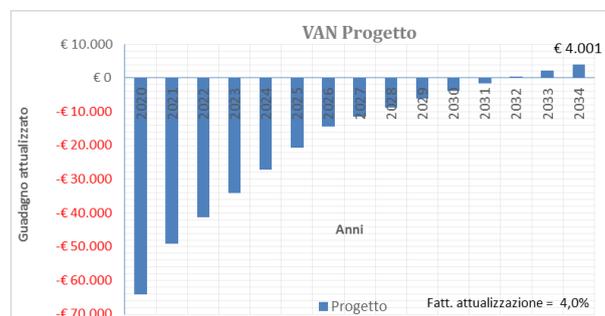
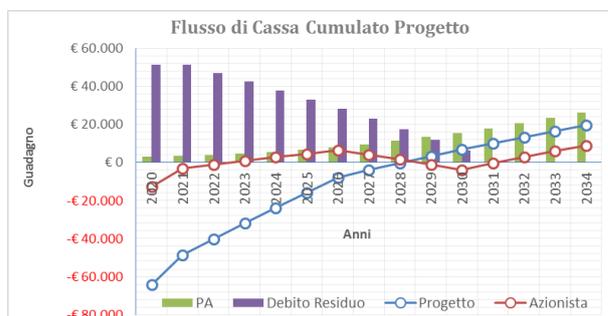


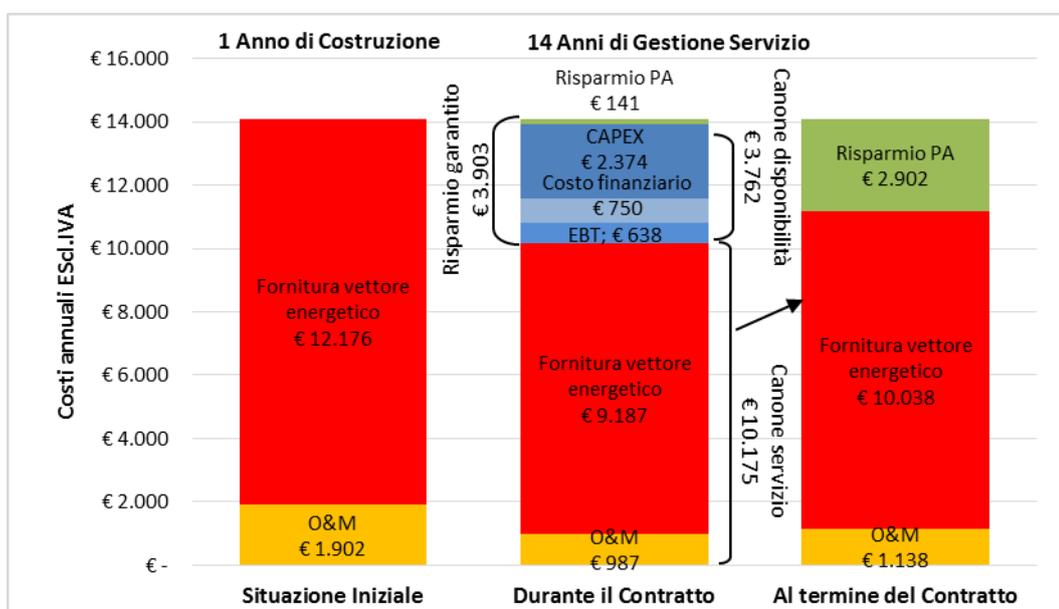
Figura 9.21 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che nel suo complesso lo scenario risulta conveniente come dimostrato dal valore degli indicatori economici raggiunti.

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

Figura 9.22 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



9.3.2 Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni

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

- EEM 1: Coibentazione a cappotto delle pareti esterne
- EEM 2: Coibentazione sottotetto
- EEM 3: Coibentazione copertura piana
- EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore
- EEM 7: Installazione impianto fotovoltaico

Tabella 9.23 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

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

EEM1 Fornitura & Posa	10918	2402	13320
EEM2 Fornitura & Posa	3566	784	4350
EEM3 Fornitura & Posa	8727	1920	10647
EEM4 Fornitura & Posa	2910	640	3550
EEM6 Fornitura & Posa	11505	2531	14036.8
EEM7 Fornitura & Posa	19734	4341.6	24076
Costi per la sicurezza	1721	379	2099
Costi per la progettazione	4015	883	4899
TOTALE (I₀)	63096	13880	76971
VOCE MANUTENZIONE	C_{MO} (IVA INCLUSA)	C_{MS} (IVA INCLUSA)	C_M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	0	0	0
EEM2 O&M	0	0	0
EEM3 O&M	0	0	0
EEM4 O&M	0	0	0
EEM6 O&M	790	210	1000
EEM7 O&M	0	0	0
TOTALE (C_M)	790	210	1000
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	27768	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		5554	

Nota (21): Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 55%.

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

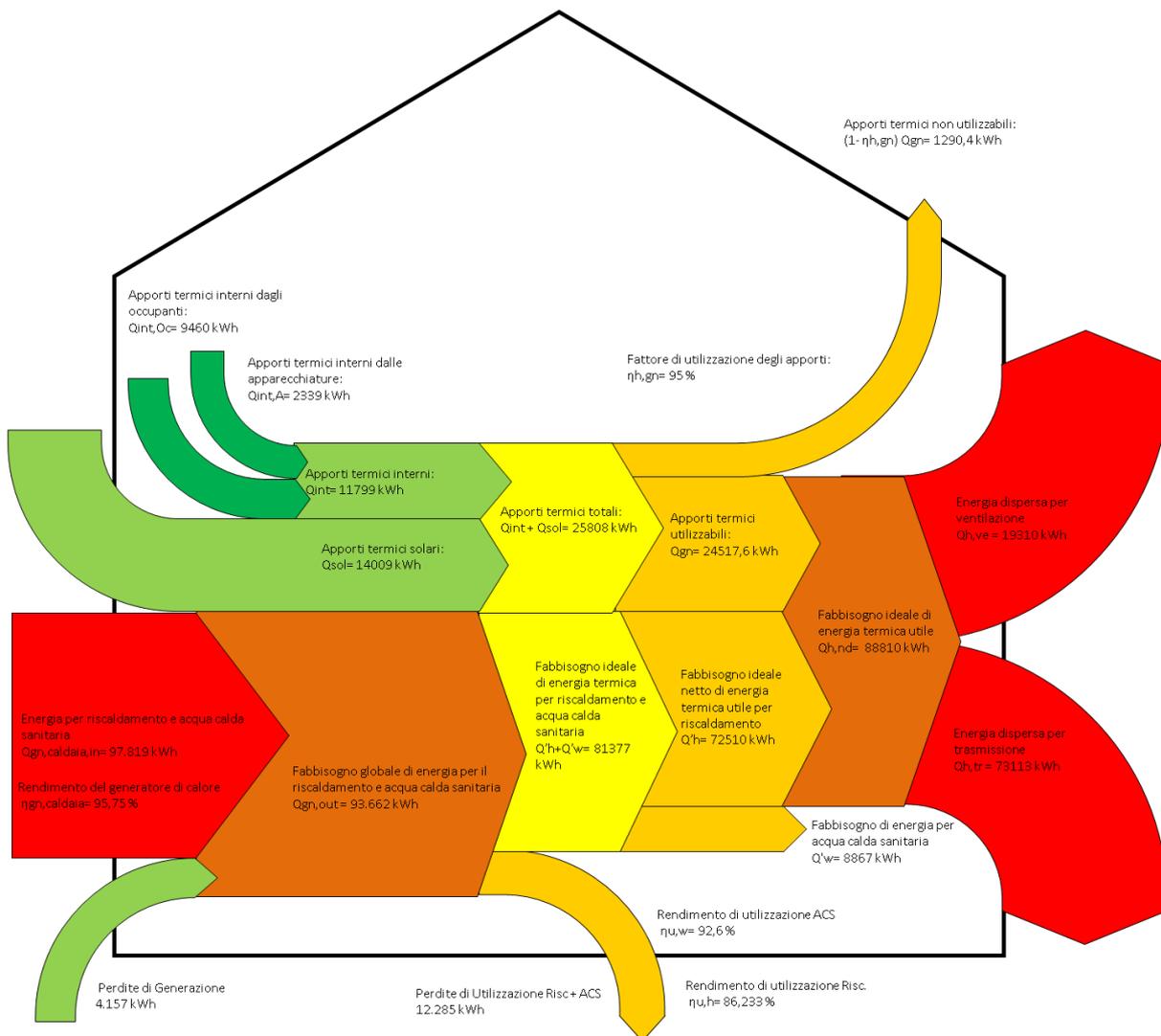
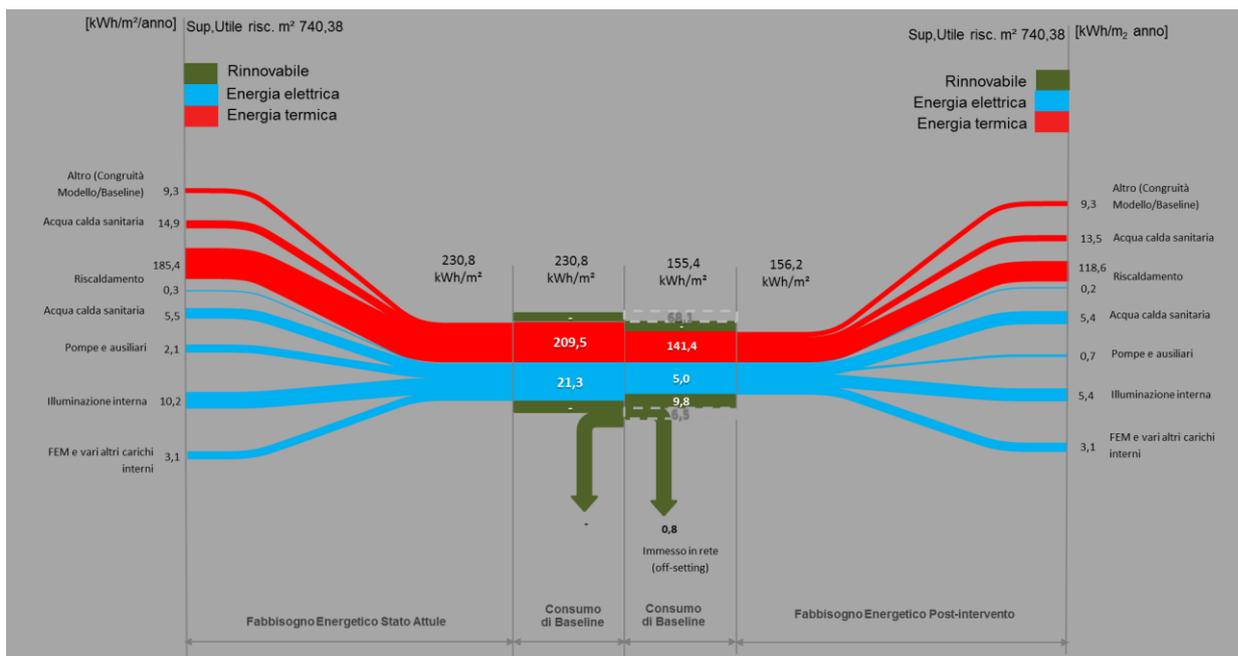


Figura 9.24 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento



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

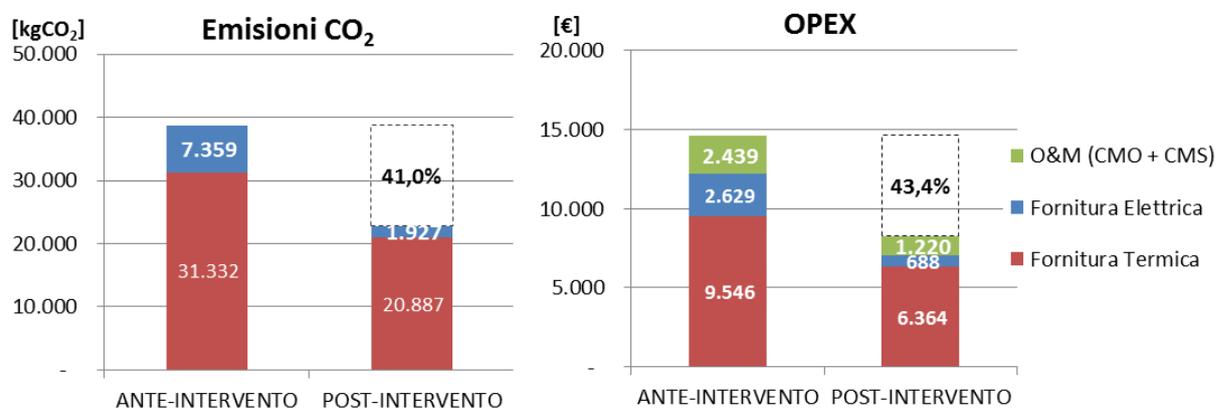
Tabella 9.24 – Risultati analisi SCN2 – Scenario ottimale TRS_{≤25} anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Realizzazione cappotto interno cortile]	[W/m ² K]	1,099	0,23	79,1%
EM2 [Coibentazione sottotetto]	[W/m ² K]	1,903	0,181	90,5%
EM3 [Coibentazione copertura piana]	[W/m ² K]	1,903	0,181	90,5%
EM4 [Efficienza sottosistema di regolazione]		96%	99%	-3,1%
EM6 [Efficienza sottosistema di generazione]		86,50%	92,20%	-6,6%
EM7	[-]	[-]	[-]	[-]
Q _{teorico}	[kWh]	148.254	98.833	33,3%
EE _{teorico}	[kWh]	16.550	4.333	73,8%
Q _{baseline}	[kWh]	155.108	103.403	33,3%
EE _{Baseline}	[kWh]	15.758	4.126	73,8%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	31.332	20.887	33,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.359	1.927	73,8%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.691	22.814	41,0%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	9.546	6.364	33,3%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	2.629	688	73,8%
Fornitura Energia, C_E	[€]	12.176	7.052	42,1%
C _{MO}	[€]	1.927	963	50,0%
C _{MS}	[€]	512	256	50,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.439	1.220	50,0%
OPEX	[€]	14.615	8.272	43,4%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classe

Nota (22) 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: 0,062 [€/kWh] per il vettore termico e 0,167 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 9.25 – 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 9.25 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN2– Scenario ottimale TRS≤25 anni

PARAMETRI FINANZIARI			
Anni Costruzione	n_i		1
Anni Gestione Servizio	n_s		24
Anni Concessione	n		25
Anno inizio Concessione	n_0		2020
Anni dell'ammortamento	n_A		10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}		2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC		4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$		4,00%
Inflazione ISTAT	f		0,50%
deriva dell'inflazione	f'		0,70%
%, interessi debito	k_D		3,82%
%, interessi equity	k_E		9,00%
Aliquota IRES	IRES		24,0%
Aliquota IRAP	IRAP		3,9%
Aliquota fiscale	τ		27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D		10
Anni Equity	n_E		24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_0	€	76.971
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of		3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€	2.309
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€	79.280
%CAPEX a Debito	D		80,0%
%CAPEX a Equity	E		20,00%
Debito	I_D	€	63.424
Equity	I_E	€	15.856
Fattore di annualità Debito	FA_D		8,30
Rata annua debito	q_D	€	7.640
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€	76.398
Costi per interessi debito, INT _D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€	12.974

Tabella 9.26 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€	12.176
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€	1.902
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{baseline}$	€	14.078
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	% ΔC_E		42,1%
Riduzione% costi O&M	% ΔC_M		50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	% $C_{baseline}$		5,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	4.850
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	704
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	86.861
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	8.196

N° di Canoni annuali	anni	24
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	61,68%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€ 2.038
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€ 541
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€ 1.568
Canone O&M €/anno	CnM	€ 1.013
Canone Energia €/anno	CnE	€ 8.215
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€ 9.228
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€ 4.146
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€ 13.374
Aliquota IVA %	IVA	22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€ 13.880
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€ 27.768
Durata Incentivi, anni	n_B	5
Inizio erogazione Incentivi, anno		2022

Tabella 9.27 – 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.	8,56
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	11,88
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 23.957
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	8,35%
Indice di Profitto	IP	31,12%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	3,39
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	4,06
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 11.744
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	23,45%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,138
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,787
Indice di Profitto Azionista	IP	15,26%

Figura 9.26 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

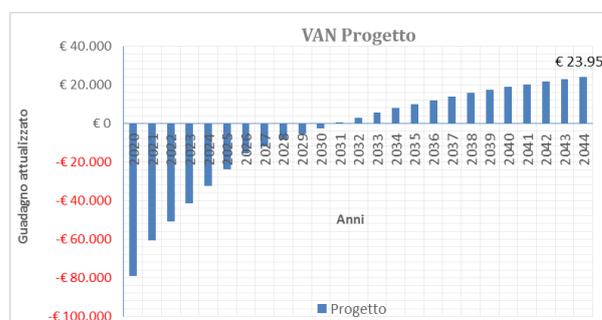
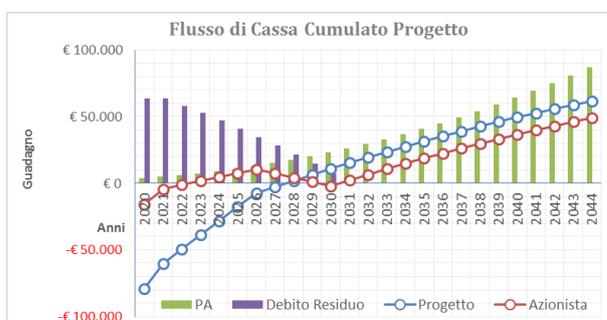


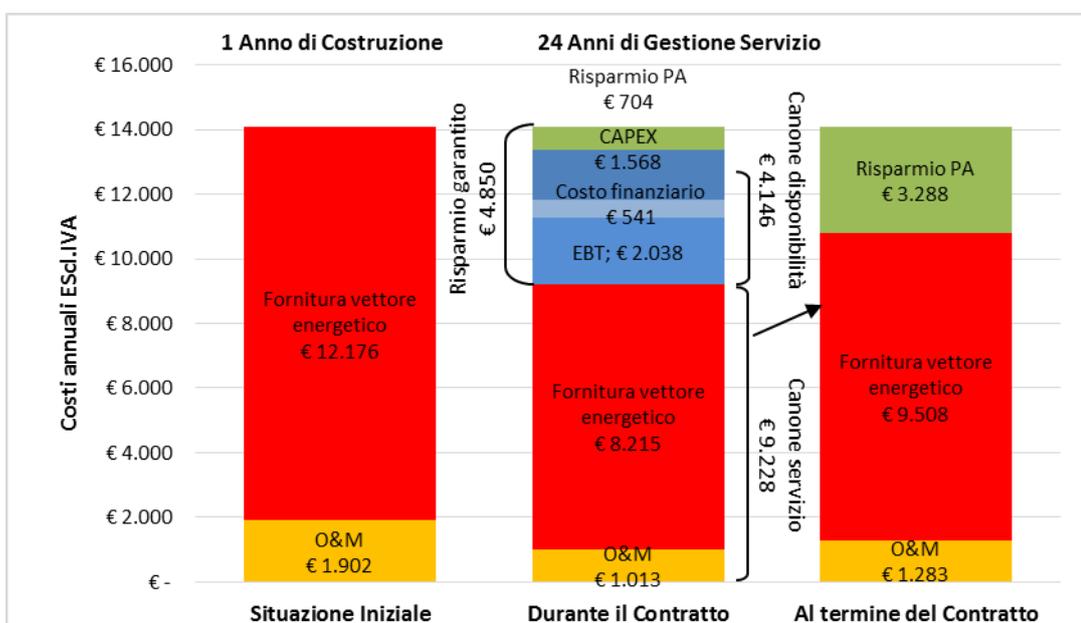
Figura 9.27 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che nel suo complesso lo scenario risulta conveniente come dimostrato dal valore degli indicatori economici raggiunti.

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

Figura 9.28 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

Dai risultati della diagnosi energetica emerge che l'edificio che ospita la Scuola Materna Statale "V. Olivieri" e la Scuola Elementare "Novaro" presenta ampie possibilità di efficientamento. Tale obiettivo potrebbe essere raggiunto attraverso la realizzazione di misure di efficientamento energetico con tempi di ritorno semplici piuttosto contenuti considerando la possibilità di accedere agli incentivi previsti per le PA dal "Conto Termico". Sono stati inoltre simulati alcuni scenari su medio lungo periodo prevedendo interventi aggregati i cui costi/benefici potrebbero essere appetibili per un intervento che vede il coinvolgimento di investitori privati ed ESCo.

Nei paragrafi seguenti sono riportate le conclusioni del processo di audit attraverso:

riassunto degli indici di performance energetica

- lista delle raccomandazioni ed opportunità di risparmio energetico con la stima della loro fattibilità tecnico – economica;
- programma di attuazione delle raccomandazioni proposte;
- potenziali interazioni fra le raccomandazioni proposte;
- proposta di un piano di misure e verifiche per accertare i risparmi energetici conseguiti dopo l'implementazione delle raccomandazioni.

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

Si riportano di seguito gli indici di prestazione energetica conseguenti all'attuazione degli scenari ottimali SCN1 e SCN2.

Tabella 10.1 – Indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all'utenza)

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA	U.M.	ANTE INTERVENTO		SCN1		SCN2		
		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	
Globale non rinnovabile	EP _{gl}	kWh/mq anno	247.4	256.4	178,48	194,28	164.09	151.57
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	199.5	200.7	14563	146,27	125.73	126.32
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	27	29.8	21,35	25,63	20.18	24.78
Ventilazione	EP _v	kWh/mq anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	20.9	25.9	11,5	22,38	5.66	12.99
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	Kg/mq anno	49.2	51	27	32	26	31

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

Sulla base delle analisi tecnico ed economiche effettuate sulle singole misure di efficienza energetica è stato possibile definire un elenco di interventi prioritari oltre che due possibili scenari aggregati. L'elenco delle priorità è stato definito sulla base del valore di TRS raggiunto. Le EEM con un valore minore saranno le prime che si suggerisce di realizzare mentre quelle con TRS più alto dovranno essere realizzate in seguito.

Inoltre le opportunità di intervento sono state definite sulla base delle fattibilità tecniche ed economiche, privilegiando gli interventi "to be lean" rispetto a quelli "to be clean" e "to be green" suddivise sulla base di quanto indicato

Gli interventi "to be lean" simulati sono stati:

EEM 1: Coibentazione a cappotto delle pareti esterne

EEM 2: Coibentazione sottotetto

EEM 3: Coibentazione copertura piana

EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 5: Sostituzione lampade esistenti con LED

Gli interventi "to be clean" simulati sono stati:

EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore

Gli interventi "to be green" sono stati:

EEM 7: Installazione impianto fotovoltaico

Successivamente sono stati individuati due scenari di interventi aggregati su cui sono state calcolati gli indicatori economici a 15 e a 25 anni:

Interventi previsti nello scenario a 15 anni:

- EEM 2: Coibentazione sottotetto
- EEM 3: Coibentazione copertura piana
- EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore
- EEM 7: Installazione impianto fotovoltaico

Interventi previsti nello scenario a 25 anni:

- EEM 1: Coibentazione a cappotto delle pareti esterne
- EEM 2: Coibentazione sottotetto
- EEM 3: Coibentazione copertura piana
- EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore
- EEM 7: Installazione impianto fotovoltaico

Tabella 10.2 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica To be Lean, caso con incentivi

	CON INCENTIVI													
	priorità	% Δ_E [%]	% Δ_{CO_2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	DSCR	LLCR
EEM 1	2	4,3	4,5	675,2	0,0	0,0	-14.652	11,5	17,6	3.513>0	6,8	0,24	na	na
EEM 2	4	4,3	4,5	672,8	0,0	0,0	-4.785	4,4	4,9	8.477>0	18,8	1,77	na	na
EEM 3	5	4,4	4,5	681,8	0,0	0,0	-11.705	8,9	12,9	5.114>0	8,7	0,44	na	na
EEM 4	1	2,7	2,8	426,6	0,0	0,0	-3.905	8,9	11,5	643>0	6,5	0,16	na	na
EEM 5	3	4,9	4,4	769	0,0	0,0	-37.095	14,1	15,8	18.831<0	16,5	0,51	na	na

Tabella 10.3 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica To be clean, caso con incentivi

CON INCENTIVI													
	% Δ_E [%]	% Δ_{CO_2} [%]	ΔC_E [€/ann]	ΔC_{MO} [€/ann]	ΔC_{MS} [€/ann]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	DSCR	LLCR

	o]	o]	o]										
EEM 6	7,4	7,7	1.159	790	210	15.204	4,2	4,6	14.128>0	18,6	0,93	na	na

Tabella 10.4 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica To be green, caso con incentivi

	CON INCENTIVI												
	% Δ_E	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/ann o]	[€/ann o]	[€/ann o]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 7 15anni	12,0	9,8	1.743	963	256	26.484	8,9	11,5	11.761>0	9	0,44	na	na
EEM 7 25anni	13	11,5	2.033	963	256	26.484	8,2	10,3	15.243>0	10,3	0,58	na	na

Tabella 10.5 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica scenari di intervento a 15 e 25 anni, caso con incentivi

	CON INCENTIVI												
	% Δ_E	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/ann o]	[€/ann o]	[€/ann o]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
SCN 1	31,1	30,3	3.793*	751*	200*	-62.318	3,3	9,2	2.355	16,2	3,8	1,1	1,07
SCN 2	42,1	41	5.123*	751*	200*	-76.971	3,4	4	11.744	23,45	15,3	1,4	1,8

*secondo il documento di F.A.Q. quesito 35 nelle analisi economiche e finanziarie degli scenari i risparmi economici sono considerati al netto dell'IVA

10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

In conclusione è possibile ipotizzare che gli interventi simulati negli scenari aggregati possano essere realizzati sia attraverso investimenti propri del comune di Genova sia attraverso l'attivazione di un Energy Performance Contracting di durata pluriennale, con una ESCo, in cui è previsto il raggiungimento della prestazione di efficientamento energetico simulata e riportata nel presente Rapporto di Diagnosi e di anno in anno verificata e monitorata.

Il risparmio garantito negli EPC è pertanto un valore contrattuale e la ESCo dovrà garantire annualmente il raggiungimento di tale performance calcolata in unità fisiche (es. MWh, lt, mc, ecc.). Se il risparmio ottenuto sarà minore rispetto a quello previsto da contratto il valore economico dell'extra consumo dovrà essere rimborsato dalla ESCo alla pubblica amministrazione secondo procedure stabilite dal contratto stesso. Se il risparmio è più alto rispetto al previsto il valore economico dell'extra-risparmio sarà diviso tra la ESCo e la P.A. proprietaria dell'edificio in accordo con la metodologia definita dal contratto (es. 70%-30%)

L'attendibilità del valore del risparmio energetico raggiunto dipende dalla qualità delle misure e delle verifiche (M&V) effettuate. Per rendere il processo il più trasparente possibile è necessario allegare al contratto EPC un Piano di Verifica e Monitoraggio della Prestazione e prevedere una VERIFICA DI PARTE TERZA.

All'interno dei Contratti EPC dovrà pertanto essere allegato un **Piani di Verifica e Monitoraggio della Prestazione** redatto in ottemperanza di quanto previsto dalla metodologia indicata dall'International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP)

All'interno dei PMVP dovranno essere definite le modalità di misura e verifica delle prestazioni prevedendo la possibilità di verifiche delle frequenze di utilizzo, aggiustamenti e normalizzazione sulla base degli effettivi volumi riscaldati e delle condizioni climatiche.

Si suggerisce inoltre di prevedere la creazione di una commissione paritetica costituita da tre esperti, uno in rappresentanza del Comune di Genova uno della Esco ed uno esterno, i cui ruoli potrebbero

essere definiti all'interno del PMVP, a titolo di esempio vengono riportati i possibili ruoli e funzioni all'interno della commissione:

- Raccolta dati dai meter (ESCo expert)
- Raccolta dati delle temperature esterne (ESCo expert)
- Verifica dei volumi riscaldati e dei fattori di occupazione (P.A. expert)
- Verifica delle temperature interne (P.A. expert)
- Verifica dei prezzi dell'energia (ESCo expert)
- Aggiustamenti e normalizzazioni (Terza parte expert)
- Approvazione delle misure e verifiche (Tutti)
- Report e definizione dei risparmi ottenuti (Terza parte expert)

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
01_Planimetrie	08.11.17	01_Involucro
		02_Termici
		03_Elettrici
02_Manutenzioni	08.11.17	01_Involucro
		02_Termici
		03_Elettrici
		04_FER
03_Consumi (Bollette Elettricità 2014)	24.07.18	5700065495, 5700098218, 5700134957 5700176145, 5700214975, 5700248944 5700291206, 5700345541, 5700373449 5700411327, 5700493139, 5700493139
03_Consumi (Bollette Elettricità 2015)	24.07.18	5700493139, 5700544142, 5750081967 5700544142, 5750081967, E000140844 E000163929, E000175672, E000337522 E000163929, E000234065, E000281520 E000163929, E000386676, E000281520 E000337522, E000386676, E000337522 E000163929, E000386676, E000163929 E000432863, E000483582, E000018557 E000084135, E000483582, E000018557 E000084135, E000018557, E000084135 E000163929, E000310245, E000150590
03_Consumi (Bollette Elettricità 2016)	24.07.18	E000150590, E000084136, E000218120 E000218121, E000334604, E000238237 E000218121, E000334604, E000150590 E000238237, E000278554, E000334604 E000238237, 011640011738, 011640087942 011640025275, 011640048519, 011640060830, 011640074903 011640126637, 011740042570 011640100078, 011740001581
03_Consumi (Bollette Gas 2014)	24.07.18	20141121912
03_Consumi (Bollette Gas 2015)	24.07.18	20151784, P150007518, P150015576 P150019771, P150032667, P150037967 P150048624, P160003881
03_Consumi (Bollette Gas 2016)	24.07.18	P160012671, P160023980, P160031417 EX15066/2016, P160041242, EX19107/2016 EX22893/2016, P160053190, EX26900/2016 EX31010/2016, EX33534/2016, EX38844/2016, EX43773/2016, EX03011/2017
03_Consumi (Tabella riepilogativa scuole)	24.07.18	kyotoBaseline-E251_rev10.xls



ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Data	Nome file
Allegato B Elaborati	14.05.18	Allegato B Elaborati



ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Allegato C E251	14.05.18	Allegato C E251.doc



ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO D Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali	14.05.18	Lotto.9_Report prove diagnostiche strumentali_E251.doc

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO E Relazione di dettaglio dei calcoli	14.05.18	DE_E251_Baseline – Calcoli.rtf



ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO F Certificato CTI Software	14.05.18	CertCTI.pdf

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
APE STATO DI FATTO	14/05/18	DE_E251_APE_Baseline.rtf



ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE SCENARIO 15 ANNI	14/05/18	E251_15anni_FV+Caldaia+VT+SOTTOTETTO+COPERTURA - APE2015.RTF
APE SCENARIO 25 ANNI	14/05/18	E251_25anni_FV+Caldaia+VT+SOTTOTETTO+COPERTURA+CAPPOTTO - APE2015.RTF

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO I Dati climatici	14.05.18	GG_Lotto.9-E251.xls



ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO J Schede Audit	14.05.18	E251_Scheda Audit_Template_rev2.xls



ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO K Schede ORE	14.05.18	Schede ORE_E 251.doc



ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
ANALISI PEF	14/05/18	E251_AnalisiPEF.xlsx



ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO M Report di Benchmark	14.05.18	Lotto.9_benchmark E251.doc



ALLEGATO N – CD-ROM