

ASILO NIDO E SCUOLA COMUNALE D'INFANZIA "VILLA STALDER"

E.84

VIA PRIARUGGIA N. 50-50A (50)

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



ASILO NIDO E SCUOLA COMUNALE D’INFANZIA “VILLA STALDER”

E.84

VIA PRIARUGGIA N. 50-50A (50)

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.

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	Stefano Dotta Sergio Ravera Mauro Cornaglia Angela Baccaro Vincenzo Cuzzola	Sergio Ravera Daniela Di Fazio	Stefano Dotta	Prima Pubblicazione
B	25/07/2018	Stefano Dotta Sergio Ravera Mauro Cornaglia Angela Baccaro Vincenzo Cuzzola	Sergio Ravera Daniela Di Fazio	Stefano Dotta	Seconda Pubblicazione

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

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

INDICE

PAGINA

EXECUTIVE SUMMARY	I
1 INTRODUZIONE	1
1.1 PREMESSA	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	2
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	6
2 DATI DELL'EDIFICIO.....	7
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO	7
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	9
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	10
3 DATI CLIMATICI	12
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	12
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	13
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	13
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	16
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO	16
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	16
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	17
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	19
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	19
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	20
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	25
5 CONSUMI RILEVATI	27
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	27
5.1.1 <i>Energia termica</i>	27
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	31
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	34
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	38
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	38



6.1.1	Validazione del modello termico	39
6.1.2	Validazione del modello elettrico	40
6.2	FABBISOGNI ENERGETICI.....	40
6.3	PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	42
7	ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	45
7.1	COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	45
7.1.1	Vettore termico.....	45
7.1.2	Vettore elettrico.....	49
7.2	TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	53
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	53
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	54
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	55
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	55
8.1.1	Involucro edilizio	55
8.1.2	Impianto riscaldamento.....	62
8.1.3	Impianto produzione acqua calda sanitaria	63
8.1.4	Impianto di illuminazione ed impianto elettrico	63
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	66
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	66
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	71
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO.....	79
9.3.1	Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni:	81
9.3.2	Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni	86
10	CONCLUSIONI	92
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	92
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	92
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	94
ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....		A
ALLEGATO B – ELABORATI		A
ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA		1
ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI		1
ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI		1
ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE		1
ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA		1
ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI.....		1
ALLEGATO I – DATI CLIMATICI.....		1
ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT.....		1
ALLEGATO K – SCHEDE ORE.....		1
ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI		1
ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK.....		1
ALLEGATO N – CD-ROM		1

EXECUTIVE SUMMARY

Caratteristiche dell'edificio oggetto della DE

Tabella 0.1 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1.850
Anno di ristrutturazione		nn
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 (Edifici scolastici)
Superficie utile riscaldata	[m ²]	886,96
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2.364,53
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	4.854,06
Rapporto S/V	[1/m]	0,49
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.329,99
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	966,88
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	1.601,83
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore di calore
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	459
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler elettrici e bollitore a gas
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	71.1
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	99078
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	8115
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	39.831 ⁽¹⁾
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	8.498

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14
- EEM 2: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm (parziale)
- EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato
- EEM 4: Sostituzione Infissi con altri aventi U=1,66W/m2k
- EEM 5: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 6: Installazione di sistemi di illuminazione a LED
- SCN1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm (parziale), Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato
- SNC2: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm (parziale), Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato, Installazione di sistemi di termoregolazione

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	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]	[n/a]	[n/a]
EEM 1	5,0	5,4	884,7	0	0	24.372	30	13,9	23,8	1.978 ≥ 0	5,0	0,08	[n/a]	[n/a]

EEM 2	8,6	9,2	1.519,3	0	0	-	30	9,6	13,7	10.868 ≥0	8,4	0,4	[n/a]	[n/a]
EEM 3	2,6	2,8	459,2	0	0	-8.196	30	9,6	13,7	3.287 ≥0	8,4	0,4	[n/a]	[n/a]
EEM 4	4,2	4,4	734,8	0	0	-	30	73,8	102,4	-64.207 ≤0	-6,6	-0,73	[n/a]	[n/a]
EEM 5	2,5	2,7	442,1	0	0	-4.792	15	10,5	13,9	23 ≤0	4,1	0	[n/a]	[n/a]
EEM 6	5,1	4,8	892,5	0	0	-	8	12,2	13,6	-21.688 ≥0	-12,9	-0,42	[n/a]	[n/a]
SCN 1	11,9	12,6	1.545*	0	0	-	-	-	-	-	-	-36,75	0,65	0,096
SCN 2	14,5	15,3	1.875*	0	0	-	-	11,3	-17,6	-12.934	-	-32	0,794	-0,244

*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

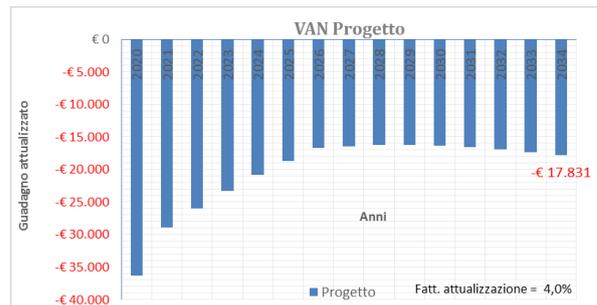
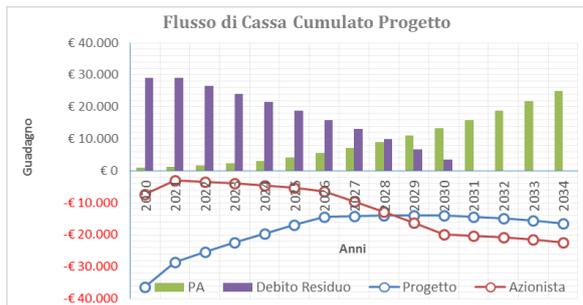
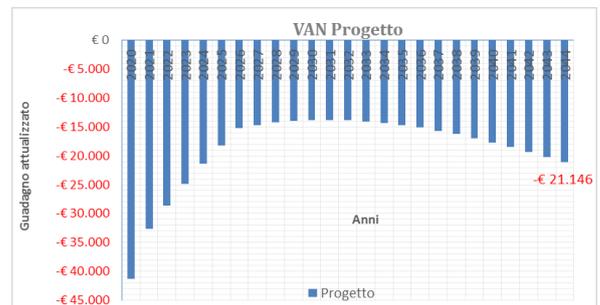
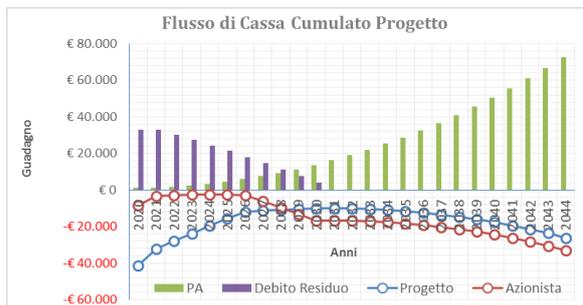


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



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 gli attuali consumi, in quanto tali edifici risultano essere particolarmente energivori.

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

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Sud-Est



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
Stefano Dotta Mauro Cornaglia Vincenzo Cuzzola		Sopralluogo in sito
Mauro Cornaglia, Vincenzo Cuzzola		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Stefano Dotta		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 QUA F. 7 Mapp. 582 Sub. 0 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nel quartiere Quarto dei mille.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a Asilo Nido e Scuola Comunale D'Infanzia.

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		1.850
Anno di ristrutturazione		nn
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.4.7 (Edifici Scolastici)
Superficie utile riscaldata	[m ²]	886,96
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2.364,53
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	4.854,06
Rapporto S/V	[1/m]	0,49
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	985,97
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.329,99

Superficie lorda aree esterne	[m ²]	966,88
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	1.601,83
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore di calore
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	459
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	[-]
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler elettrici e bollitore a gas
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	71.1
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{tt} /anno]	99078
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	8115
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	39.831 ⁽¹⁾
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	8.498

Nota (1): Valori di Baseline

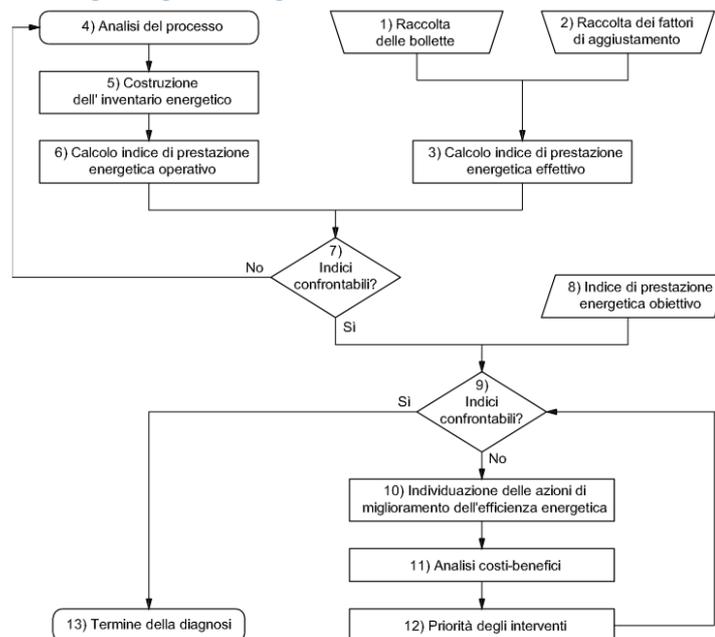
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all' Allegato B – Elaborati; **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**
- Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- Visita agli edifici, effettuata in data 23/11/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assisat, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- 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 Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo Villa Cambiaso dell'Università di Genova e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;

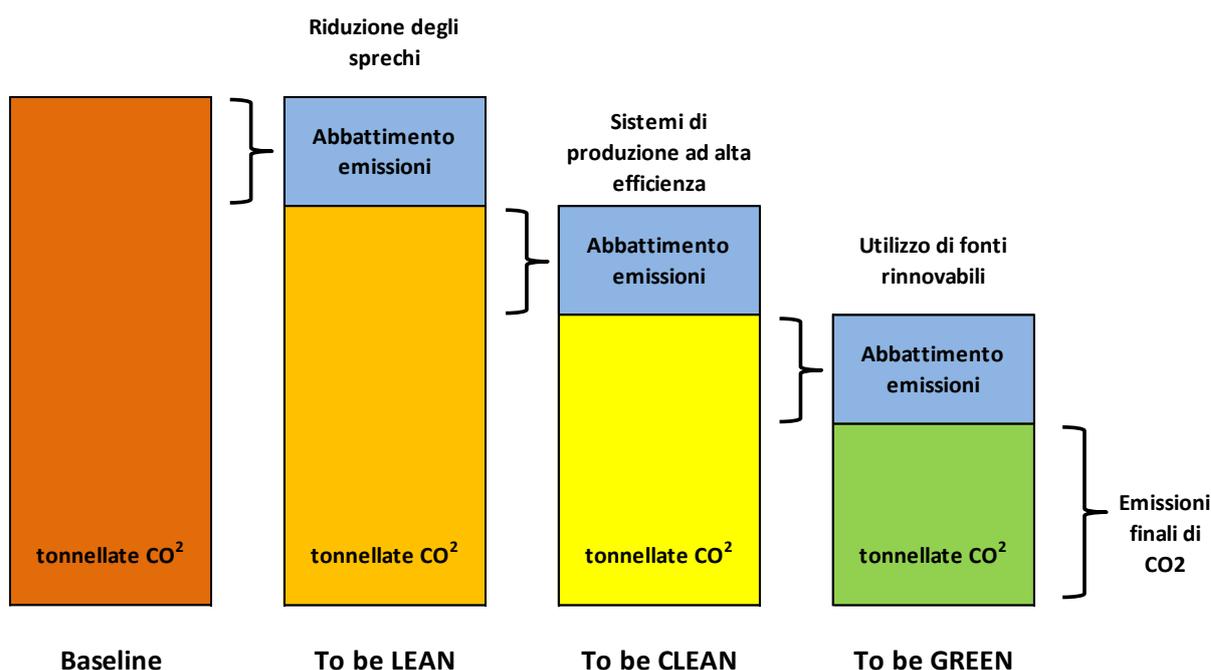
- k) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- l) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- m) 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.
- n) 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;
- o) 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;
- p) 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;
- q) Realizzazione di una relazione tecnica descrittiva di dettaglio dell'analisi effettuata (Rapporto di DE);
- r) 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 sulle domande d'utenza (anche relativamente ai sistemi di emissione, regolazione, distribuzione, accumulo), partendo dalla baseline e a approdando a un nuovo valore di baseline ridotto, ("to Be Lean"). In seguito, da questo valore ridotto di baseline si è valutato il dimensionamento delle apparecchiature e il risparmio conseguibile dapprima delle 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 l'ASILO NIDO E SCUOLA COMUNALE D'INFANZIA “VILLA STALDER” risale all'incirca al 1850 ed ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d'uso E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche od 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'ASILO NIDO E SCUOLA COMUNALE D'INFANZIA “VILLA STALDER” rappresenta per il Comune di Genova, un edificio di rilevanza storica, artistica e culturale. L'ipotesi di intervenire al fine di migliorarne l'efficienza energetica è innanzitutto volta ad una diminuzione delle emissioni di CO2, la quale rientra negli obiettivi prefissati dal Comune di Genova all'interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan), ma può anche essere considerata di notevole interesse socio-culturale al fine della sensibilizzazione del pubblico alle tematiche di interesse ambientale ed energetico.

L'ASILO NIDO E SCUOLA COMUNALE D'INFANZIA “VILLA STALDER”, ogni anno, è utilizzato da circa 150 persone tra bambini insegnanti e personale ATA ed è rilevante inoltre sottolineare come la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto, comporterebbe il miglioramento delle condizioni di benessere percepite dagli utenti, nonché alla corretta manutenzione dell'edificio, al fine di preservarlo al meglio in quanto bene di interesse della Città di Genova.

Si può pertanto affermare che la riqualificazione energetica dell’ASILO NIDO E SCUOLA COMUNALE D’INFANZIA “VILLA STALDER” potrebbe portare ad una maggiore valorizzazione dell’edificio.

L’edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da due piani fuori terra, oltre ad un ammezzato riscaldato e un sottotetto ed un interrato entrambi non riscaldati. Nei tre piani riscaldati si sviluppano le varie attività collegate all’utilizzo scolastico della struttura.

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⁾
Seminterrato	locali non riscaldati	m ²	95,38	0	0
Seminterrato	locali non riscaldati	m ²	95,38	0	0
Terra	Refettorio	m ²	48,05	34,93	0
Terra	Atrio	m ²	22,52	17,05	0
Terra	Ufficio	m ²	29,53	21,01	0
Terra	Aula	m ²	36,02	24,72	0
Terra	WC	m ²	55,43	34,77	0
Terra	Cucina	m ²	39,67	31,47	0
Terra	Magazzini	m ²	68,10	50,07	0
Terra	Disimpegno	m ²	7,89	4,54	0
Terra	Dispensa	m ²	8,79	0	0
Ammezzato	Magazzini	m ²	97,15	136,86	0
Ammezzato	Ufficio	m ²	56,52	43,68	0
Ammezzato	Corridoio	m ²	21,05	14,46	0
Ammezzato	Spogliatoio	m ²	12,34	8,12	0
Ammezzato	sala medica	m ²	19,06	10,91	0
Primo	Aula	m ²	254,35	23,47	0
Primo	Corridoio	m ²	59,41	45,01	0
Primo	Wc	m ²	35,28	23,47	0
sottotetto	locale non riscaldato	m ²	127,52	0	0
TOTALE		m²	1.329,99	886,96	0

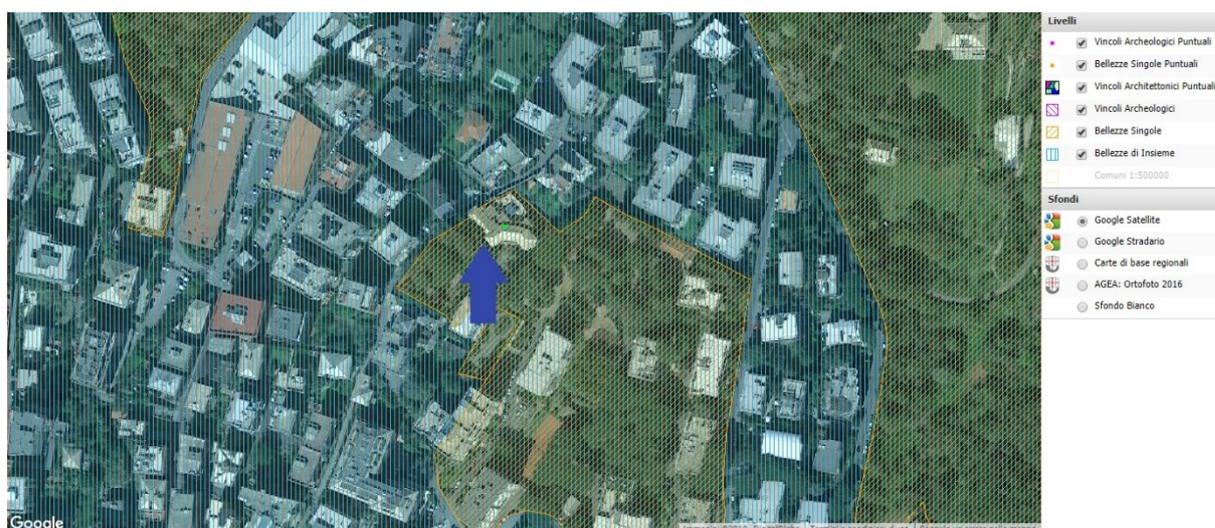
Nota (2): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

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

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

Il quartiere di Genova Quarto, comune autonomo fino al 1926, fu compreso nelle annessioni che portarono alla creazione della Grande Genova voluta dal regime. Anticamente denominato Quarto al Mare, il centro cambiò nome in Quarto dei Mille dopo la Spedizione dei Mille del 1860, in ricordo dell'impresa. Oggi il quartiere ha caratteristiche residenziali, ma fino a tutto l'Ottocento Quarto – come d'altronde Sturla e Quinto – conservava per lo più l'aspetto antico: ville con parco, piccoli borghi, chiese, vaste zone coltivate ad orto. Affacciato sul mar Ligure, è compreso tra i quartieri Sturla, Apparizione e Quinto.

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 070137 e 07146). Il bene è sottoposto a tutele, per presunzione di interesse culturale, ma non è stata attivata negli enti la procedura di tutela (pallino verde).

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

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

- EEM 1: coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14
- EEM 2: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm (parziale)
- EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato
- EEM 4: Sostituzione Infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2k$
- EEM 5: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 6: Installazione di sistemi di illuminazione a LED

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁴⁾	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: coibentazione estradosso copertura piana con XPS	Bellezza d'insieme		Previo parere della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici
EEM 2 isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite (solo nelle pareti retrostanti e non nelle facciate principali)	Bellezza d'insieme		Previo parere della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici
EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato	Bellezza d'insieme		-

EEM 4: Sostituzione Infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2k$	Bellezza d'insieme		Previo parere della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici
EEM 5 Installazione di sistemi di termoregolazione	Bellezza d'insieme		-
EEM 6: Installazione di sistemi di illuminazione a LED	Bellezza d'insieme		Previo parere della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici

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.

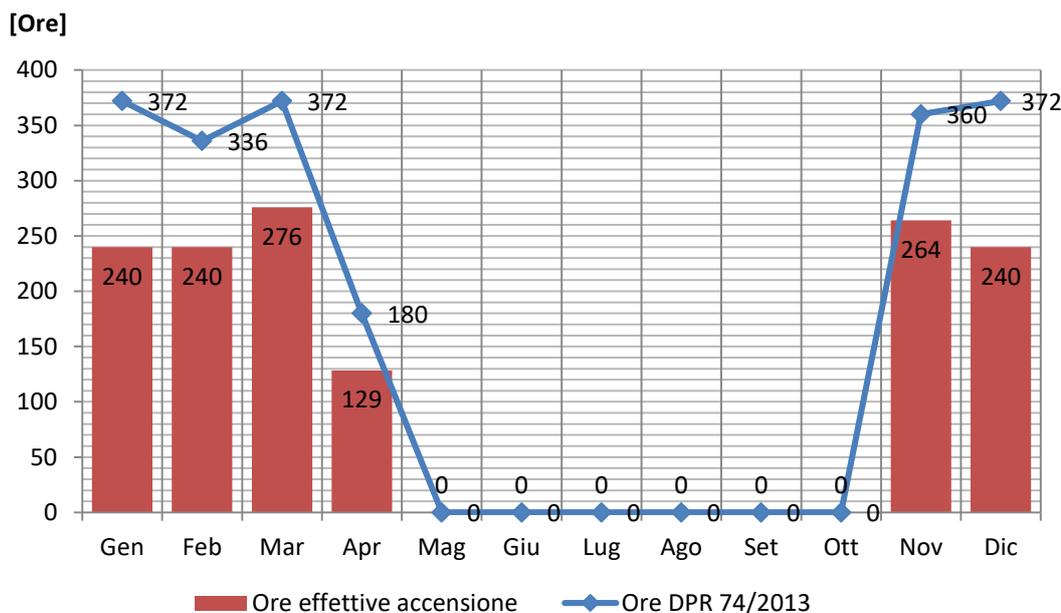
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ottenuti tramite colloquio col personale amministrativo e dirigente scolastica], mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti [sono stati forniti dagli uffici prepost del Comune di Genova.

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	6.30 – 18.30
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%
--------	-----	------	-----	------	-----	-----	-----	------

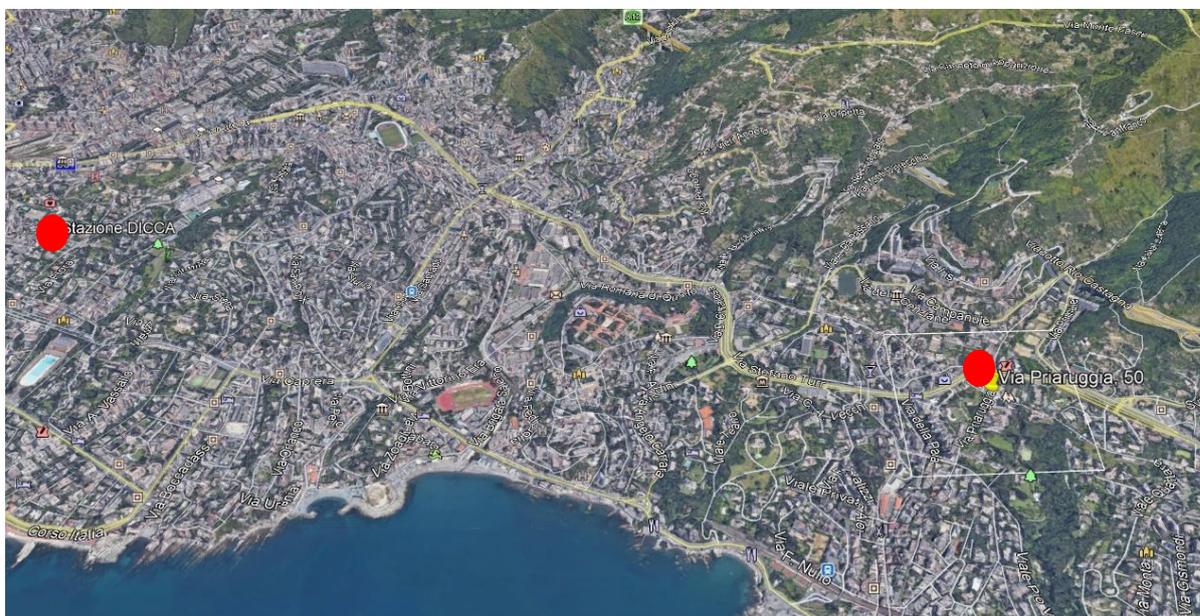
3.2 DATI CLIMATICI REALI

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.

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

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



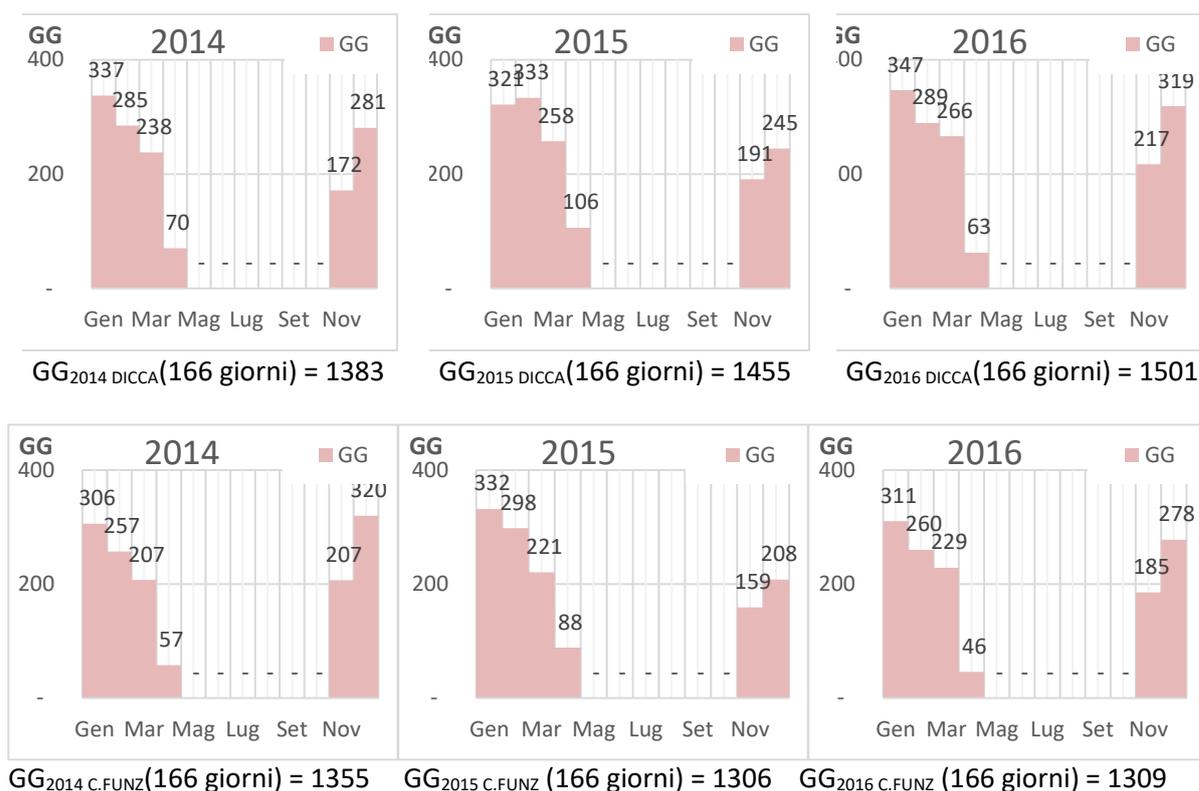
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO

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 (CENTRO FUNZIONALE, 44° 24'N 8° 56'E Altitudine 30 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 CENTRO FUNZIONALE



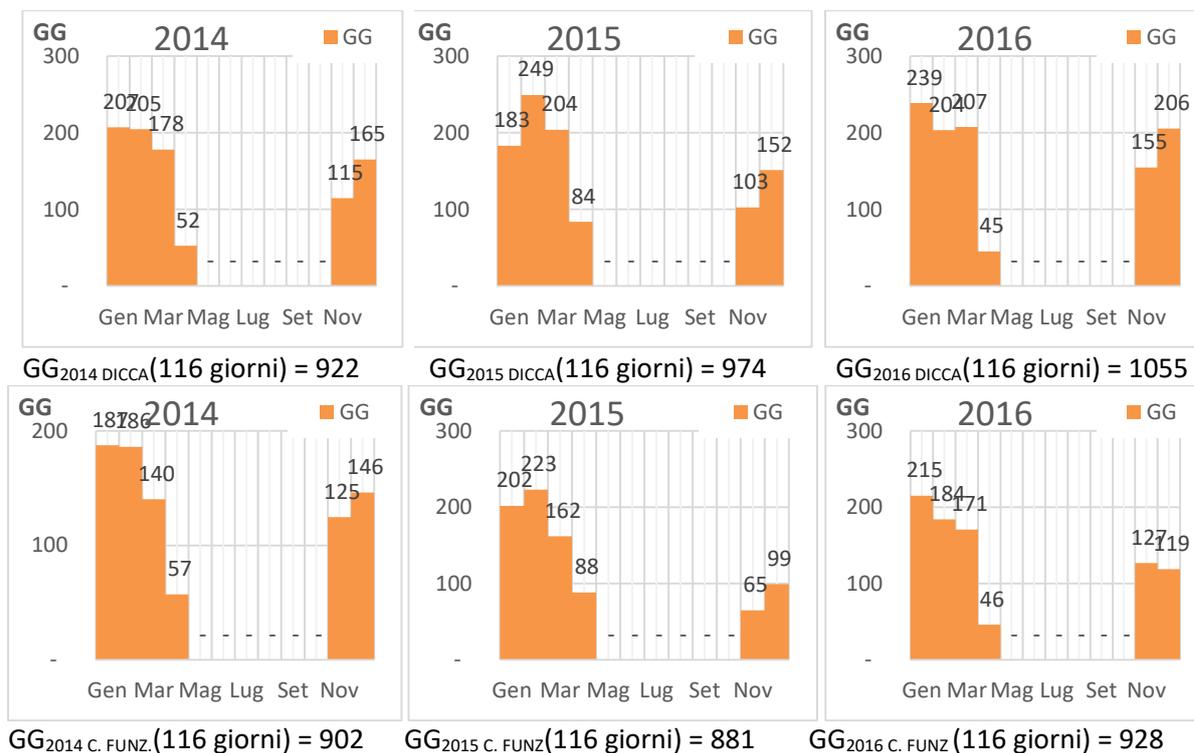
Dal confronto tra i GG calcolati sulla base delle temperature rilevate dalle due stazioni climatiche risulta che nell'anno 2014 la differenza è di 28 GG pari all'2% nel 2015 la differenza è di 149 GG pari allo 11.1% e nel 2016 la differenza è di 192 GG pari allo 14.6 %. Si ritiene pertanto che i dati climatici rilevati dalla stazione DICCA possano essere considerati attendibili nell'anno 2014 mentre risultano delle differenze abbastanza significative rispetto a quelli rilevati dalla stazione Centro Funzionale, negli anni 2015 e 2016, si rimanda, quindi, al paragrafo 6.1 relativo alla validazione del modello, la definitiva conferma della validità dell'utilizzo di tali dati climatici.

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 20 GG pari all'2.1% nel 2015 la differenza è di 93 GG pari all'10.5% e nel 2016 la differenza è di 127 GG pari all'13.7%.

Si ritiene, pertanto che anche a seguito di questa ulteriore verifica i dati climatici rilevati dalla stazione DICCA possano essere considerati attendibili nell'anno 2014 mentre risultano delle differenze abbastanza significative rispetto a quelli rilevati dalla stazione Centro Funzionale, negli anni 2015 e 2016, si rimanda, quindi, al paragrafo 6.1 relativo alla validazione del modello, la definitiva conferma della validità dell'utilizzo di tali dati climatici.

Tabella 3.4 Confronto dei Gradi Giorno delle due stazioni climatiche: DICCA e CENTRO FUNZIONALE

	GG 2014	GG 2015	GG 2016
CENTRO FUNZIONALE	1535	1518	1518
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 risulta essere stato realizzato alla fine del XIX secolo con tecniche costruttive dell'epoca e dunque caratterizzato da murature portanti, presumibilmente in pietra e conglomerati debitamente intonacate e coperture a falda con struttura in legno non isolata, sono inoltre tetti piani calpestabili recentemente riqualificati e impermeabilizzati.

Figura 4.1 - Particolare delle coperture a falda e piane



Va inoltre sottolineato, sempre in riferimento all'involucro edilizio, che pur non essendo soggetto a vincoli architettonici trattandosi di un edificio storico dotato di facciate decorate e di pregio si è ritenuto corretto non simulare alcuni interventi di efficientamento energetico dell'involucro opaco verticale.

Figura 4.2 - Particolare della facciata sud



In base al periodo di costruzione si è potuto definire con approssimabile certezza la tecnologia costruttiva dell'edificio. Essendo in muratura portante ed in pietra locale si evidenzia come la valutazione termografica possa essere considerata poco efficace ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco. Difatti il comportamento termico è omogeneo per tutta la superficie, dovuto a spessori murali importanti e costanti per ogni piano che non consentono di evidenziare disomogeneità termiche puntuali. Inoltre, in sede di sopralluogo, è stata rilevata una temperatura esterna di poco inferiore a quella interna. Non si è potuto dunque raggiungere il delta termico minimo consigliato dalla norma UNI EN 13187:2000. Tali indagini in queste condizioni non consentono di evidenziare difetti ed anomalie per cui non è stata realizzata l'indagine termografica. Per le medesime ragioni non è stato possibile verificare il valore di trasmittanza termica dei componenti d'involucro mediante l'utilizzo di termoflussimetro. Pertanto 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".

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

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Parete verticale	M1	60	Assente	1,683	Sufficiente
Parete verticale	M2	30	Assente	2,537	Sufficiente
Parete verticale	M4	26	Assente	2,721	Sufficiente
Parete verticale	M5	32	Assente	2,454	Sufficiente
Parete verticale	M6	17,5	Assente	3,218	Sufficiente
Parete verticale	M7	78	Assente	1,400	Sufficiente
Parete verticale	M8	48	Assente	1,945	Sufficiente
Parete verticale	M9	42	Assente	2,109	Sufficiente
Parete verticale	M10	35	Assente	2,339	Sufficiente
Parete verticale	M11	48	Assente	1,945	Sufficiente
Parete verticale	M14	12	Assente	1,889	Sufficiente
Parete verticale	M16	57	Assente	1,742	Sufficiente
Parete verticale	M17	55	Assente	1,783	Sufficiente
Parete verticale	M18	20	Assente	1,576	Sufficiente
Pavimento su terreno	P1	44,5	Assente	0,368	Sufficiente
Pavimento su non riscaldato	P3	28	Assente	1,025	Sufficiente
Pavimento su centrale termica	P6	27	Assente	1,055	Sufficiente
Pavimento su esterno	P7	16	Assente	3,161	Sufficiente
Copertura piana	S1	37	Assente	1,061	Sufficiente
Copertura piana	S2	33,6	Assente	1,095	Sufficiente
Solaio su sottotetto	S3	27	Assente	1,192	Sufficiente
Solaio su sottotetto	S5	27	Assente	1,192	Sufficiente

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

4.1.2 Involucro trasparente

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da serramenti con telaio in legno e vetri singoli.

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

Figura 4.3 - Particolare dei serramenti esistenti



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 e misuratore laser per la corretta verifica dimensionale utilizzati in sede di sopralluoghi;
- Indisponibilità delle condizioni termiche ambientali alla realizzazione dell'indagine termografica che non hanno permesso la redazione del documento, così come descritto nel paragrafo dell'involucro opaco ed in modo più approfondito nell'Allegato C.

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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento verticale	PF1	241x120	Legno	Vetro singolo	3,516	Scarso
Serramento verticale	PF3	247x135	Legno	Vetro singolo	7,000	Scarso
Serramento verticale	PF4	277x72	Legno	Vetro singolo	4,729	Scarso
Serramento verticale	F5	236x105	Legno	Vetro singolo	4,221	Scarso
Serramento verticale	PF7	358x168	Legno	Vetro singolo	3,351	Scarso
Serramento verticale	PF8	330x144	Legno	Vetro singolo	3,822	Scarso
Serramento verticale	F9	253x144	Legno	Vetro singolo	4,231	Scarso
Serramento verticale	F10	224x125	Legno	Vetro singolo	4,066	Scarso
Serramento verticale	F11	171x175	Legno	Vetro singolo	4,299	Scarso
Serramento verticale	F12	141x88	Legno	Vetro singolo	4,011	Scarso
Serramento verticale	PF13	309x113	Legno	Vetro singolo	3,465	Scarso
Serramento verticale	PF15	241x125	Legno	Vetro singolo	2,000	Scarso
Serramento verticale	F19	140x105	Legno	Vetro singolo	3,695	Scarso
Serramento verticale	F20	132x116	Legno	Vetro singolo	3,694	Scarso
Serramento verticale	PF21	182,5x74,5	Legno	Vetro singolo	2,000	Scarso
Serramento verticale	F22	97x98	Legno	Vetro singolo	3,547	Scarso
Serramento verticale	F23	139x100	Legno	Vetro singolo	3,893	Scarso
Serramento verticale	F24	96x111	Legno	Vetro singolo	3,731	Scarso
Serramento verticale	PF25	196x97	Legno	Vetro singolo	3,312	Scarso
Serramento verticale	F26	149x128	Legno	Vetro singolo	4,137	Scarso
Serramento verticale	F28	166x182	Legno	Vetro singolo	4,267	Scarso
Serramento verticale	F29	175x116	Legno	Vetro singolo	3,797	Scarso
Serramento verticale]	F30	190x117	Legno	Vetro singolo	3,699	Scarso
Serramento verticale]	PF31	238x224	Legno	Vetro singolo	4,243	Scarso
Serramento verticale]	PF32	238x110	Legno	Vetro singolo	4,132	Scarso
Serramento verticale]	PF1	241x120	Legno	Vetro singolo	3,516	Scarso

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

4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

L'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da una caldaia 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 a parete

Figura 4.4 - Particolare dei radiatori installati nei locali dell'edificio scolastico



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
Asilo nido e scuola comunale d'infanzia "Villa Stalder"	Radiatore	90%

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 [kW]	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA [kW]	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA [kW]	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA [kW]
Terra	Radiatore installato a parete	21	1.8	33.8	[-]	[-]
Primo	Radiatore installato a parete	13	1.2	15.3	[-]	[-]
Secondo	Radiatore installato a parete	20	1.9	37	[-]	[-]
TOTALE		54	1.6	90.6	[-]	[-]

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.

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 4.5 - Particolare del pannello di controllo di dell'impianto termico

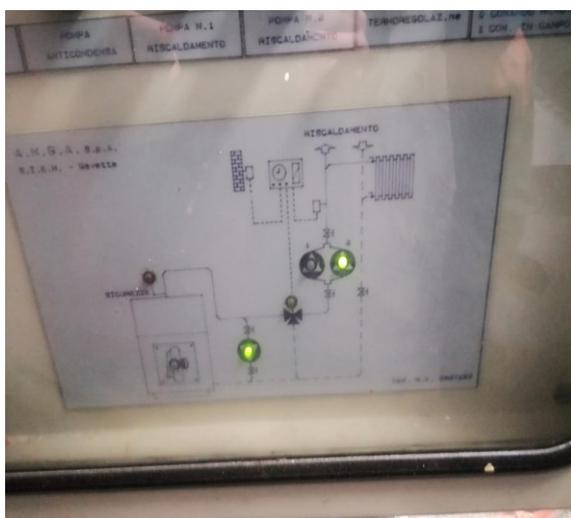


Figura 4.6 – Orologio a servizio dell'impianto termico



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
Asilo nido e scuola comunale d'infanzia "Villa Stalder"	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 generatore di calore 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 per la mandata del circuito al collettore dei circuiti secondari.

Le caratteristiche dei circolatori a servizio del circuito primario sono riportate nella Tabella 4.6.

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

NOME		SERVIZIO	PORTATA ⁽⁵⁾ m ³ /h	PREVALENZA ⁽⁵⁾ kPa	POTENZA ASSORBITA ⁽⁶⁾ kW
Asilo nido e scuola comunale d'infanzia “Villa Stalder”		Lowara FCG 65-10T mandata acqua calda al collettore (gemellare)	36	94	0.915

Nota (6): Valori ricavati da dati di targa

Nota (7): Valori ricavati da 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⁾ °C	TEMPERATURA CALCOLO °C
Asilo nido e scuola comunale d'infanzia “Villa Stalder”	Mandata	Caldo	60	55
Asilo nido e scuola comunale d'infanzia “Villa Stalder”	Ritorno	Caldo	50	48

Nota (8): Valori rilevati il giorno 22/11/2017 alle ore 14.00, in orario di utilizzo della scuola, con una temperatura esterna di circa 12°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 circuiti secondari con valvole di apertura/chiusura manuali.

Le temperature del fluido termovettore all'interno del circuito secondario sono riportate nella Tabella 4.8.

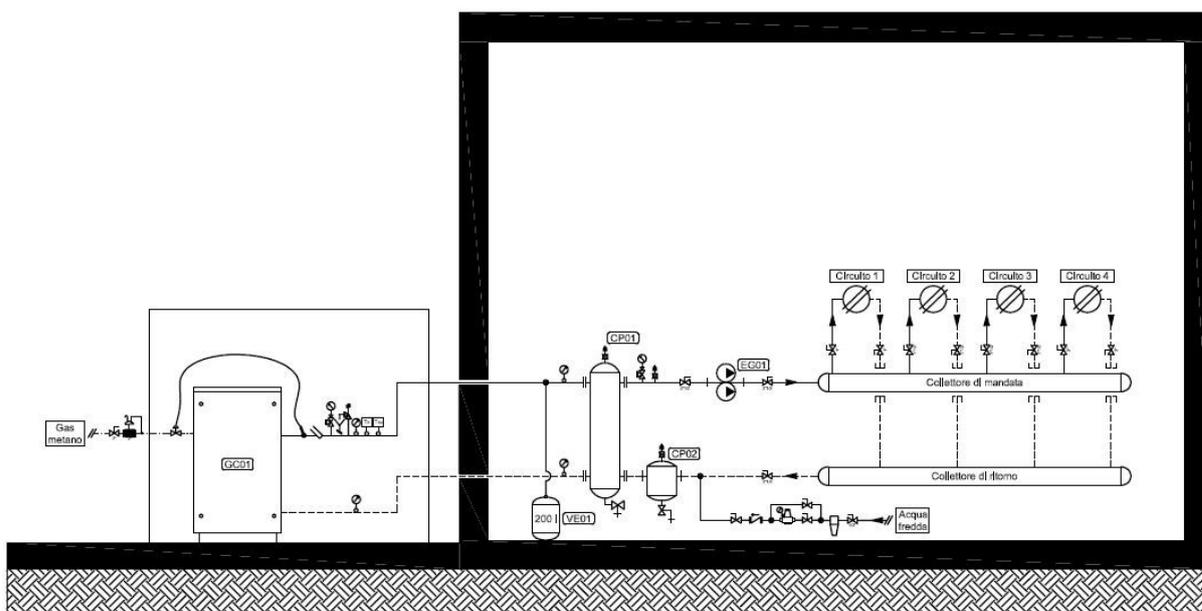
Tabella 4.8 – Temperature di mandata e ritorno del circuito secondario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁴⁾ °C	TEMPERATURA CALCOLO °C
Asilo nido e scuola comunale d'infanzia “Villa Stalder”	Mandata	Caldo	55	54
Asilo nido e scuola comunale d'infanzia “Villa Stalder”	Ritorno	Caldo	45	44

Nota (9): Valori rilevati il giorno 22/11/2017 alle ore 14.00, in orario di utilizzo della scuola, con una temperatura esterna di circa 12°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.

Figura 4.7 - Particolare dello schema di impianto [(Fonte: Tavola 083-P00-001-CENTRALE TERMICA.dwg)]



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione pari al 92,3% 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 un'unica caldaia a condensazione, posta all'esterno della struttura, alimentata a metano, di produzione Riello modello Condexa Pro 115 All-Inside.

Figura 4.8 - Particolare della caldaia Riello Condexa Pro Figura 4.9 - Particolare della sottostazione termica 115 All-Inside



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

Tabella 4.9 - Riepilogo caratteristiche sistemi di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]
Gen 1 Riscaldamento	Riello	Condexa Pro 115 All-Inside	2014	115	112.9	94.6%	231

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

Nota (11): il valore riportato nella prova fumi dell'impianto risulta superiore a quello calcolato attraverso il modello energetico dell'edificio. Tale scostamento tra i valori di rendimento è dovuto alle differenti condizioni ambientali in cui è stata effettuata la prova fumi rispetto a quelle di calcolo del modello

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 95,4%.

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 è eseguita tramite quattro bollitori elettrici ad accumulo installati all'interno dei locali adibiti a servizi igienici con una potenza complessiva di 8.1 kW e di una caldaia murale a gas della potenza di 5.2 kW. Quest'ultima caldaia è adibita esclusivamente alla produzione di ACS per il locale della cucina.

Figura 4.10 - 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 4.10 e Tabella 4.10.

Tabella 4.10 – 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%	[-]	[-]	75%	28.7%

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

Tabella 4.11 – 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%	[-]	[-]	89.3%	78.8%

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 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 4.12.

Tabella 4.12 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE	POTENZA COMPLESSIVA	ORE ANNUE DI UTILIZZO
			[W]	[W]	[ore]
Aula PT	Ventilatore a pale	1	70	70	800
Cucina PT	Frigo	2	650	1300	6048
Cucina PT	Forno Zanussi	1	750	750	412
Cucina PT	Lavastoviglie	1	3500	3500	618
Ufficio PA	Stampante	1	550	550	7200
Ufficio PA	PC	3	65	195	7200
Uffici P1	Ventilatore a pale	3	70	210	800

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 neon installate a soffitto nelle zone di circolazione interna, aule, uffici e servizi igienici e faretti alogeni in alcune aule.

Figura 4.11 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule



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

Tabella 4.13 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
			[W]	[W]
PT refettorio	Neon tubolare	8	36	288
PT atrio	Neon tubolare	2	36	72
PT ufficio	Neon tubolare	4	36	144
PT aula	Faretti alogeni	6	50	300
PT aula	Faretti alogeni	8	50	400
PT aula	Neon tubolare	8	36	288
PT WC	Neon tubolare	2	36	72
PT corridoio	Neon tubolare	8	36	288
PT aula	Faretti alogeni	5	50	250
PT cucina	Neon tubolare	8	36	288
PT magazzino/aula	Neon tubolare	1	36	36
PT magazzino/ufficio	Neon tubolare	6	36	216
PT disimpegno	Neon tubolare	2	36	72
PT WC	Neon tubolare	4	36	144
PA magazzino/deposito	Neon tubolare	5	36	180
PA ufficio	Neon tubolare	2	36	72
PA ufficio	Neon tubolare	4	36	144
PA magazzino deposito	Neon tubolare	4	36	144
PA corridoio	Neon tubolare	4	18	72
PA corridoio	Neon tubolare	1	36	36
PA magazzino	Neon tubolare	4	36	144
PA spogliatoio	Neon tubolare	2	36	72
PA magazzino deposito	Neon tubolare	2	36	72
PA sala medica	Neon tubolare	2	36	72
PA ufficio	Neon tubolare	1	36	36
PA magazzino deposito	Neon tubolare	1	36	36
PA Magazzino deposito	Neon tubolare	1	36	36
P1 aula	Neon tubolare	4	36	144
P1 aula	Neon tubolare	8	36	288
P1 aula	Neon tubolare	4	36	144
P1 aula	Faretti alogeni	4	50	200
P1 aula	Neon tubolare	8	36	288

P1 aula	Faretti alogeni	4	50	200
P1 corridoio	Neon tubolare	8	36	288
P1 WC	Neon tubolare	2	36	72
P1 cucina	Neon tubolare	4	36	144
P1 corridoio	Neon tubolare	1	36	36
P1 WC	Neon tubolare	2	36	72
scala 1	Neon tubolare	2	36	72
scala 2	Neon tubolare	2	36	72

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 e funzionanti ad eccezione di una lampada neon installata a soffitto nel corridoio del piano interrato.

Si è inoltre verificata la presenza di luci di emergenza nei diversi locali della struttura.

Figura 4.12 - Particolare dei corpi illuminanti alogeni ubicati in alcune 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]
03270050383373	Riscaldamento	-	10.356	7.914	102.671	97.557	74.550
03270028018489	Produzione ACS	838	684	692	7.894	6.444	6.520

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 Tabella 5.3.

Tabella 5.3 - Consumi mensili di energia termica per il triennio di riferimento – Dati ricavati da società di distribuzione (PDR1) e di fornitura (PDR2)

PDR: 03270050383373	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	1.939	1.748	25.187	18.268	16.462
Febbraio	-	2.643	1.489	21.741	24.894	14.029
Marzo	-	2.484	1.746	21.738	23.402	16.449
Aprile	-	489	182	3.064	4.606	1.718
Maggio	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	1.195	1.244	13.389	11.255	11.723
Dicembre	-	1.606	1.504	17.557	15.128	14.169
Totale	-	10.356	7.914	102.676	97.554	74.550
PDR: 03270028018489	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	-	1.657	-	-	15.609
Febbraio	-	-	1.401	-	-	13.197
Marzo	-	224	1.290	-	2.111	12.152
Aprile	-	-	573	-	-	5.398
Maggio	-	-	16	-	-	151
Giugno	-	926	15	-	8.723	141
Luglio	-	155	14	-	1.460	132
Agosto	-	145	14	-	1.366	132
Settembre	-	209	15	-	1.969	141
Ottobre	-	203	15	-	1.912	141
Novembre	-	1.038	85	-	9.778	801
Dicembre	-	1.558	123	-	14.676	1.159
Totale	-	4.458	5.218	-	41.995	49.154

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.

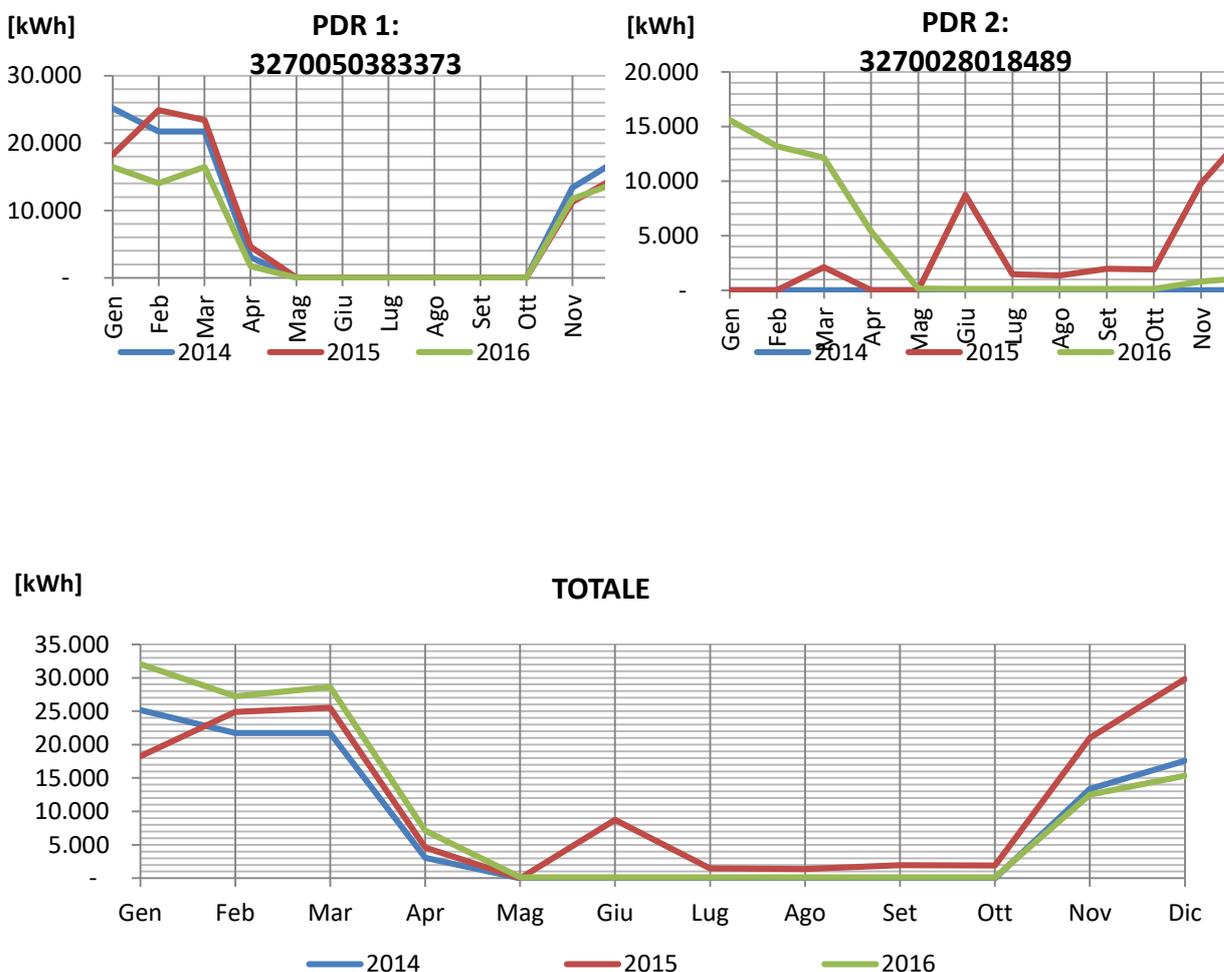
L'analisi dei consumi storici di Gas metano è stata effettuata in base alla disponibilità delle fatturazioni. L'esame del PDR 03270050383373 si basa sui m³ di gas rilevati dalla società di distribuzione in quanto la PA ha stipulato un contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) con un soggetto terzo, 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 03270028018489 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 a letture stimate. Non sono state disposte, da parte dei fornitori, letture reali mensili (le uniche letture rilevate corrispondono ai cambi gestore nei mesi marzo/aprile), per cui l’andamento proposto dalle tabelle e dai grafici non corrisponde con esattezza al reale consumo. Tutto l’anno 2016 presenta consumi stimati che non sono stati conguagliati nelle ultime fatture messe a disposizione. È infatti evidente che le tendenze dei consumi dei due anni monitorati hanno inclinazioni diverse che non consentono di evidenziare delle affinità.

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 nel mese di giugno 2015 e nei mesi invernali tra il 2015 e 2016 ed un andamento del 2015 opposto a quello del 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{a}_{rif} come di seguito riportato:

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

Dove:

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

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

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

Tale consumo è stato valutato 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:

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

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

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

\bar{Q}_{ALTRO} = Consumo termico reale per eventuali altri utilizzi dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per altri usi, nel triennio di riferimento. Tale contributo non è stato valutato in quanto i suddetti utilizzi non sono 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. [l]-[Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 989 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	922	989	10.176	102.676	111,3	110.176	7.894	-
2015	974	989	10.356	97.581	100,1	99.092	6.444	-
2016	1.055	989	7.914	74.571	70,7	69.921	6.520	-
Media	984	989	9.482	91.609	93,1	92.126	6.953	-

Per la presenza di gasolio nel 2014 è stata riportata in tabella la quantità in kWh. Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da una generica diminuzione dei consumi: tale riduzione non è dovuta alla realizzazione di importanti interventi di efficientamento. Nel 2014 si è sostituito il vettore energetico convertendo la centrale termica da gasolio e metano. È possibile che queste riduzioni 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}	6.953
\bar{Q}_{ALTRO}	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	92.126
$Q_{baseline}$	99.078

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:

- Asilo nido ;
- Scuola comunale d'infanzia “Villa Stalder”;

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]
IT001E00096616	Scuola d'infanzia ed asilo nido	40.129	37.764	41.599	39.831
TOTALE		40.129	37.764	41.599	39.831

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-E84) e sono emerse le seguenti differenze:

2014 : 42.592 kWh (-6%)

2015 : 41.116 kWh (-9%)

2016 : 49.372 kWh (-19%)

Media : 44.360 kWh (-11%)

I consumi rilevati dalla fatturazione sono mediamente più bassi del 11% 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 39.831 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: IT001E00096616	F1	F2	F3	TOTALE
---------------------	----	----	----	--------



E84 – Asilo Nido e Scuola Comunale D'infanzia "Villa Stalder"

Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.931	479	487	3.897
Febbraio	3.245	504	351	4.100
Marzo	3.329	557	420	4.306
Aprile	2.821	469	369	3.659
Maggio	3.016	488	333	3.837
Giugno	2.205	371	332	2.908
Luglio	2.239	381	347	2.967
Agosto	126	104	163	393
Settembre	2.566	397	287	3.250
Ottobre	2.986	448	306	3.740
Novembre	2.876	432	443	3.751
Dicembre	2.547	360	414	3.321
Totale	30.887	4.990	4.252	40.129
POD: IT001E00096616	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	3.142	510	462	4.114
Febbraio	3.291	469	351	4.111
Marzo	2.640	428	328	3.396
Aprile	1.809	347	263	2.419
Maggio	2.841	430	341	3.612
Giugno	2.319	370	296	2.985
Luglio	1.825	322	270	2.417
Agosto	142	83	165	390
Settembre	2.081	339	294	2.714
Ottobre	3.374	490	346	4.210
Novembre	3.314	436	393	4.143
Dicembre	2.533	335	385	3.253
Totale	29.311	4.559	3.894	37.764
POD: IT001E00096616	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	3.036	369	361	3.766
Febbraio	3.552	405	320	4.277
Marzo	3.365	471	347	4.183
Aprile	3.016	434	323	3.773
Maggio	3.291	412	415	4.118
Giugno	2.451	326	375	3.152
Luglio	1.739	259	272	2.270
Agosto	145	95	172	412
Settembre	2.701	352	309	3.362
Ottobre	2.962	441	479	3.882
Novembre	3.336	506	600	4.442
Dicembre	2.713	535	714	3.962
Totale	32.307	4.605	4.687	41.599

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.

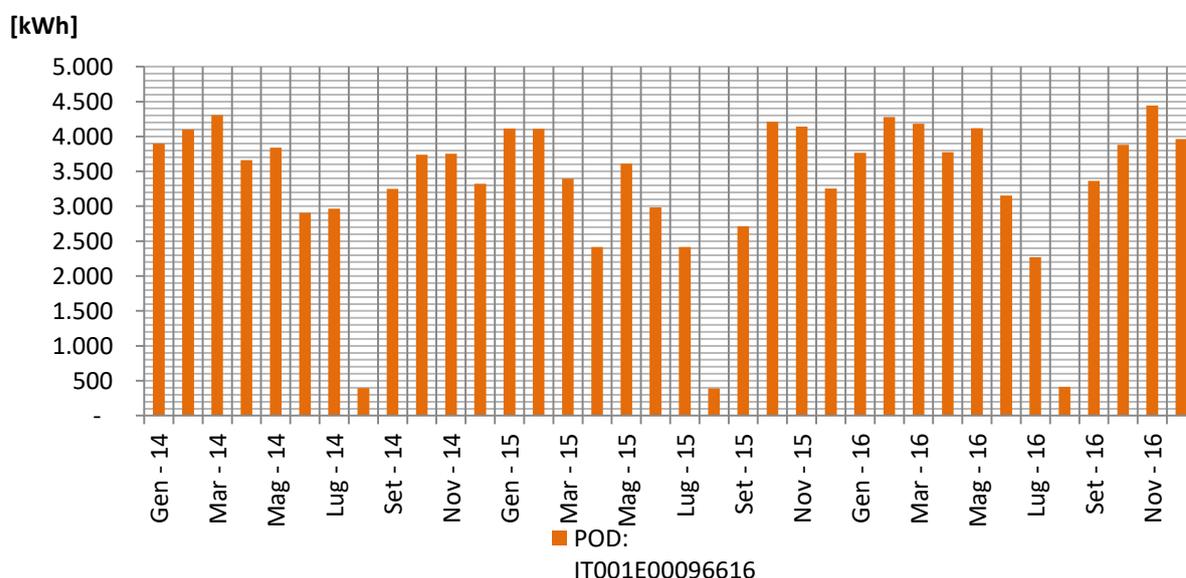
Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	3.036	453	437	3.926
Febbraio	3.363	459	341	4.163
Marzo	3.111	485	365	3.962
Aprile	2.549	417	318	3.284
Maggio	3.049	443	363	3.856
Giugno	2.325	356	334	3.015
Luglio	1.934	321	296	2.551
Agosto	138	94	167	398
Settembre	2.449	363	297	3.109
Ottobre	3.107	460	377	3.944
Novembre	3.175	458	479	4.112
Dicembre	2.598	410	504	3.512
Totale	30.835	4.718	4.278	39.831

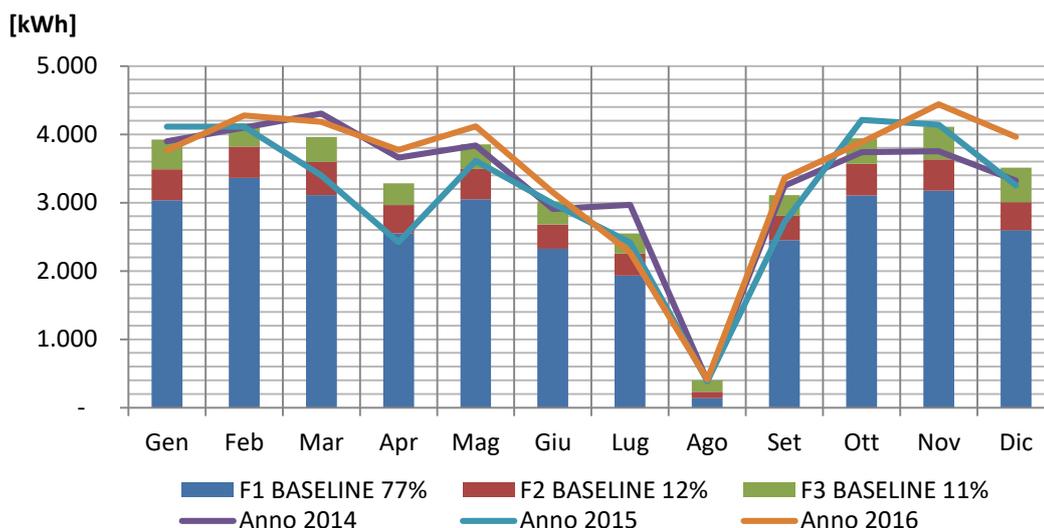
Il profilo così ottenuto è rappresentato nel grafico in Figura 5.2

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 nel mese estivo di 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

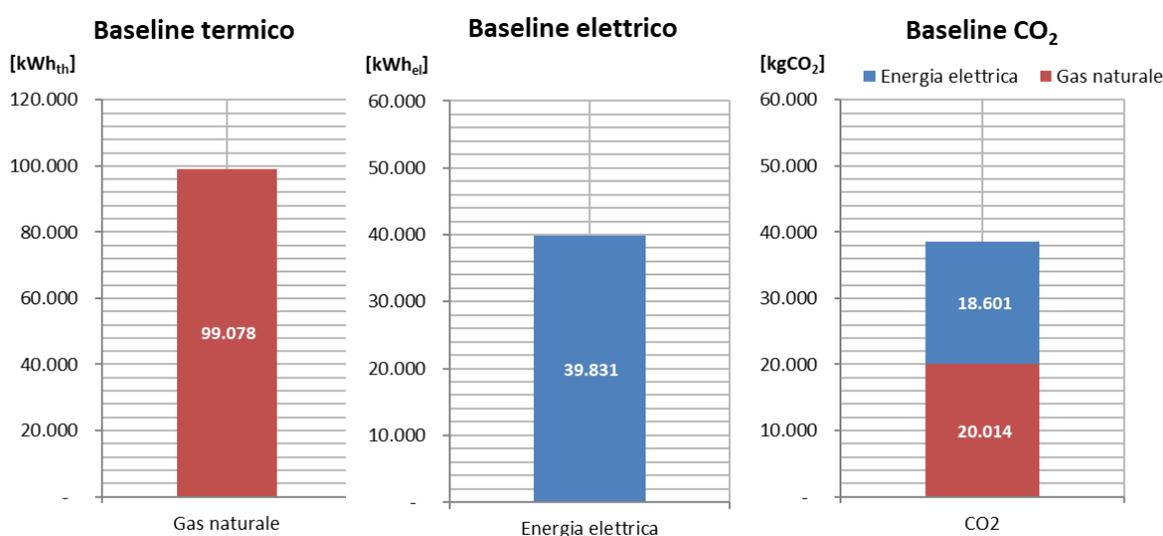
* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

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	99.078	0,202	20.014
Energia elettrica	39.831	0,467	18.601

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 RILEVATI 5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.12.

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	887	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	986	m ²
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	5.083	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	99.078	1,05	104.032	117,3	105,5	20,5	22,56	20,30	3,94
Energia elettrica	39.831	2,42	96.390	108,7	97,8	19,0	20,97	18,87	3,66
TOTALE			200.422	226	203	39	44	39	8

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	99.078	1,05	104.032	117,3	105,5	20,5	22,56	20,30	3,94
Energia elettrica	39.831	1,95	77.670	87,6	78,8	15,3	20,97	18,87	3,66
TOTALE			181.702	205	184	36	44	39	8

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

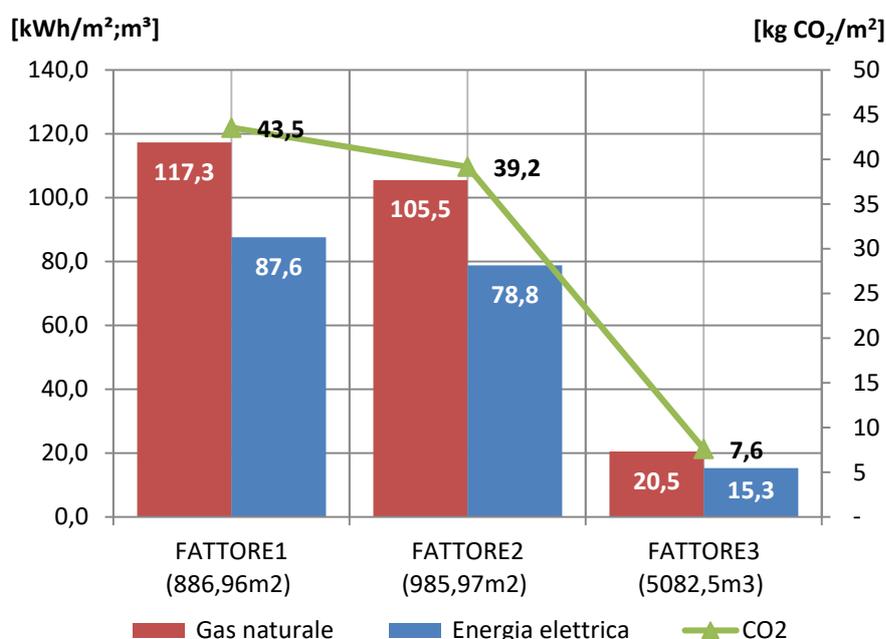
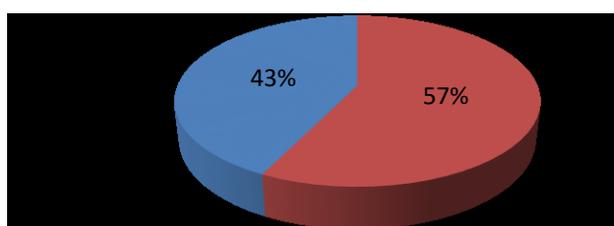
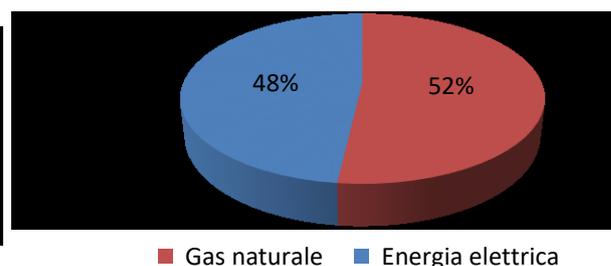


Figura 5.6 – Ripartizione % dei consumi specifici di energia primaria e delle relative emissioni di CO₂

Ripartizione % energia primaria

Ripartizione % emissioni CO₂

■ Gas naturale ■ Energia elettrica

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	12,65	11,38	8,03	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	39,69	38,32	46,01

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo una classe di merito Buono per il riscaldamento e Insufficiente 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}	259.32	kWh/mq anno	274.51	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP _H	196.55	kWh/mq anno	198.59	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	38.64	kWh/mq anno	45.98	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	20.43	kWh/mq anno	25.36	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP _T	3.7	kWh/mq anno	4.6	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	51	Kg/mq anno	54	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 standard di utilizzo)

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[Nm ³ /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	16684	174134
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Energia Elettrica	28654	55875

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 al 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}	181.2	kWh/mq anno	195.4	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP_H	118.4	kWh/mq anno	119.5	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	38.6	kWh/mq anno	46	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	20.4	kWh/mq anno	25.4	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP_T	3.7	kWh/mq anno	4.6	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	35	Kg/mq anno	38	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	10395	108492.6	
	[kWh/anno]	[kWh/anno]	
Energia Elettrica	43243	84323.9	

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
103326	99078	4.1%

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 CENTRO FUNZIONALE.

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

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
103326	99078	-3.9%

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

6.1.2 Validazione del modello elettrico

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

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

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
41808	39831	4.7%

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

6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

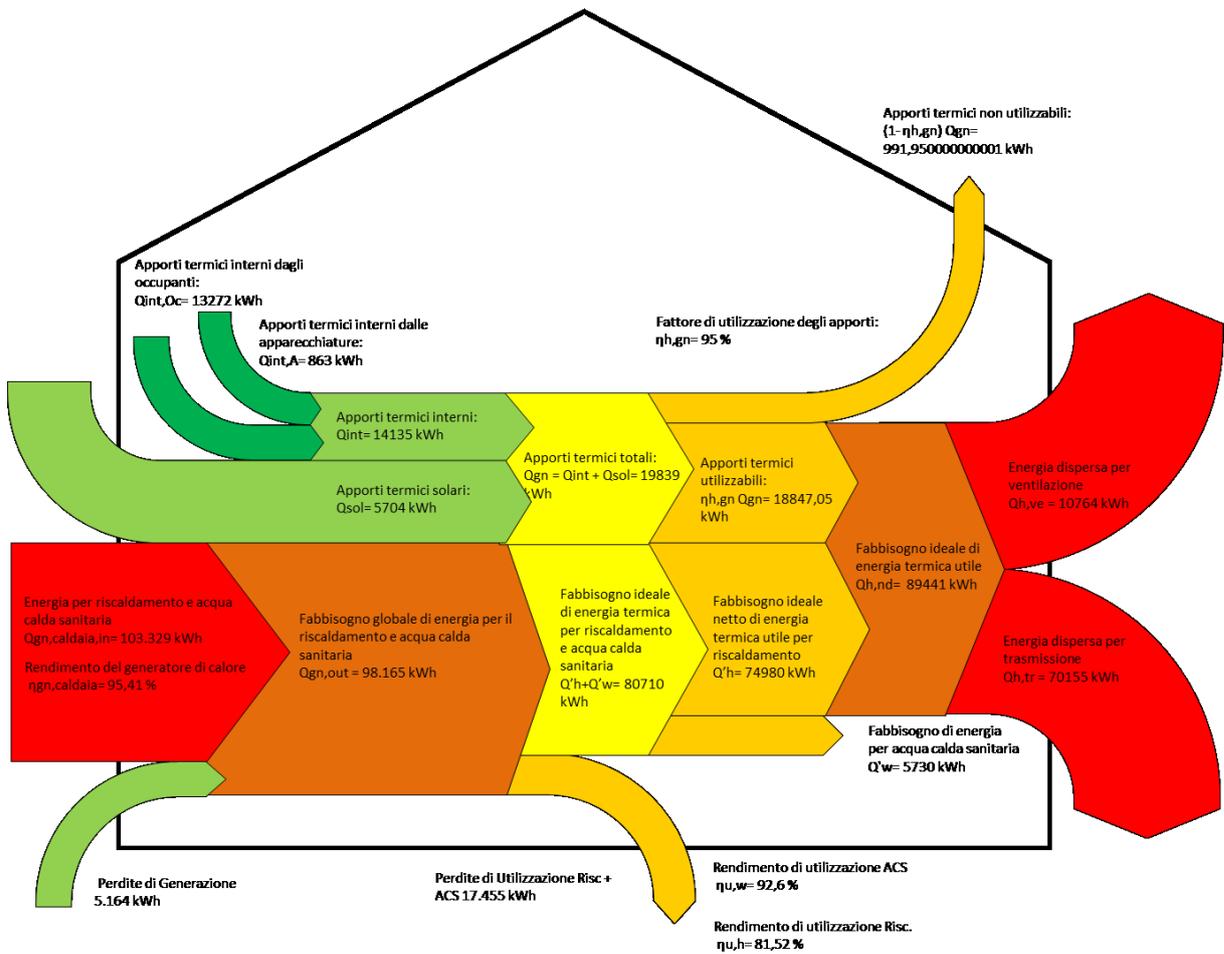
Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si è reso necessario predisporre i risultati della modellazione energetica nella forma di un bilancio energetico che descriva l'andamento dei flussi energetici caratteristici dell'edificio in modo da valutare in maniera puntuale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

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

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

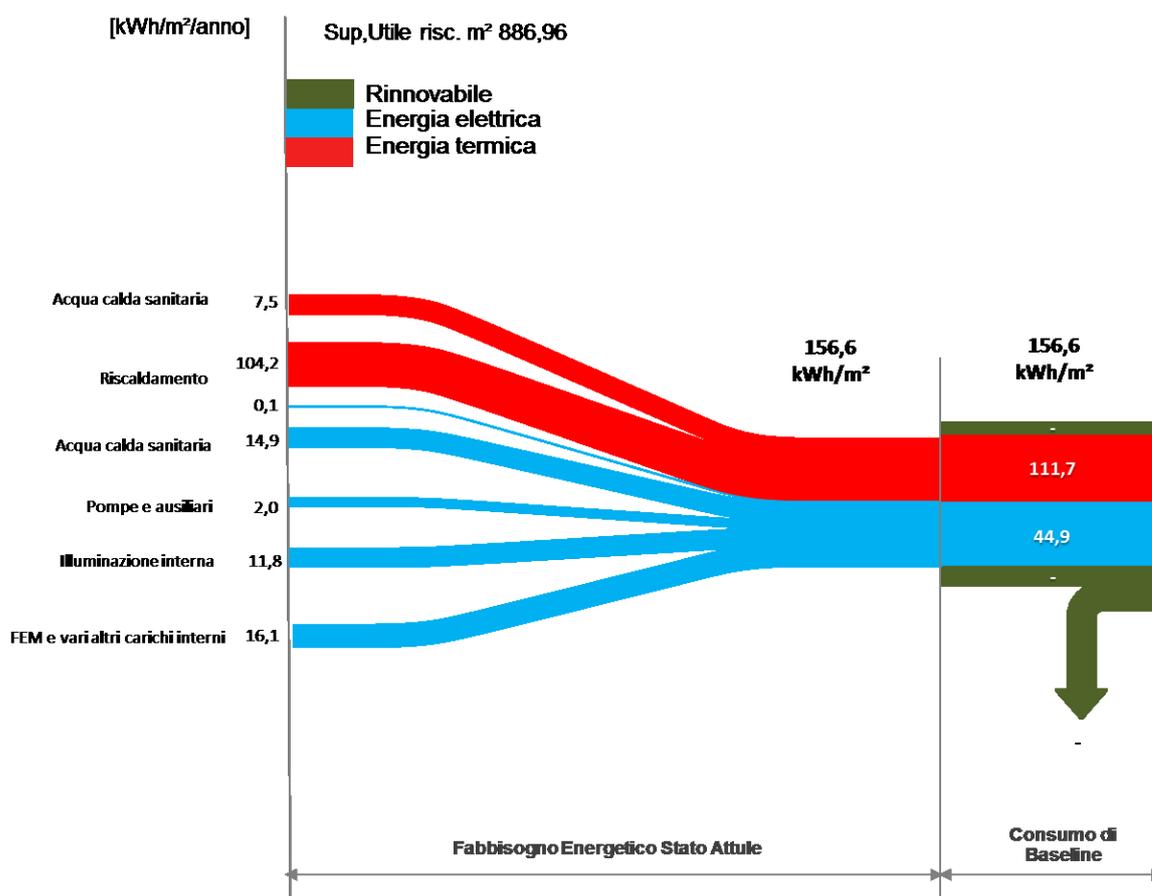
I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato in Figura 6.1

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



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

Figura 6.2 – Bilancio energetico complessivo dell'edificio

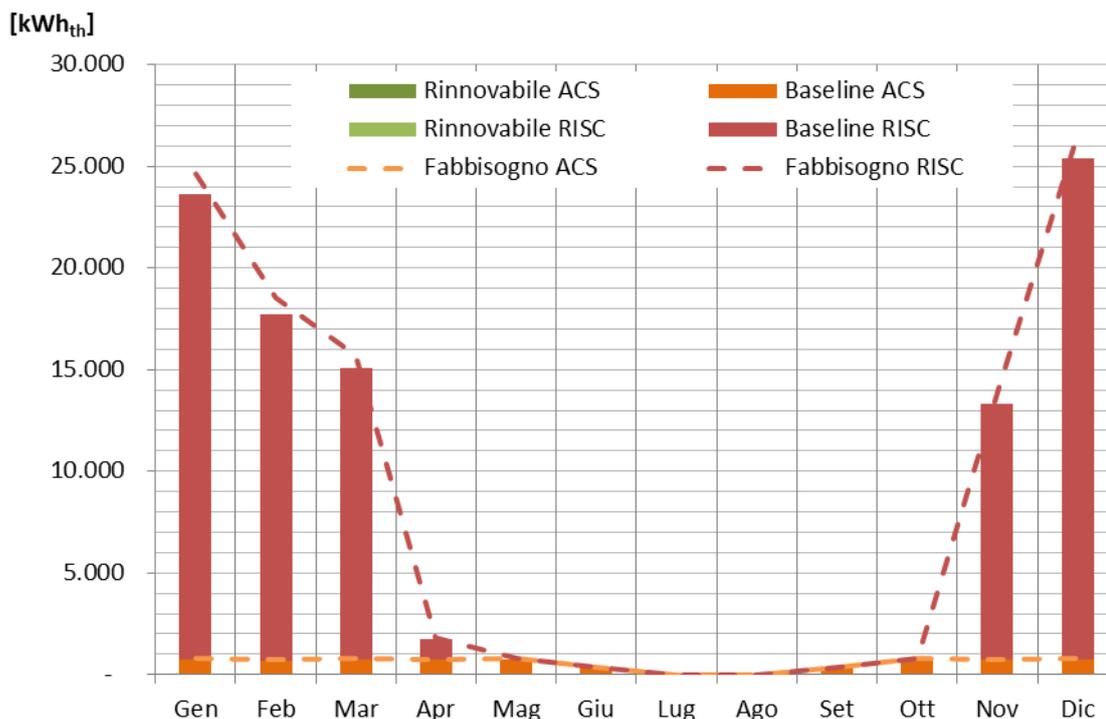


6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

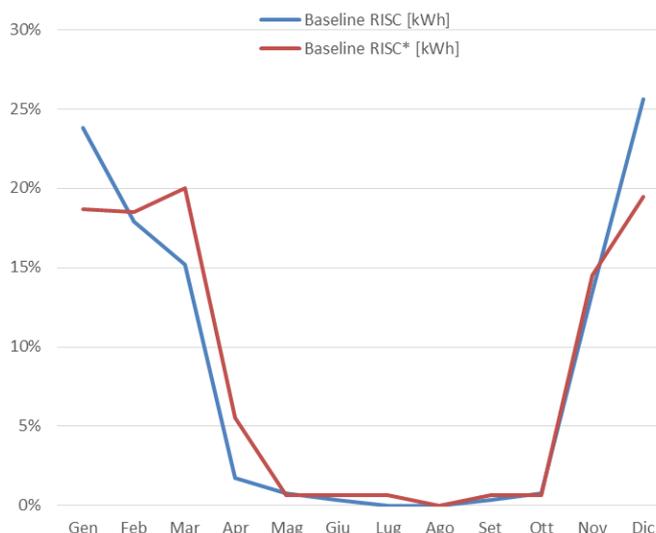
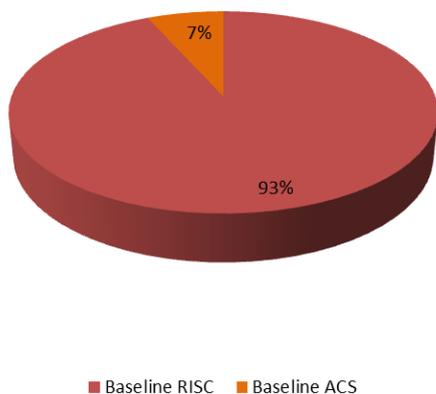
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici in funzione dei diversi utilizzi.

La ripartizione mensile dei fabbisogni energetici termici ricavati dalla modellazione è 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

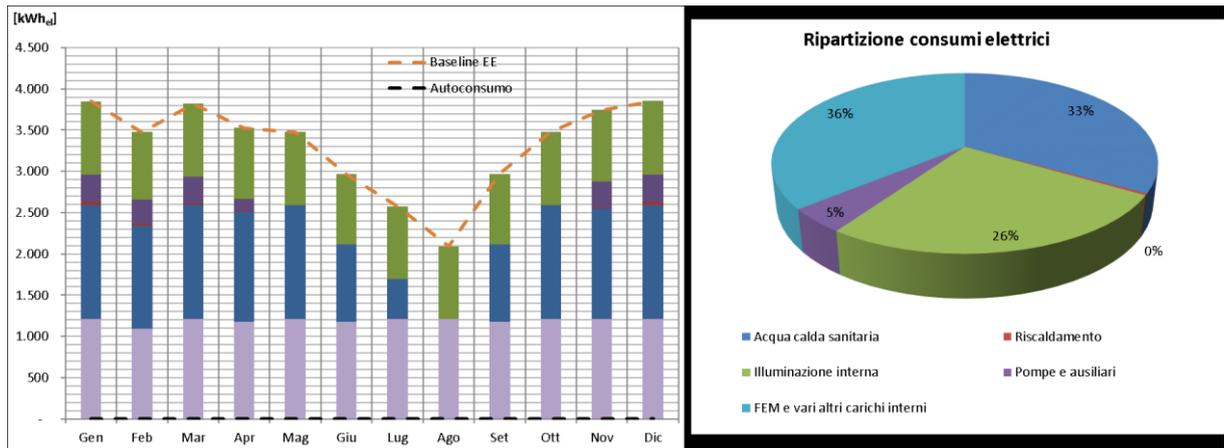


Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per la climatizzazione invernale dei locali, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti asserviti a tale servizio.

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 stagionale dei consumi elettrici, ripartiti tra le varie utenze, ricavati dalla modellazione



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi ai servizi di acqua calda sanitaria e illuminazione interna, 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 – 032700500383373: 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 P ;
- PDR 2 – 03270028018489: 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: 03270028018489	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura		Via Priaruggia 50 16148 Genova (GE)	Via Priaruggia 50 16148 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		38,5 MJ/smc	38,5 MJ/smc
Prezzi di fornitura del combustibile (*) (IVA INCLUSA) [€/sm ³]		0,243	0,233

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 rierimento

PDR: 032700500383373	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						2.120	25.187	0,084
Febbraio						1.830	21.741	0,084
Marzo						1.830	21.738	0,084
Aprile						258	3.064	0,084
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						1.127	13.389	0,084
Dicembre						1.478	17.557	0,084
Totale	-	-	-	-	-	8.644	102.676	0,084
PDR: 032700500383373	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						1.544	18.268	0,085
Febbraio						2.104	24.894	0,085
Marzo						1.977	23.402	0,085
Aprile						389	4.606	0,085
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						951	11.255	0,085
Dicembre						1.278	15.128	0,085
Totale	-	-	-	-	-	8.243	97.554	0,085
PDR: 032700500383373	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						1.423	16.462	0,086
Febbraio						1.212	14.029	0,086
Marzo						1.421	16.449	0,086
Aprile						148	1.718	0,086
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-



E84 – Asilo Nido e Scuola Comunale D'infanzia “Villa Stalder”

Settembre	-	-	-
Ottobre	-	-	-
Novembre	1.013	11.723	0,086
Dicembre	1.224	14.169	0,086
Totale	-	-	-
	6.442	74.550	0,086

PDR: 03270028018489	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: 03270028018489	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	96	11	25	29	18	179	2.111	0,085
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	263	12	117	183	107	680	8.723	0,078
Luglio	42	4	19	30	21	116	1.460	0,079
Agosto	39	4	17	28	20	109	1.366	0,079
Settembre	57	4	25	43	28	156	1.969	0,079
Ottobre	56	4	24	43	28	154	1.912	0,081
Novembre	286	4	120	220	139	768	9.778	0,079
Dicembre	429	4	180	330	208	1.151	14.676	0,078
Totale	1.268	46	526	906	567	3.313	41.995	0,079

PDR: 03270028018489	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	416	4	195	312	173	1.100	15.609	0,070
Febbraio	362	4	162	297	181	1.005	13.197	0,076
Marzo	333	4	150	273	167	926	12.152	0,076

E84 – Asilo Nido e Scuola Comunale D'infanzia “Villa Stalder”

Aprile	122	4	68	121	69	385	5.398	0,071
Maggio	3	3	2	3	1	13	151	0,085
Giugno	3	3	5	3	1	15	141	0,104
Luglio	3	3	2	5	2	14	132	0,104
Agosto	-	-	-	-	1	1	132	0,004
Settembre	3	3	2	3	1	12	141	0,087
Ottobre	4	3	2	3	1	13	141	0,089
Novembre	20	3	11	17	5	56	801	0,070
Dicembre	29	3	14	24	15	85	1.159	0,073
Totale	1.297	32	614	1.062	620	3.625	49.154	0,074

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 PDR, efficace relativamente alla stagione intesa come quella di riscaldamento piuttosto che annuale.

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

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

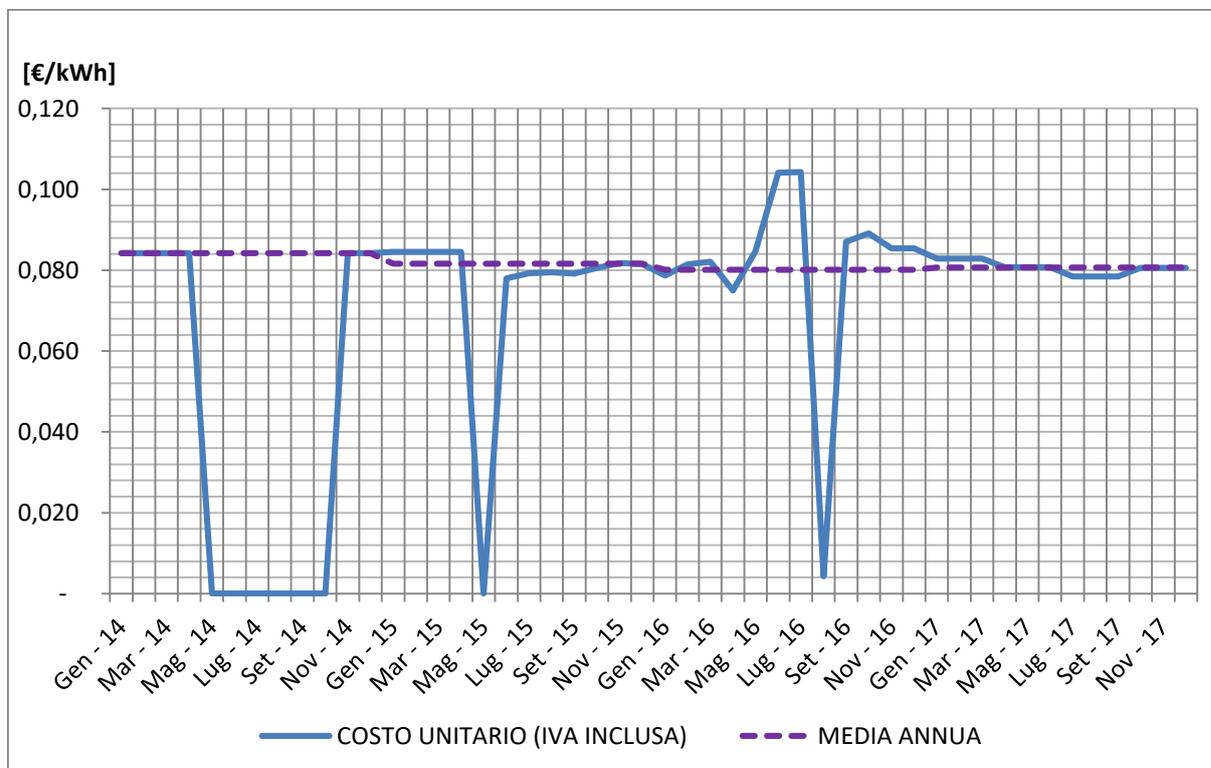
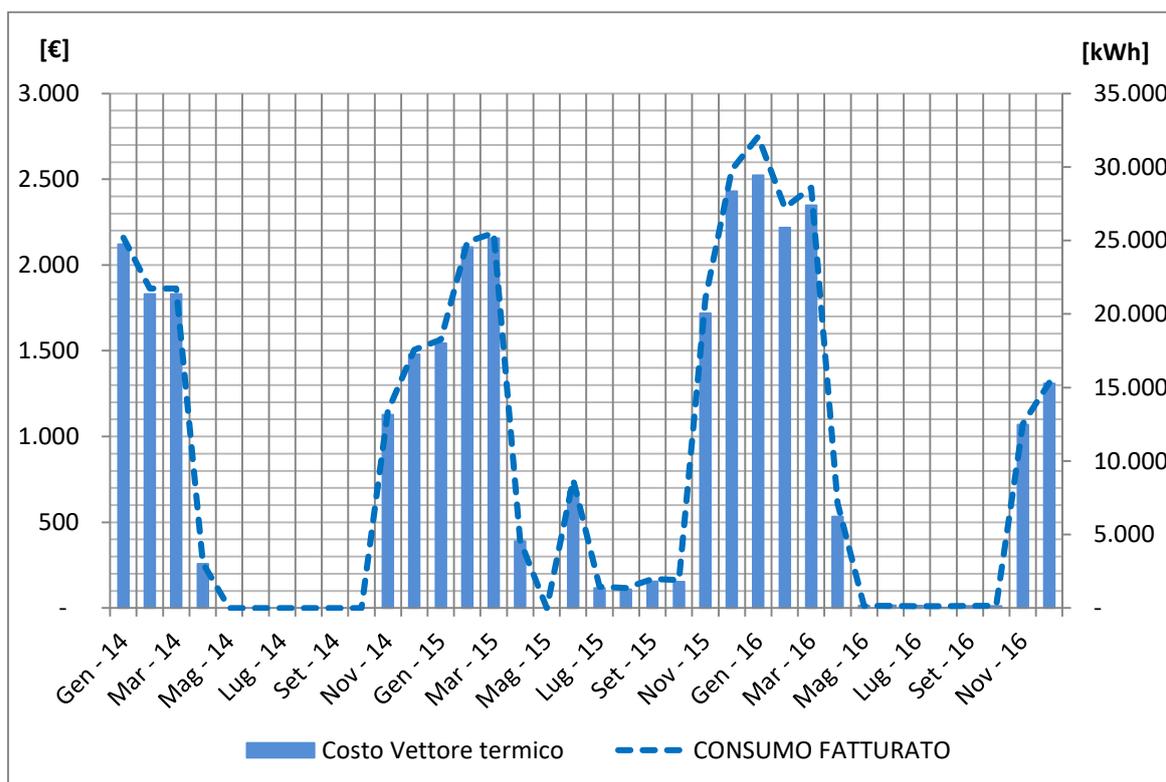


Figura 7.2 – Andamento del costo unitario del vettore termico per il triennio di riferimento e per il 2017



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". L'andamento energetico è stato ricostruito così come descritto e suggerito dalla PA, dipendente dalla temperatura esterna. I consumi del PDR 2 si basano su numerose letture stimate per le quali non è possibile sapere con esattezza il reale consumo di metano. Le poche letture rilevate non sono ad inizio/fine anno ma sono prese in corrispondenza del cambio gestore.

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 – IT001E00096616: 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: IT001E00096616	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Via Priaruggia n. 50 Genova (GE)	Via Priaruggia n. 50 Genova (GE)	Via Priaruggia n. 50 Genova (GE)
Società di fornitura	Edison	Gala	Iren
Inizio periodo fornitura	01/10/13	01/04/15	01/04/16

E84 – Asilo Nido e Scuola Comunale D'infanzia “Villa Stalder”

Fine periodo fornitura	31/03/15	31/03/16	-
Potenza elettrica impegnata	33 kW	30 kW	30 kW
Potenza elettrica disponibile	33 kW	33 kW	33 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⁾ [€/kWh]	0,100	0,069	0,096

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: IT001E00096616	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	209	34	287	37	57	630	2.924	0,215
Febbraio	328	53	402	51	83	1.168	5.073	0,230
Marzo	343	56	418	54	87	957	3.659	0,262
Aprile	291	64	377	46	78	858	3.659	0,234
Maggio	305	66	391	48	81	890	3.837	0,232
Giugno	229	50	308	36	62	689	2.908	0,237
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	28	6	125	5	16	181	393	0,462
Settembre	257	52	348	41	70	767	3.250	0,236
Ottobre	295	55	393	47	79	868	3.740	0,232
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicembre	250	49	360	42	70	770	3.321	0,232
Totale	2.534	485	3.410	405	683	7.778	39.482	0,237
POD: IT001E00096616	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	300	54	409	51	82	897	4.114	0,218
Febbraio	289	54	409	51	80	884	4.111	0,215
Marzo	295	58	429	55	84	920	4.366	0,211
Aprile	107	30	222	30	39	428	2.419	0,177
Maggio	103	31	226	31	39	430	2.463	0,174
Giugno	100	31	228	31	39	430	2.496	0,172
Luglio	142	-	320	36	50	547	2.849	0,192
Agosto	200	-	471	50	72	794	4.026	0,197

E84 – Asilo Nido e Scuola Comunale D'infanzia "Villa Stalder"

Settembre	11	-	119	4	13	146	284	0,514
Ottobre	97	31	272	36	44	479	2.846	0,168
Novembre	173	-	454	54	68	750	4.330	0,173
Dicembre	181	-	447	53	68	748	4.237	0,177
Totale	1.998	289	4.006	481	678	7.453	38.541	0,193
POD: IT001E00096616	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	133	-	274	39	45	490	3.106	0,158
Febbraio	164	-	416	50	63	692	4.002	0,173
Marzo	191	-	552	64	81	887	5.118	0,173
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	#DIV/0!
Maggio	435	-	789	99	132	1.454	7.891	0,184
Giugno	191	-	333	39	56	620	3.152	0,197
Luglio	168	-	265	28	46	507	2.270	0,223
Agosto	26	-	122	5	15	168	412	0,408
Settembre	249	-	349	42	64	699	3.362	0,208
Ottobre	317	-	392	49	76	834	3.882	0,215
Novembre	398	-	436	56	88	973	4.442	0,219
Dicembre	777	-	789	101	167	1.833	3.962	0,463
Totale	3.048	-	4.716	572	833	9.158	41.599	0,220

POD: IT001E00096616	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Cong. Marzo 1	3,85	-	67,69	2,01		7,36	80,91	161
Cong. Marzo 2	245,42		0	0		24,54	269,96	

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

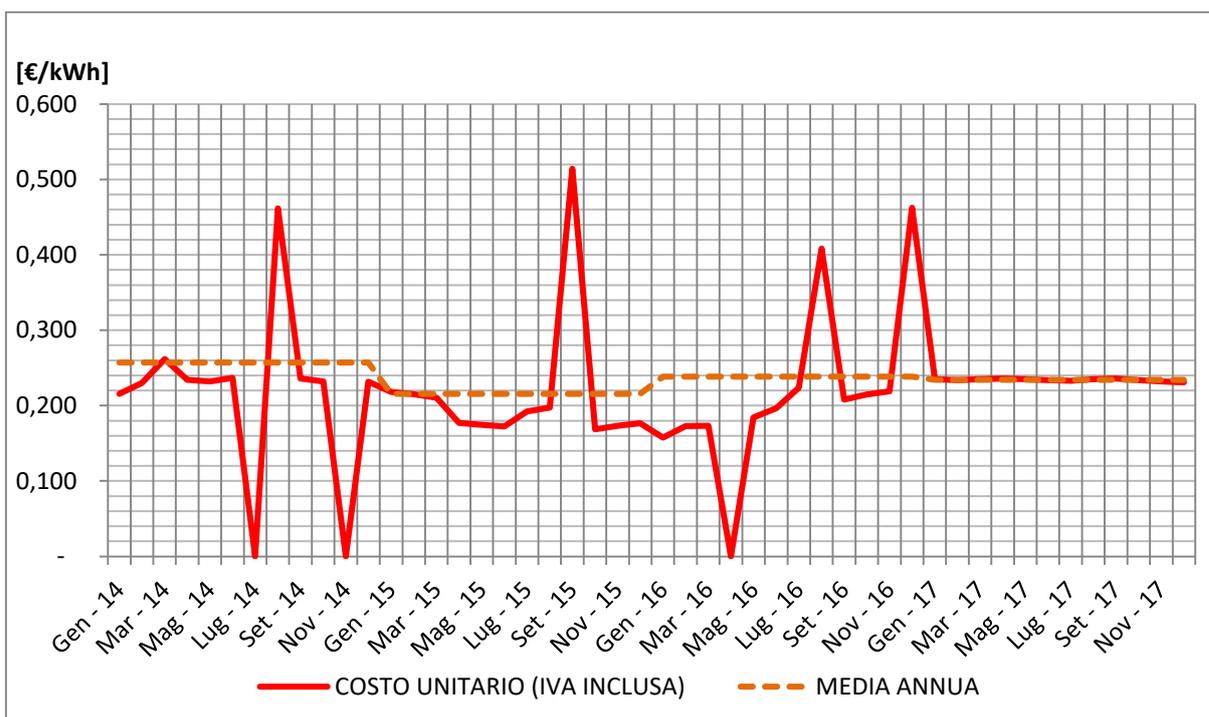
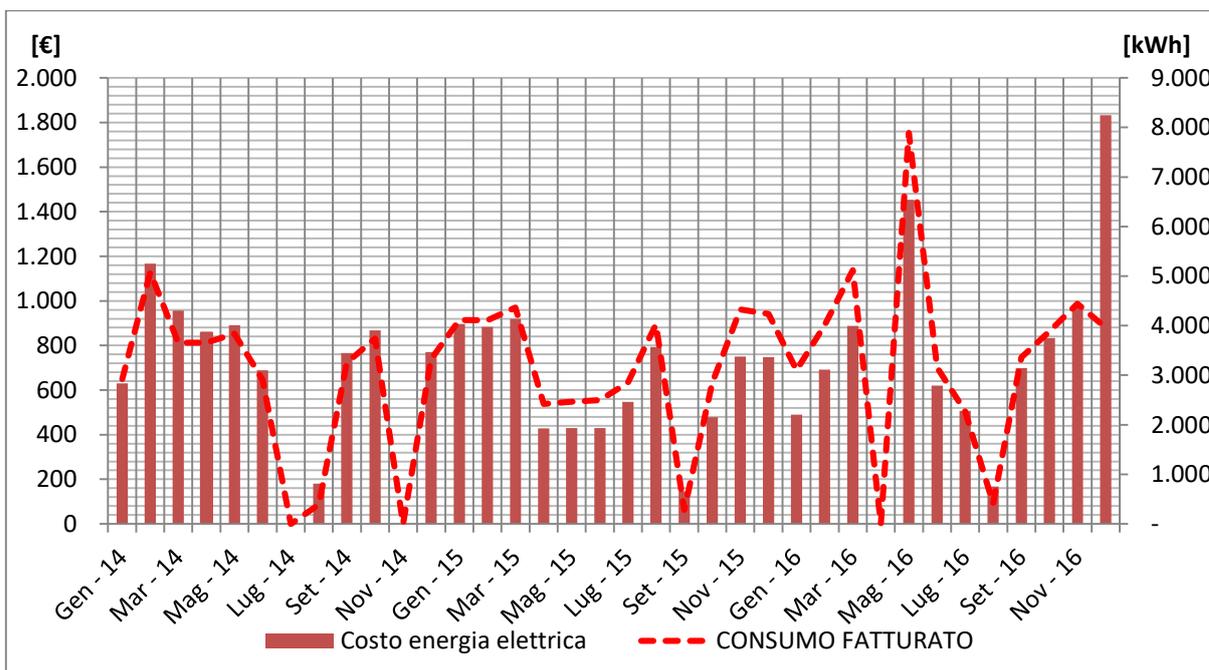


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



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	102.676	8.644	0,084	32.764	7.778	0,24	16.421
2015	139.549	11.556	0,083	38.541	7.453	0,19	19.009
2016	123.703	10.067	0,081	41.599	9.158	0,22	19.225
2017			0,082			0,213	
Media	131.626	10.811	0,082	40.070	8.305	0,207	19.117

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	CU _Q	0,082 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	CU _{EE}	0,213 [€/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:

- L1-042-083: servizio SIE3

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	C_{MO}	4.749 [€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	C_{MS}	1.262 [€/anno]

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 6.011€ della quota di sola manutenzione mentre 14.126 € comprensivo della quota di energia termica.

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 16.613€ e un $C_{baseline}$ pari a 22.624€

Figura 7.4 – Confronto tra i costi medi e di baseline

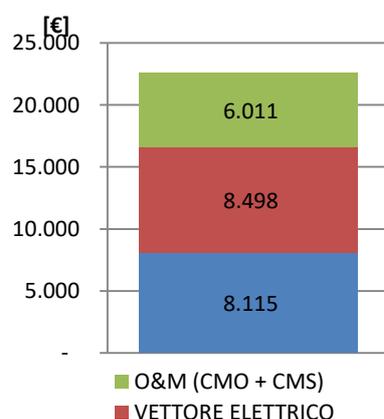
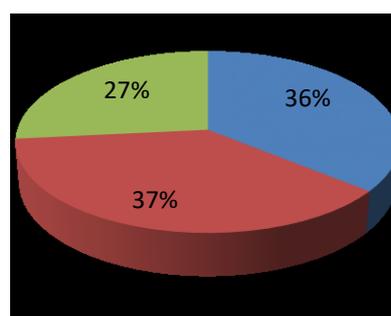


Figura 7.5 – Ripartizione costi di baseline



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

EEM1: coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14

Generalità

La misura prevede di coibentare le coperture piane calpestabili con l'impiego di polistirene XPS ad elevata densità (sp=16cm) e getto di completamento 4cm con finitura finale all'estradosso in guaina impermeabilizzante oltre a piastrelle laddove già presenti

L'efficientamento delle coperture 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 8.1 - Particolare copertura piana



Caratteristiche funzionali e tecniche

L'orizzontamento a seguito dei lavori di riqualificazione 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

L'intervento consiste nella fornitura e posa di pannelli in XPS ad alta densità tipo “Styrodur” dello spessore di 14 cm. La posa dell'isolante 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. Laddove fossero presenti delle piastrelle di finitura queste dovranno essere rimosse e posate al di sopra dell'impermeabilizzazione in seguito alla realizzazione di uno strato in sabbia di allettamento.

La posa dell'isolante 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 EEM1 sono riportati nella Tabella 8.1. e nella Figura 8.2.1.

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14

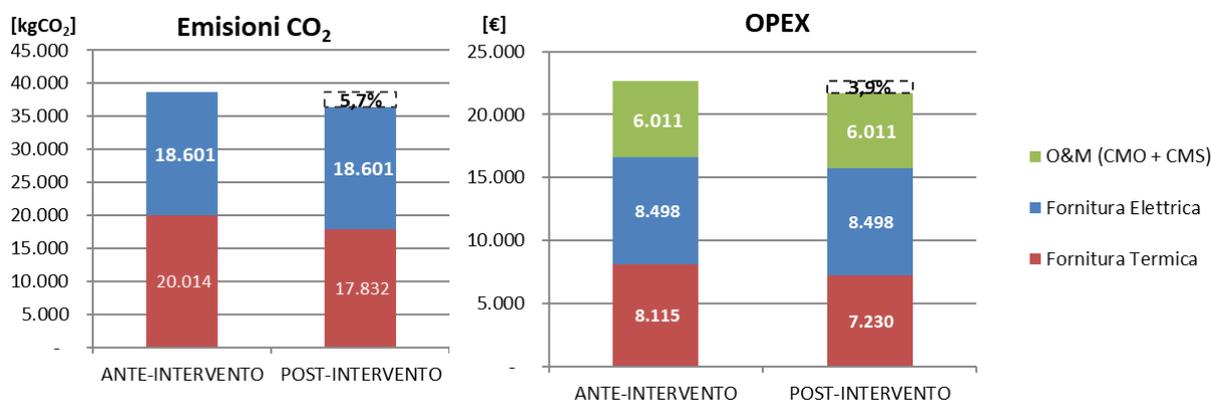
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza media componente	[W/m ² K]	5,7	2	64,9%
Q _{teorico}	[kWh]	103.329	92.064	10,9%
EE _{teorico}	[kWh]	41.807	41.807	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	99.078	88.276	10,9%
EE _{Baseline}	[kWh]	39.831	39.831	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	20.014	17.832	10,9%

Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	18.601	18.601	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.615	36.433	5,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	8.115	7.230	10,9%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	8.498	8.498	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	16.613	15.728	5,3%
C _{MO}	[€]	4.749	4.749	0,0%
C _{MS}	[€]	1.262	1.262	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.011	6.011	0,0%
OPEX	[€]	22.624	21.740	3,9%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (17) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082[€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,213 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

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



EEM2: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm (parziale)

Generalità

La misura prevede di coibentare una parte (il 32%) delle pareti esterne dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=12cm).

L'intervento riguarderebbe soltanto le pareti prive di pregio architettonico

L'efficientamento delle pareti 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 della scuola e della palestra di pertinenza

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 adiacenti. Il cappotto contribuirà inoltre a garantire un miglioramento dell'estetica del fabbricato che a seguito dell'intervento si presenterà con delle facciate completamente rinnovate

Figura 8.3 - Particolare facciate esterne oggetto intervento di cappottatura



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 EEM2 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

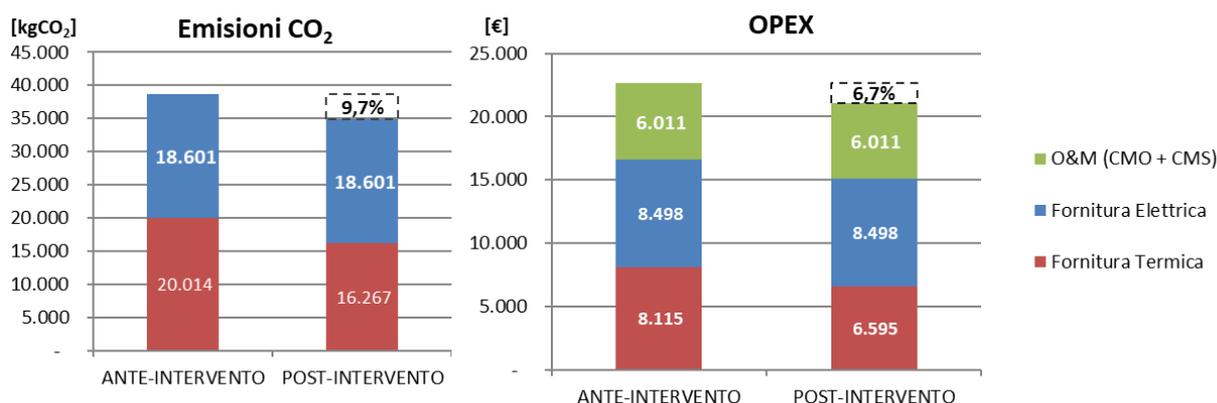
Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm (parziale)

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza media componenti	[W/m ² K]	5,7	2	64,9%
Q _{teorico}	[kWh]	103.329	83.983	18,7%
EE _{teorico}	[kWh]	41.807	41.807	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	99.078	80.528	18,7%
EE _{Baseline}	[kWh]	39.831	39.831	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	20.014	16.267	18,7%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	18.601	18.601	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.615	34.868	9,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	8.115	6.595	18,7%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	8.498	8.498	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	16.613	15.094	9,1%
C _{MO}	[€]	4.749	4.749	0,0%
C _{MS}	[€]	1.262	1.262	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.011	6.011	0,0%
OPEX	[€]	22.624	21.105	6,7%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (17) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082[€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,213 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

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



EEM3: Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

Generalità

La misura prevede di coibentare il solaio su sottotetto mediante la posa di pannelli in lana di roccia sp=14cm.

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.

La posa di pannelli in lana di roccia rigidi consentirà di rendere calpestabile ed ispezionabile il sottotetto

Figura 8.5- Particolare esterno locale 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. L'isolamento è previsto mediante pannelli rigidi in lana di roccia spessore 160 mm.

Le attività di posa dovranno essere le seguenti:

- Pulire l'estradosso del solaio su sottotetto dalla presenza di oggetti
- Posare sulla struttura portante i pannelli in lana di roccia, lo strato isolante deve essere posato con la superficie rivestita con carta kraft bitumata rivolta verso l'ambiente riscaldato e cioè verso il basso.

Prestazioni raggiungibili

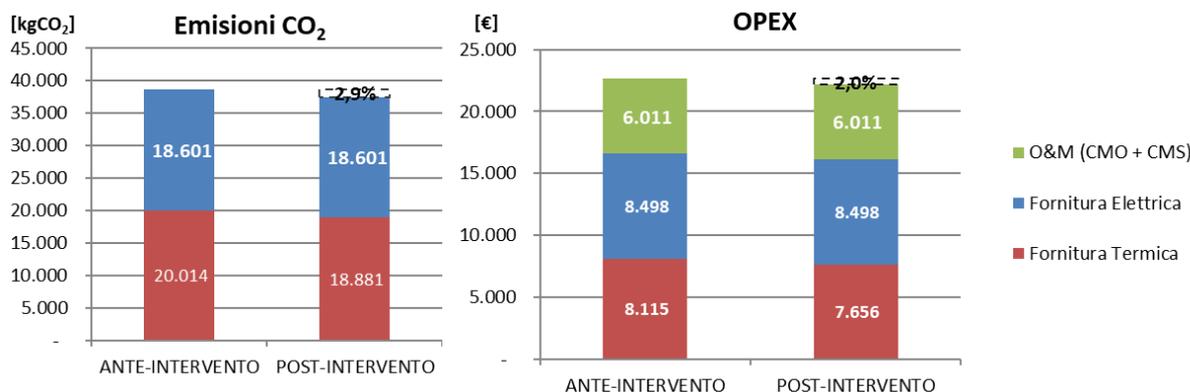
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.1. e nella Figura 8.2.

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM3 – Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza media componenti	[W/m ² K]	5,7	2	64,9%
Q _{teorico}	[kWh]	103.329	97.482	5,7%
EE _{teorico}	[kWh]	41.807	41.807	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	99.078	93.471	5,7%
EE _{baseline}	[kWh]	39.831	39.831	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	20.014	18.881	5,7%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	18.601	18.601	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.615	37.482	2,9%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	8.115	7.656	5,7%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	8.498	8.498	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	16.613	16.154	2,8%
C _{MO}	[€]	4.749	4.749	0,0%
C _{MS}	[€]	1.262	1.262	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.011	6.011	0,0%
OPEX	[€]	22.624	22.165	2,0%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (17) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082[€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,213 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

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

EEM4: Sostituzione Infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2k$ **Generalità**

Si ipotizza di realizzare una sostituzione dei serramenti esistenti con altri aventi $U_w=1,66 W/(m^2K)$ e telaio in legno

L'efficientamento delle finestre consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro trasparente, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali della scuola. L'intervento permetterebbe inoltre di limitare le dispersioni termiche relative alle caratteristiche di permeabilità all'aria dell'edificio

Figura 8.7- Particolare serramento in legno esistente

**Caratteristiche funzionali e tecniche**

La sostituzione dei serramenti migliorerà l'efficienza energetica dell'intero edificio oltre a garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno di tutti i locali della scuola.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato nel rispetto della norma UNI 11673-1:2017 ed in particolare

Le metodologie descritte dalla norma sono finalizzate alla verifica delle prestazioni dei giunti d'installazione e della loro coerenza alle prestazioni dei serramenti. In particolare la progettazione dei giunti d'installazione dovrà essere affrontata sui seguenti livelli:

- isolamento termico (analisi della presenza di isoterme critiche sulla superficie interna del sistema di posa in opera oggetto di verifica; analisi della temperatura media mensile minima per cui non sussistono le condizioni per la formazione di muffe sulla superficie interna dell'edificio in prossimità del giunto primario e/o secondario unicamente dipendente dal sistema di posa in opera; analisi del ponte termico lineare);
- isolamento acustico;
- permeabilità all'aria;
- resistenza meccanica al carico del vento e ai carichi propri;
- resistenza all'effrazione;
- durabilità e manutenibilità;
- composti organici volatili (VOC / COV) indoor e sostenibilità;
- comportamento termo-igrometrico e traspirabilità del giunto;
- requisiti base dei materiali di sigillatura e riempimento;
- compatibilità tra tipologie di sigillanti fluidi e substrati;
- prestazioni degli accessori e componenti.

Prestazioni raggiungibili

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

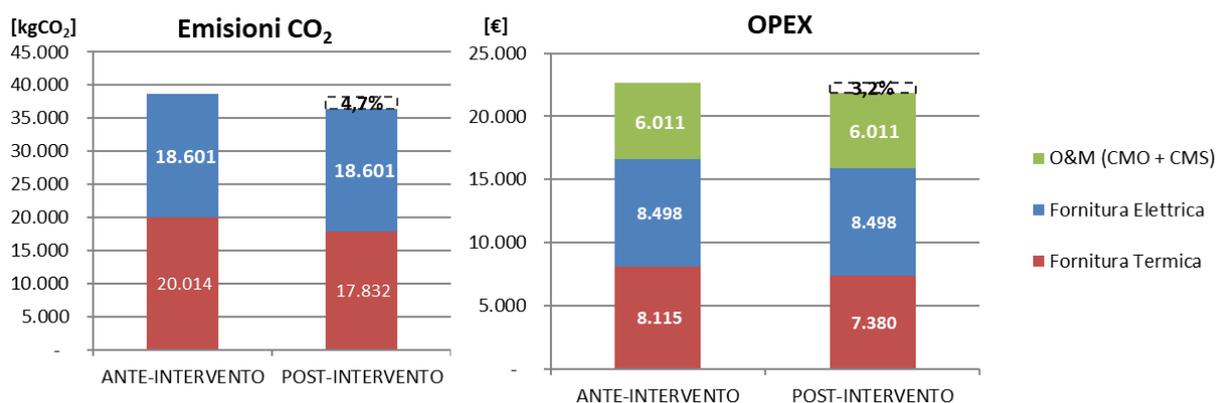
Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM4 – Sostituzione Infissi con altri in legno aventi $U=1,66W/m^2k$

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza media componenti	[W/m ² K]	5,7	2	64,9%
Q _{teorico}	[kWh]	103.329	93.973	9,1%
EE _{teorico}	[kWh]	41.807	41.807	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	99.078	90.106	9,1%
EE _{Baseline}	[kWh]	39.831	39.831	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	20.014	18.201	9,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	18.601	18.601	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.615	36.802	4,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	8.115	7.380	9,1%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	8.498	8.498	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	16.613	15.878	4,4%
C _{MO}	[€]	4.749	4.749	0,0%
C _{MS}	[€]	1.262	1.262	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.011	6.011	0,0%
OPEX	[€]	22.624	21.890	3,2%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (17) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082[€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,213 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

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



8.1.2 Impianto riscaldamento

EEM5: 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 8.9 - 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°54 unità, una per ciascun radiatore presente nei diversi locali dell'edificio.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM5 sono riportati nella Tabella 8.15 e nella Figura 8.210.

Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM5 – Installazione di sistemi di termoregolazione

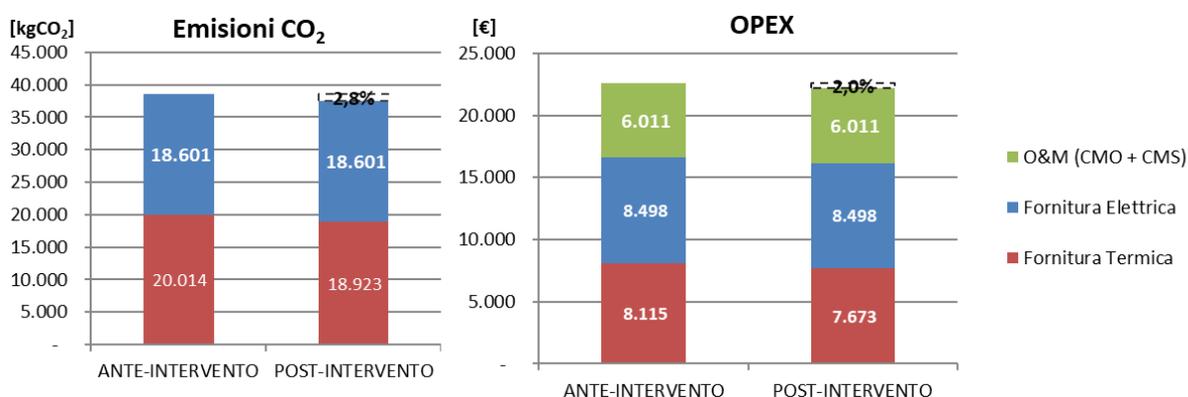
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 [Parametro caratteristico dell'intervento]	[W/m²K]	5,7	2	64,9%
Q _{teorico}	[kWh]	103.329	97.700	5,4%
EE _{teorico}	[kWh]	41.807	41.807	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	99.078	93.681	5,4%
EE _{Baseline}	[kWh]	39.831	39.831	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	20.014	18.923	5,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	18.601	18.601	0,0%

Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.615	37.524	2,8%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	8.115	7.673	5,4%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	8.498	8.498	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	16.613	16.171	2,7%
C _{MO}	[€]	4.749	4.749	0,0%
C _{MS}	[€]	1.262	1.262	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.011	6.011	0,0%
OPEX	[€]	22.624	22.182	2,0%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (17) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082[€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,213 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.10 – EEM5: 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

EEM6: Efficiamento 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 e alcuni fari alogeni. 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 EEM6 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

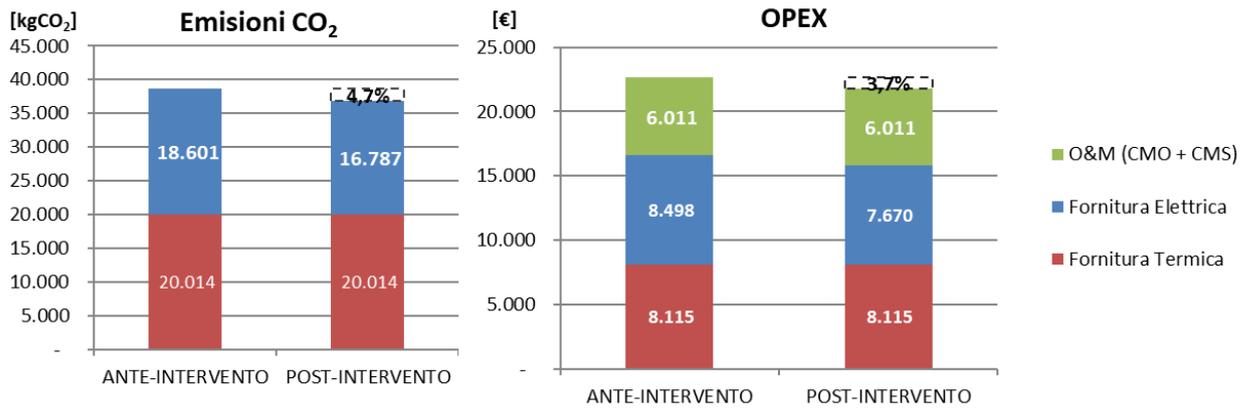
Tabella 8.6 – Risultati analisi EEM6 - Installazione di sistemi di illuminazione a LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM6	[-]	-	-	-
Q _{teorico}	[kWh]	103.329	103.329	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	41.807	37.731	9,7%
Q _{baseline}	[kWh]	99.078	99.078	0,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	39.831	35.947	9,7%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	20.014	20.014	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	18.601	16.787	9,7%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.615	36.801	4,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	8.115	8.115	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	8.498	7.670	9,7%
Fornitura Energia, C_E	[€]	16.613	15.784	5,0%
C _{MO}	[€]	4.749	4.749	0,0%
C _{MS}	[€]	1.262	1.262	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.011	6.011	0,0%
OPEX	[€]	22.624	21.796	3,7%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (17) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082[€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,213 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.12 – EEM6: 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 province limitrofe. Le fonti alternative utilizzate sono state: Prezziario Regionale Piemonte, Milano.

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella coibentazione delle coperture piane attraverso la posa di pannelli in XPS sp. 14 e la realizzazione di un massetto di pendenza oltre che alla posa di un manto di impermeabilizzazione.

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 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1: copertura

DESCRIZIONE	FORTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10% [€/n° o €/m ²]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
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 140 mm	Prezzario Regione Piemonte	374,17	m2	€ 21,29	€ 7.966,42	22%	€ 9.719,03
solo posa di isolamento termico-acustico su superfici orizzontali eseguito con pannelli isolanti, posti in opera mediante fissaggio con chiodi di materiale plastico compresa la sigillatura dei giunti con nastro adesivo plastificato	Prezziario Regione Liguria	374,17	m2	€ 4,13	€ 1.544,30	22%	€ 1.884,05
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	372,85	m2	€ 12,75	€ 4.755,53	22%	€ 5.801,75
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	372,85	m2	€ 7,01	€ 2.613,34	22%	€ 3.188,27
Membrana elastoplastomerica armata con lamina di alluminio minima 60 micron accoppiata a feltro di vetro rinforzato e	Prezzario Regione Liguria	372,85	m2	€ 3,44	€ 1.281,25	22%	€ 1.563,12

stabilizzato imputabile . Spessore 3 mm								
Costi per la sicurezza	-	3%	%	€	544,83	22%	€ 664,69	
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€	1.271,26	22%	€ 1.550,94	
TOTALE (I₀ – EEM1)				€	19.977	22%	€ 24.372	
Incentivi	[Conto termico]						€	9.748,74
Durata incentivi								5
Incentivo annuo							€	1.949,75

EEM2: isolamento a cappotto in EPS grigio con graffite sp. 12 cm (parziale)

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella coibentazione delle pareti esterne dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con graffite (sp=12cm) su parte delle pareti esterne esistenti (circa il 32%)

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 €. 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 9.2– Analisi dei costi della EEM2: coibentazione a cappotto in EPS grigio con graffite sp.12 cm (parziale)

DESCRIZIONE	FORTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10% [€/n° o €/m ²]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
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	3788,64	m2cm	€ 0,64	€ 2.410,95	22%	€ 2.941,36
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	315,72	m2	€ 9,84	€ 3.105,54	22%	€ 3.788,75
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	315,72	kg	€ 0,75	€ 235,35	22%	€ 287,13
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	157,86	kg	€ 0,45	€ 70,32	22%	€ 85,79
Ponteggiature "di facciata", in elementi metallici prefabbricati e/o "giunto-tubo", compreso il montaggio e lo smontaggio finale, i piani di lavoro, idonea segnaletica, impianto di messa a terra, compresi gli eventuali oneri di progettazione, escluso: mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione - Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.	Prezzario Regione Liguria	315,72	m2	€ 12,98	€ 4.098,62	22%	€ 5.000,32
Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su muratura di mattoni o calcestruzzo	Prezzario Regione Liguria	315,72	m2	€ 6,60	€ 2.083,75	22%	€ 2.542,18
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	Prezzario Regione Liguria	315,72	m2	€ 4,37	€ 1.380,56	22%	€ 1.684,28

mm circa.

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.	Prezziario Regione Liguria	315,72	m2	€ 21,63	€ 6.828,16	22%	€ 8.330,36
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 606,40	22%	€ 739,81
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 1.414,93	22%	€ 1.726,21
TOTALE (I₀ – EEM2)					€ 22.235	22%	€ 27.126
Incentivi	[Conto termico]						€ 10.850,48
Durata incentivi							5
Incentivo annuo							€ 2.170,10

EEM3: Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nella coibentazione dell'estradosso del solaio disperdente su sottotetto non riscaldato attraverso la posa di pannelli in lana di roccia sp. 14 cm

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 €. 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 9.3– Analisi dei costi della EEM3: Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Pannelli rigidi di lana di roccia della densità di 100 kg/m ³ e lambda pari a 0,037 W/mK, per l'isolamento termoacustico di pareti e solai trattata con resine termoindurenti, euroclasse A1 spessore 7-9-12-14-16 cm per ogni cm	Prezziario Regione Liguria	3669,68	m2	€ 1,35	€ 4.970,75	22%	€ 6.064,31
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 nastri con nastro adesivo plastificato	Prezziario Regione Liguria	262,12	m2	€ 4,34	€ 1.136,65	22%	€ 1.386,71
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 183,22	22%	€ 223,53
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 427,52	22%	€ 521,57
TOTALE (I₀ – EEM3)					€ 6.718	22%	€ 8.196
Incentivi	[Conto termico]						€ 3.278,45
Durata incentivi							5
Incentivo annuo							€ 655,69

EEM4: Sostituzione Infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2K$

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4, che consiste nella sostituzione dei serramenti esistenti con altri in legno aventi $U_w=1,66 W/(m^2K)$.

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 450 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 100.000 €. Tali incentivi sono erogabili solo nel caso in cui vengano installati, congiuntamente ai serramenti, sistemi di termoregolazione. 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 senza l'incentivo, esso sarà poi calcolato solamente nelle misure di efficienza congiunte degli scenari a medio/lungo termine, che prevedranno il 40% oppure il 55%.

Tabella 9.4– Analisi dei costi della EEM4: Sostituzione Infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2K$

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Rimozione senza recupero di serramenti in legno o metallo compresa rimozione telaio a murare per misurazioni minima 2 mq	Prezziario Regione Liguria	152,55	m2	€ 27,37	€ 4.175,71	22%	€ 5.094,37
Finestra o portafinestra in legno completo di vetrocamera, con valore massimo apertura ad una o due ante a ribalta, di trasmittanza $U=2,8 W/m^2K$, controtelaio escluso,	Prezziario Regione Liguria	152,55	m2	€ 355,35	€ 54.209,34	22%	€ 66.135,39
solo posa in opera di finestra o portafinestra in alluminio, pvc, legno acciaio esclusa la fornitura e posa di controtelaio in acciaio	Prezziario Regione Liguria	152,55	m2	€ 44,12	€ 6.730,23	22%	€ 8.210,88
Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	49,40445	m	€ 6,90	€ 340,89	22%	€ 415,89
Trasporto eseguito con autocarro, motocarro o simili, della portata fino a 1000 kg, di materiali di risulta da scavi e/o demolizioni, per ogni km del tratto entro i primi 5. Misurato in banco	Prezziario Regione Liguria	22,8825	m3	€ 10,70	€ 244,84	22%	€ 298,71
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 1.971,03	22%	€ 2.404,66
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 4.599,07	22%	€ 5.610,87
TOTALE (I₀ – EEM4)					€ 72.271	22%	€ 88.171
Incentivi	[Conto termico]						
Durata incentivi							
Incentivo annuo							

EEM5: Termoregolazione

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5, 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 9.5– Analisi dei costi della EEM5: Installazione di sistemi di termoregolazione – valvole termostatiche

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	54	cad	€	37,61	€ 2.030,89	22%	€ 2.477,69
Detentori in bronzo per tubi del diametro di: 20 mm a squadra	Prezzario Regione Liguria	54	cad	€	9,20	€ 496,80	22%	€ 606,10
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	36	h	€	28,98	€ 1.043,35	22%	€ 1.272,88
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 107,13	22%	€ 130,70
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 249,97	22%	€ 304,97
TOTALE (I₀ – EEM5)						€ 3.928	22%	€ 4.792
Incentivi	[Conto termico]							€ 1916,93
Durata incentivi								5
Incentivo annuo								€ 383,39

EEM6: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 6, 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 Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%.

Tabella 9.6– Analisi dei costi della EEM6: Installazione di sistemi di illuminazione a LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%		TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]		[€]
Rimozione e smaltimento di corpo illuminante	Milano	158	cad	€	5,21	€ 823,04	22%	€ 1.004,10
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 13 W - lunghezza 690 mm	Milano	4	cad	€	89,96	€ 359,85	22%	€ 439,02
Lampade lineari a LED non dimmerabili 9 - 10W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	4	cad	€	26,10	€ 104,40	22%	€ 127,37
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 22 W - lunghezza 1300 mm	Milano	244	cad	€	111,92	€ 27.308,04	22%	€ 33.315,80
Lampade lineari a LED non dimmerabili 19-20W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	244	cad	€	39,12	€ 9.544,84	22%	€ 11.644,70
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.144,20	22%	€ 1.395,93
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 2.669,81	22%	€ 3.257,17

TOTALE (I₀ – EEM6)	€	41.954	22%	€ 51.184
Incentivi	[Conto termico]			€ 20.473,64
Durata incentivi				5
Incentivo annuo				€ 4.094,73

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: Coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp.14 cm

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

Tabella 9.7– Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Coibentazione estradosso copertura piana con XPS sp. 14 cm

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 24.372
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 1.950
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	24,5 / 13,9

Tempo di rientro attualizzato	TRA	40,9	23,8
Valore attuale netto	VAN	- 6.702	1.978
Tasso interno di rendimento	TIR	1,3%	5,0%
Indice di profitto	IP	-0,27	0,08

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

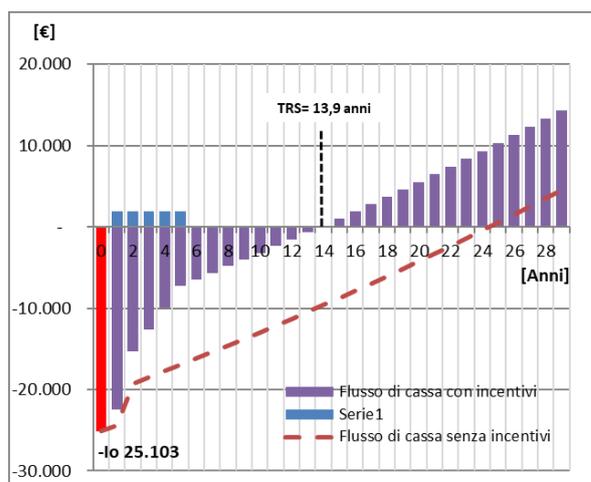
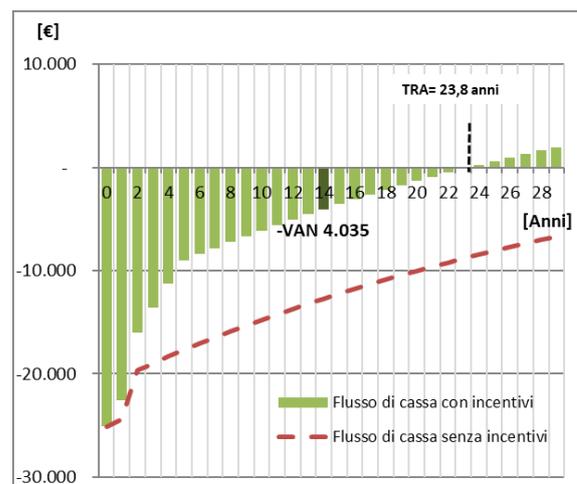


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di coibentazione della copertura piana ha un TRS di 13,9 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 di 24,5 anni non rendendolo più sostenibile.

EEM2: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm (parziale)

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

Tabella 9.8– Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– isolamento a cappotto in EPS grigio con graffite sp. 12 cm (parziale)

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	Io	€	27.126
Oneri Finanziari %Io	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	2.170
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	16,7	9,6

Tempo di rientro attualizzato	TRA	26,9	13,7
Valore attuale netto	VAN	1.207	10.868
Tasso interno di rendimento	TIR	4,4%	8,4%
Indice di profitto	IP	0,04	0,40

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

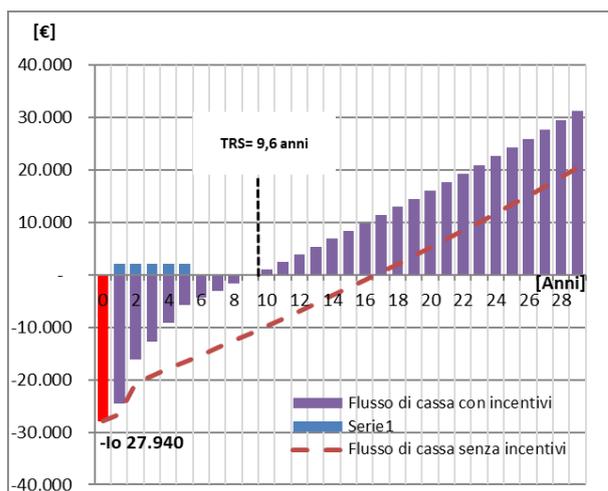
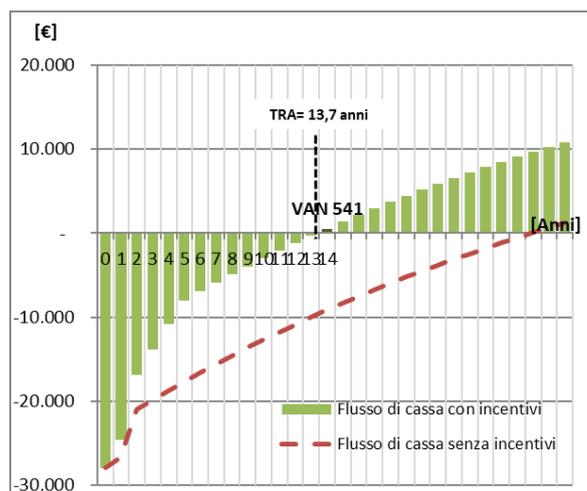


Figura 9.4– EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di cappottatura delle facciate verticali esterne ha un TRS di 9,6 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 16,7 anni.

EEM3: Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

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

Tabella 9.9– Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3– Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I₀	€	8.196
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	656
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	16,7	9,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	26,9	13,7
Valore attuale netto	VAN	368	3.287

asso interno di rendimento	TIR	4,4%	8,4%
Indice di profitto	IP	0,04	0,40

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

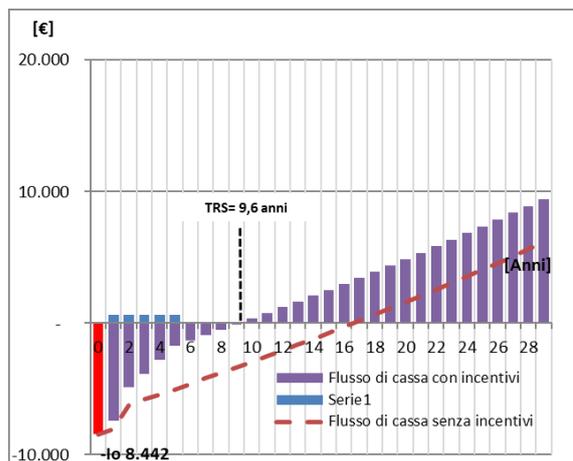
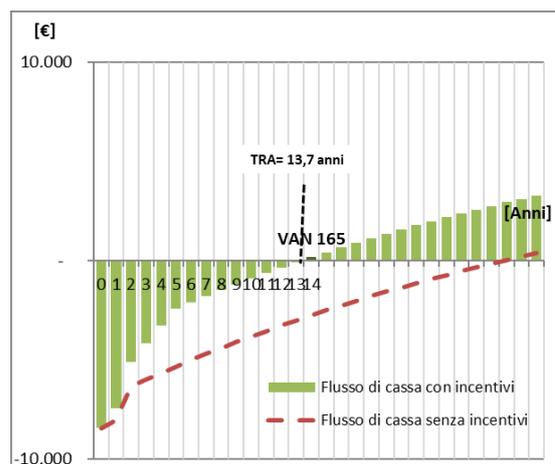


Figura 9.6– EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di coibentazione del solaio su sottotetto ha un TRS di 9,6 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 16,7 anni.

EEM4: Sostituzione Infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2K$

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

 Tabella 9.10– Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4– Sostituzione Infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2K$

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€	88.171
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	73,8	73,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	102,4	102,4
Valore attuale netto	VAN	- 64.207	- 64.207
Tasso interno di rendimento	TIR	-6,6%	-6,6%
Indice di profitto	IP	-0,73	-0,73

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

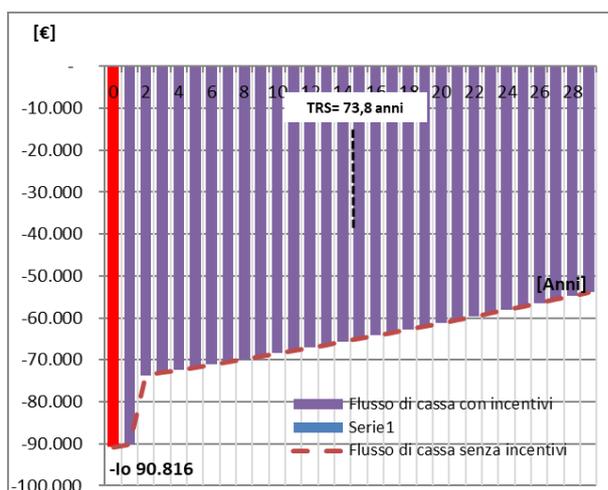
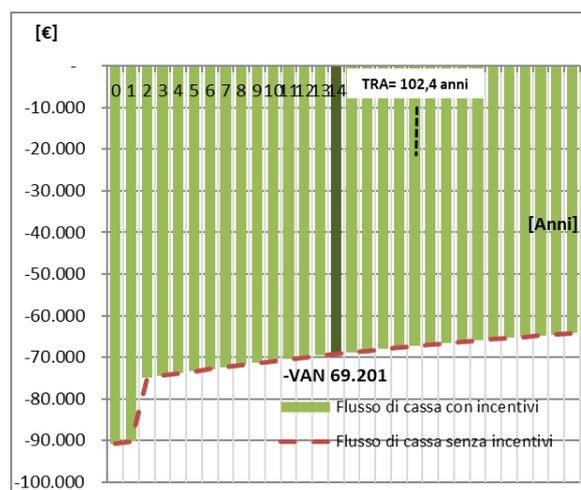


Figura 9.8– EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di sostituzione dei serramenti ha un TRS di 73,8 anni considerando non di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi, pertanto tale intervento non risulta particolarmente conveniente considerando soltanto gli aspetti energetici anche su lunghi periodi

EEM5: Termoregolazione

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

Tabella 9.11– Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5– Installazione Valvole Termostatiche

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	Io	€ 4.792	
Oneri Finanziari %Io	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	10,5	10,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	13,9	13,9
Valore attuale netto	VAN	23	23
Tasso interno di rendimento	TIR	4,1%	4,1%
Indice di profitto	IP	0,00	0,00

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

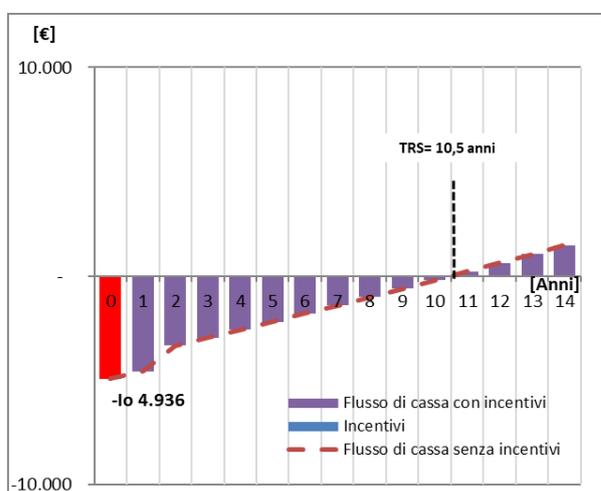
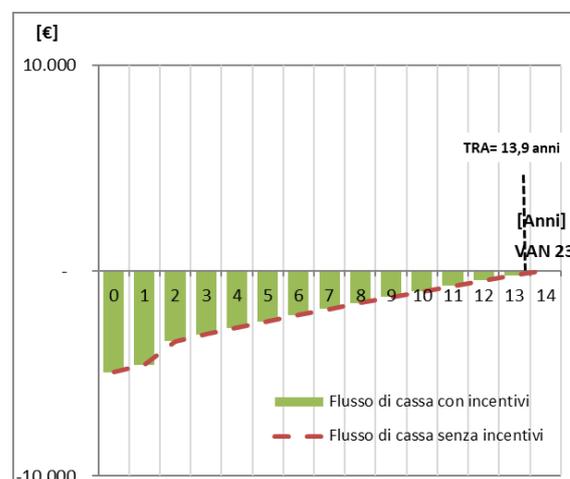


Figura 9.10– EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di installazione di sistemi di termoregolazione quali valvole termostatiche ha un TRS di 10,5 anni senza considerare incentivi in quanto se realizzato da solo non consente di ottenerne. La sola installazione delle valvole risulta di per se sostenibile su medi periodi, inoltre tale intervento è necessario per l'aumento delle percentuali di sovvenzione previste del conto termico laddove si preveda la sostituzione del generatore o la sostituzione degli infissi

EEM6: Installazione Impianto di Illuminazione LED

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

Tabella 9.12 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM6– Installazione Impianto di Illuminazione LED

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€	51.184
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	8
Incentivo annuo	B	€/anno	4.095
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	29,7	12,2
Tempo di rientro attualizzato	TRA	32,9	13,6
Valore attuale netto	VAN	- 39.917	- 21.688
Tasso interno di rendimento	TIR	-32,4%	-12,9%
Indice di profitto	IP	-0,78	-0,42

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.11 e Figura 9.22.

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

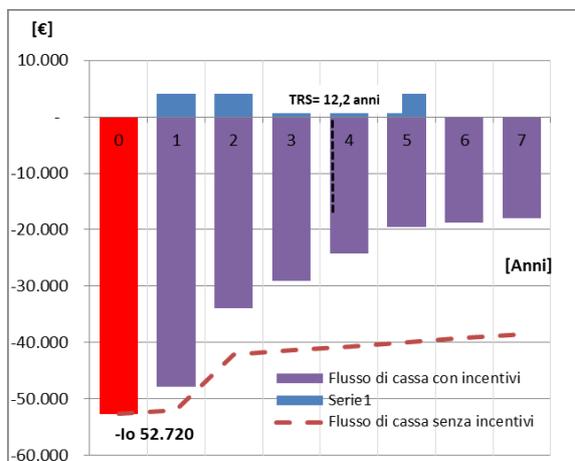
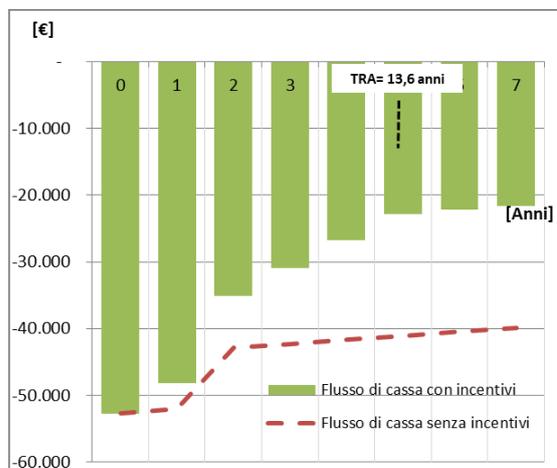


Figura 9.12 – EEM6: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di sostituzione dei sistemi di illuminazione esistenti con nuovi a LED ha un TRS di 12 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi, pertanto tale intervento può essere preso in considerazione su scenari di medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi il tempo di ritorno risulta essere troppo alto anche prendendo in considerazione scenari su lungo periodo in quanto il TRS è di 28,9 anni. E' necessario, inoltre, 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

Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e Dall'analisi dei risultati emerge che senza incentivi nessun intervento è sostenibile sul medio/breve periodo, in particolare gli interventi sull'involucro termico hanno tempi di ritorno semplice superiori ai 16 anni.

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

	SENZA INCENTIVI										
	% ΔE [%]	% Δ_{CO2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	5,3	5,7	884,7	0	0	24.372	24,5	40,9	-6.702 ≤ 0	1,3	-0,27
EEM 2	9,1	9,7	1.519,3	0	0	27.126	16,7	26,9	1.207 ≥ 0	4,4	0,04
EEM 3	2,8	2,9	459,2	0	0	8.196	16,7	26,9	368 ≥ 0	4,4	0,04
EEM 4	4,4	4,7	734,8	0	0	88.171	73,8	102,4	-64.207 ≤ 0	-6,6	-0,73
EEM 5	2,7	2,8	442,1	0	0	4.792	10,5	13,9	23 ≥ 0	4,1	0,00
EEM 6	5	4,7	828	0	0	51.184	29,7	32,9	-39.917 ≤ 0	-32,4	-0,78

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

- % ΔE è il valore percentuale di riduzione dei consumi energetici rispetto al baseline energetico complessivo (termico + elettrico);
- % Δ_{CO2} 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 nessun intervento è sostenibile sul medio/breve periodo, in particolare gli interventi sull'involucro termico hanno tempi di ritorno semplice superiori ai 16 anni.

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

CON INCENTIVI											
	% ΔE [%]	% Δ_{CO2} [%]	Δ_{CE} [€/anno]	Δ_{CMO} [€/anno]	Δ_{CMS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	5,0	5,4	884,7	0	0	24.372	13,9	23,8	1.978 ≥ 0	5,0	0,08
EEM 2	8,6	9,2	1.519,3	0	0	27.126	9,6	13,7	10.868 ≥ 0	8,4	0,4
EEM 3	2,6	2,8	459,2	0	0	8.196	9,6	13,7	3.287 ≥ 0	8,4	0,4
EEM 4	4,2	4,4	734,8	0	0	88.171	73,8	102,4	-	-6,6	-0,73
EEM 5	2,5	2,7	442,1	0	0	4.792	10,5	13,9	23 ≤ 0	4,1	0
EEM 6	5,1	4,8	892,5	0	0	51.184	12,2	13,6	-	-12,9	-0,42
SCN 1	11,3	12	1.545,5*	0	0	35.322	11,8	16,5	-3.370 ≤ 0	1,9	-0,1
SCN 2	18,9	20,1	2.594,6*	0	0	40.115	8,9	12,7	14.904 ≥ 0	8,5	0,37

*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

Dall'analisi dei risultati emerge che grazie agli incentivi previsti dal Conto Termico del D.M. del 16 febbraio 2016 tutti gli interventi simulati a parte quello riguardante la sostituzione dei serramenti raggiungono dei tempi di ritorno semplici inferiori ai 14 anni. In queste condizioni si sono pertanto ipotizzate diverse aggregazioni di interventi dai cui tempi di ritorno semplici risulterebbero sostenibili sul medio periodo (11,8 e 14,4 anni).

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 proposte, di cui sia stata accertata la fattibilità tecnica ed economica, che consentano un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi.

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

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

- Scenario ottimale 1, (SCN1), per il quale è verificato un tempo di ritorno semplice, TRS ≤ 15 anni;
- Scenario ottimale 2, (SCN2), per il quale è verificato un tempo di ritorno semplice, TRS ≤ 25 anni.

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

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

- **Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di interventi di efficientamento dell'involucro termico (cappotto termico e coibentazione solaio su sottotetto)
- **Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di interventi di efficientamento dell'involucro termico cappotto termico e coibentazione solaio su sottotetto) e del sistema impiantistico (termoregolazione)

9.3.1 Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni:

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

Tabella 9.15 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 Fornitura & Posa	20.213	4.447	24.660
EEM3 Fornitura & Posa	6.107	1.344	7.451
Costi per la sicurezza	790	174	963
Costi per la progettazione	1.842	405	2.248
TOTALE (I₀)	28.953	6.370	35.322
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)

	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	4.749	1.262	6.011
EEM2 O&M	0	0	0
TOTALE (C_M)	4.749	1.262	6.011
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	[€]
Incentivi	[Conto termico]	14.129	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		2.825,79	

Nota (18): 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 40%.

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

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

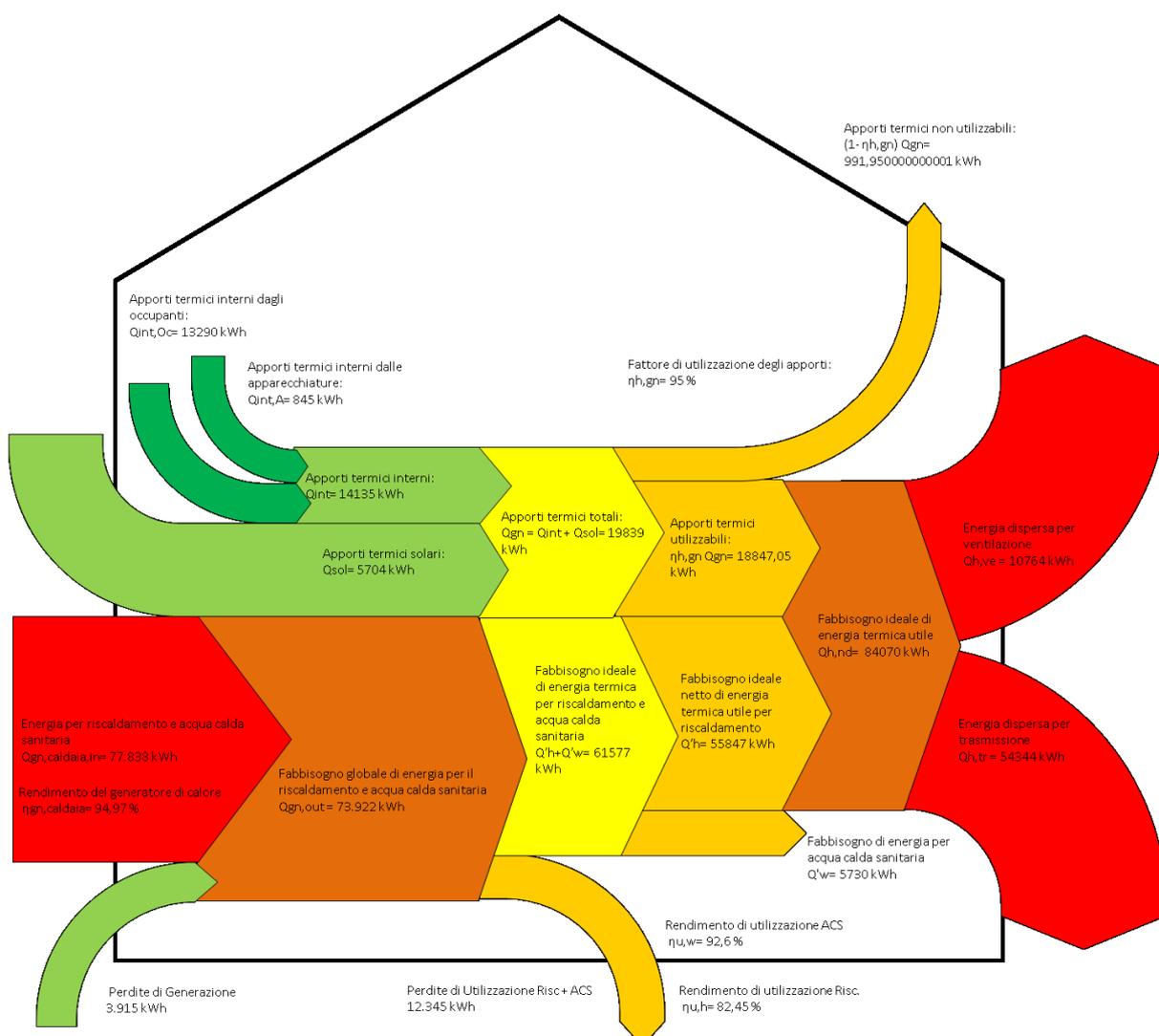
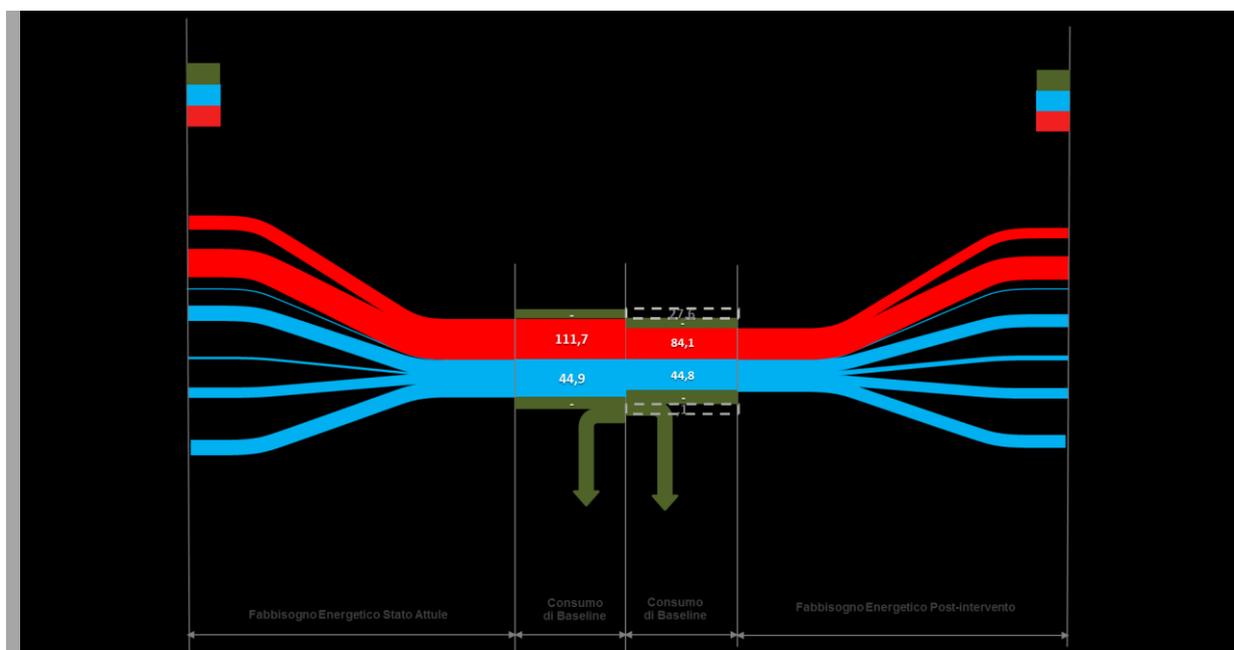


Figura 9.14 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



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

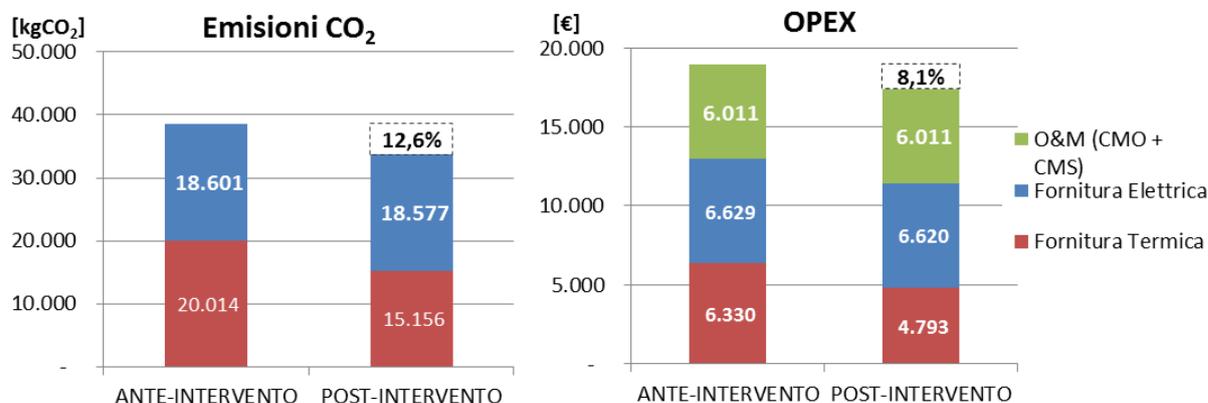
Tabella 9.16 – Risultati analisi SCN1 – scenario ottimale TRS \leq 15 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM2 trasmittanza termica	[W/m ² K]	2	0,239	88,1%
EEM3 trasmittanza termica	[W/m ² K]	1,192	0,212	82,2%
Qteorico	[kWh]	103.329	78.248	24,3%
EETeorico	[kWh]	41.807	41.754	0,1%
Qbaseline	[kWh]	99.078	75.028	24,3%
EEBaseline	[kWh]	39.831	39.780	0,1%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	20.014	15.156	24,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	18.601	18.577	0,1%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	38.615	33.733	12,6%
Fornitura Termica, CQ	[€]	6.330	4.793	24,3%
Fornitura Elettrica, CEE	[€]	6.629	6.620	0,1%
Fornitura Energia, CE	[€]	12.958	11.413	11,9%
CMO	[€]	4.749	4.749	0,0%
CMS	[€]	1.262	1.262	0,0%
O&M (CMO + CMS)	[€]	6.011	6.011	0,0%
OPEX	[€]	18.970	17.425	8,1%

Classe energetica [-] E E +0 classi

Nota (19) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064[€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,166 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

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


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

Tabella 9.17 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1– 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_o	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	10
Anni Equity	n_E	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_D	€ 35.322
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 1.060
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 36.382
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 29.105

E84 – Asilo Nido e Scuola Comunale D'infanzia “Villa Stalder”

Equity	I_E	€	7.276
Fattore di annualità Debito	FA_D		8,30
Rata annua debito	q_D	€	3.506
Costo finanziamento, (D+INT _D)	$q_D * n_D$	€	35.059
Costi per interessi debito, INT _D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€	5.954

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

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€	12.958
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€	4.689
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	17.647
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		11,9%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		0,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		0,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	276
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	-
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	25.068
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	1.845
N° di Canoni annuali	anni		14
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$		-61,43%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	-€	1.596
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	425
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	1.447
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€	4.869
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€	12.502
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€	17.371
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€	276
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€	17.647
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	6.370
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	9.749
Durata Incentivi, anni	n_B		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

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

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	-	3,66
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	-	20,15
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	$VAN < 0$	-€	17.831
Tasso interno di rendimento del progetto	$TIR > WACC$		n/d
Indice di Profitto	IP		-50,48%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	-	10,44
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	-	34,37
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	$VAN > 0$	-€	12.980
Tasso interno di rendimento dell'azionista	$TIR > ke$		n/d

Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	0,654
Loan Life Cover Ratio	LLCR < 1	0,096
Indice di Profitto Azionista	IP	-36,75%

Figura 9.16 –SCN1: Flussi di cassa del progetto



Figura 9.17 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che nel suo complesso lo scenario non risulta conveniente sebbene sia stato generato dall'aggregazione degli interventi con TRS più basso. Probabilmente come dimostrato dal valore degli indicatori economici raggiunti sia il valore complessivo dell'investimento che il valore assoluto dei risparmi generati non giustificano il coinvolgimento di una ESCO e di un soggetto finanziatore, pertanto il risparmio fornito dall'intervento non è in grado di compensare gli oneri finanziari previsti nel PEF.

9.3.2 Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni

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

- EEM 2: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm (parziale)
- EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato
- EEM 5: Installazione di sistemi di termoregolazione

Tabella 9.20– Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 Fornitura & Posa	20.213	4.447	24.660
EEM3 Fornitura & Posa	6.107	1.344	7.451
EEM5 Fornitura & Posa	3.571	786	4.357
Costi per la sicurezza	897	197	1.094
Costi per la progettazione	2.092	460	2.553
TOTALE (Ia)	32.881	7.234	40.115

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
EEM5 O&M	4.749	1.262	6.011
TOTALE (C_M)	4.749	1.262	6.011
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	Conto termico	14.129	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		2.826	

Nota (20): 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 40%.

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

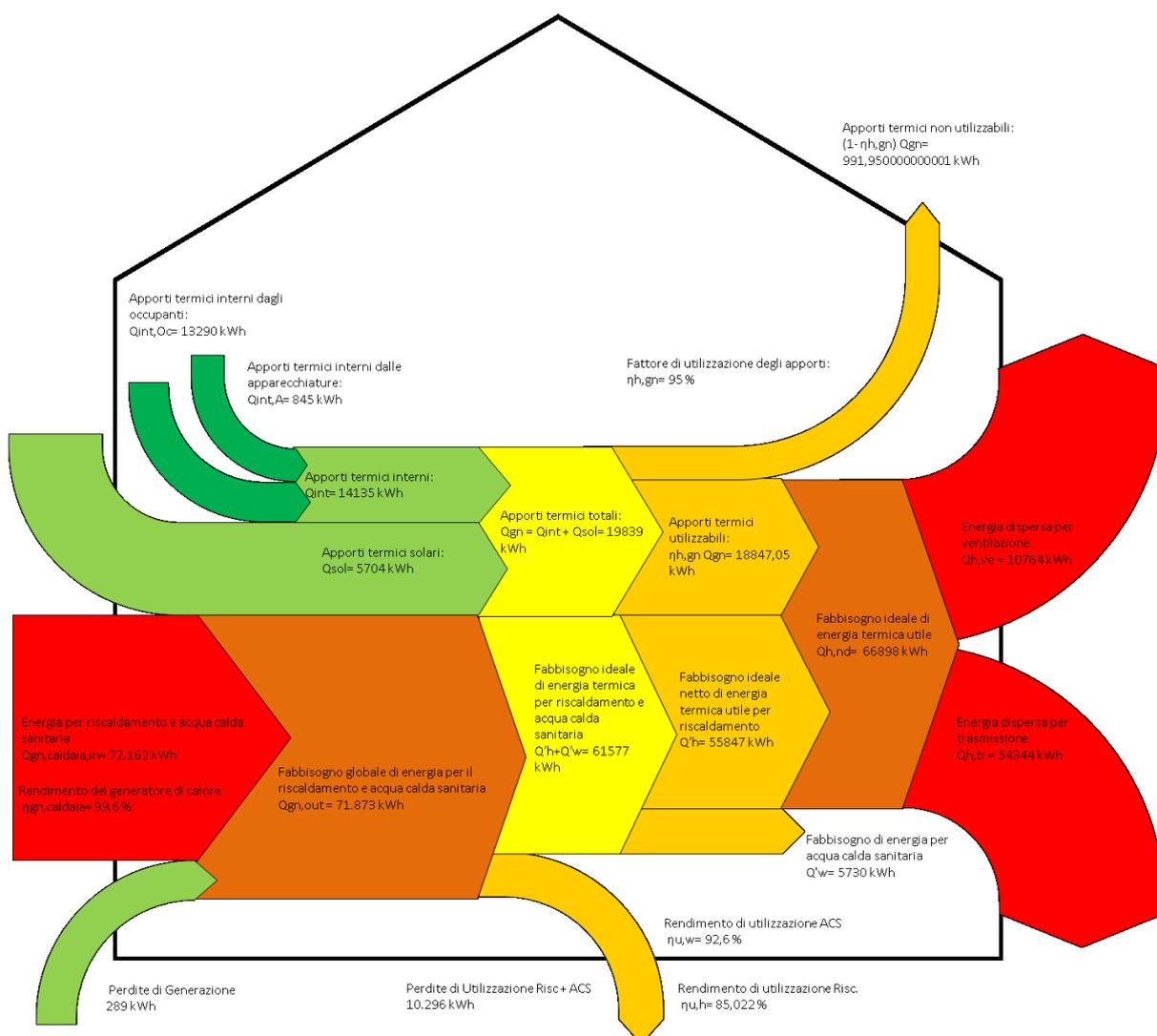
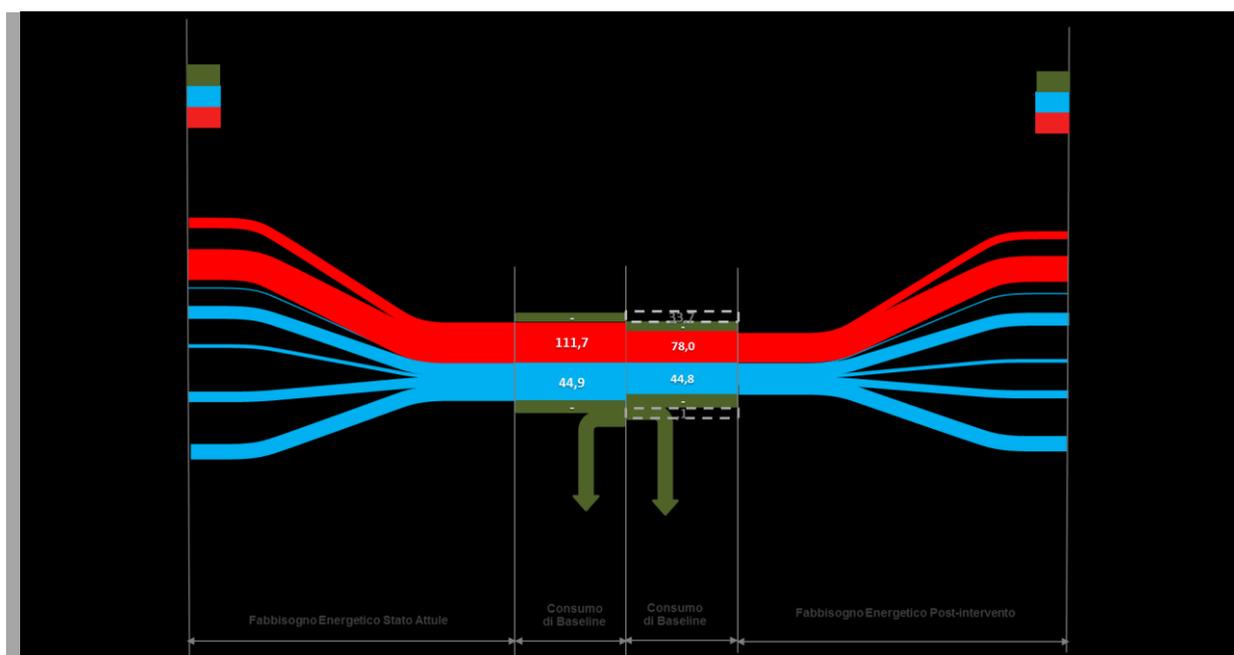


Figura 9.19– SCN2: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9.16 e nella Figura 9.15

Tabella 9.21– Risultati analisi SCN2 – Scenario ottimale TRS≤25 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM2 trasmittanza termica	[W/m ² K]	2	0,239	88,1%
EEM3 trasmittanza termica	[W/m ² K]	1,192	0,212	82,2%
EM5 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	-3,1%
Qteorico	[kWh]	103.329	72.880	29,5%
Eteorico	[kWh]	41.807	41.744	0,2%
Qbaseline	[kWh]	99.078	69.882	29,5%
EBaseline	[kWh]	39.831	39.771	0,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO2]	20.014	14.116	29,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO2]	18.601	18.573	0,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO2]	38.615	32.689	15,3%
Fornitura Termica, CQ	[€]	6.330	4.464	29,5%
Fornitura Elettrica, CEE	[€]	6.629	6.619	0,2%
Fornitura Energia, CE	[€]	12.958	11.083	14,5%
CMO	[€]	4.749	4.749	0,0%
CMS	[€]	1.262	1.262	0,0%
O&M (CMO + CMS)	[€]	6.011	6.011	0,0%
OPEX	[€]	18.970	17.094	9,9%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Nota (19) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,064[€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,166 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 9.20– SCN2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline

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

Tabella 9.22– Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN2– 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	€ 40.115
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 1.203
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 41.318
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 33.055
Equity	I_E	€ 8.264
Fattore di annualità Debito	FA_D	8,30
Rata annua debito	q_D	€ 3.982
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 39.816
Costi per interessi debito, INT _D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 6.762

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

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 12.958
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€ 4.689
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{baseline}$	€ 17.647
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	% ΔC_E	14,5%

Riduzione% costi O&M	% ΔC_M	0,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	% $C_{Baseline}$	0,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	-€ 257
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ -
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 72.777
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 2.534
N° di Canoni annuali	anni	24
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	-79,58%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	-€ 1.370
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€ 282
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€ 831
Canone O&M €/anno	CnM	€ 4.994
Canone Energia €/anno	CnE	€ 12.910
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€ 17.904
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	-€ 257
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€ 17.647
Aliquota IVA %	IVA	22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€ 7.234
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_b	€ 14.129
Durata Incentivi, anni	n_b	5
Inizio erogazione Incentivi, anno		2022

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

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	14,13
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	2,43
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN < 0	-€ 21.146
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	n/d
Indice di Profitto	IP	-52,71%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	11,31
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	- 17,60
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	-€ 12.934
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	n/d
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	0,794
Loan Life Cover Ratio	LLCR < 1	- 0,244
Indice di Profitto Azionista	IP	-32,24%

Figura 9.21–SCN2: Flussi di cassa del progetto

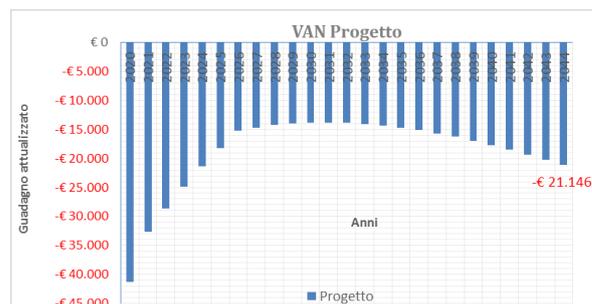
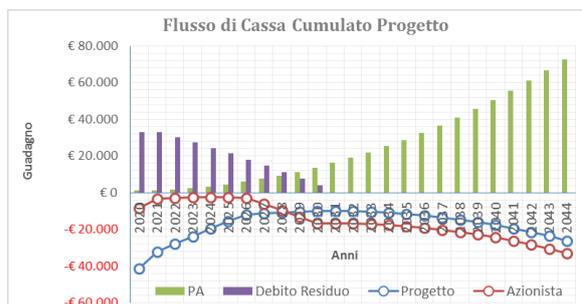


Figura 9.22– SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



10 CONCLUSIONI

Dai risultati della diagnosi energetica emerge che l'edificio che ospita l'Asilo Nido e Scuola Comunale d'Infanzia “Villa Stalder” presenta alcune possibilità di efficientamento energetico. Tale obiettivo potrebbe essere raggiunto attraverso la realizzazione di singole misure di efficientamento energetico con tempi di ritorno semplici relativamente 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, tuttavia i risultati di tali simulazioni non hanno permesso di individuare degli scenari appetibili per un intervento che veda 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) e degli scenari SCN1 e SCN2

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	181.2	195.4	151,39	165,55	145,01	159,17
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/m q anno	118.4	119.5	88,62	89,63	82,24	83,25
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _W	kWh/m q anno	38.6	46	38,64	45,98	38,64	45,98
Ventilazione	EP _v	kWh/m q anno	-	-	-	-	-	-
Raffrescamento	EP _c	kWh/m q anno	-	-	-	-	-	-
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/m q anno	20.4	25.4	20,43	25,36	20,43	25,36
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/m q anno	3.7	4.6	3.7	4.6	3.7	4.6
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	Kg/mq anno	35	38	25	32	25	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 estradosso copertura piana con XPS sp.14

EEM 2: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm (parziale)

EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

EEM 4: Sostituzione Infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2k$

EEM 5: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 6: Installazione di sistemi di illuminazione a LED

Non sono stati simulati interventi “to be clean” in quanto il generatore di calore esistente è di recente installazione

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: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm (parziale)

EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

Interventi previsti nello scenario a 25 anni:

EEM 2: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm (parziale)

EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

EEM 5: Installazione di sistemi di termoregolazione

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

		CON INCENTIVI													
priority		% ΔE	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR	
		[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]			
5	EEM 1	5,0	5,4	884,7	0	0	24.372	13,9	23,8	1.978 ≥ 0	5,0	0,08	[n/a]	[n/a]	
1	EEM 2	8,6	9,2	1.519,3	0	0	27.126	9,6	13,7	10.868 ≥ 0	8,4	0,4	[n/a]	[n/a]	
2	EEM 3	2,6	2,8	459,2	0	0	8.196	9,6	13,7	3.287 ≥ 0	8,4	0,4	[n/a]	[n/a]	
6	EEM 4	4,2	4,4	734,8	0	0	88.171	73,8	102,4	-64.207 ≤ 0	-6,6	-0,73	[n/a]	[n/a]	
3	EEM 5	2,5	2,7	442,1	0	0	4.792	10,5	13,9	23 ≤ 0	4,1	0	[n/a]	[n/a]	
4	EEM 6	5,1	4,8	892,5	0	0	51.184	12,2	13,6	-21.688 ≥ 0	12,9	-0,42	[n/a]	[n/a]	

Tabella 10.3 – 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													
		% ΔE	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR	
		[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]			
SCN 1		11,9	12,6	1.545*	0	0	-35.322	-10,4	-34,4	-12.980	-	-36,75	0,65	0,096	
SCN 2		14,5	15,3	1.875*	0	0	-40.115	11,31	-17,6	-12.934	-	-32	0,794	-0,244	

*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 sia singolarmente che negli scenari aggregati possano essere realizzati solo attraverso investimenti propri del comune di Genova in quanto non risultano appetibili nel caso di 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.

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
01_Planimetrie	08.11.17	01_Involucro: E00084, PIAN1, PIAN1SS, PIANC, PIAN1, PIANTA
		02_Termici: 083-P00-001-CENTRALE TERMICA, 443-P02- 001-BOLLITORE A GAS, L1-042-083_443-P00 L1-042-083_443-P01, L1-042-083_443-P02, L1-042-083_443-P00-Checklist, L1-042- 083_443-P01-Checklist, L1-042-083_443- P02-Checklist
		03_Elettrici: vuoto
02_Manutenzioni	08.11.17	01_Involucro: vuoto
		02_Termici: vuoto
		03_Elettrici: vuoto
		04_FER: vuoto
03_Consumi (Bollette elettricità 2014)	25.07.2018	5700065499, 5700098221, 5700134954 5700176200, 5700214973, 5700248946 5700291259, 5700345571, 5700411457 5700373395, 5700477402, 5700477402
03_Consumi (Bollette elettricità 2015)	25.07.2018	5700510846, 5750081986, 5700544221 E000140853, E000163938, E000175681, E000337531, E000234074, E000281529, E000386685, E000432872, E000483591, E000018566, E000084153, E000310254 E000150599
03_Consumi (Bollette elettricità 2016)	25.07.2018	E000150599, E000084154, E000194182 E000334613, E000238246, E000334613 E000150599, E000194182, E000194182 E000238246, E000278563, E000334613 011640025277, 011640087949, 011640025277, 011640048520 011640060831, 011640074904, 011640125737, 011740039680 011640100079, 011740023046
03_Consumi (Bollette gas 2014)	25.07.2018	20141121702
03_Consumi (Bollette gas 2015)	25.07.2018	20151840, P150008978, P150012621 P150018601, P150032785, P150041248 P150044516, P160003352
03_Consumi (Bollette gas 2016)	25.07.2018	P160009906, P160022665, P160028442 EX15064/2016, P160036697, EX19105/2016 EX22891/2016, EX26898/2016, EX31008/2016, EX33532/2016 EX38842/2016, EX43771/2016 EX03009/2017
Tabella riepilogativa scuole	19.07.18	kyotoBaseline-E84_rev10.xls

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Data	Nome file
Allegato B Elaborati	27.07.18	
Tavola con indicazione di impianti e zone termiche (dwg, PDF)		DE_Lotto.9-E84_Elaborati_PT DE_Lotto.9-E84_Elaborati_P1 DE_Lotto.9-E84_Elaborati_P1SS DE_Lotto.9-E84_Elaborati_PAMEZZATO
Planimetria catastale		DE_Lotto.9- 84_Elaborati_Plan_Catastale.1.pdf
Foto Sopralluogo		
File Grafici		DE_Lotto.9-E84-AllegatoB-Grafici

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Allegato C E84	14.05.18	Allegato C E84.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_E84.doc

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO E Relazione di dettaglio dei calcoli	14.05.18	DE_E84_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_E84_APE_Baseline.rtf

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE SCENARIO 15 ANNI	14/05/18	E84_15 anni_Cappotto+sottotetto_APE - APE2015.RTF
APE SCENARIO 25 ANNI	14/05/18	E84_25 anni_Cappotto+sottotetto+termoregolazione_APE - APE2015.RTF

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO I Dati climatici	14.05.18	GG_Lotto.9-E84.xls

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO J Schede Audit	14.05.18	E 84_Scheda Audit_Template_rev2.xls

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO K Schede ORE	14.05.18	Schede ORE_E 84.doc

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

	Titolo	Data	Nome file
	ANALISI PEF E84	14/05/18	E84_AnalisiPEF.xlsx

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO M Report di Benchmark	14.05.18	Lotto.9_benchmark E84.doc

ALLEGATO N – CD-ROM