

Scuola materna statale "VILLA PARODI"
E0866
via Vado, 39A - Genova

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



D B A PROGETTI

**Scuola materna statale “Villa Parodi”
E0866
Via Vado 39/A, Genova**

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3
Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

Comune di Genova – Area Tecnica – Struttura di Staff Energy Manager
Via Di Francia 1 – 18° Piano Matitone – 16149 – Genova
Tel 010 5573560 – 5573855; energymanager@comune.genova.it; www.comune.genova.it

DBA Progetti Spa
SEDE OPERATIVA Viale Felissent 20/D - 31020 Villorba (TV)
SEDE LEGALE: Piazza Roma, 19 - 32045 Santo Stefano di Cadore (BL)
[Tel: 04220318811 – info@dbagroup.it – www.dbagroup.it]

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
[0]	12/06/2018	Angelo Le Pera	Francesca Bottega	Alessandro Bertino	Prima Pubblicazione
			Matteo Zanutto		
[1]	26/07/2018	Angelo Le Pera	Francesca Bottega	Alessandro Bertino	Revisione come richiesta dalla PA in data 11/07/2018
			Matteo Zanutto		

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

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

INDICE	PAGINA
REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI	3
INDICE.....	- 1 -
PAGINA.....	- 1 -
EXECUTIVE SUMMARY	3
1 INTRODUZIONE	1
1.1 PREMessa	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	2
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	6
2 DATI DELL'EDIFICIO.....	7
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO	8
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	9
2.4 MODALITA' 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	15
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	15
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	15
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	17
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	18
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	18
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	19
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	20
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	21
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	22
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	23
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA	23
4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	23
4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	24
4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE	25
5 CONSUMI RILEVATI	26
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	26
5.1.1 <i>Energia termica</i>	26
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	29
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	33
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	37
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	37
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	38
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	39
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	40
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	41
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	43



7.1	COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	43
7.1.1	<i>Vettore termico</i>	43
7.1.2	<i>Vettore elettrico</i>	44
7.2	TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	47
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	47
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	48
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	49
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	49
8.1.1	<i>Impianto riscaldamento</i>	49
8.1.2	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	50
8.1.3	<i>Fonti energetiche rinnovabili</i>	51
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	53
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	53
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	56
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO	61
9.3.1	<i>Scenario 1: EEM1+EEM2</i>	63
9.3.2	<i>Scenario 1: EEM1+EEM2+EEM3</i>	69
10	CONCLUSIONI	75
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	75
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	75
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	75
	ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....	76
	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		1974
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		[D]
Destinazione d'uso		E.7 Attività scolastiche
Superficie utile riscaldata	[m ²]	433
Superficie disperdente (S)	[m ²]	1.278
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	1653
Rapporto S/V	[1/m]	0,77
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	934
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	806
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	2.801
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia a condensazione
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	75
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	11,632
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	27.529
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	2.609
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	13.000
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	2.363

Nota (18): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Installazione Termostato
- EEM 2: Sostituzione apparecchi di illuminazione (integrali)
- EEM 3: Installazione Impianto Fotovoltaico
- SCN1: EEM1+EEM2
- SCN2: EEM1+EEM2+EEM3

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

	CON INCENTIVI													
	%Δ _E	%Δ _{CO2}	ΔC _E	ΔC _{MO}	ΔC _{MS}	I ₀	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM1	10%	10%	519,3	639,4	-	3.870,3	3,5	3,8	15,0	7.275,6	26,68%	1,9		
EEM2	11%	12%	535,8	159,9	-	12.452,0	9,6	10,9	8,0	-3.387,4	-5,44%	-0,3	-	-
EEM3	23%	26%	519,3	-	-	22.731,7	18,0	26,3	20,0	-5.598,4	0,59%	-0,2	-	-
SCN 1	21%	21%	1.054,8	799,3	-	16.322,3	8,98	13,05	15	668	4,89%	0,0410	1,039	1,201
SCN 2	41%	43%	2.019,7	799,3	-	39.054,0	14,37	24,84	25	72	4,03%	0,0018	1,016	1,002

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

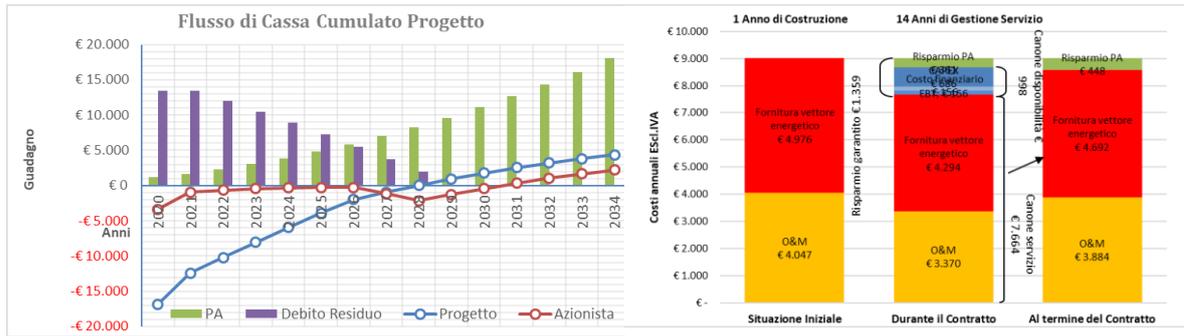
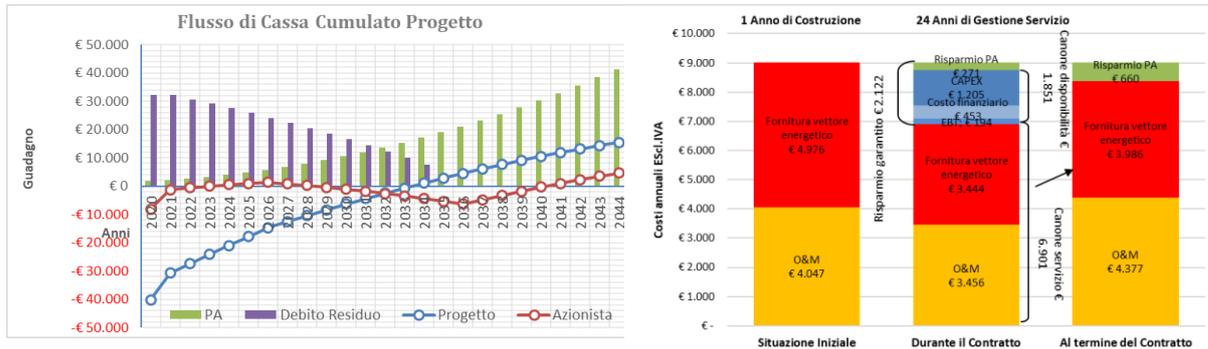


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



In termini di sostenibilità finanziaria degli investimenti, si è cercato di individuare interventi che consentissero l'ottenimento di valori adeguati degli indici DSCR e LLCR. In questo caso entrambi gli scenari presentano indici di bancabilità maggiori di 1.

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

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

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

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

1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

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

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

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

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Sud-Est



1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita dalla DBA Progetti Spa il cui responsabile per il processo di audit è l'ing. Alessandro Bertino 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
Maria Giovanna Passaghe	Impiegato tecnico	Sopralluogo in sito, Elaborazione dati e creazione del modello energetico
Gianluca Loddi	Impiegato tecnico	Sopralluogo in sito, Elaborazione dati diagnosi energetica
Angela Sposato	Impiegato tecnico	Gestione rapporti con committenza, Elaborazione dati diagnosi energetica
Francesca Bottega	Responsabile involucro	Supervisione attività e report di diagnosi energetica
Matteo Zanotto	Responsabile impianti	Supervisione attività e report di diagnosi energetica
Alessandro Bertino	EGE	Supervisione attività e approvazione report di diagnosi energetica

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCT, sezione C, foglio 55 Mapp. 119,Sub 0 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nel quartiere Sestri – Ponente.

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

Attualmente è utilizzabile per le attività educative solo il piano terra che dispone, oltre alle tre aule per le attività ordinarie, di spazi interni (atrio-ingresso, spogliatoio del personale docente e collaboratore scolastico, sala medica, aula multimediale e audiovisivi, refettorio, oltre a tutti i servizi previsti dalla vigente normativa in materia di igiene e sicurezza) e di uno spazio esterno (il plesso è dotato di un ampio spazio suddiviso in due aree: una attrezzata con giochi di grandi dimensioni scivolo, sabbiera ecc. l'altra utilizzabile per il libero gioco e per lo svolgimento di feste e manifestazioni).

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

Figura 1.2 – Ubicazione dell'edificio



Tabella 1.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1974
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		[D]
Destinazione d'uso		E.7 Attività scolastiche
Superficie utile riscaldata	[m ²]	433
Superficie disperdente (S)	[m ²]	1.278
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	1653
Rapporto S/V	[1/m]	0,77
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	913,06
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	934
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	806
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	1.740
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia a condensazione
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	75
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	11,632
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	27.529
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	2.609
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	13.000
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	2.363

Nota (2): Valori di Baseline

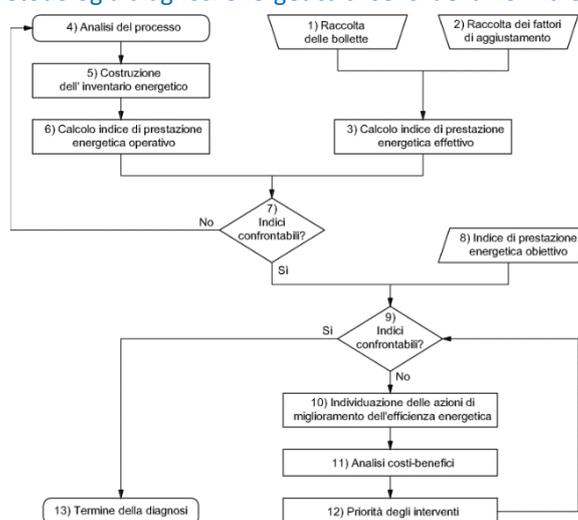
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all'Allegato A – Elenco documentazione fornita dalla committenza;
- 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 12/12/2017 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, Assisital, 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 EC700 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n.73 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;

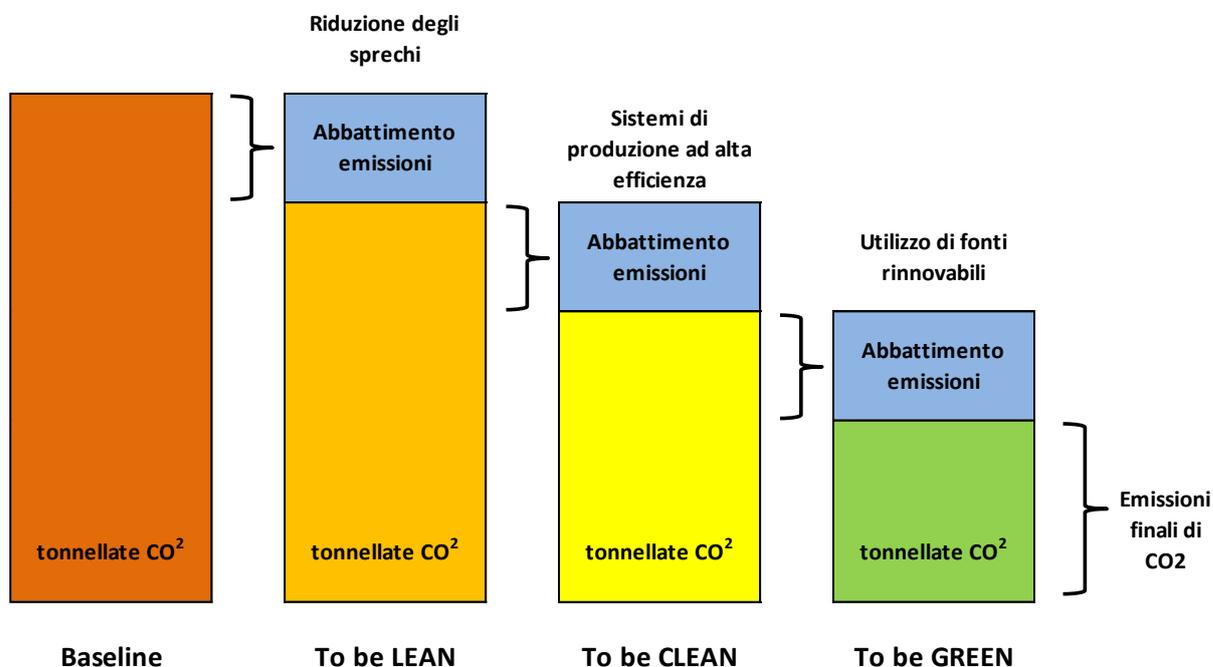
- g) Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- h) Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo GENOVA – PEGLI (Lat. 44° 25' 56.172"; Long. 8° 49' 28.56") e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- i) Individuazione della "baseline termica" di riferimento (e relative emissioni di CO_2) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- j) Individuazione della "baseline elettrica" di riferimento (e relative emissioni di CO_2) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- m) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
- o) Analisi costi-benefici e di redditività finanziaria derivanti dalla realizzazione delle EEM previste singolarmente, con riferimento ai principali indicatori finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- p) Valutazione economico-finanziaria dei due scenari ottimali previsti, a partire dal "baseline di costi" e con riferimento ai principali indicatori finanziari e di sostenibilità finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- q) Identificazione dell'eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso un Energy Performance Contract, con lo scopo di analizzare il possibile interesse nella realizzazione degli interventi studiati, tramite l'intervento di una ESCo;
- r) Realizzazione di una relazione tecnica descrittiva di dettaglio dell'analisi effettuata (Rapporto di DE);
- s) Realizzazione di un report dei Benchmark.

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



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

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica



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

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

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

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

Una volta esaminate le possibili EEM si è realizzata una analisi economica delle stesse, ponendo particolare attenzione nella valutazione dei possibili sistemi incentivanti applicabili (Conto Termico,

Titoli di Efficienza Energetica, ecc) individuando i principali indicatori economici d'investimento di seguito elencati:

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

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

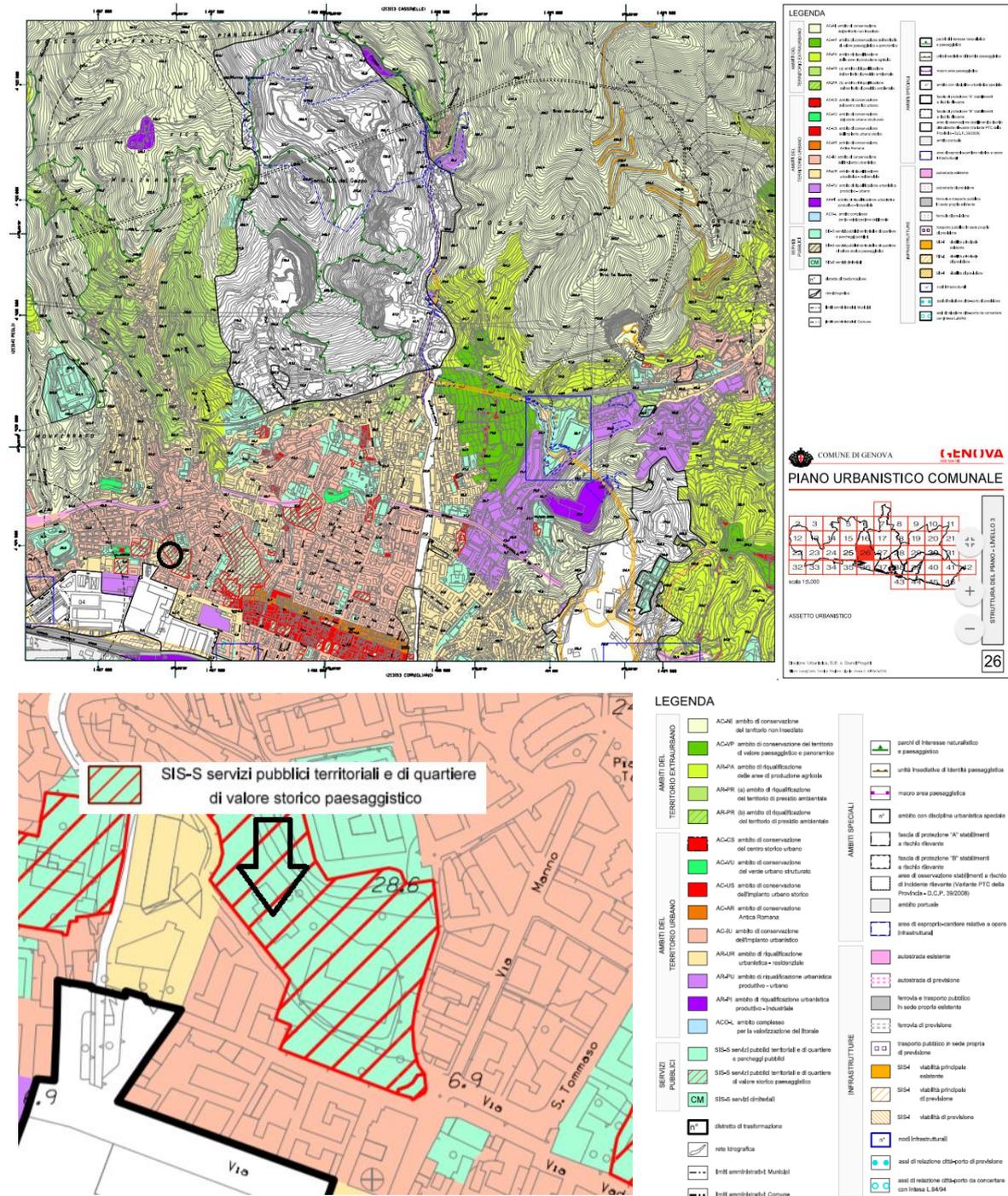
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

Lo strumento urbanistico vigente, il P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 con entrata in vigore il 3/12/2015, classifica l'edificio oggetto della DE in zona F-Servizi, ed in particolare nella sottozona FF, la cui funzione caratterizzante é quella dei servizi pubblici di valore paesaggistico, disciplinata dagli articoli che vanno dall'FF1 all'FF9 riportati nelle Norme di Attuazione di Piano.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L'edificio ove è ubicata la Scuola Materna Statale "Villa Parodi" risale all'incirca agli anni 2000 è stato per essere adibito a scuola Materna, pertanto ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d'uso E.7 – Attività scolastiche.

Ai fini dell'esecuzione degli interventi di efficientamento energetico non sarà comunque necessario apportare varianti agli strumenti urbanistici né provvedere ad espropri o a variazioni di proprietà. L'ipotesi di intervenire al fine di migliorare l'efficienza energetica del fabbricato 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 e dell'informazione dei ragazzi verso tematiche di interesse ambientale ed energetico.

L'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da 2 piani fuori terra, di cui solo il piano terra è destinato ad uso scolastico mentre il piano primo è inutilizzato. Nella Tabella 2.1 sono riassunte le destinazioni d'uso delle varie aree e le relative superfici.

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

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



Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA (2)	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA(3)	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA(3)
Terra	Attività scolastiche	[m2]	456,53	433	-
TOTALE		[m2]	456,53	433	-

Nota (3): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

Nota (4): Superficie utile valutata ai fini della creazione del modello energetico

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

L'edificio oggetto di analisi non risulta essere soggetto a particolari vincoli.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli

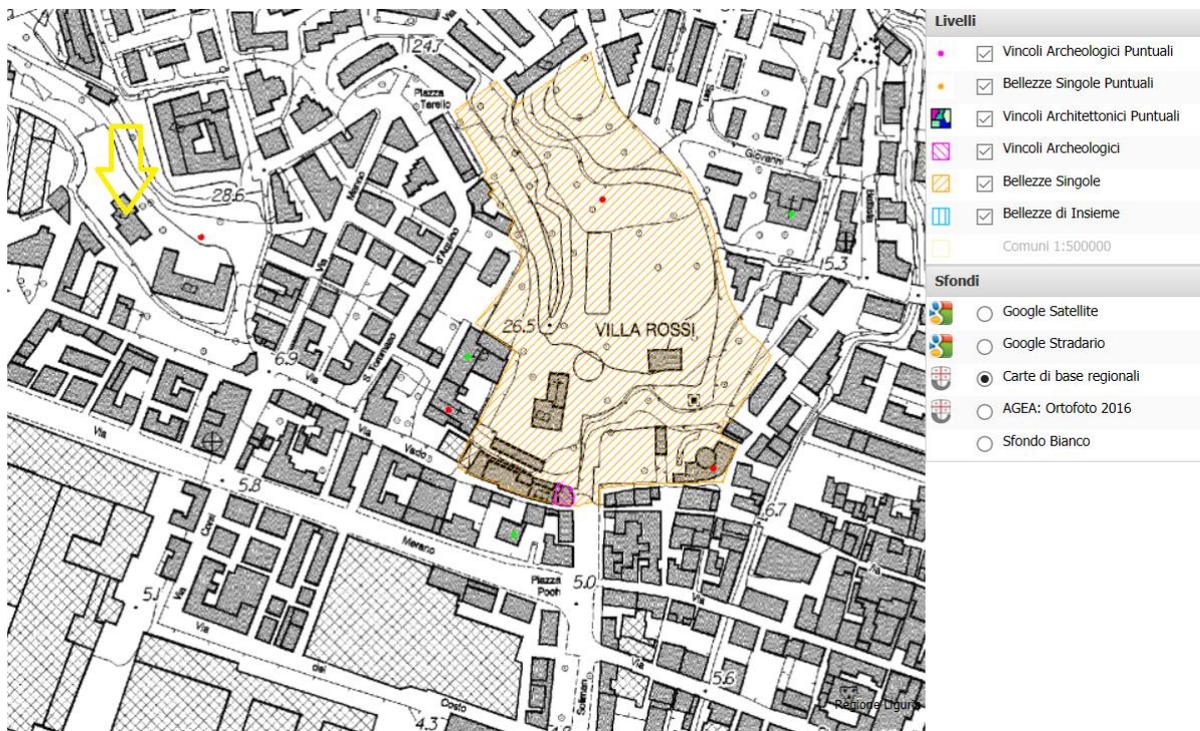


Tabella 2.2 - Misure di efficienza energetica individuate e valutazione delle interferenze con gli attuali vincoli

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁴⁾	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Sostituzione serramenti	Nessun Vincolo		
EEM 2: Installazione termovalvole	Nessun Vincolo		
EEM 3: Sostituzione corpi illuminanti	Nessun Vincolo		

Nota (4): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

2.4 MODALITA' DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

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

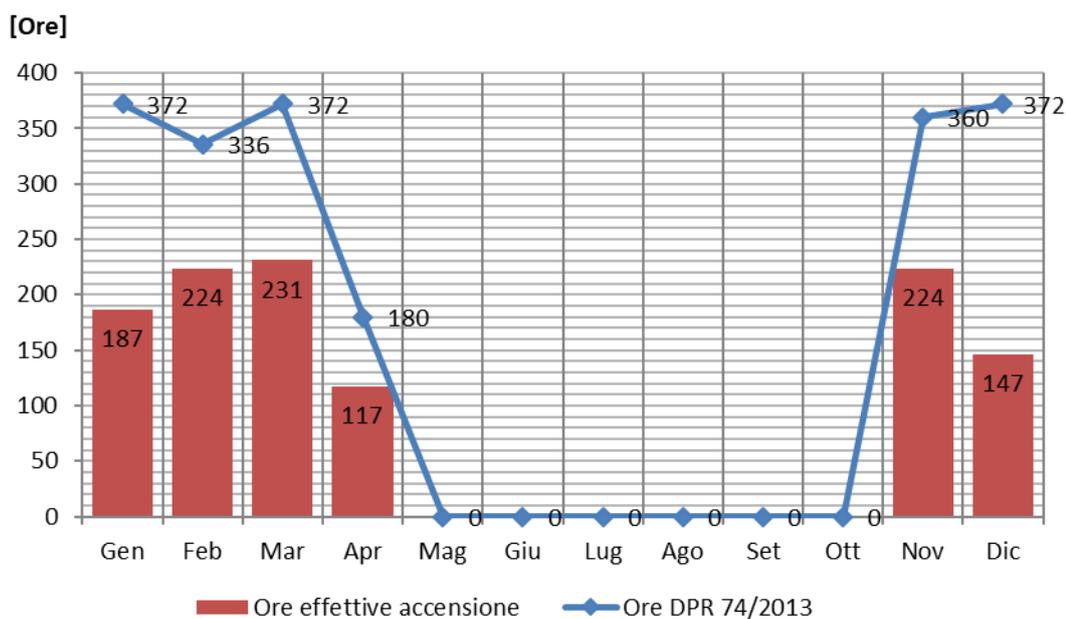
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ricavati tramite interviste agli operatori presenti, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati rilevati, quando possibile, dal display del sistema di gestione degli stessi presente in centrale termica.

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 SETTIMANALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	[dal lunedì al venerdì]	08:00 – 17:00	06:00 – 17:00
	[sabato e domenica]	Chiuso (a meno di aperture straordinarie)	spento
dal 1 Settembre al 30 Ottobre e dal 16 Aprile al 30 Giugno	[dal lunedì al venerdì]	08:00 – 17:00	spento

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



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti sono correlati agli orari di espletamento delle lezioni, poiché questi vengono spenti al concludersi delle attività didattiche; nella programmazione degli impianti non è invece considerata la presenza di operatori all'interno della struttura oltre l'orario di lezione per cui gli impianti si spengono prima della totale assenza di persone all'interno del fabbricato.

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.



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

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

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

3 DATI CLIMATICI

3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 863 GG calcolati su 103 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	17	163	19%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	193	22%
Marzo	31	11,1	31	276	21	21	187	22%
Aprile	30	15,3	15	71	20	11	50	6%
Maggio	31	18,7	-	-	21	-	-	0%
Giugno	30	22,4	-	-	20	-	-	0%
Luglio	31	24,6	-	-	-	-	-	0%
Agosto	31	23,6	-	-	10	-	-	0%
Settembre	30	22,2	-	-	20	-	-	0%
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	0%
Novembre	30	13,3	30	201	20	20	136	16%
Dicembre	31	10,0	31	310	15	13	133	15%
TOTALE	365	16,7	166	1421	208	103	863	100%

3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo GENOVA – PEGLI (Lat. 44° 25' 56.172"; Long. 8° 49' 28.56"). Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centralina in quanto è ubicata in una zona limitrofa all'edificio oggetto della DE

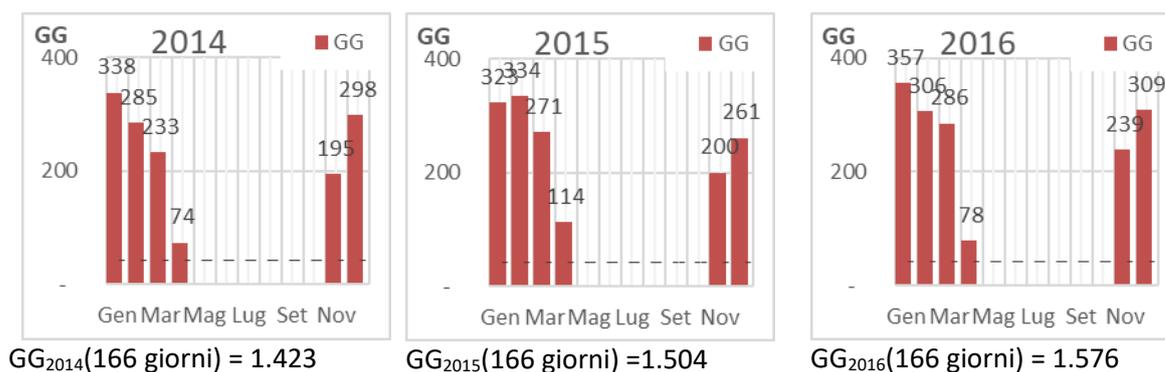
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



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.

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

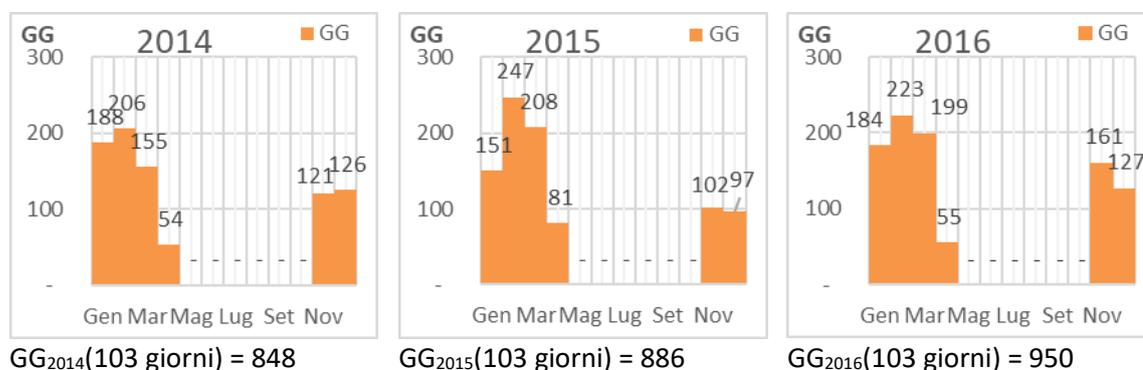


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 863 GG calcolati su 103 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

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



Come si può notare dai grafici sopra riportati, l'andamento dei GG è simile nelle tre annualità analizzate con limitate variazioni, in particolar modo nei primi tre mesi dell'anno; dal confronto tra i dati sopra riportati si può notare come tra i GG 2014 e quelli 2016 ci sia una differenza di circa 102 GG, questo sta ad indicare che l'inverno 2016 è stato maggiormente freddo sia rispetto a quello del 2014 che rispetto all'inverno tipo dove, per gli stessi giorni considerati, si avrebbero 863 GG.

Il numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico utilizzati in Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. **fanno riferimento alla media dei tre anni oggetto di analisi.**

4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

Di seguito è riportata la descrizione dettagliata delle componenti del sistema edificio-impianto, indicando le caratteristiche termofisiche dei componenti dell'involucro edilizio ed i rendimenti dei vari sottosistemi impiantistici presenti, facendo riferimento alle principali criticità di obsolescenza e manutentive riscontrate in sede di sopralluogo.

4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

4.1.1 Involucro opaco

L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è sostanzialmente composto da una struttura prefabbricata costituita da telaio in acciaio e pannelli modulari sandwich, isolati con iniezione di resina poliuretanica espansa di tipo rigido. I due supporti del sandwich sono in metallo preverniciato.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro



Questa soluzione realizzativa incide profondamente sul comportamento termico dell'edificio. La presenza di isolante riduce il fabbisogno termico della struttura con conseguenti minori consumi di combustibile.

Figura 4.2 - Particolare della facciata Nord-Est

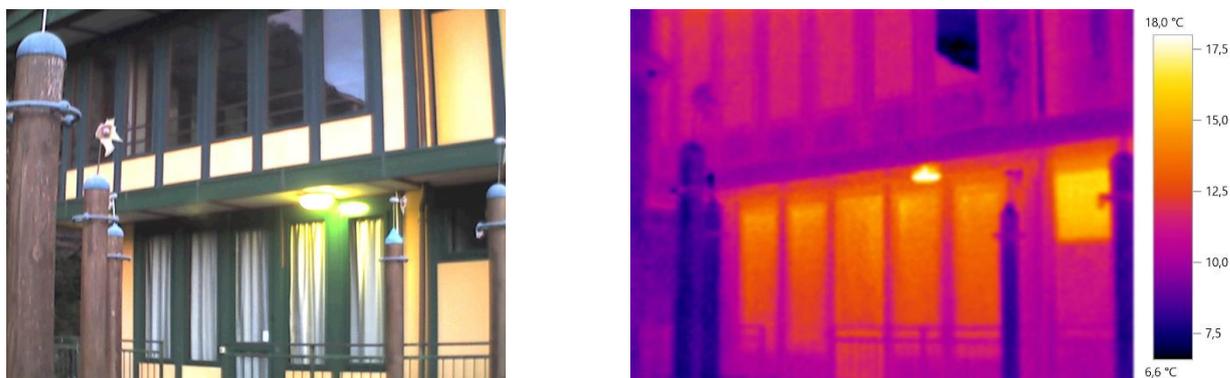


Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera facendo attenzione che fossero rispettate le seguenti condizioni:

- ✓ Condizioni atmosferiche stabili;
 - ✓ Cielo nuvoloso prima e durante la misura (per misure all'aperto);
 - ✓ Assenza di luce solare diretta prima e durante la misura;
 - ✓ Assenza di precipitazioni;
 - ✓ Superficie dell'oggetto di misura asciutta e priva di fonti termiche d'interferenza (es. assenza di fogliame sulla superficie);
 - ✓ Assenza di vento o correnti d'aria;
 - ✓ Assenza di fonti d'interferenza nell'ambiente di misura o nel percorso di trasmissione;
 - ✓ La superficie dell'oggetto di misura è ottimale se ha emissività elevata e nota.
- Rilievo visivo e dimensionale dei componenti con l'individuazione degli spessori dei principali componenti.

Figura 4.3 – Rilievo termografico della parete Nord - Ovest



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/m ² K]	STATO DI CONSERVAZIONE
Solaio Interpiano	S1	36,5	Presente	0,626	Buono
Parete Esterna	M1	10,1	Presente	0,557	Buono
Pavimento controterra	P1	33,0	Presente	0,662	Buono

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

4.1.2 Involucro trasparente

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

Lo stato di conservazione degli stessi è buono, pertanto non si generano fenomeni di infiltrazioni d'aria o acqua all'interno degli ambienti.

Figura 4.4 - Particolare dei serramenti



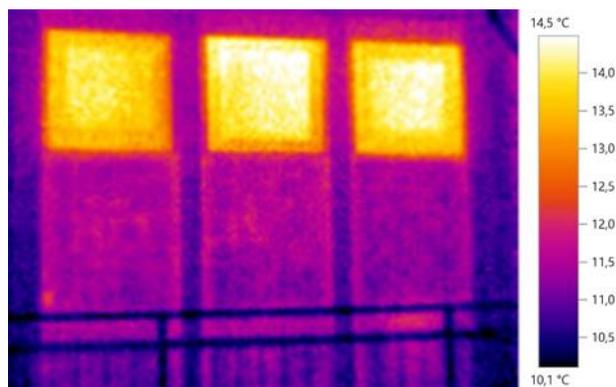
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro trasparente si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico;
- Rilievo delle caratteristiche dei vetri per mezzo dello spessivetro;
- Rilievo geometrico/dimensionale

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Seppure siano presenti inevitabili ponti termici, specialmente geometrici e nelle giunzioni tra le varie strutture, il comportamento termico dell'edificio risulta buono grazie all'isolamento costituente la componente opaca dell'involucro ed ai serramenti caratterizzati da vetrocamera e telaio metallico a taglio termico.
- L'irraggiamento diretto ed il conseguente surriscaldamento estivo dei locali è particolarmente limitato grazie alla presenza di tende e schermi interni sulla maggior parte degli elementi trasparenti.

Figura 4.5 – Rilievo termografico dei serramenti



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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento verticale	W1	70X210	Alluminio	Vetro doppio	3,342	Buono
Serramento verticale	W2	70X70	Alluminio	Vetro doppio	4,431	Buono
Portafinestra	D1	180x290	Alluminio	Singolo	5,140	Buono
Portafinestra	D2	80x280	Alluminio	Singolo	5,381	Buono

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

4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

L'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da una caldaia a condensazione esterna che va ad alimentare il circuito di distribuzione a servizio dei radiatori.

4.2.1 Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito da soli radiatori ad elementi in alluminio di diversa dimensione in relazione alla dimensione e alla destinazione d'uso dell'ambiente servito. I terminali sono sprovvisti di valvole termostatiche e per la maggior parte installati su pareti interne. Il rendimento di emissione desunto dal modello di calcolo delle DE è pari a 95%.

Figura 4.6 - Particolare radiatori installati nelle Aule



Figura 4.7 – Particolare radiatori installati nei servizi igienici



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
Zona termica unica	Radiatori su parete isolata	95%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Terra	Su parete esterna isolata	18	1,43	25,74	-	-

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.

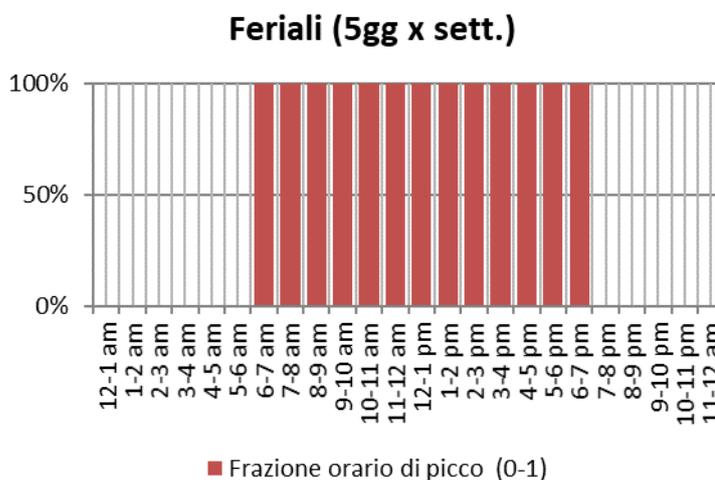
4.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell'impianto è di tipo climatico, ossia fissato il set-point interno di temperatura pari a 20°C, la temperatura di mandata all'impianto viene regolata in modo automatico in funzione della temperatura esterna adeguando l'apporto di calore al fabbisogno termico dell'edificio. Tale risultato si ottiene per mezzo di una centralina comandata da una sonda di temperatura esterna ed una sulla mandata dell'impianto. Il circuito primario è separato dal circuito secondario per mezzo di un separatore idraulico.

L'architettura dell'impianto di climatizzazione prevede una zona termica unica quindi per tutto il fabbricato; la regolazione agisce sull'attivazione di una sola pompa gemellare di mandata dell'impianto.

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

Figura 4.8 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto



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
Zona termica unica	Climatica	80,9 %

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 la caldaia a condensazione e il separatore idraulico;
- 2) Circuito secondario tra il separatore idraulico e l'utenza.

Circuito primario: è presente un'elettropompa singola a velocità fissa, adibita alla mandata di acqua calda

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

NOME		SERVIZIO	PORTATA ⁽⁵⁾ [m ³ /h]	PREVALENZA ⁽⁵⁾ [kPa]	POTENZA ASSORBITA ⁽⁵⁾ [kW]
Caldiaia a condensazione	P1	mandata acqua calda	5	68,64	0,132

Nota (5): Valori ricavati da dati di targa

- 1) **Circuito secondario:** è presente una pompa di circolazione gemellare a velocità fissa e funzionamento in parallelo, di mandata

Le caratteristiche del circolatore a servizio del circuito secondario sono riportate nella Tabella 4.7.

Tabella 4.7 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito secondario

NOME		SERVIZIO	PORTATA ⁽⁶⁾ m ³ /h	PREVALENZA ⁽⁶⁾ m	POTENZA ASSORBITA ⁽⁶⁾ kW
Zona termica unica	Z1	Mandata acqua calda	13,5	9	0.4

Nota (6): Valori ricavati da dati di targa

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

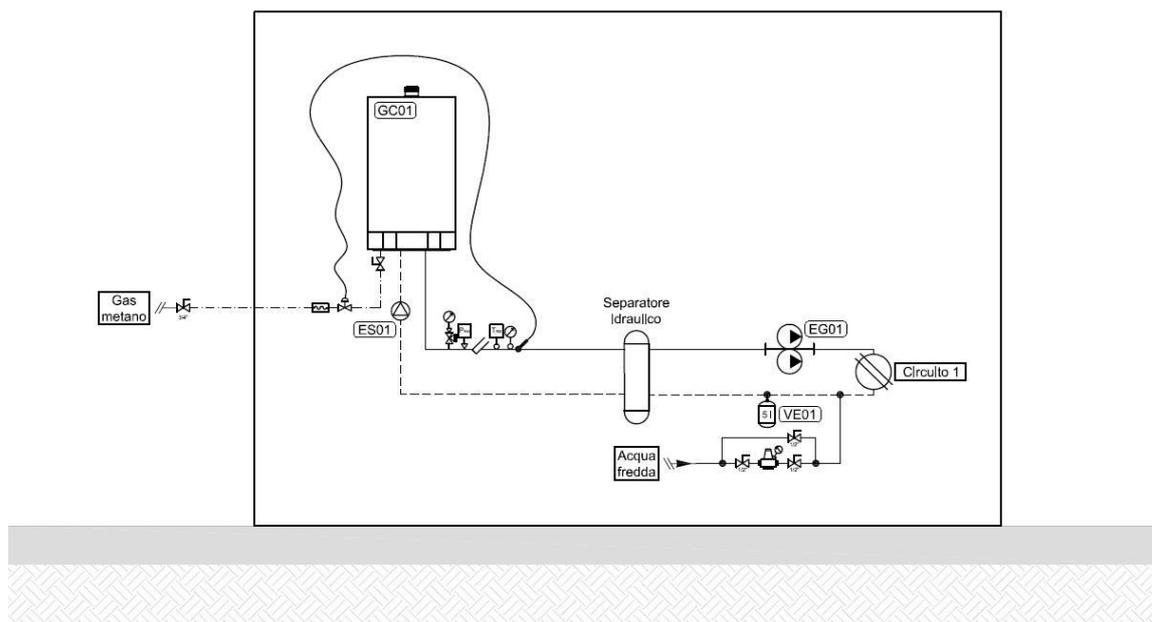
Tabella 4.8 – Temperature di mandata e ritorno del circuito secondario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁷⁾ °C	TEMPERATURA CALCOLO °C
Zona termica unica	Mandata	Caldo	N.D.	70
	Ritorno	Caldo	N.D.	50

Nota (7): Non è stato possibile valutare la temperatura data la mancanza di termometri dedicati. Nel modello sono state utilizzate le temperature di progetto.

Non è stato possibile rilevare le temperature all'interno delle tubazioni del circuito secondario.

Figura 4.9 - Particolare dello schema di impianto [(Fonte: Tavola 064-P00-AE-CENTRALE TERMICA.dwg)]



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione è stato assunto nella DE pari al 95¹ %

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

4.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una caldaia a condensazione Marca ACV modello PRESTIGE BOX MONO 75.

Figura 4.10 - Particolare della centrale termica



Figura 4.11 - Particolare di Caldaia a condensazione



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella Tabella 4.9.

¹ UNI TS 11300-2 2014

Tabella 4.9 - Riepilogo caratteristiche Caldaia a condensazione

	Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE ²	POTENZA TERMICA UTILE	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA
					[kW]	[kW]		[kW]
Gen 1	Riscaldamento	ACV	PRESTIGE BOX MONO 75	2014	75	(80/60 °C) 67,7 (50/30 °C) 73	96,8 105,6	390

Dall'analisi dei fumi il rendimento di combustione è risultato pari al 97,6% mentre il rendimento da scheda tecnica è pari al 96,8%. Nella DE il rendimento della caldaia è stato assunto pari a 97,03 %.

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari a 91,2³%.

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

Il consumo di acqua calda sanitaria è ridotto e la produzione è affidata a boiler elettrici installati localmente nei servizi igienici.

Figura 4.12 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria



I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.10.

Tabella 4.10 – Rendimenti dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria⁴

SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE	SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE	SOTTOSISTEMA DI RICIRCOLO	SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO	SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE	RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE
100 %	92,6 %	-	-	38,5%	35,6 %

² Dati di targa

³ UNI TS 11300-2 2014

⁴ UNI TS 11300-2 2014

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

4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Non è presente un impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva.

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

Non è presente un impianto di ventilazione meccanica.

4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

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

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella Tabella 4.11.

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Zona termica unica	PC	1	150	150	99
	Stampante multifunzione	1	1656	1656	347
	Stampante da tavolo	2	44	88	347
	Centrali d'allarme	2	150	300	8.760

Ai fini di un'identificazione più precisa del funzionamento dei componenti impiantistici si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Misure di assorbimento elettrico sulle principali linee di alimentazione dei carichi;
- Rilievo dei dati di targa delle utenze installate

La realizzazione delle suddette indagini ha portato a concludere che i principali carichi elettrici del fabbricato sono imputabili al solo impianto di illuminazione poiché durante l'arco della giornata i carichi misurati sono rimasti pressoché costanti.

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

4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è prettamente costituito da lampade fluorescenti di diversa taglia, in funzione della tipologia di utilizzo dei locali.

Il sistema di gestione dell'impianto di illuminazione è di tipo manuale, con accensione e spegnimento dei corpi illuminanti del tipo on/off e nessuna suddivisione delle accensioni all'interno degli ambienti.

Figura 4.13 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule



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

Tabella 4.12 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Zona termica unica	Fluorescente 2x58W	68	116	7.888
Esterno	Fluorescente 1x40W	14	40	560

L'elenco completo dei corpi illuminanti rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 10 dell' Allegato J – Schede di audit.

Figura 4.14 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nel corridoio



Figura 4.15 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati all'esterno



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

Non sono presenti impianti di produzione di energia elettrica o cogenerazione

5 CONSUMI RILEVATI

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

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica;

5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura, è il Gas Metano. Nella Tabella 5.1 sono riportati i valori di Potere Calorifico Inferiore (PCI) forniti dalla norma UNI TS 11300-2:2014 ed utilizzati ai fini della conversione in kWh.

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

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

Nota (8) Fonte: Prospetto B.19 UNI TS 11300-2:2014

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di 1 contatore a servizio della caldaia a condensazione destinata alla climatizzazione invernale del fabbricato.

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

Figura 5.1 - Ubicazione contatore gas metano



L'analisi dei consumi storici di si basa sulla base de m³ annui di gas metano forniti dalla PA e riportati nel file Excel "kyotoBaseline-E0866_rev09"; i valori sono quelli forniti dalla società ANTAS in qualità di aggiudicataria della convenzione CONSIP SIE3.

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	2015	2016	2014	2015	2016
		[Sm ³]	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
03270037828171	Riscaldamento	3.753	5.863	3.217	35.353	55.229	30.304

Per il calcolo della base line termica, sono stati presi in considerazione solo i consumi relativi al 2016 in quanto negli altri anni era diverso il sistema di generazione termica a servizio dell'edificio. Del 2015 infatti, il sistema di gestione dell'impianto è stato affidato ad una nuova società manuttrice.

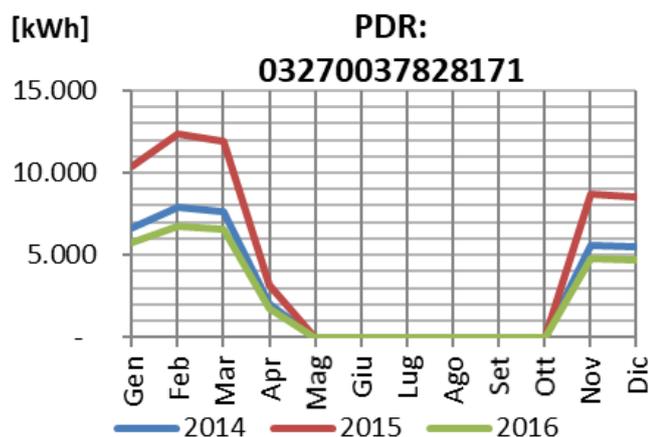
Non è stato possibile effettuare un'analisi dei consumi termici fatturati in quanto, il contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprende sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Non è stato quindi possibile effettuare un'analisi dei consumi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA.

Tuttavia, l'andamento dei consumi stagionali del vettore energetico è stato desunto dal modello energetico dell'edificio, applicando la percentuale mensile di incidenza dei consumi ai totali annui forniti dalla PA; i risultati sono riportati nella Tabella 5.3 e in Figura 5.2 - Ipotesi di andamento mensile dei consumi termici fatturati

Tabella 5.3 - Consumi mensili di energia termica per il triennio di riferimento – Ipotesi di andamento mensile dei consumi termici fatturati

PDR: 03270037828171	2014	2015	2016	2014	2015	2016
	[Sm ³]	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Mese						
Gen	710	1.109	608	6.684	10.442	5.730
Feb	866	1.312	720	7.912	12.360	6.782
Mar	813	1.269	697	7.655	11.959	6.562
Apr	219	342	188	2.062	3.221	1.767
Mag	-	-	-	-	-	-
Giu	-	-	-	-	-	-
Lug	-	-	-	-	-	-
Ago	-	-	-	-	-	-
Set	-	-	-	-	-	-
Ott	-	-	-	-	-	-
Nov	592	925	508	5.580	8.717	4.783
Dic	580	906	497	5.461	8.531	4.681
Totale	3.753	5.863	3.217	35.353	55.229	30.304

Figura 5.2 - Ipotesi di andamento mensile dei consumi termici fatturati



Per il calcolo della baseline termica sono stati considerati attendibili ai fini della modellazione solo i consumi relativi al 2016 in quanto a fine 2015 è cambiata la società che si occupa della manutenzione dell'impianto termico. Ciò ha comportato una modificazione nelle impostazioni di regolazione e di gestione dell'impianto stesso.

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 dell'anno di riferimento ed i GG di riferimento come valutati al Capitolo 3, definendo il fattore di normalizzazione \bar{a}_{rif} come di seguito riportato:

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

\bar{Q}_{ACS} = Consumo termico reale per ACS dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per l'ACS nel triennio di riferimento; in questo caso questo valore è nullo poiché l'ACS è prodotta da boiler elettrici.

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

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

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG _{REAL} SU 102 GIORNI	GG _{RIF} SU 102 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 863 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2016	950	863	3.217	30.304	31,89	27.528,8	-	-
Media	950	863	3.312	30.304	31,89	27.528,8	-	-

Si sono pertanto definiti per il calcolo della Baseline i parametri riportati nella Tabella 5.5:

Tabella 5.5 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[kWh]
\bar{Q}_{ACS}	-
\bar{Q}_{ALTRO}	-
$\bar{\alpha}_{rif} \times GG_{rif}$	27.528,8
$Q_{baseline}$	27.528,8

5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 1 contatore a servizio della scuola.

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 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]	MEDIA [kWh]
IT001E00096304	Scuola materna statale "Villa Parodi"	12.876	12.852	13.271	13.000
TOTALE		12.876	12.852	13.271	13.000

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-E0866rev.09), dal confronto sono emerse le seguenti differenze:

- i dati delle fatture 2014 sono pari a quelli del file kyotoBaseline-E0866;
- i dati delle fatture 2015 sono inferiori a quelli del file kyotoBaseline-E0866 del 1,14%
- i dati delle fatture 2016 sono inferiori a quelli del file kyotoBaseline-E0866 del 6,46%

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

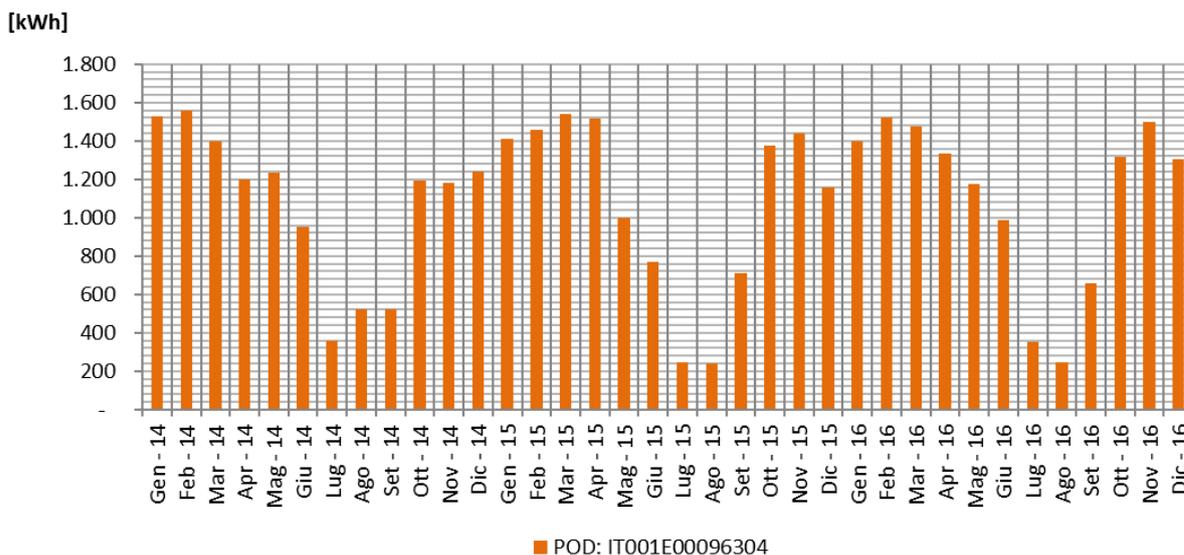
Si è pertanto definito un consumo $EE_{baseline}$ pari a 13.000 kWh

Tabella 5.7 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento⁽¹⁾

POD: IT001E00096304	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	1.037	195	295	1.527
Feb - 14	1.031	212	316	1.559
Mar - 14	907	188	305	1.400
Apr - 14	628	215	353	1.196
Mag - 14	926	110	195	1.231
Giu - 14	694	92	165	951
Lug - 14	111	64	183	359
Ago - 14	83	105	333	521
Set - 14	330	65	127	521
Ott - 14	851	143	198	1.192
Nov - 14	835	139	205	1.179
Dic - 14	805	159	276	1.240
Totale	8.239	1.685	2.951	12.876
POD: IT001E00096304	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	956	179	272	1.408
Feb - 15	965	198	296	1.459
Mar - 15	996	206	334	1.537
Apr - 15	562	364	592	1.518
Mag - 15	732	92	172	996
Giu - 15	547	78	144	769
Lug - 15	56	44	144	244
Ago - 15	43	44	152	239
Set - 15	452	79	180	711
Ott - 15	1.008	162	205	1.375
Nov - 15	1.082	155	202	1.439
Dic - 15	797	133	227	1.157
Totale	8.197	1.735	2.920	12.852
POD: IT001E00096304	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	949	178	270	1.397
Feb - 16	1.008	207	309	1.524
Mar - 16	956	198	321	1.475
Apr - 16	908	159	267	1.334
Mag - 16	906	101	170	1.177
Giu - 16	738	90	157	985
Lug - 16	137	63	152	352
Ago - 16	34	54	159	247
Set - 16	415	90	153	658
Ott - 16	913	161	240	1.314
Nov - 16	997	192	312	1.501
Dic - 16	796	185	326	1.307
Totale	8.757	1.678	2.836	13.271

Nota (9) I consumi per fasce da Gennaio 2014 a Marzo 2015 non essendo disponibili, sono stati ipotizzati proporzionando il valore totale mensile al "peso" percentuale della fascia considerata, ricavato come media sulla collezione dei dati disponibili.

Figura 5.3 – Confronto tra i profili elettrici reali relativi a ciascun POD per il triennio di riferimento



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

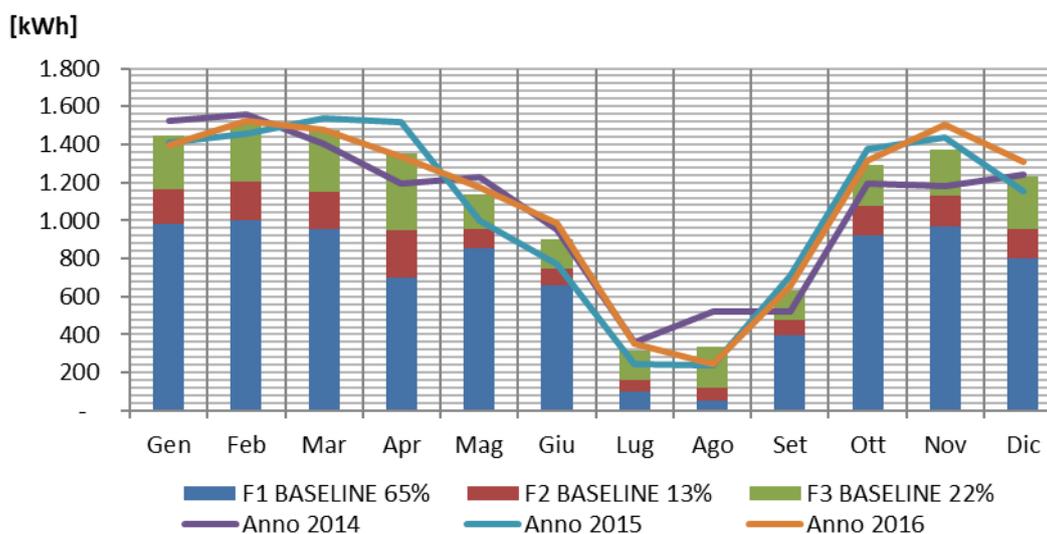
Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	981	184	279	1.444
Febbraio	1.001	206	307	1.514
Marzo	953	197	320	1.471
Aprile	699	246	404	1.349
Maggio	855	101	179	1.135
Giugno	660	87	155	902
Luglio	101	57	160	318
Agosto	53	68	215	336
Settembre	399	78	153	630
Ottobre	924	155	214	1.294
Novembre	971	162	240	1.373
Dicembre	799	159	276	1.235
Totale	8.398	1.699	2.903	13.000

L'andamento dei consumi elettrici mensili nel triennio di riferimento e di Baseline è riportato nei grafici in Figura 5.4.

Figura 5.4 – Confronto tra i profili mensili elettrici reali e i valori di Baseline per il triennio di riferimento



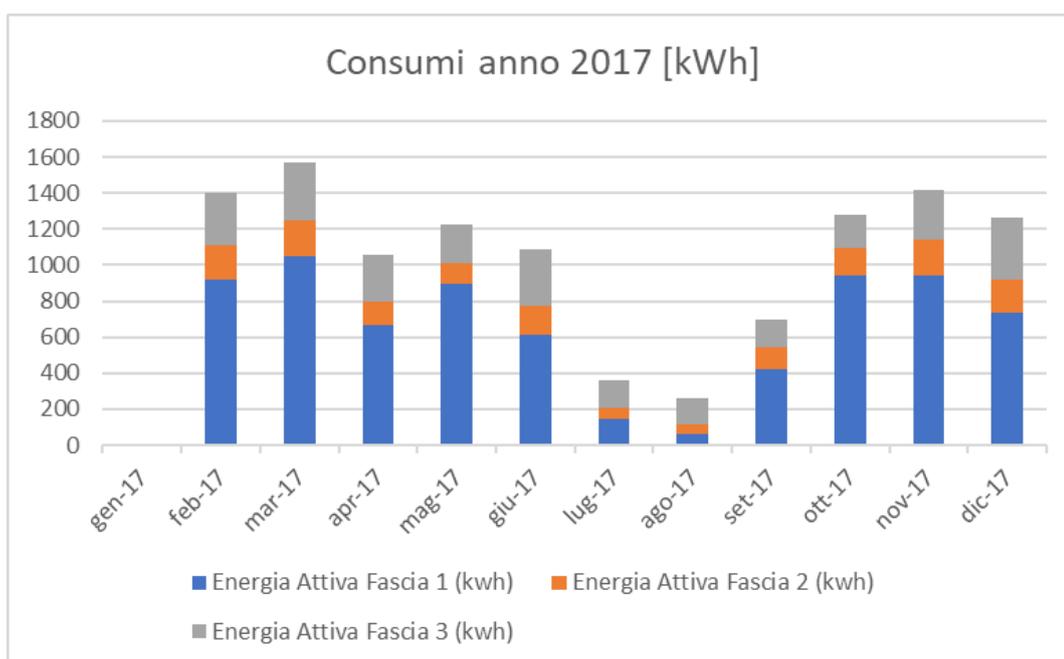
I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti simili, con lievi scostamenti tra le annualità analizzate.

Per il sito non è stato possibile rappresentare i profili giornalieri dei consumi elettrici poiché non erano disponibili le informazioni fornite dalla società di distribuzione dell'energia elettrica in quanto è presente un contatore con potenza inferiore a 55 kW.

E' presente una base costante di circa 320 kWh costituita dai consumi della centrale di allarme e dal funzionamento notturno delle luci esterne

Di seguito è riportato l'andamento mensile dei consumi relativa al 2017 ottenuto dalle letture reali registrate dalla società di distribuzione.

Figura 5.5 Profili elettrici mensili reali 2017



I dati relativi alle letture reali nel 2017 confermano gli andamenti riportati in Figura 5.4

5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI

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

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

Tabella 5.9 - Fattori di emissione di CO₂.

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

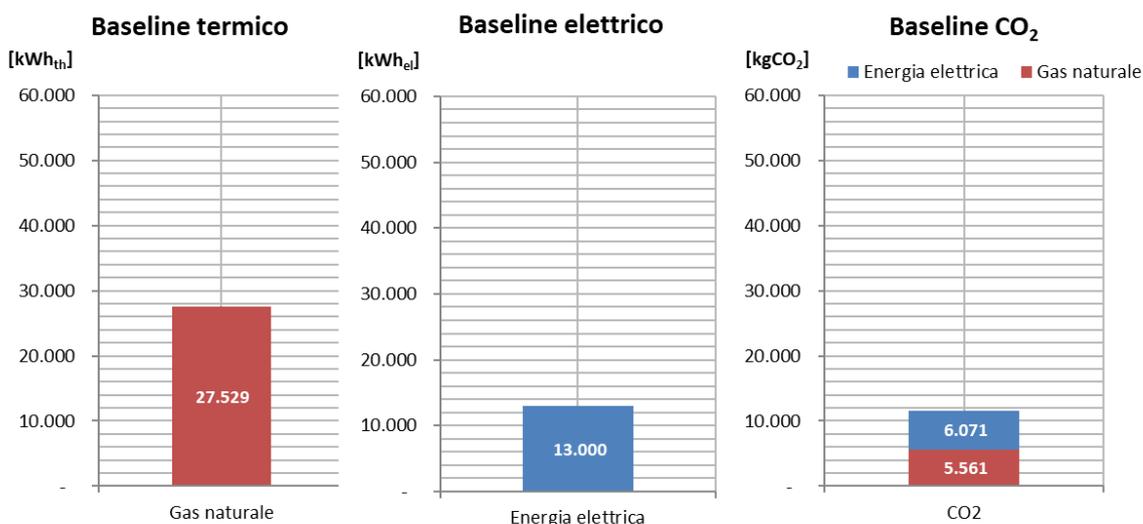
* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO₂, come riportato nella Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂. Tabella 5.10 e nella Figura 5.6

Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[tCO ₂]
Energia elettrica	13.000	* 0,467	6,071
Gas naturale	27.529	* 0,202	5,561

Figura 5.6 – Rappresentazione grafica della Baseline dei consumi e delle emissioni di CO₂.



Ai fini del calcolo degli indici di performance è necessario effettuare la conversione dei consumi di baseline in energia primaria, utilizzando i fattori di conversione indicati dal Decreto Interministeriale

26 giugno 2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici" nell'Allegato 1-Tabella 1.

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

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

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

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

	PARAMETRO	VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	433	m ²
FATTORE 2	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	934	m ²
FATTORE 3	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	2.801	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	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	27.529	1,05	28.905	66,8	30,9	10,3	12,84	5,95	1,99
Energia elettrica	13.000	2,42	31.459	72,7	33,7	11,2	14,02	6,50	2,17
TOTALE			60.364	139	65	22	27	12	4

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	27.529	1,05	28.905	66,8	30,9	10,3	12,84	5,95	1,99
Energia elettrica	13.000	1,95	25.349	58,5	27,1	9,1	14,02	6,50	2,17
TOTALE			54.255	125	58	19	27	12	4

Figura 5.7 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO₂ valutati in funzione della superficie utile riscaldata

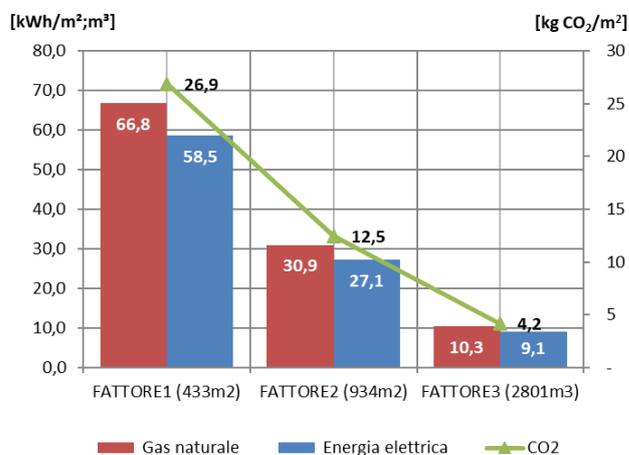
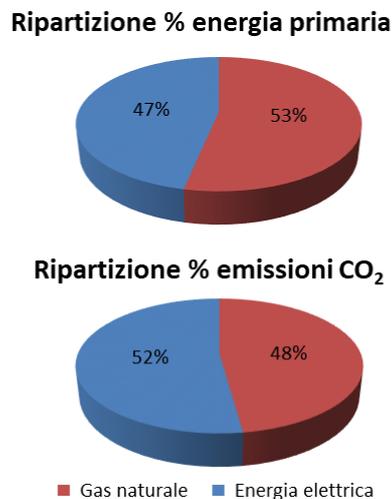


Figura 5.8 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO₂



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

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

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

La formula definita è sotto riportata:

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

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

- Superficie lorda ai piani dell'edificio A_p;
- Fattore F_h relativo all'orario di occupazione, così come precedentemente

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

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

Tabella 5.15 – Indicatori di performance energetici

COMBUSTIBILE	IEN _R			IEN _E		
	Wh/(m ³ GG anno)			Wh/(m ³ anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	14,30	21,15	11,07	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	13,79	13,76	14,21



E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, da cui è risultato che la scuola oggetto di analisi presenta, nel triennio considerato, dei livelli sufficienti rispetto ai benchmark di consumo elettrico e dei livelli buoni rispetto ai benchmark di consumo termico per le annualità 2014 e 2016 e sufficiente per il 2015.

Il confronto tra i benchmark della scuola oggetto di studio e quelli identificati dall'ENEA sono meglio esplicitati nell'Allegato M – Report di Benchmark

6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	EP _{gl,nren}	kWh/mq anno	227,72	203,12
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	104,51	103,84
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	27,71	22,33
Ventilazione	EP _v	kWh/mq anno		
Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno		
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	95,50	76,95
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno		
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno	43,55	43,55

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[m ³ /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	4.426	
Energia Elettrica		24.773

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

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

Dove:

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

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

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

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

Nota (10) Tale contributo non è definito all'interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall'Auditor

6.1.1 Validazione del modello termico

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

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell'edificio considerando i gradi giorno invernali effettivi, per i quali è richiesto il funzionamento dell'impianto ed i profili di funzionamento degli impianti di illuminazione così come rilevato in fase di sopralluogo.

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl,nren}$	kWh/mq anno	128,66	117,12
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	71,57	71,12
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	17,70	14,26
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	-	-
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno	-	-
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	39,39	31,74
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	-	-
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	Kg/mq anno	24,630	24,630

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO
	[mc/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	3.032	-
Energia Elettrica	-	12.735

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

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
28.562	27.529	4%

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]	[%]
12.735	13.000	2 %

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

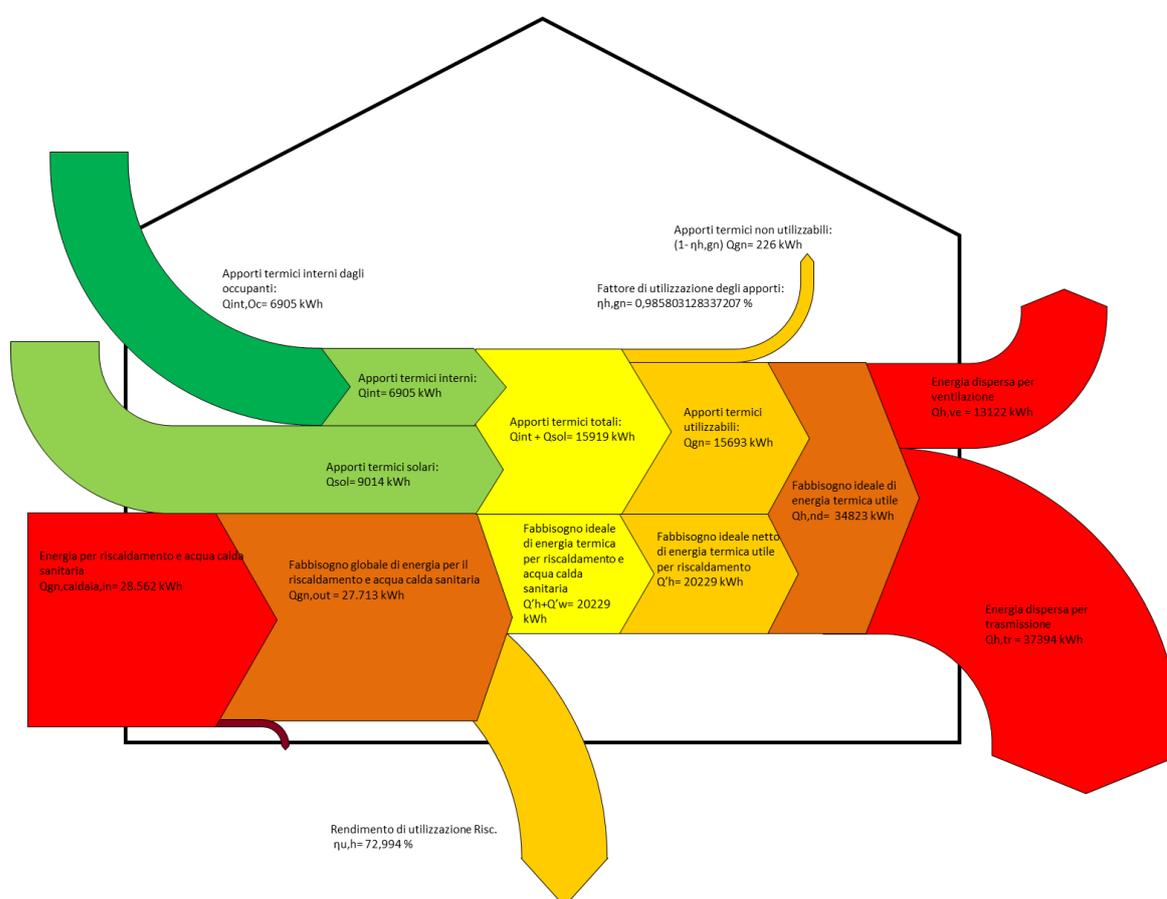
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

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

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

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

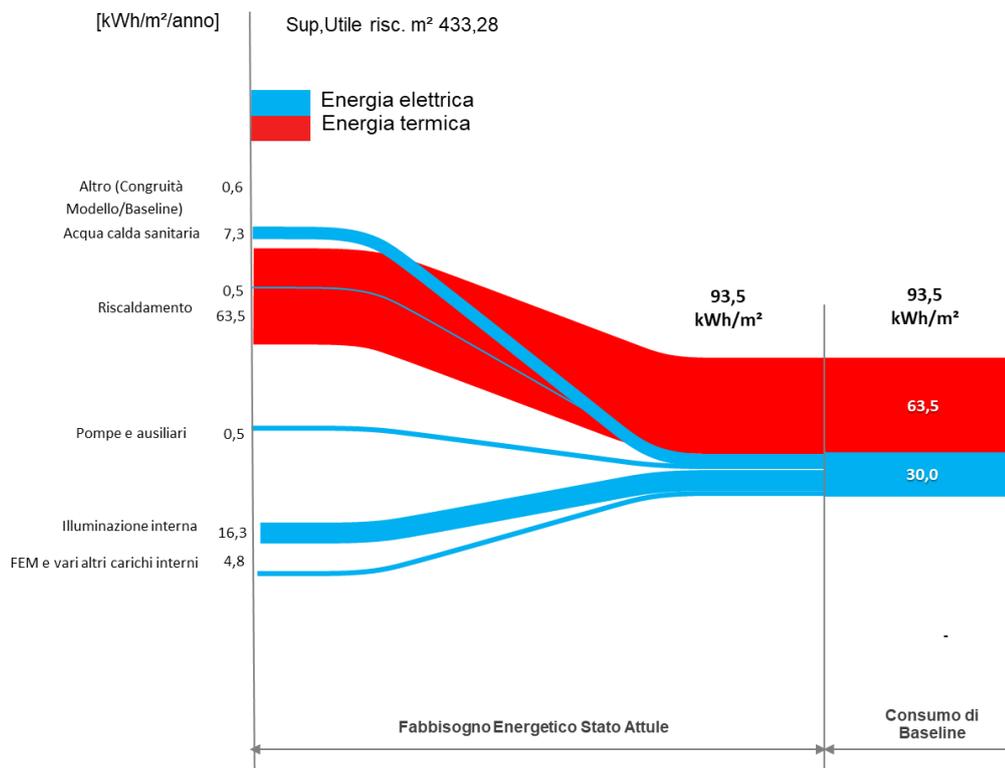


Dall'analisi del diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio è possibile notare che il fabbisogno termico dell'edificio è imputabile al solo funzionamento del generatore di calore a servizio dell'impianto di riscaldamento.

Non sono stati considerati gli apporti interni delle apparecchiature presenti in quanto trascurabili ai fini del calcolo degli apporti interni totali.

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

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



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

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

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

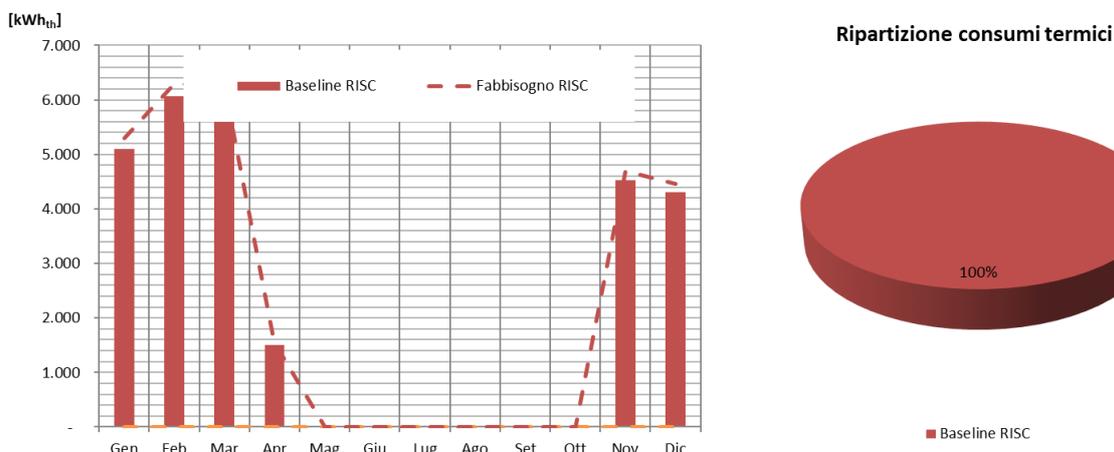
Nel caso in cui, invece i consumi teorici siano inferiori rispetto alla Baseline il termine "Altro – Congruità" rappresenta la differenza per eccesso tra i consumi specifici di Baseline ed i consumi teorici.

6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

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

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

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



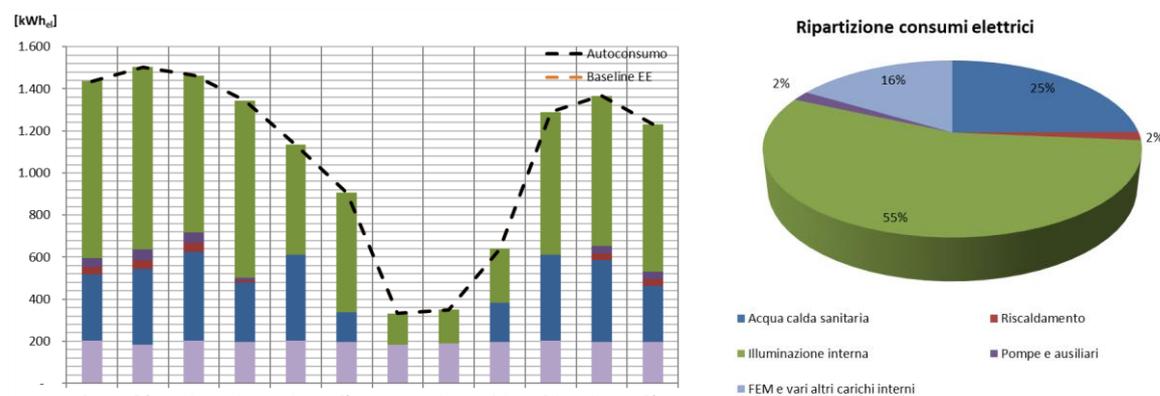
Si può notare come la totalità dei consumi termici sia da attribuirsi alla climatizzazione invernale dei locali, pertanto gli interventi migliorativi proposti, andranno ad interessare principalmente i fattori che condizionano il fabbisogno termico dell'edificio.

Anche relativamente all'analisi dei fabbisogni di energia elettrica, la ripartizione tra i vari utilizzi è stata effettuata in funzione degli esiti della modellazione.

Si è inoltre effettuato un confronto grafico tra i profili mensili ottenuti dalla modellazione elettrica ed i profili mensili di Baseline.

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.4.

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



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi all'impianto di illuminazione, mentre è minimo il contributo relativo agli ausiliari dell'impianto di climatizzazione. Il sistema di produzione di acqua calda sanitaria influisce per il 25 % sui consumi totali.

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

7.1.1 Vettore termico

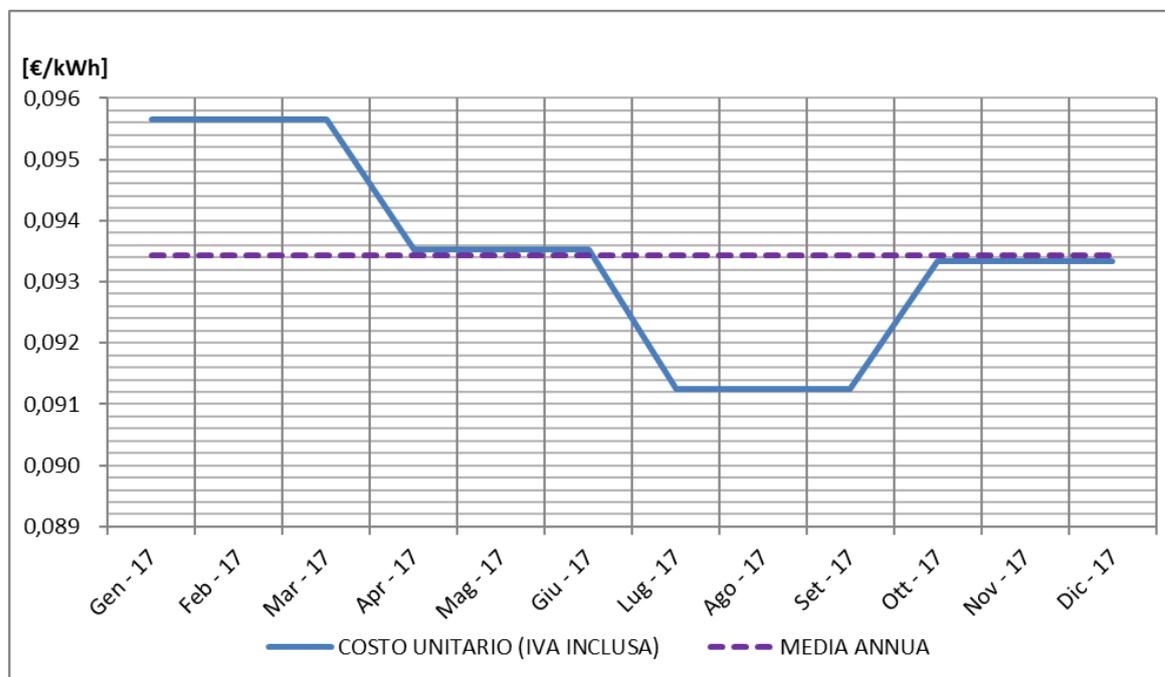
La fornitura del vettore termico avviene tramite un unico PDR presente all'interno dell'edificio, di seguito specificato:

- PDR 1 – 03270037828171: contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Non è stato quindi possibile effettuare un'analisi dei costi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA ;

Per la valutazione del costo di riferimento per il vettore energetico è stato considerato il costo unitario del vettore termico definito dall' Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA). In particolare si sono prese a riferimento le tariffe trimestrali del 2017 relative ai "Condomini con uso domestico", andando ad identificare il prezzo unitario trimestrale in funzione del consumo di smc medio annuo dell'edificio.

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 2017



Dall'analisi effettuata risulta evidente che l'andamento dei costi è omogeneo durante il corso dell'anno e solo nel trimestre estivo non è stato possibile valutare il parametro "€/kWh" poiché il consumo del combustibile è pari a zero quando gli impianti di climatizzazione sono fuori servizio.

7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite un unico POD a servizio dell'edificio, come di seguito riportato:

- POD 1 – IT001E00096304: 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 7.1 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 elettrico per il triennio di riferimento

POD: IT001E00096304	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	Edison	Gala	Gala e IREN Mercato
Inizio periodo fornitura	01/2014	04/2015	05/2016
Fine periodo fornitura	03/2015	04/2016	oggi
Potenza elettrica impegnata	-	-	-
Potenza elettrica disponibile	16,50 kW	16,50kW	16,50kW
Tipologia di contratto	Fornitura in BT	Fornitura in BT	Fornitura in BT
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	Contatore mono orario	Contatore mono orario	Contatore mono orario
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica ⁽²⁾	0,069 €/kWh	0,054 €/kWh	0,067€/kWh

Nota (11) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (12): con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

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

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

POD: IT001E00096 304	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 14	107	20	171	19	32	349	1.527	0,228
Feb – 14	109	20	173	19	32	354	1.559	0,227
Mar – 14	98	18	161	18	29	324	1.400	0,232
Apr – 14	84	21	149	15	27	295	1.196	0,247
Mag – 14	86	21	151	15	27	301	1.231	0,245
Giu – 14	66	16	93	12	19	206	951	0,217

E0866 – Scuola materna statale "VILLA PARODI"

Lug – 14	25	35	35	4	10	110	359	0,306
Ago – 14	36	8	97	7	15	162	521	0,312
Set – 14	36	8	97	7	15	162	521	0,311
Ott – 14	82	17	151	15	27	293	1.192	0,245
Nov – 14	80	17	150	15	26	289	1.179	0,245
Dic – 14	82	18	155	16	27	298	1.240	0,241
Totale	892	221	1.584	161	286	3.144	12.876	0,244
POD: IT001E00096 304	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 15	90	19	174	18	30	329	1.408	0,234
Feb – 15	88	19	178	18	30	334	1.459	0,229
Mar – 15	89	20	184	19	31	344	1.537	0,224
Apr – 15	92	57	127	19	30	325	1.518	0,214
Mag – 15	56	57	83	12	21	230	996	0,231
Giu – 15	42	57	64	10	17	190	769	0,248
Lug – 15	14	58	21	3	10	105	244	0,432
Ago – 15	14	58	20	9	3	104	239	0,434
Set – 15	35	58	61	9	9	171	711	0,240
Ott – 15	58	58	123	18	26	282	1.375	0,205
Nov – 15	62	58	128	18	27	293	1.439	0,204
Dic – 15	51	58	103	14	23	249	1.157	0,215
Totale	690	577	1.266	167	256	2.957	12.852	0,230
POD: IT001E00096 304	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 16	68	55	116	20	26	285	1.397	0,204
Feb – 16	84	55	127	19	29	314	1.524	0,206
Mar – 16	77	55	123	18	27	300	1.475	0,203
Apr – 16	80	69	116	17	28	311	1.334	0,233
Mag – 16	83	152	131	15	38	417	1.177	0,355
Giu – 16	59	51	86	12	21	230	985	0,233
Lug – 16	25	45	39	4	11	125	352	0,355
Ago – 16	15	44	31	3	9	104	247	0,419
Set – 16	53	28	55	9	14	159	658	0,242
Ott – 16	106	55	111	16	29	317	1.314	0,241
Nov – 16	125	63	126	20	33	368	1.501	0,245
Dic – 16	109	55	110	16	29	320	1.307	0,245
Totale	884	728	1.172	170	295	3.249	13.271	0,245

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

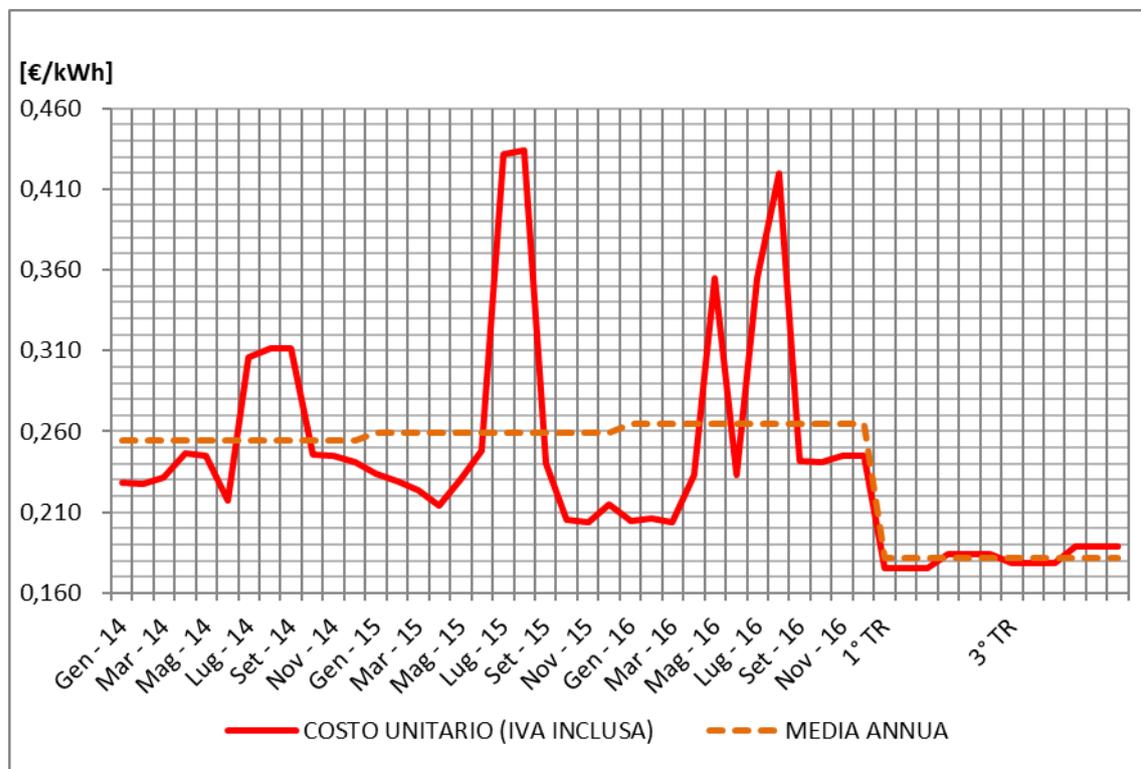
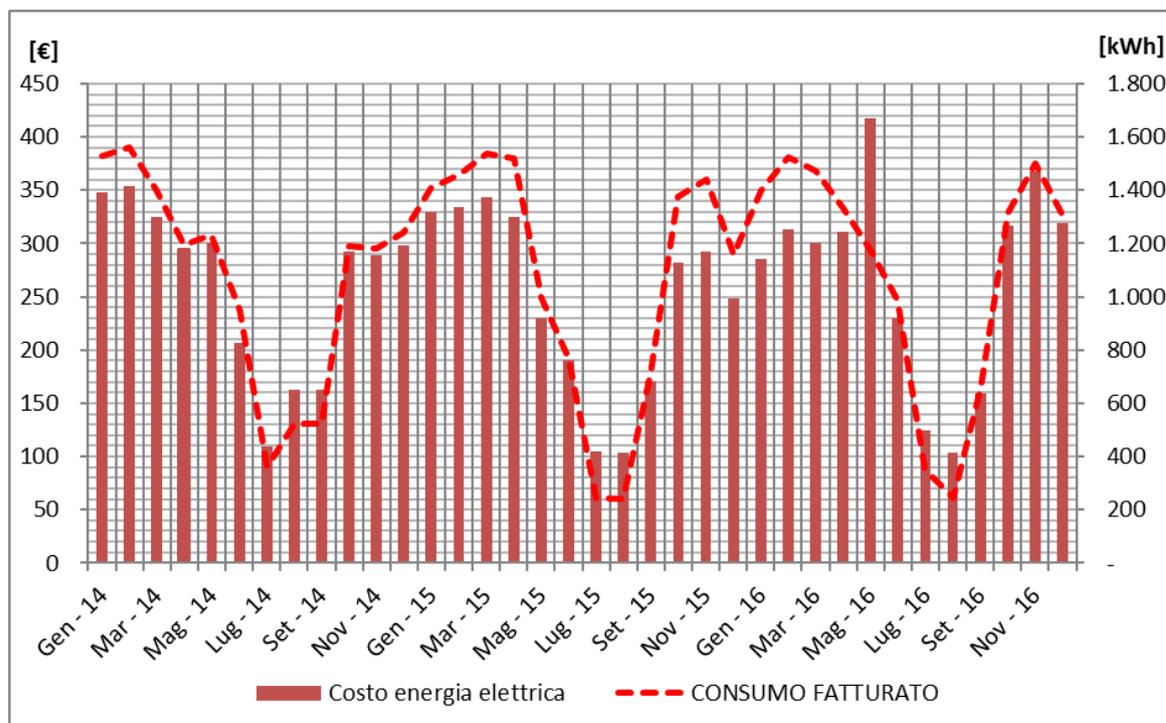


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



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

Tabella 7.3 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]
2014	35.353	n.d.	n.d.	12.876	3.144	0,2444	
2015	55.229	n.d.	n.d.	12.852	2.701	0,210	
2016	30.304	n.d.	n.d.	13.271	2.954	0,223	
2017			0,095			0,182	

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.4.

Tabella 7.4 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{UQ}	0,095 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{UEE}	0,182 [€/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 all'impianto L1-042-064 : 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.

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 6.626,3 €

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

$$✓ C_M = C_{SIE3} - C_Q;$$

dove con C_Q si sono indicati i costi relativi alla fornitura energetica e con C_M i costi manutentivi, ripartiti a loro volta in una quota ordinaria (CMO) e in una quota straordinaria (CMS) 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 7.5.

Tabella 7.5 – Valori di costo manutentivi individuati per il calcolo della Baseline

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	CM _o 3.197	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	CM _s 850	[€/anno]

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

7.4 BASELINE DEI COSTI

I costi unitari dei vettori energetici precedentemente individuati, devono essere moltiplicati per i consumi normalizzati di baseline al fine di definire la baseline dei costi energetici, che verrà utilizzata per la definizione dei risparmi economici conseguibili a seguito della realizzazione delle EEM proposte. La Baseline dei Costi è quindi definita come la somma della componente di costo di riferimento per la fornitura dei vettori energetici pre-intervento e la componente di costo di riferimento per la gestione e manutenzione ordinaria e straordinaria pre-intervento.

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

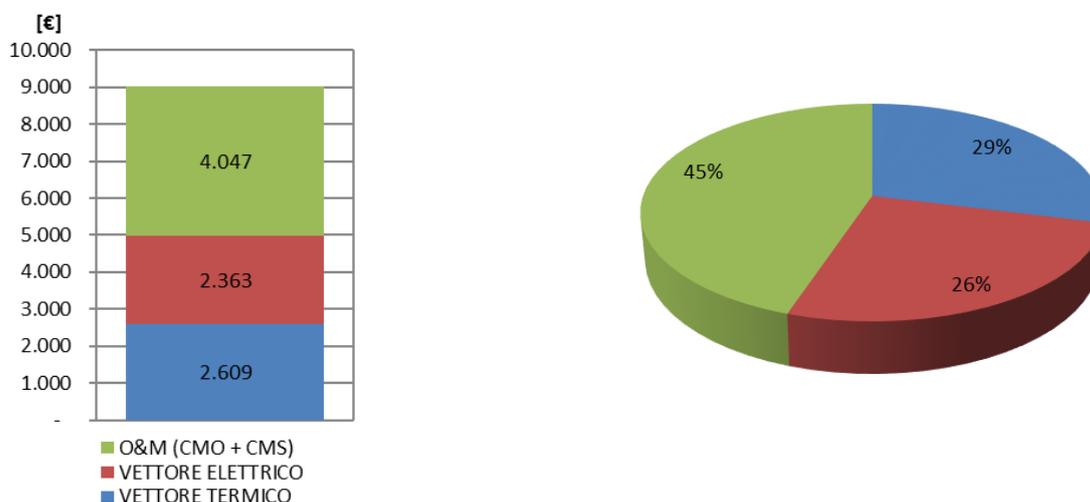
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un C_E pari a 4.976 € e un C_{baseline} pari a € 9.023

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

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO				O&M (C _{MO} + C _{MS})		TOTALE
Q _{baseline}	Cu _Q	C _Q	EE _{baseline}	Cu _{EE}	C _{EE}	C _M	C _{MO}	C _{MS}	C _Q +C _{EE} +C _M
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
27.529	0,095	2.609	13.000	0,182	2.363	4.047	3.197	850	9.023

Figura 7.4 – Baseline dei costi e loro ripartizione



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

Gli interventi di efficientamento definiti per l'edificio oggetto di analisi sono stati individuati prendendo in considerazione due principali fattori: l'incidenza che gli interventi avrebbero sul bilancio energetico globale del fabbricato ed il costo a questi associato.

Non è stata presa in considerazione la realizzazione di interventi di efficientamento dell'impianto di produzione di ACS poiché l'incidenza sul totale dei consumi è risultata essere limitata.

8.1.1 Impianto riscaldamento

EEM1: Installazione termovalvole

Generalità

Uno degli interventi proposti vede l'installazione di valvole termostatiche sui corpi scaldanti presenti all'interno dell'edificio.

L'intervento ha la finalità di rendere maggiormente confortevoli gli ambienti interni del fabbricato, dando la possibilità agli occupanti di definire il livello di temperatura interna desiderato evitando così situazioni di sovrariscaldamento o di scarso comfort termico che spesso si è rilevato durante le attività di sopralluogo.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM sono riportati nella Tabella 8.1 e nella [Figura 8.1](#)

Tabella 8.1 - Risultati analisi EEM1 – Termovalvole

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 [Rendimento di regolazione]	[%]	80,90%	99%	-22,4%
$Q_{teorico}$	[kWh]	28.562	23.190	18,8%
$EE_{teorico}$	[kWh]	12.735	12.582	1,2%
$Q_{baseline}$	[kWh]	27.529	22.351	18,8%
$EE_{baseline}$	[kWh]	13.000	12.843	1,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	5.561	4.515	18,8%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	6.071	5.998	1,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	11.632	10.513	9,6%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	2.609	2.119	18,8%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	2.367	2.338	1,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	4.976	4.457	10,4%
C _{MO}	[€]	3.197	2.558	20,0 ⁵ %
C _{MS}	[€]	850	850	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	4.047	3.408	15,8%
OPEX	[€]	9.023	7.779	13,8%
Classe energetica	[-]	C	C	0 classi

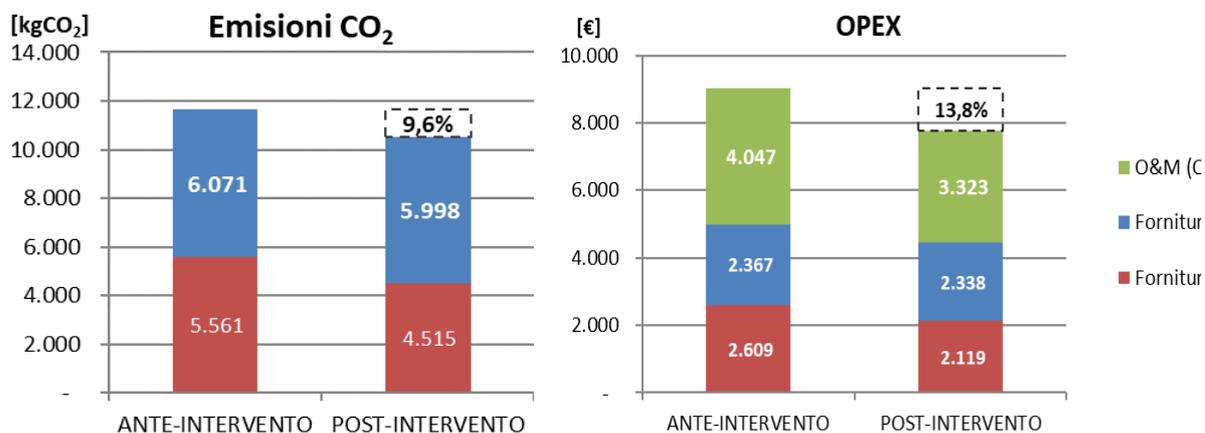
⁵ Oltre ai risparmi riconducibili alla riduzione del consumo energetico è stata considerata una riduzione relativa ai costi manutentivi ad ora sostenuti dalla PA, questo perché la gestione autonoma, da parte degli occupanti, delle condizioni di comfort interno riduce l'intervento straordinario della ditta manutentiva per cambiare le condizioni di settaggio dell'impianto.

Durante il sopralluogo si è infatti rilevata una disomogeneità delle condizioni termiche che porta a condizioni di disconfort in parte dei locali della scuola.

Nota (13) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,095 [€/kWh] per il vettore termico e 0,182 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.1 – EEM1: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



8.1.2 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

EEM2: Installazione di sorgenti luminose ad alta efficienza

Generalità

Durante le attività di sopralluogo svolte sono stati rilevati tutti i corpi di illuminazione presenti nell'edificio, per la quasi totalità di tipo fluorescente. Si propone dunque la sostituzione degli elementi con profili di utilizzo prolungati con soluzioni a LED, così da limitare il consumo di energia elettrica del fabbricato.

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'intervento riguarda in particolare le aule e gli spazi comuni dell'edificio, come atri e corridoi, caratterizzati da profili di accensione degli apparecchi più prolungati rispetto ad altre zone funzionali, dove si prevede la sostituzione delle lampade esistenti con lampade ad alta efficienza; una maggiore efficienza implica, a parità di lumen, una minore potenza e una riduzione del calore emesso in ambiente.

È consigliabile prevedere un progetto illuminotecnico degli spazi, in modo da comprendere come possa essere gestita l'illuminazione in termini di comfort. Allo stato attuale verrà proposta una sostituzione 1:1 degli elementi presenti.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM sono riportati nella Tabella 8.2 - Risultati analisi EEM2 - Sostituzione apparecchi di illuminazione (integrali)

Tabella 8.2 - Risultati analisi EEM2 - Sostituzione apparecchi di illuminazione (integrali)

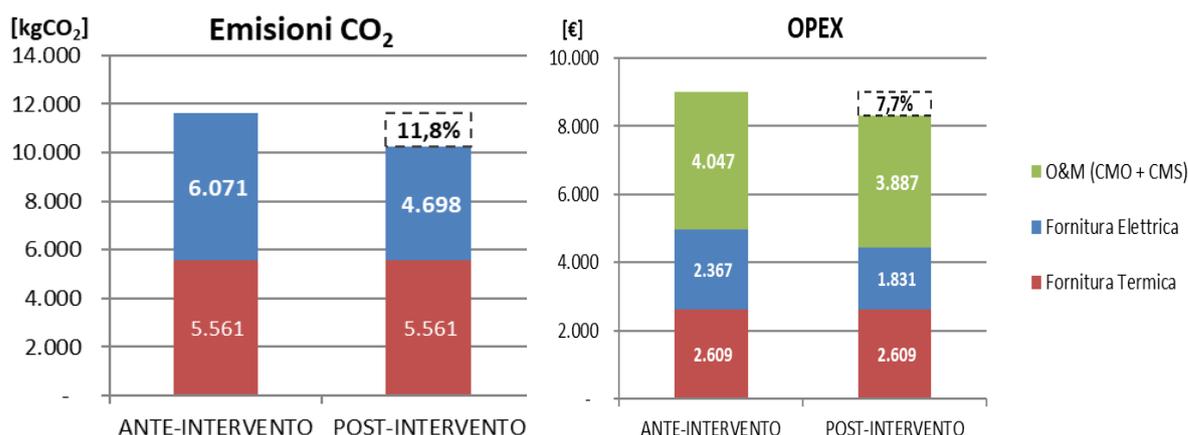
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM2 [Potenza corpo illuminante]	[W]	116	48	58,6%
Q _{teorico}	[kWh]	28.562	28.562	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	12.735	9.854	22,6%
Q _{baseline}	[kWh]	27.529	27.529	0,0%

EE _{Baseline}	[kWh]	13.000	10.059	22,6%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	5.561	5.561	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	6.071	4.698	22,6%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	11.632	10.258	11,8%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	2.609	2.609	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	2.366	1.831	22,6%
Fornitura Energia, C_E	[€]	4.976	4.440	10,8%
C _{MO}	[€]	3.197	3.037	5,0⁶%
C _{MS}	[€]	850	850	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	4.047	3.887	4,0%
OPEX	[€]	9.023	8.328	7,7%
Classe energetica	[-]	C	C	0 classi

Nota (14) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,095 [€/kWh] per il vettore termico e 0,182 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.2 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



8.1.3 Fonti energetiche rinnovabili

Generalità

Durante le attività di sopralluogo svolte e dal profilo elettrico dell'edificio si è analizzata la possibilità di installazione di un impianto di produzione elettrica da fonte solare su tetto piano.

Prestazioni raggiungibili

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

Tabella 8.3 - Risultati analisi EEM3 - Sostituzione apparecchi di illuminazione (integrali)

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM3	[kW]	0	6	
Q _{teorico}	[kWh]	28.562	28.562	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	12.735	6.446	49,4%

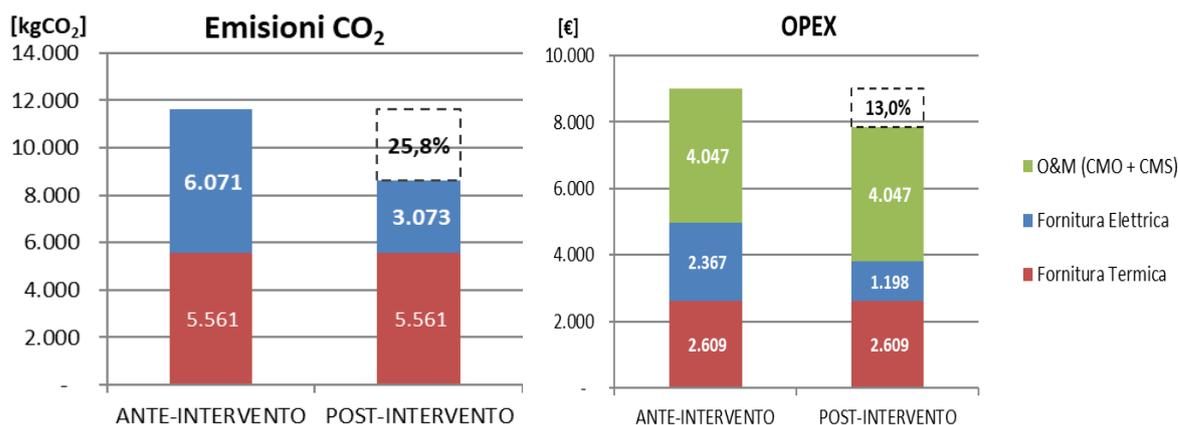
⁶ Oltre alla riduzione dei consumi energetici si è considerata una riduzione dei costi legati alla manutenzione ordinaria, questo perché la vita utile dei corpi illuminanti LED è più elevata rispetto a quella delle lampade fluorescenti, per cui la loro sostituzione avverrà meno frequentemente

$Q_{baseline}$	[kWh]	27.529	27.529	0,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	13.000	6.580	49,4%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	5.561	5.561	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	6.071	3.073	49,4%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	11.632	8.634	25,8%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	2.609	2.609	0,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	2.367	1.198	49,4%
Fornitura Energia, C_E	[€]	4.976	3.807	23,5%
C_{MO}	[€]	3.197	3.197	0,0%
C_{MS}	[€]	850	850	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	4.047	4.047	0,0%
OPEX	[€]	9.023	7.854	13,0%
Classe energetica	[-]	C	C	0 Classi

Nota (15) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,095 [€/kWh] per il vettore termico e 0,182 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.3 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: Installazione termovalvole

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM1, che consiste nella installazione di termovalvole per la regolazione ambiente della temperatura interna su tutti i corpi scaldanti del fabbricato.

Tabella 9.1 - Analisi dei costi della EEM1 – Installazione termovalvole

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)	
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]	
PR.C17.A15.010	Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezzario Regione Liguria	18	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 579,60	22%	€ 707,11
PR.C47.H10.120	Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica A, 230V, del tipo: versione gemellare con attacchi flangiati, Ø 40, PN6-10, prevalenza da 1 a 12 m, portata da 1 a 18 m ³ /h	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 2.182,13	€ 1.983,75	€ 1.983,75	22%	€ 2.420,18
40.E10.A10.010	Sola posa in opera di pompe e/o circolatori singoli o gemellari per fluidi caldi o freddi, compreso bulloni, guarnizioni e il collegamento alla linea elettrica, escluse le flange. Per attacchi del diametro nominale di: fino a 40 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 43,05	€ 39,14	€ 39,14	22%	€ 47,75
PR.E40.B05.210	Interruttore automatico magnetotermico con potere di interruzione 4,5KA bipolare fino a 32 A - 230 V	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 22,69	€ 20,63	€ 20,63	22%	€ 25,17

RU.M01.E01.020	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	9	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 260,84	22%	€ 318,22
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 86,52	22%	€ 105,55
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 201,88	22%	€ 246,29
	TOTALE (I₀- EEM1)						€ 3.172	22%	€ 3.870,27

EEM2: Sostituzione apparecchi di illuminazione (integrali)

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alla EEM2, che consiste nella sostituzione delle lampade presenti negli spazi comuni e nei corridoi della scuola, ossia di quegli elementi che presentano profili di utilizzo prolungati nel tempo.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, intervento 1 (intervento 1.F - art. 4, comma 1, lettera f).

Tabella 9.2 - Analisi dei costi della EEM2 – Sostituzione apparecchi di illuminazione

DESCRIZIONE	FONTI PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)	
043169c	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestingente, schermo in policarbonato autoestingente trasparente prismatizzato internamente, per installazione a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada: lunghezza 1.600 mm, 48 W, 7.780 lm	DEI Imp. Ele. 2017	50	cad	139,46	126,78	6.339,09	22%	7.733,69
205015g	Rimozione di plafoniera per lampade fluorescenti, inclusi gli oneri della rimozione dei sostegni a muro o a soffitto e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio nell'ambito del cantiere, escluso l'onere di carico, trasporto e scarico a discarica autorizzata: 2 x 58 W	DEI Imp. Ele. 2018	50	cad	13,39	12,17	608,64	22%	742,54
M01003a	Operaio edile qualificato	DEI Imp. Ele. 2016	50	€/ora	26,78	24,35	1.217,27	22%	1.485,07
M01004a	Operaio edile comune	DEI Imp. Ele. 2016	50	€/ora	24,12	21,93	1.096,36	22%	1.337,56
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			277,84	22%	338,97
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			667,74	22%	814,65
	TOTALE (I₀- EEM1)					10.206,95	22%	12.452,48	
	Incentivi	[Conto termico]							4.267,76
	Durata incentivi								5,00
	Incentivo annuo								853,55

Il contributo dato dall'incentivo "Conto Termico" è stato calcolato considerando la seguente relazione

$$I_{tot} = \%_{spesa} \cdot C \cdot S_{int}$$

Dove si si è indicato con:

- I_{tot} : incentivo totale dell'intervento cumulato per l'intera durata, che verrà ripartito e corrisposto in 5 rate annuali costanti, oppure, in un'unica soluzione per gli aventi diritto (le PA e le ESCo che operano per loro conto, ad esclusione delle Cooperative di abitanti e delle Cooperative sociali).
- I_{max} : valore massimo raggiungibile dall'incentivo totale (tabella 5 del Decreto)
- $\%_{spesa}$: percentuale incentivata della spesa totale sostenuta per l'intervento (tabella 5 del Decreto)
- S_{int} : superficie oggetto dell'intervento (m²) – pari a circa **305 mq**
- $C = \frac{\text{spesa sostenuta in } \text{€}}{\text{superficie oggetto di intervento}}$ costo specifico sostenuto – pari a **40,8 €/m²**
- C_{max} è il valore massimo di C ed è definito dalla tabella 5 del Decreto.

Poiché il costo specifico dell'intervento supera il valore C_{max} il calcolo dell'incentivo è stato effettuato con il valore C_{max} riportato in tabella per l'intervento considerato.

[Tabella 5 – Allegato II - DM 16.02.16]		
Tipologia di intervento	Costo massimo ammissibile (C_{max})	Valore massimo dell'incentivo I_{max} [€]
Sostituzione di corpi illuminanti comprensivi di lampade per l'illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne – installazione di lampade ad alta efficienza	15 €/m ²	30.000
Sostituzione di corpi illuminanti comprensivi di lampade per l'illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne – installazione di lampade a led	35 €/m ²	70.000

EEM3: Installazione Impianto Fotovoltaico

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alla EEM3, che consiste nell'installazione di un impianto fotovoltaico su tetto piano.

Tabella 9.3 - Analisi dei costi della EEM3 – Sostituzione apparecchi di illuminazione

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
1E.17.010.0010 "Fornitura e posa di impianto fotovoltaico costituito da: 1. Modulo fotovoltaico a struttura rigida in silicio monocristallino/policristallino (compreso: sostegno e struttura per qualsiasi tipo di tetto in materiale anticorrosivo inossidabile; cablaggi, condutture, connettori e scatole IP 65, diodi di bypass, involucro in classe II con struttura sandwich e telaio anodizzato). 2. Inverter bidirezionale, filtri e controllore di isolamento. 3. Quadro di parallelo inverter.	Milano	6	kWp	2.823,11	16.938,66	22%	20.665,17	16.938,66

4. Oneri relativi a tutte le pratiche documentali e fiscali necessarie.

5. Dichiarazioni di conformità, garanzie, manuale.

Sono comprese nel prezzo le assistenze murarie

Con potenza complessiva per singolo impianto:"

Costi per la sicurezza	Milano	3%	-	84,69	508,16	22%	619,95	508,16	
Costi progettazione (in % su importo lavori)	Milano	7%	-	197,62	1.185,71	22%	1.446,56	1.185,71	
TOTALE (I₀ – EEM1)							18.632,53	22%	22.731,68

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: Installazione termovalvole

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

Tabella 9.4 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Installazione termovalvole

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	3.870
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	-
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	3,5	3,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	3,8	3,8
Valore attuale netto	VAN	7.276	7.276
Tasso interno di rendimento	TIR	26,7%	26,7%
Indice di profitto	IP	1,88	1,88

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

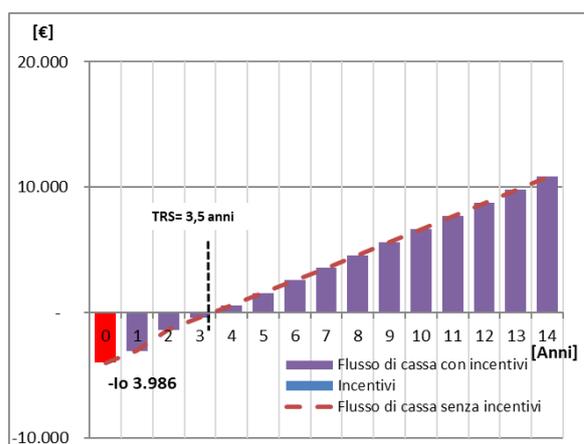
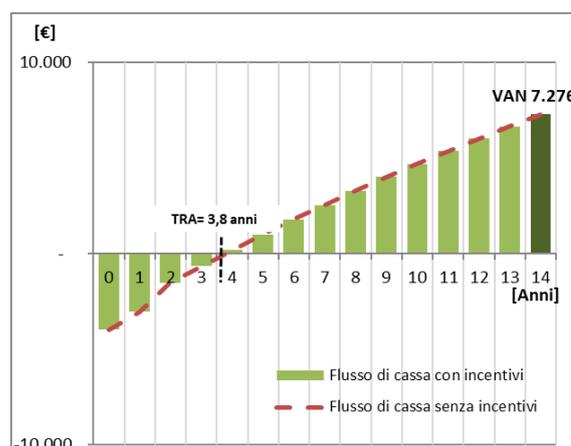


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento, pur non beneficiando di incentivi, presenta tempi di ritorno inferiori ai 15 anni.

EEM2: Sostituzione apparecchi di illuminazione

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM2 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.5 - Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3 – Sostituzione apparecchi di illuminazione

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	Io	€	12.452
Oneri Finanziari %Io	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	854
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	16,0	9,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	18,2	10,9
Valore attuale netto	VAN	- 7.187	- 3.387
Tasso interno di rendimento	TIR	-17,2%	-5,4%

Indice di profitto

IP

-0,58

-0,27

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

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

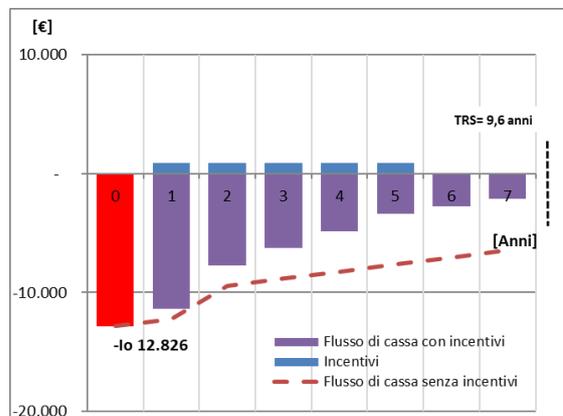
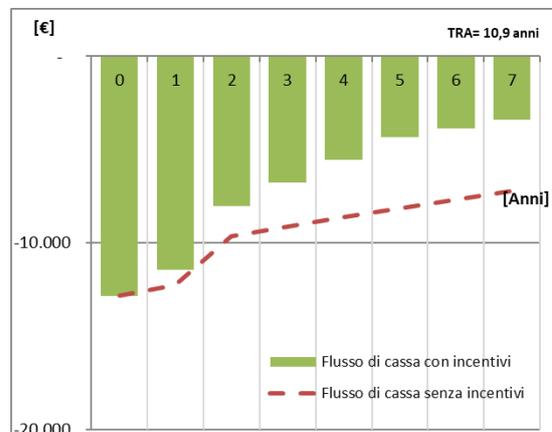


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento, beneficiando di incentivi, presenta tempi di ritorno di poco superiori ai 15 anni.

EEM3: Installazione Impianto Fotovoltaico

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM3 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.6 - Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3 – Sostituzione apparecchi di illuminazione

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	22.732
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	20
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	18,0	18,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	26,3	26,3
Valore attuale netto	VAN	- 5.598	- 5.598
Tasso interno di rendimento	TIR	0,6%	0,6%
Indice di profitto	IP	-0,25	-0,25

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

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

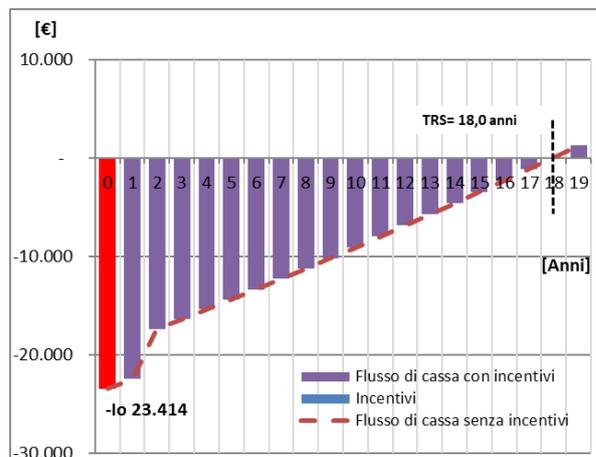
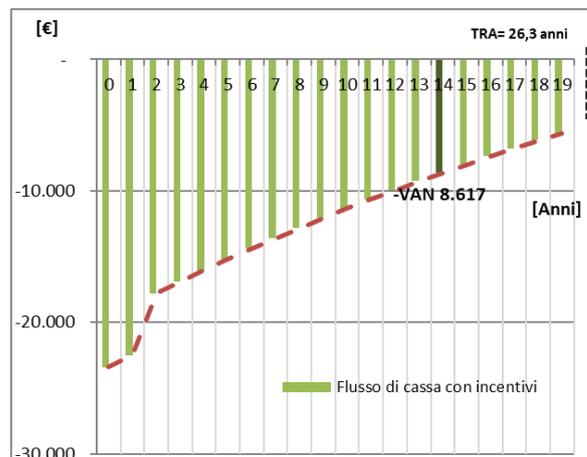


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento, beneficiando di incentivi, presenta tempi di ritorno attualizzati superiori ai 20 anni.

Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.7 e Tabella 9.8.

Tabella 9.7 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

SENZA INCENTIVI												
	% Δ_E	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	10%	10%	519,26 €	639,41 €	0,00	3.870,27 €	3	4	15	7.275,55 €	0,267	1,880
EEM 2	11%	12%	535,76 €	159,85 €	0	12.452,00 €	16	18	8	-7.187,23 €	-0,172	-0,577
EEM 2	23%	26%	519,26 €	- €	0	22.731,68 €	18	26	20	-5.598,41 €	0,006	-0,246

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

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

Tabella 9.8 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

CON INCENTIVI												
	% Δ_E	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	10%	10%	519,3	639,4	-	3.870,3	3,5	3,8	15,0	7.275,6	26,68%	1,9
EEM 2	11%	12%	535,8	159,9	-	12.452,0	9,6	10,9	8,0	-3.387,4	-5,44%	-0,3
EEM 2	23%	26%	519,3	-	-	22.731,7	18,0	26,3	20,0	-5.598,4	0,59%	-0,2

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 soluzione integrate che includono interventi sull'involucro degli edifici, o più in generale, interventi tipicamente caratterizzati da tempi di ritorno lunghi, laddove, nel caso del secondo scenario ci si aspetta che gli interventi proposti interessino maggiormente investimenti per gli impianti.

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

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

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

Dove:

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

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

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

- DSCR (Debt Service Cover Ratio) medio di periodo. Esprime la capacità dell'investimento di rimborsare il servizio del debito (capitale e interessi) per tutta la durata del finanziamento;

- LLCR (*Loan Life Cover Ratio*) medio di periodo. Esprime la capacità del progetto di generare flussi di cassa positivi dopo aver ripagato il servizio del debito.

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

- **Scenario 1: EEM1+EEM2:** Tale scenario consiste nella realizzazione di sostituzione dei corpi illuminanti e l'installazione di termovalvole
- **Scenario 2: EEM1+EEM2+EEM3:** Tale scenario consiste nella realizzazione di sostituzione di corpi illuminanti, l'installazione di termovalvole e dell'impianto fotovoltaico

9.3.1 Scenario 1: EEM1+EEM2

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

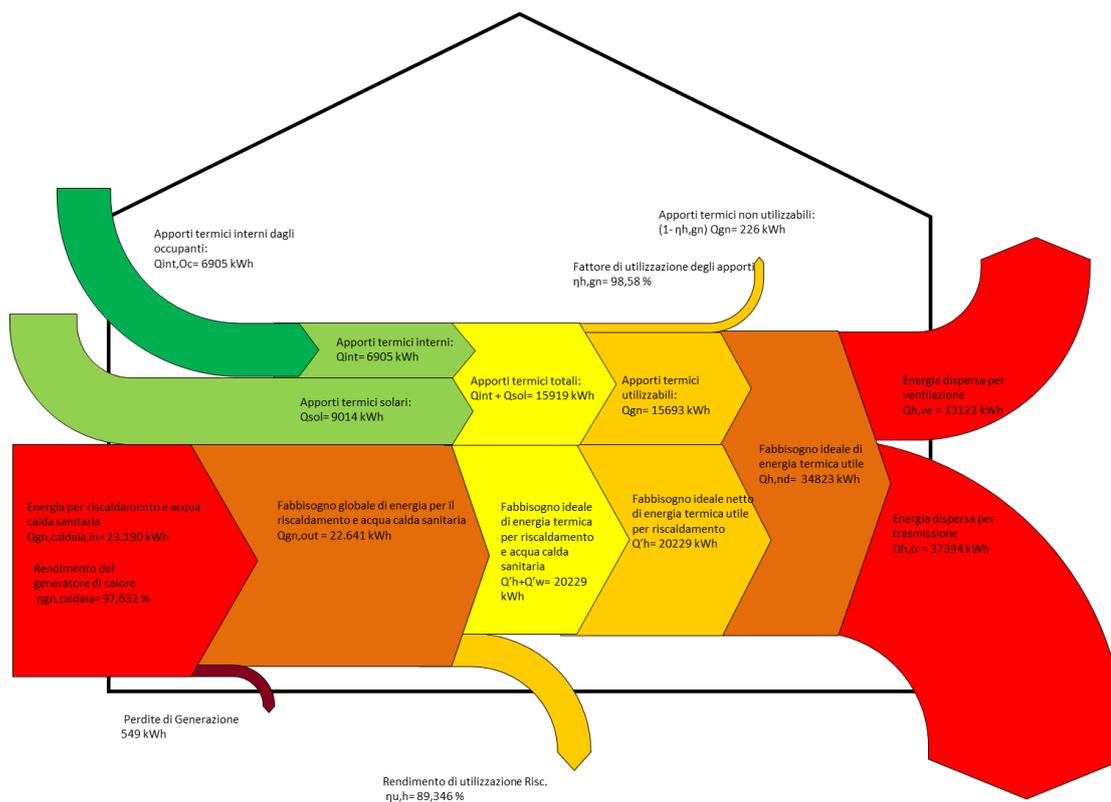
- EEM1: installazione di termovalvole
- EEM2: sostituzione corpi illuminanti

Tabella 9.9 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AL 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM1 Fornitura & Posa	2.884	634	3.518
EEM2 Fornitura & Posa	9.261	2.038	11.299
Costi per la sicurezza	364,36	80,16	444,52
Costi per la progettazione	869,62	191,32	1060,94
TOTALE (I₀)	13.379	2.943	16.323
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA) [€]	C _{MS} (IVA INCLUSA) [€]	C _M (IVA INCLUSA) [€]
EEM1 O&M	2.558	765	3.323
EEM2 O&M	3.037	850	3.887
TOTALE (C_M)	2397,80	765	3162,67
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]	
Incentivi	[Conto termico]	4.267,8	
Durata incentivi		5,0	
Incentivo annuo		853,6	

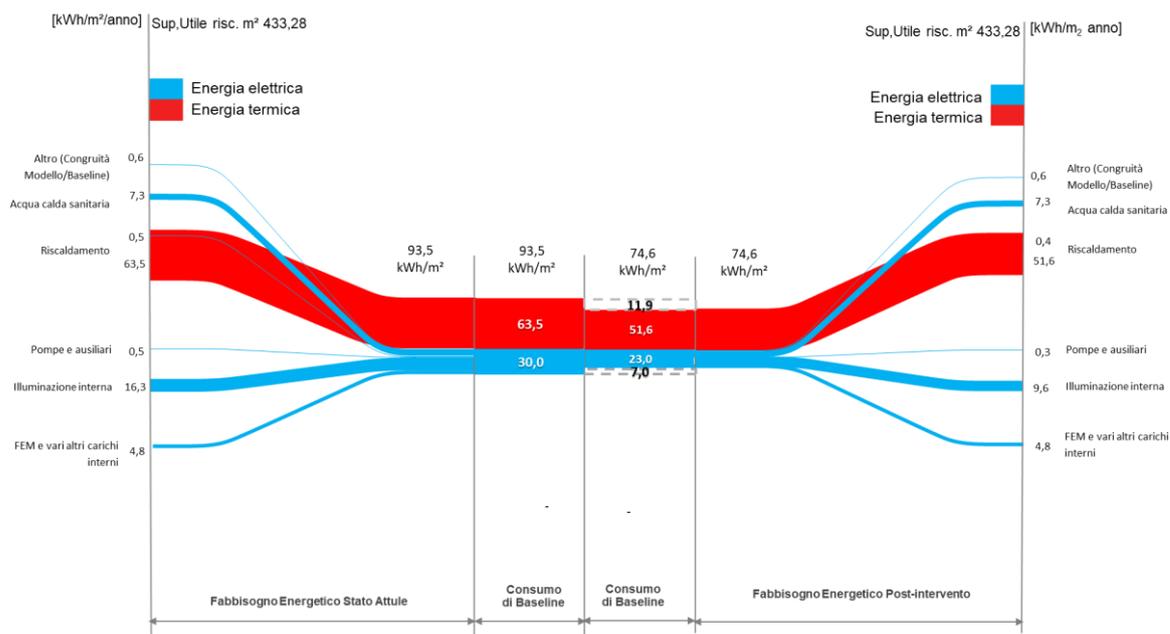
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di sankey relativo alle situazioni post-intervento.

Figura 9.7 – SCN1: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che il contributo relativo alle perdite di utilizzazione sono notevolmente diminuite e conseguentemente è diminuito il fabbisogno di energia per il riscaldamento.

Figura 9.8 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



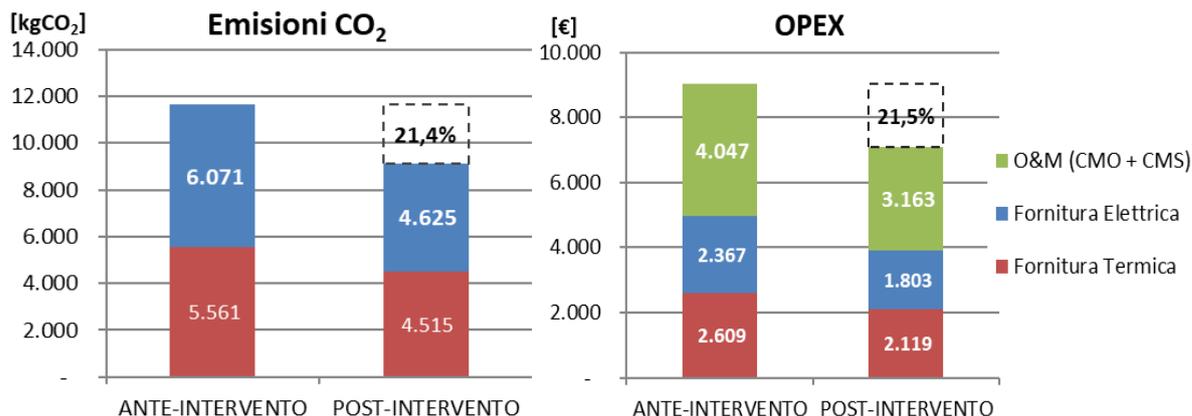
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.10 e nella Figura 9.9

Tabella 9.10 – Risultati analisi SCN1 – EEM1+EEM2

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Rendimento di regolazione]	[%]	80,90%	99,00%	58,6%
EM2 [Potenza corpi illuminanti]	[W]	116	48	-22,4%
$Q_{teorico}$	[kWh]	28.562	23.190	18,8%
$E_{teorico}$	[kWh]	12.735	9.702	23,8%
$Q_{baseline}$	[kWh]	27.529	22.351	18,8%
$E_{baseline}$	[kWh]	13.000	9.904	23,8%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	5.561	4.515	18,8%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	6.071	4.625	23,8%
Emiss. CO2 Totale	[kgCO₂]	11.632	9.140	21,4%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	2.609	2.119	18,8%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	2.367	1.803	23,8%
Fornitura Energia, C_E	[€]	4.976	3.922	21,2%
Costo Manutenzione Ordinaria, C_{MO}	[€]	3.197	2.398	25,0%
Costo Manutenzione Straordinaria, C_{MS}	[€]	850	765	10,0%
Costo per O&M ($C_M = C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	4.047	3.163	21,9%
OPEX	[€]	9.023	7.084	21,5%
Classe energetica	[-]	C	C	0 classi

Nota (16) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,095 [€/kWh] per il vettore termico e 0,182 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 9.9 - 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 9.11, Tabella 9.12 e Tabella 9.13 e nelle successive figure.

Tabella 9.11 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1– EEM1+EEM2

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1,00
Anni Gestione Servizio	n_s	14,00
Anni Concessione	n	15,00
Anno inizio Concessione	n_o	2.020,00
Anni dell'ammortamento	n_A	10,00
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	0,02
Costo Capitale Azienda	WACC	0,04
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	0,04
Inflazione ISTAT	f	0,01
deriva dell'inflazione	f'	0,01
%, interessi debito	k_D	0,04
%, interessi equity	k_E	0,09
Aliquota IRES	IRES	0,24
Aliquota IRAP	IRAP	0,04
Aliquota fiscale	τ	0,28
Anni debito (finanziamento)	n_D	8,00
Anni Equity	n_E	14,00
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_o	16.322,00
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	0,03
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	489,66
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	16.811,66
%CAPEX a Debito	D	0,80
%CAPEX a Equity	E	0,20
Debito	I_D	13.449,33
Equity	I_E	3.362,33
Fattore di annualità Debito	FA_D	6,88
Rata annua debito	q_D	1.953,57
Costo finanziamento, (D+INT _D)	$q_D * n_D$	15.628,59
Costi per interessi debito, INT _D	INT_D = $q_D * n_D - D$	2.179,26

Tabella 9.12 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	4.976,09
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	4.046,93
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	C_{Baseline}	9.023,02
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	0,00
Riduzione% costi fornitura Energia	%ΔC_E	0,21
Riduzione% costi O&M	%ΔC_M	0,20
Obiettivo riduzione spesa PA	%C_{Baseline}	0,04
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	1.358,76
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	360,92
Risparmio PA durante la concessione	14%	18.032,36
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	2.221,07
N° di Canoni annuali	anni	14,00
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	0,13
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	156,42
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	155,66
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	685,76
Canone O&M €/anno	C_{nM}	3.370,02
Canone Energia €/anno	C_{nE}	4.294,23
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	7.664,26
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	997,84
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	8.662,09
Aliquota IVA %	IVA	0,22
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	2.943,31
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	4.267,76
Durata Incentivi, anni	n_B	5,00
Inizio erogazione Incentivi, anno		2.022,00

Tabella 9.13 – 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.	8,98
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	13,05
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	668,39
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	0,05
Indice di Profitto	IP	0,04
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	11,56
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	14,61
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	64,08
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	0,09
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,04
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,20
Indice di Profitto Azionista	IP	0,00

Figura 9.10 –SCN1: Flussi di cassa del progetto



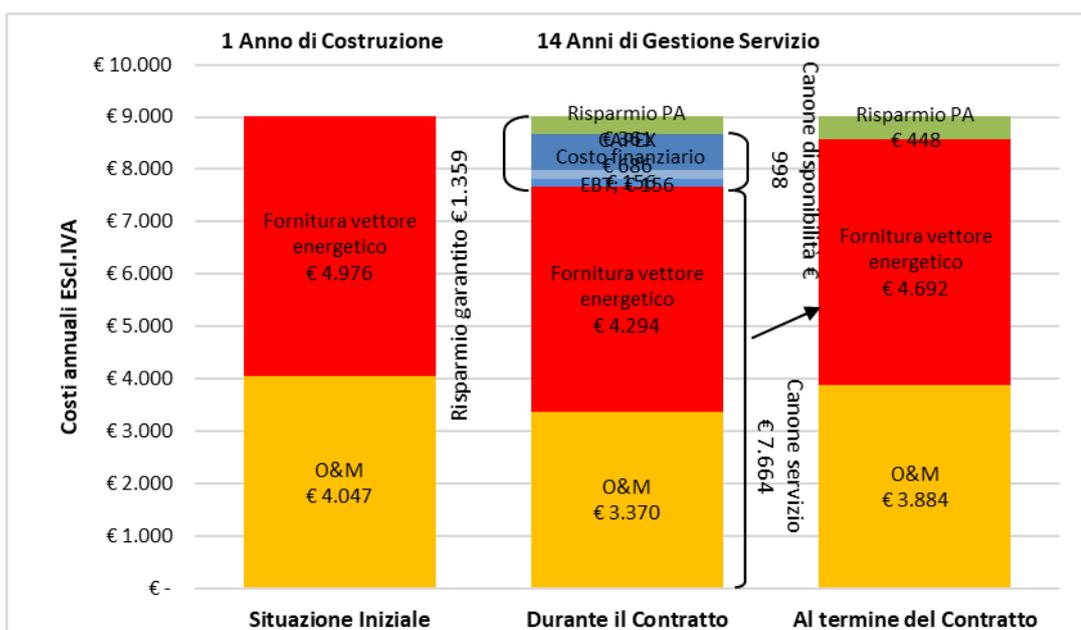
Figura 9.11 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che lo scenario di interventi risulta conveniente entrambi i soggetti, PA ed ESCO.

Infine si è provveduto all’identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.12.

Figura 9.12 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



9.3.2 Scenario 2: EEM1+EEM2+EEM3

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

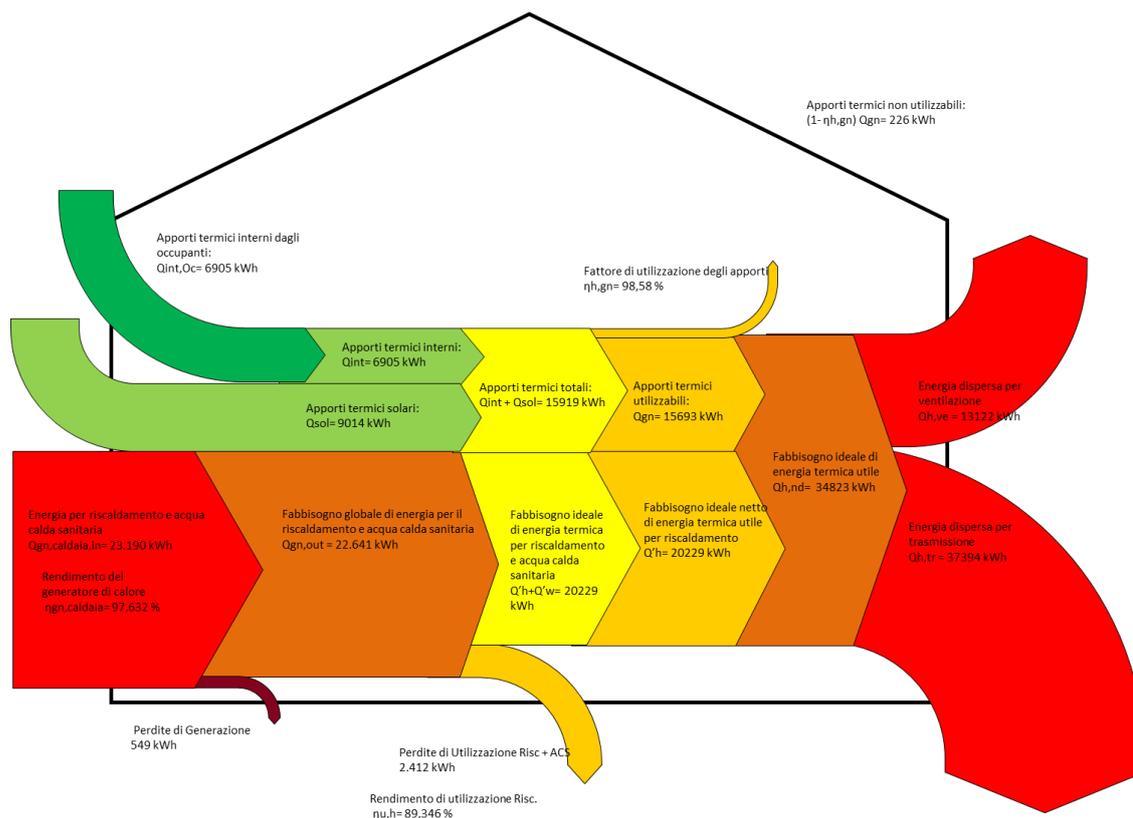
- EEM1: installazione di termovalvole
- EEM2: sostituzione corpi illuminanti
- EEM3: installazione impianto fotovoltaico

Tabella 9.14 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	2.884	634	3.518
EEM2 Fornitura & Posa	9.261	2.038	11.299
EEM3 Fornitura & Posa	16.939	3.727	20.665
Costi per la sicurezza	872,52	191,95	1064,47
Costi per la progettazione	2055,33	452,17	2507,50
TOTALE (I₀)	32.012	7.043	39.054
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	2.558	765	3.323
EEM2 O&M	3.037	850	3.887
EEM3 O&M	3.197	850	4.047
TOTALE (C_M)	2397,80	765	3162,67
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	4.267,8	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		853,6	

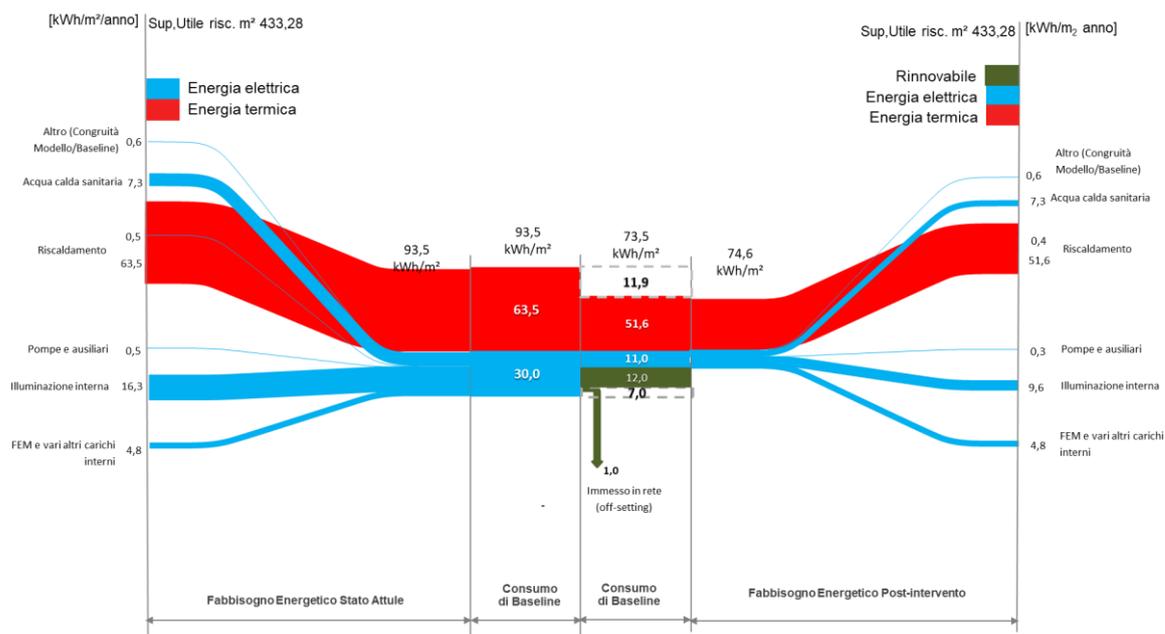
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di sankey relativo alle situazioni post-intervento.

Figura 9.13 – SCN2: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che il contributo relativo alle perdite di utilizzazione sono notevolmente diminuite e conseguentemente è diminuito il fabbisogno di energia per il riscaldamento.

Figura 9.14 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



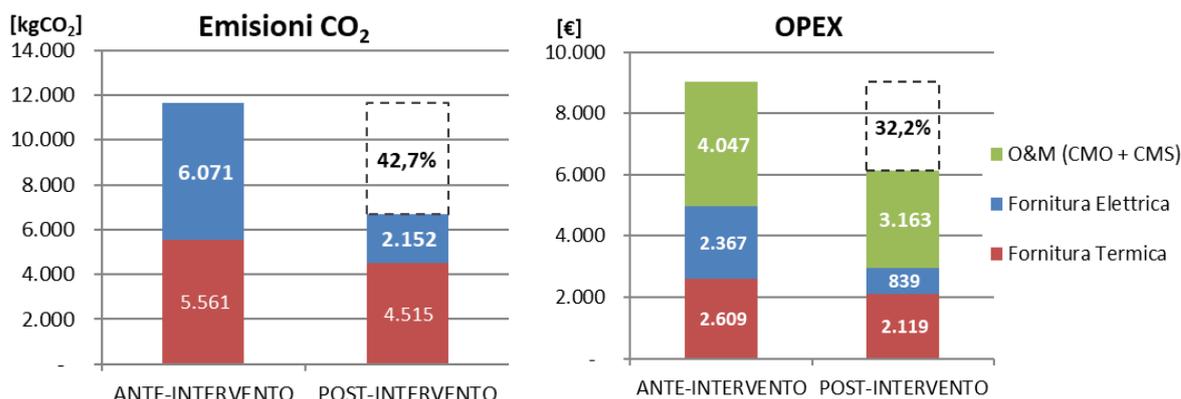
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.10 e nella Figura 9.9

Tabella 9.15 – Risultati analisi SCN2 – EEM1+EEM2+EEM3

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Rendimento di regolazione]	[%]	80,90%	99,00%	58,6%
EM2 [Potenza corpi illuminanti]	[W]	116	48	-22,4%
EM3 [Potenza impianto fotovoltaico]	[kW]	0	6	
$Q_{teorico}$	[kWh]	28.562	23.190	18,8%
$EE_{teorico}$	[kWh]	12.735	4.514	64,6%
$Q_{baseline}$	[kWh]	27.529	22.351	18,8%
$EE_{baseline}$	[kWh]	13.000	4.608	64,6%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	5.561	4.515	18,8%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	6.071	2.152	64,6%
Emiss. CO2 Totale	[kgCO₂]	11.632	6.667	42,7%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	2.609	2.119	18,8%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	2.367	839	64,6%
Fornitura Energia, C_E	[€]	4.976	2.957	40,6%
Costo Manutenzione Ordinaria, C_{MO}	[€]	3.197	2.398	25,0%
Costo Manutenzione Straordinaria, C_{MS}	[€]	850	765	10,0%
Costo per O&M ($C_M = C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	4.047	3.163	21,9%
OPEX	[€]	9.023	6.120	32,2%
Classe energetica	[-]	C	C	0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,095 [€/kWh] per il vettore termico e 0,182 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 9.15 – 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 9.11, Tabella 9.12 e Tabella 9.13 e nelle successive figure.

Tabella 9.16 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN2– EEM1+EEM2+EEM3

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1,00
Anni Gestione Servizio	n_s	24,00
Anni Concessione	n	25,00
Anno inizio Concessione	n_o	2.020,00
Anni dell'ammortamento	n_A	10,00
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	0,02
Costo Capitale Azienda	WACC	0,04
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	0,04
Inflazione ISTAT	f	0,01
deriva dell'inflazione	f'	0,01
%, interessi debito	k_D	0,04
%, interessi equity	k_E	0,09
Aliquota IRES	IRES	0,24
Aliquota IRAP	IRAP	0,04
Aliquota fiscale	τ	0,28
Anni debito (finanziamento)	n_D	16,00
Anni Equity	n_E	24,00
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_o	39.053,95
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	0,03
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	1.171,62
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	40.225,57
%CAPEX a Debito	D	0,80
%CAPEX a Equity	E	0,20
Debito	I_D	32.180,45
Equity	I_E	8.045,11
Fattore di annualità Debito	FA_D	11,96
Rata annua debito	q_D	2.690,75
Costo finanziamento, (D+INT _D)	$q_D * n_D$	43.052,06
Costi per interessi debito, INT _D	INT_D = $q_D * n_D - D$	10.871,61

Tabella 9.17 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	4.976,09
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	4.046,93
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	9.023,02
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	0,00
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$	0,41
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$	0,20
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$	0,03
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	2.122,19
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	270,69
Risparmio PA durante la concessione	14%	41.426,77
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	3.805,23
N° di Canoni annuali	anni	24,00
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	0,12
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	193,71
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	452,98
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	1.204,80
Canone O&M €/anno	C_{nM}	3.456,48
Canone Energia €/anno	C_{nE}	3.444,35
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	6.900,83
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	1.851,50
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	8.752,32
Aliquota IVA %	IVA	0,22
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	7.042,52
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_b	4.267,76
Durata Incentivi, anni	n_b	5,00
Inizio erogazione Incentivi, anno		2.022,00

Tabella 9.18 – 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.	14,37
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	24,84
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - Io$	VAN > 0	72,14
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	0,04
Indice di Profitto	IP	0,00
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = Io / FC$, Anni	T.R.S.	10,83
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	30,22
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - Io$	VAN > 0	-762,31
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	0,06
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,02
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,00
Indice di Profitto Azionista	IP	-0,02

Figura 9.16 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

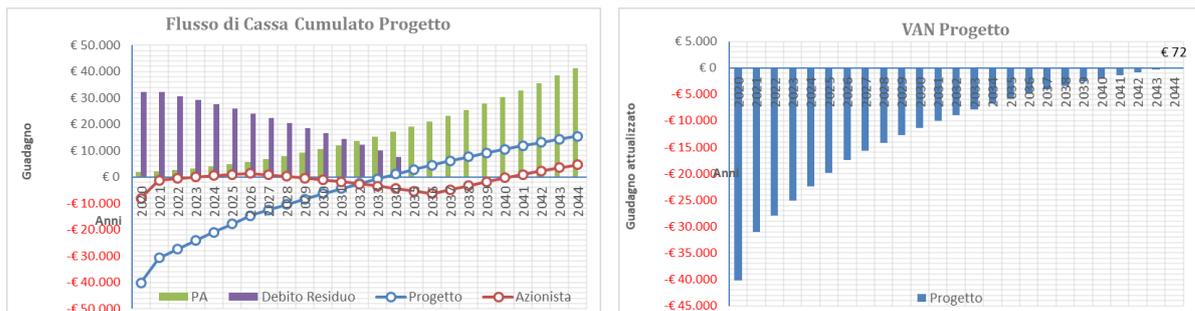


Figura 9.17 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che lo scenario di interventi non risulta conveniente entrambi i soggetti, PA ed ESCO.

10 CONCLUSIONI

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

Dalle analisi e dai sopralluoghi effettuati presso la *Scuola materna statale "VILLA PARODI"* è risultato che l'edificio, grazie alle sue caratteristiche costruttive, presenta livelli buoni di performance energetica, l'isolamento dell'intero stabile accoppiato alla presenza di serramenti in vetrocamera e della caldaia a condensazione ha infatti permesso di contenere i consumi di combustibile.

Per quanto riguarda gli indici di performance relativi al consumo di energia elettrica, essi sono risultati essere sufficienti.

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

Gli interventi di efficientemente previsti per la struttura interessano l'impianto di illuminazione e l'impianto di climatizzazione (in particolare per quanto riguarda il sottosistema di regolazione) e la possibilità di installazione di un impianto di produzione fotovoltaico.

Tuttavia solo uno degli scenari di intervento proposti, lo scenario 1 (sostituzione dei corpi illuminanti e installazione termo valvole), consente un rientro degli interventi in tempi conformi alle richieste della committenza; lo scenario 2, che prevede l'aggiunta agli interventi citati in precedenza dell'impianto fotovoltaico, a causa dei costi elevati di realizzazione e a fronte di limitati saving energetici, risulta essere non conveniente.

10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

La scuola è risultata essere, dal punto di vista impiantistico, in un buono stato manutentivo con componenti caratterizzati da buoni rendimenti.

Per quanto concerne l'involucro, gli standard prestazionali sono buoni, perciò non si ritiene necessario proporre interventi di efficientamento su questo.

Fortemente consigliati sono invece gli interventi proposti nello Scenario 1 che consentirebbero di ridurre i costi energetici di circa il 20 %. Inoltre, come detto, questo Scenario risulterebbe economicamente sostenibile.

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

	Titolo	Data	Nome file
Planimetrie Involucro	TAVOLA DI INQUADRAMENTO	26/11/2017	E00866.dwg
Planimetrie Involucro	TAVOLA PIANO PRIMO EDIFICIO SCOLASTICO/SOCIALE	26/11/2017	PIAN1.dwg
Planimetrie Involucro	TAVOLA PIANO COPERTURA EDIFICIO SCOLASTICO/SOCIALE	26/11/2017	PIANC.dwg
Planimetrie Involucro	TAVOLA PIANO TERRA EDIFICIO SCOLASTICO / SOCIALE	26/11/2017	PIANT.dwg
Planimetrie Termici	CENSIMENTO – CENTRALE TERMICA	26/11/2017	064-P00-AE-CENTRALE TERMICA.dwg
Planimetrie Termici	CENSIMENTO – PIANO 00	26/11/2017	L1-042-064-P00.dwg
Checklist Termici	L1-042-064-P00-Checklist	26/11/2017	L1-042-064-P00-Checklist.xlsx
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-12-13 al 31-01-14	08/11/2017	5700065499
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-01-14 al 28-02-14	08/11/2017	5700098221
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-02-14 al 31-03-14	08/11/2017	5700134954
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-03-14 al 30-04-14	08/11/2017	5700176200
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-04-14 al 31-05-14	08/11/2017	5700214973
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-05-14 al 30-06-14	08/11/2017	5700248946
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-08-14 al 31-08-14	08/11/2017	5700291259
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-08-14 al 30-09-14	08/11/2017	5700345571
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-10-14 al 31-10-14	08/11/2017	5700373395
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-10-14 al 30-11-14	08/11/2017	5700411457
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-11-14 al 30-11-14	08/11/2017	5700477402
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-08-15 al 31-08-15	08/11/2017	E000337521
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-01-15 al 31-01-15	08/11/2017	5700510846
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-02-15 al 28-02-15	08/11/2017	5750081986
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-02-15 al 28-02-15	08/11/2017	5700544221
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-04-15 al 30-04-15	08/11/2017	E000163928
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-05-15 al 31-05-15	08/11/2017	E000337521
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-06-15 al 30-06-15	08/11/2017	E000234064
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-07-15 al 31-07-15	08/11/2017	E000337521
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-09-15 al 30-09-15	08/11/2017	E000386675
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-10-15 al 30-10-15	08/11/2017	E000432862
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-11-15 al 30-11-15	08/11/2017	E000483581
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-12-15 al 31-12-15	08/11/2017	E000018556
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-12-15 al 31-01-16	08/11/2017	E000150589
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-02-16 al 21-02-16	08/11/2017	E000334603
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-04-16 al 30-04-16	08/11/2017	011640025275
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-04-16 al 30-09-16	08/11/2017	011640087941
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-06-16 al 30-06-16	08/11/2017	011640048519
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-07-16 al 31-07-16	08/11/2017	011640060830
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-08-16 al 31-08-16	08/11/2017	011640074903
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-08-16 al 30-11-16	08/11/2017	011640126636
Bollette EE	POD:IT001E00096304 Fattura dal 01-10-16 al 31-10-16	08/11/2017	011640100078

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Fotografie da sopralluogo	Fotografie da sopralluogo	06/2018	ALLEGATO B_Lotto.6 – E0866_Foto da 1 a 16
Visura catastale	Visura catastale	06/2018	ALLEGATO B_Lotto.6 – E0866_Visura
Contatori	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con posizione impianti e contatori	07/2018	ALLEGATO B_Lotto.6 – E0866_Contatori
Zone termiche	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	07/2018	ALLEGATO B_Lotto.6 – E0866_ZoneTermiche
Impianto Elettrico	Diagramma a blocchi impianto elettrico conforme allo stato di fatto	07/2018	ALLEGATO B_Lotto.6 – E0866_Impianto Elettrico
Impianto termico	Diagramma a blocchi impianto termico conforme allo stato di fatto	07/2018	ALLEGATO B_Lotto.6 – E0866_ImpiantoTermico
Calcolo Elettrico	Dettaglio di calcolo del modello elettrico	07/2018	ALLEGATO B_Lotto.6 – E0866_CalcoloElettrico

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Report di indagine termografica	06/2018	ALLEGATO C_Lotto.6 – E0866

ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Titolo	Data	Nome file
Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali	06/2018	ALLEGATO D_Lotto.6 – E0866

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
Relazione di dettaglio dei calcoli	06/2018	ALLEGATO E_Lotto.6 – E0866

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificato CTI software	06/2018	ALLEGATO F_Lotto.6 – E0866

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
Attestato di prestazione energetica	06/2018	ALLEGATO G_Lotto.6 – E0866

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Bozza di APE scenari	06/2018	ALLEGATO H_Lotto.6 – E0866

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
Dati climatici	06/2018	GG_Lotto6-E0866

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
Schede di audit	06/2018	Lotto.6-E0866_Schede-Audit

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
Schede ORE	06/2018	ALLEGATO K_Lotto.6 – E0866

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Piano economico finanziario scenari	06/2018	Lotto.6-E0866_analisi-PEF

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report di benchmark	06/2018	ALLEGATO M_Lotto.6 – E0866

ALLEGATO N – CD-ROM

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

