

Scuola Materna Statale "GIRASOLE "

E0761

via San Giovanni Battista, 36 - 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 "GIRASOLE " E0761

via San Giovanni Battista, 36 - 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.....	I
PAGINA.....	I
EXECUTIVE SUMMARY	I
1 INTRODUZIONE	1
1.1 PREMessa	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	2
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL’EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	6
2 DATI DELL’EDIFICIO.....	7
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D’USO	8
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL’IMMOBILE INTERESSATE DAGLI ’INTERVENTI.....	9
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	10
3 DATI CLIMATICI	12
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	12
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	13
3.3 ANALISI DELL’ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	13
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	15
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL’INVOLUCRO EDILIZIO.....	15
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	15
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	16
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	17
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	18
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	18
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	21
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	22
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	25
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	25
5.1.1 <i>Energia termica</i>	25
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	28
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	31
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	36
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	36
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	37
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	38
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	38
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	40
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	42



7.1	COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	42
7.1.1	<i>Vettore termico</i>	42
7.1.2	<i>Vettore elettrico</i>	43
7.2	TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL’ANALISI.....	46
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	47
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	47
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	49
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	49
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento</i>	50
8.1.3	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</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.....	57
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D’INTERVENTO E SCENARI D’INVESTIMENTO	62
9.3.1	<i>Scenario 1: EEM2+EEM3</i>	64
9.3.2	<i>Scenario 2: EEM1+EEM2+EEM3:</i>	70
10	CONCLUSIONI	77
10.1	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	77
10.2	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	77
	ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....	A
	ALLEGATO B – ELABORATI	A
	ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA	1
	ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI	1
	ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI	1
	ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE	1
	ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA	1
	ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI.....	1
	ALLEGATO I – DATI CLIMATICI.....	1
	ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT.....	1
	ALLEGATO K – SCHEDE ORE.....	1
	ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI	1
	ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK.....	1
	ALLEGATO N – CD-ROM	1

EXECUTIVE SUMMARY

Caratteristiche dell'edificio oggetto della DE

Tabella 0.1 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

Anno di costruzione edificio		1960
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		[D]
Destinazione d'uso		E.7 Edifici Scolastici
Superficie utile riscaldata	[m ²]	568,95
Superficie disperdente (S)	[m ²]	1.831,46
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	2.543,23
Rapporto S/V	[1/m]	0,72
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	874,87
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	509,85
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	1.384,72
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	175
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	n.p.
Tipo di combustibile		Gas Metano
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler elettrici
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	15,472
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	40.372,2
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	3.633
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	15.667
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	3.055,06

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Sostituzione serramenti
- EEM 2: Installazione termovalvole
- EEM 3: Sostituzione corpi illuminanti
- SCN 1: EEM2 + EEM3
- SCN 2: 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													
	% ΔE	% ΔCO_2	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	21,2%	20,6%	1.419,25	0,00	0,00	36.392,77	22,96	38,68	30,00	-8.415,02	0,02	-0,23		
EEM 2	12,8%	12,5%	857,60	961,04	63,87	5.831,57	3,27	3,59	15,00	12.220,91	0,29	2,10		
EEM 3	8,0%	8,3%	535,42	0,00	0,00	11.738,00	9,64	10,87	8,00	-3.193,99	-0,06	-0,27		
SCN 1	20,8%	20,8%	1.393,01	961,04	63,87	17.569,57	10,26	14,30	15,00	94,00	0,10	0,01	1,024	1,62
SCN 2	39,4%	38,8%	2.631,01	961,04	63,87	53.962,34	8,97	20,94	25,00	573,00	0,10	0,01	1,021	1,19

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

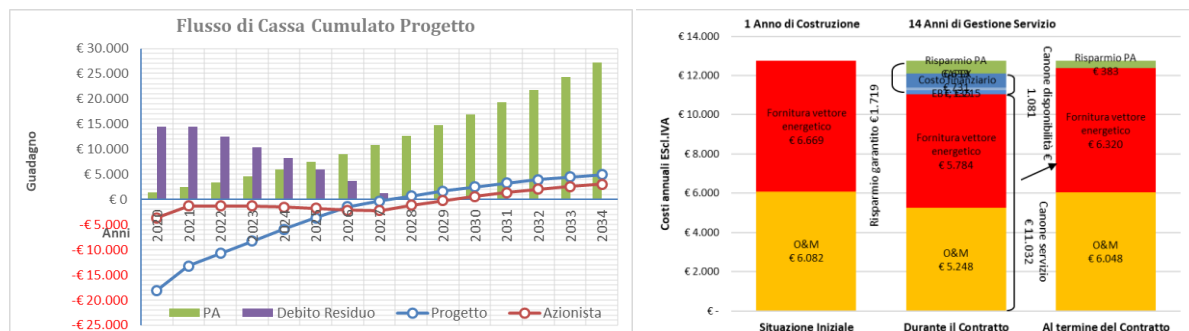
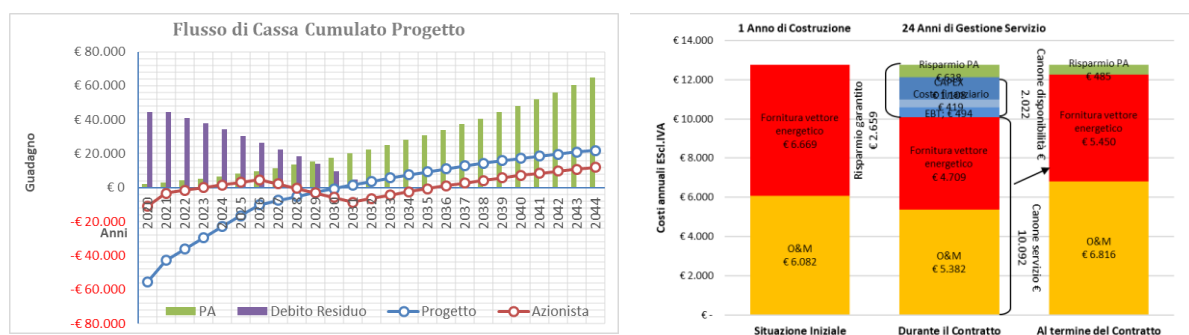


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



Dalle analisi fatte sull’edificio è emerso che entrambi gli scenari proposti risultano convenienti dal punto di vista economico finanziario. Inoltre, il secondo scenario prevede interventi sull’involucro edilizio e in questo caso anche la classe energetica dell’edificio beneficia di una classe in più di prestazione energetica.

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 Nord-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

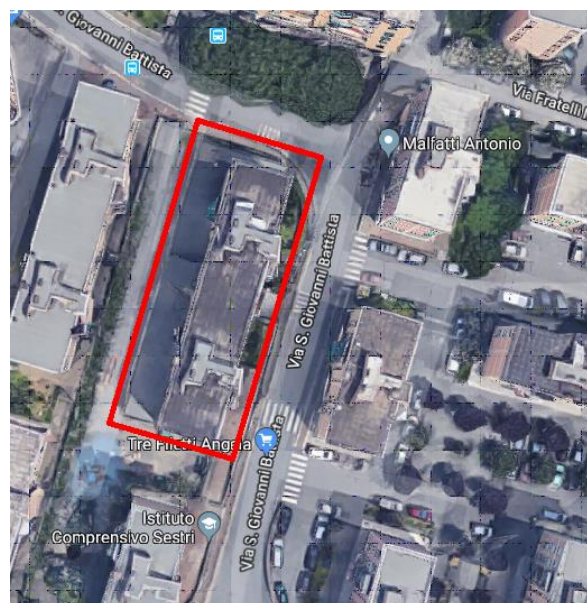
NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Maria Giovanna Passaghe	Impiegato tecnico	Sopralluogo in sito, Elaborazione dati e creazione del modello energetico
Gianluca Loddi	Impiegato tecnico	Sopralluogo in sito, Elaborazione dati diagnosi energetica
Angela Sposato	Impiegato tecnico	Gestione rapporti con committenza, 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 NCEU F. alla sezione SEP, Foglio 55 Mapp. 35 Sub. 18 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nella zona di Sestri Ponente.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a Scuola Materna e fa parte dell'Istituto Comprensivo Sestri.

Figura 1.2 – Ubicazione dell'edificio



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

Tabella 1.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1960
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		[D]
Destinazione d'uso		E.7 Edifici Scolastici
Superficie utile riscaldata	[m ²]	568,95
Superficie disperdente (S)	[m ²]	1.831,46
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	2.523,23

Rapporto S/V	[1/m]	0,72
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	874,87
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	796,82
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	509,85
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	1.384,72
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	175
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	n.p.
Tipo di combustibile		Gas Metano
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler elettrici
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽²⁾	[t/anno]	15,416
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽²⁾	[kWh _{th} /anno]	40.372,2
Spesa annuale Gas Metano ⁽²⁾	[€/anno]	3.633
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽²⁾	[kWh _{el} /anno]	15.667
Spesa annuale energia elettrica ⁽²⁾	[€/anno]	3.055,06

Nota (2): Valori di Baseline

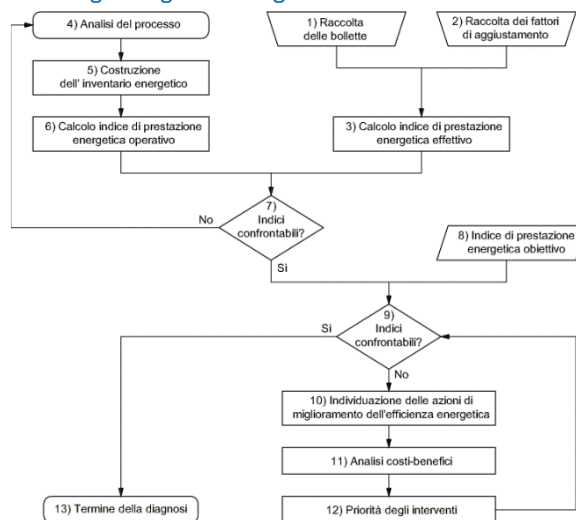
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- a) Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all' Allegato B – Elaborati;
- b) Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- c) Visita agli edifici, effettuata in data 30/11/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- d) Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assistal, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- f) Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Edilclima EC700 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 CO₂) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;

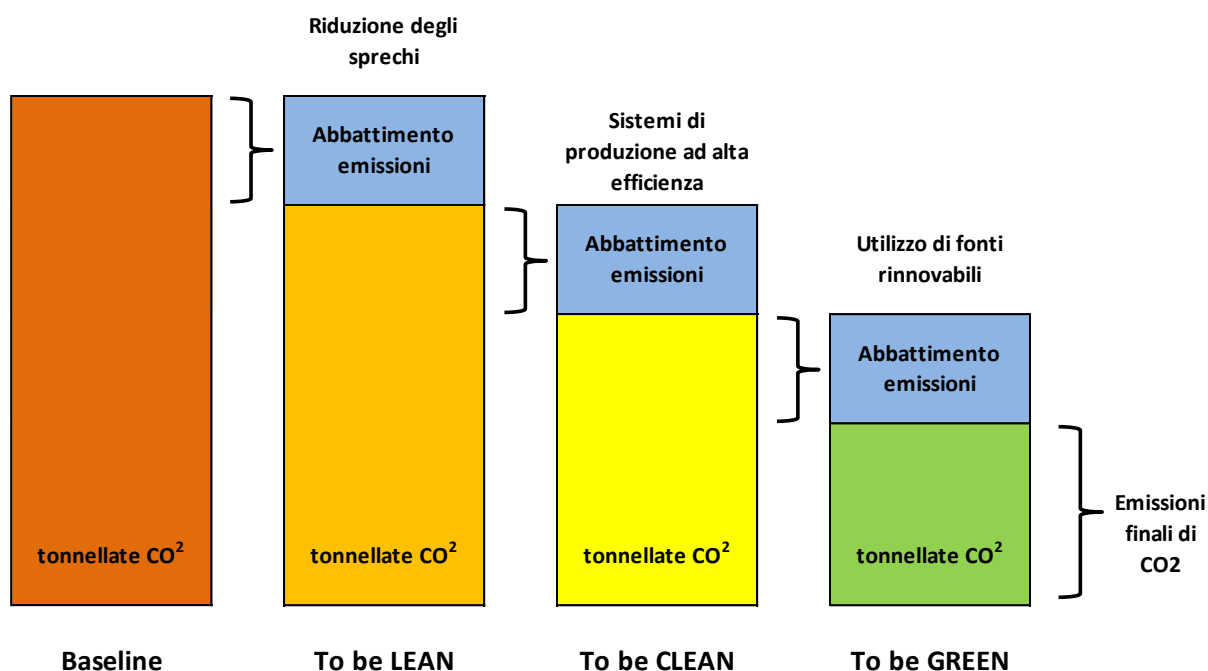
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.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

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



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

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica



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

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

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

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

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

- TRS (Tempo di rientro semplice);
- TRA (Tempo di rientro attualizzato);
- VAN (Valore attuale netto);

- TIR (Tasso interno di rendimento);
- IP (indice di profitto).

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

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

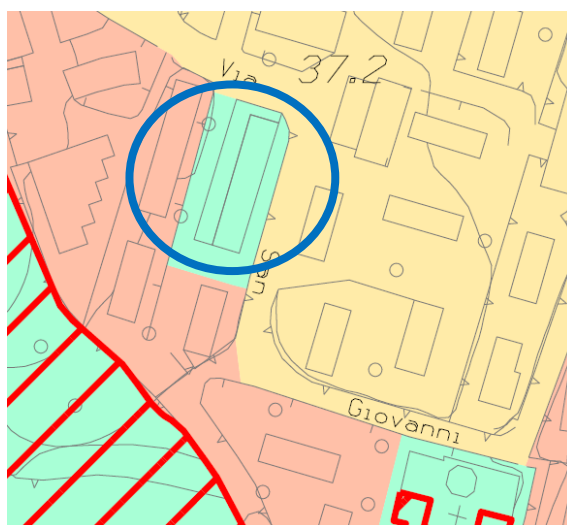
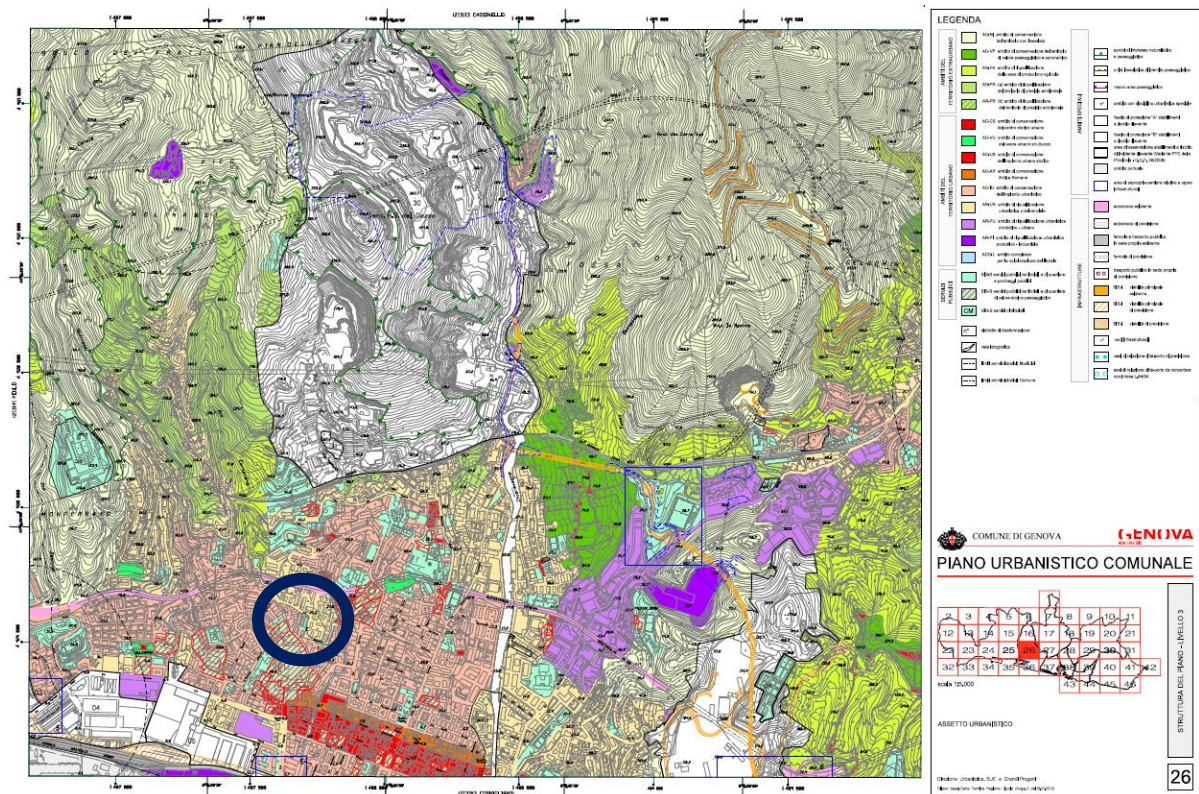
2 DATI DELL'EDIFICIO




2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

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

La tavola di riferimento è la 26 – “Struttura del Piano – Livello 3”, di seguito riportata.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



- SERVIZI PUBBLICI**
-  SIS-S servizi pubblici territoriali e di quartiere e parcheggi pubblici
 -  SIS-S servizi pubblici territoriali e di quartiere di valore storico paesaggistico
 -  CM SIS-S servizi cimiteriali

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

L’edificio ove è ubicato la *Scuola materna statale “Girasole”* risale all’incirca agli anni 60’ per essere adibito ad edificio scolastico, pertanto ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d’uso E.7.

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

L’ipotesi di intervenire al fine di migliorarne l’efficienza energetica è innanzitutto volta ad una diminuzione delle emissioni di CO₂, la quale rientra negli obiettivi prefissati dal Comune di Genova all’interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan), ma può anche essere considerata di notevole interesse socio-culturale al fine della sensibilizzazione del pubblico alle tematiche di interesse ambientale ed energetico.

L’edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da 2 piani fuori terra, nei quali si sviluppano i vari ambienti a servizio dell’attività didattica. Al piano terra sono presenti le aule la cucina e il refettorio; al piano primo sono presenti le aule.

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)

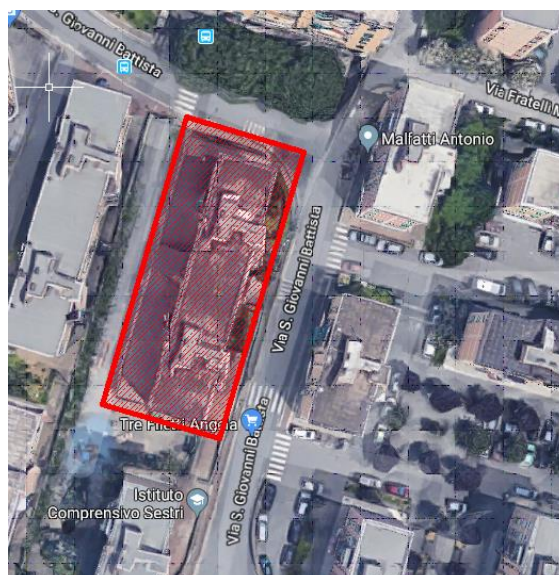


Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell’edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽³⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽⁴⁾	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA
Seminterrato	Centrale Termica	[m ²]	22,58	0	n.p.
Terra	Ingresso, aule, refettorio, cucina, ufficio	[m ²]	582,35	366,54	n.p.
Primo	Aule	[m ²]	269,94	202,41	n.p.
TOTALE		[m ²]	874,87	368,95	n.p.

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

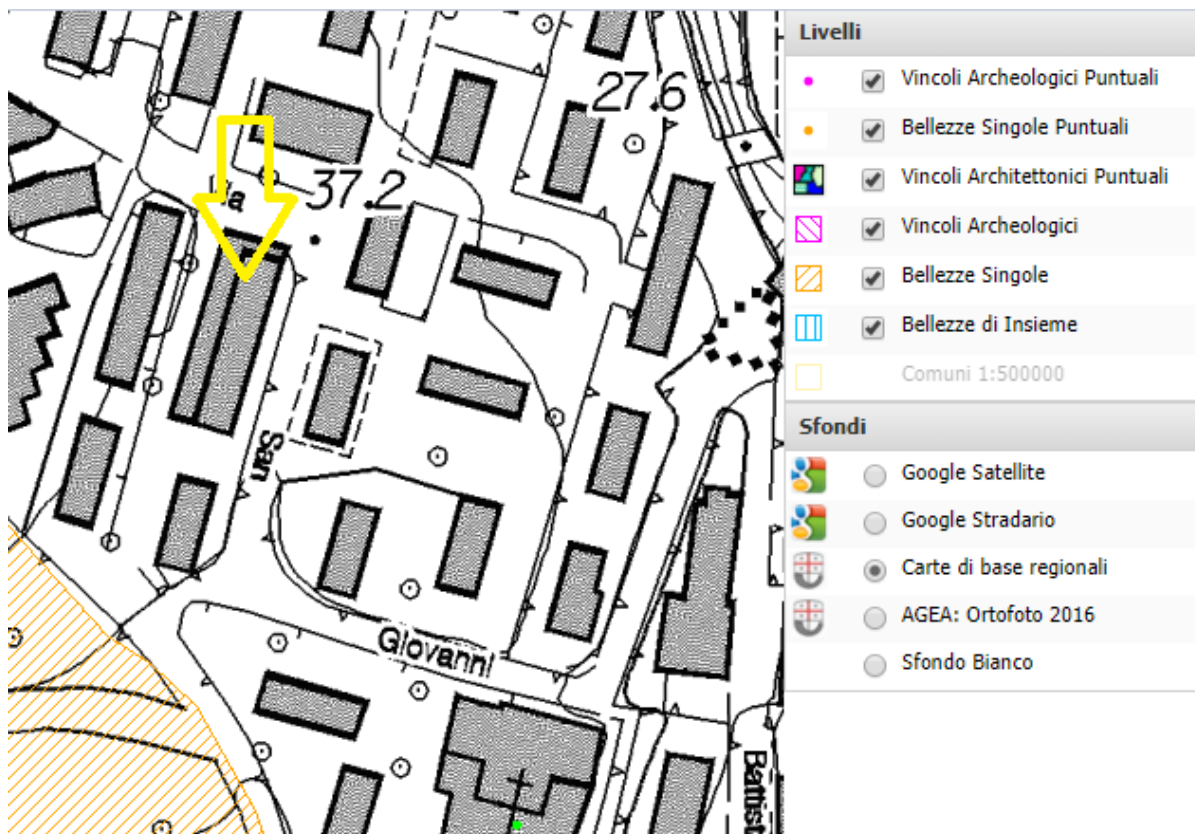


Tabella 2.2 - Misure di efficienza energetica individuate e valutazione delle interferenze con gli attuali vincoli

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁵⁾	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 (5): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

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

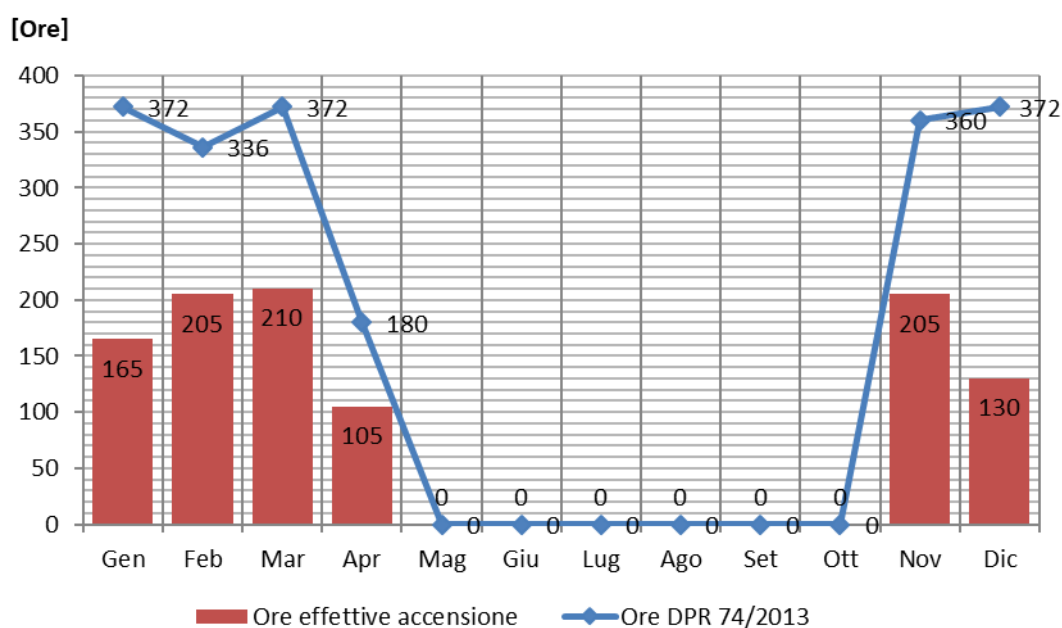
Gli orari di effettivo utilizzo dell’edificio sono stati ricavati tramite interviste agli operatori presenti, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati rilevati, quando possibile, dal display del sistema di gestione degli stessi presente in centrale termica.

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– 16.00
	[sabato e domenica]	Chiuso (a meno di aperture straordinarie)	spento
dal 1 Settembre al 30 Ottobre e dal 16 Aprile al 15 Luglio	[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.



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 858 GG calcolati su 102 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	158	18%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	21	195	23%
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	-	-	-
Giugno	30	22,4	-	-	20	-	-	-
Luglio	31	24,6	-	-	10	-	-	-
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	-
Settembre	30	22,2	-	-	20	-	-	-
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	-
Novembre	30	13,3	30	201	20	21	137	16%
Dicembre	31	10,0	31	310	15	13	130	15%
TOTALE	365	16,7	166	1421	208	102	858	100%

3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica GENOVA – PEGLI (Lat. 44° 25' 56.172"; Long. 8° 49' 28.56")

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

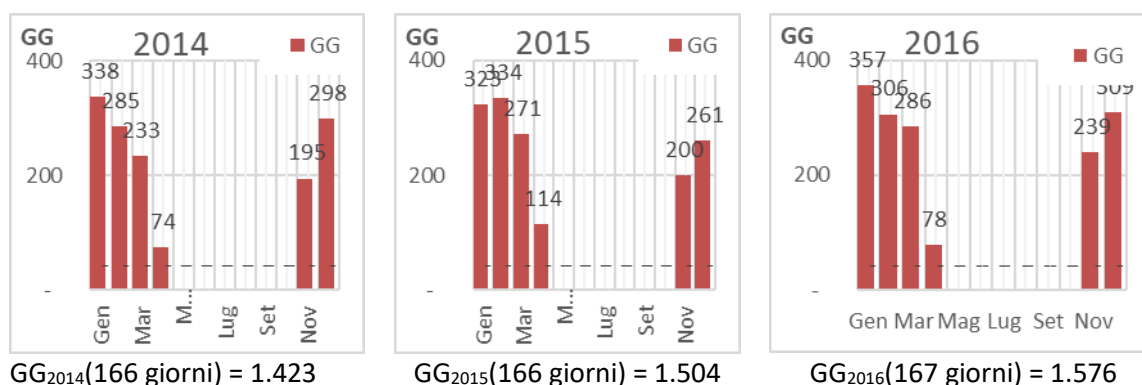
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



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

Di seguito si riportano i valori mensili dei GG reali, calcolati in funzione delle temperature esterne medie orarie per il triennio di riferimento, 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 biennio di riferimento

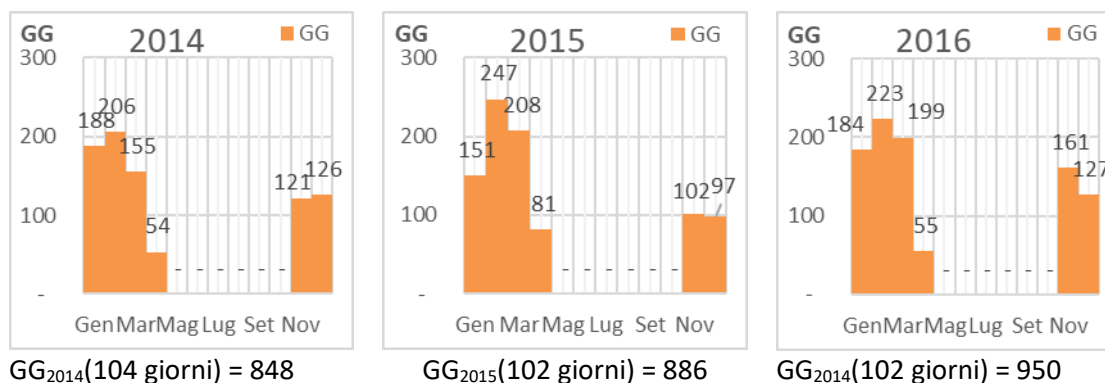


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, **i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 858 GG calcolati su 102 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_{reali} 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



Il numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico utilizzati in Tabella 3.2 fanno riferimento alla media dei tre anni oggetto di analisi.

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 e negli ultimi due mesi dell'anno; dal confronto tra i dati sopra riportati si può notare come tra i GG 2015 e quelli 2016 ci sia una differenza di 64 GG, questo sta ad indicare che l'inverno 2016 è stato maggiormente freddo rispetto a quello del 2015 dove, per gli stessi giorni considerati, si avrebbero 886 GG.

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 intelaiata con tamponamenti parete a cassa vuota in laterizio.

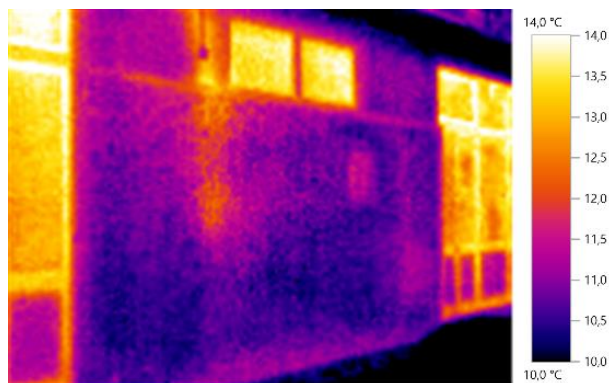
Questa soluzione realizzativa incide sul comportamento termico dell'edificio, sono infatti presenti ponti termici tra telaio e tamponamento che comportano maggiori dispersioni di calore. La totale assenza di isolante incrementa il fabbisogno termico della struttura cui corrispondono maggiori consumi di combustibile. 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 4.1 - Particolare della porzione di involucro esterno del fabbricato



Figura 4.2 – Rilievo termografico della parete



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.

Le analisi termografiche condotte hanno permesso di identificare le discontinuità di trasmissione termica tra gli elementi opachi di separazione verso l’esterno; si tratta di un’indagine puramente qualitativa finalizzata all’individuazione delle componenti edilizie e di eventuali ponti termici presenti. La definizione delle prestazioni dei pacchetti costruttivi è stata fatta consultando fonti bibliografiche dove, in relazione dell’anno di costruzione del fabbricato e delle dimensioni degli elementi, vengono riportate le principali soluzioni costruttive tipiche del periodo considerato con l’indicazione dei relativi valori di trasmittanza termica; i dati ottenuti sono 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
Copertura	C1	32,8	Assente	1,5	medio
Parete verticale 1	PE 1	29	Assente	1,26	buono
Parete verticale 2	PE 2	25	Assente	1,33	buono
Pavimento	PAV2	32,1	Assente	1,27	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 di varie tipologie:

- telaio in alluminio non a taglio termico e vetro singolo;
- telaio in legno e vetro singolo;
- telaio in alluminio non a taglio termico e vetro doppio.

Lo stato di conservazione dei serramenti è buono, tuttavia le caratteristiche termiche sono causa di elevate dispersioni termiche.

Figura 4.3 - Particolare dei serramenti



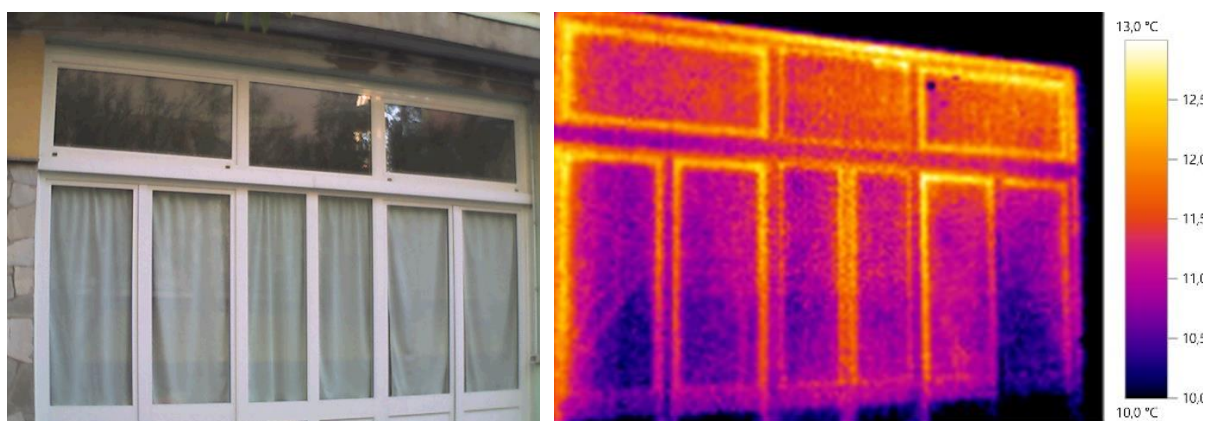
Ai fini di un’identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell’involucro trasparente si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche: Rilievo termografico;

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

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Il telaio dei serramenti è un punto di grande dispersione dell’involucro dell’edificio;
- Lo spessore esiguo del vetro nei serramenti è causa non solo di maggiori dispersioni termiche ma anche di uno scarso isolamento acustico delle aule.

Figura 4.4 – Rilievo termografico dei serramenti



Come per l’involucro opaco, non è stato possibile ricavare dalla sola termografia informazioni circa la possibile trasmittanza termica degli elementi vetrati; si sono quindi “ricostruiti” gli elementi rilevati su appositi software di simulazione (EC700) ricavando così i valori di trasmittanza termica per ogni tipologia di serramento individuata in fase di sopralluogo. I risultati sono riportati nella Tabella 4.2 di seguito riportata.

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	W-01	140x90	Legno	singolo	3,86	buono
Serramento verticale	W-02	180x90	Legno	singolo	3,85	buono
Serramento verticale	W-03	280x180	Metallo senza T.T.	stratificato	5,2	buono
Serramento verticale	W-04	385x370	Metallo senza T.T.	stratificato	4,37	buono
Serramento verticale	W-05	420x370	Metallo senza T.T.	doppio	4,38	buono
Serramento verticale	W-06	150x290	Metallo senza T.T.	stratificato	3,49	buono
Serramento verticale	W-07	430x370	Metallo senza T.T.	stratificato	4,31	buono
Serramento verticale	W-08	430x370	Metallo senza T.T.	stratificato	4,31	buono
Serramento verticale	W-09	220x370	Metallo senza T.T.	stratificato	4,50	buono
Serramento verticale	W-10	290x370	Legno	singolo	4,46	buono
Serramento verticale	W-11	110x180	Legno	singolo	3,95	buono
Serramento verticale	W-12	55x180	Metallo senza T.T.	doppio	3,81	buono
Serramento verticale	W-13	270x90	Metallo senza T.T.	doppio	3,78	buono
Serramento verticale	W-14	450x90	Metallo senza T.T.	singolo	3,68	buono
Serramento verticale	W-15	300x370	Metallo senza T.T.	stratificato	5,13	buono
Serramento verticale	W-16	180x90	Metallo senza T.T.	Singolo retinato	5,174	buono
Serramento verticale	W-17	140x90	Metallo senza T.T.	Singolo retinato	5,136	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 basamento installata in centrale termica che va ad alimentare direttamente il circuito di distribuzione a servizio dei radiatori.

4.2.1 Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito da principalmente da radiatori di diversa dimensione in relazione alla dimensione e alla destinazione d’uso dell’ambiente servito; i terminali sono per la maggior parte installati su parete esterna.

Il rendimento di emissione desunto dal modello di calcolo delle DE è pari a 92,7%.

Figura 4.5 - Particolare installazione radiatori



Figura 4.6 - Particolare installazione radiatori



Le caratteristiche dei terminali di emissione installati sono sintetizzate nella Tabella 4.3.

Tabella 4.3 - 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	A parete	24	1,95	≈ 46,8	n.p	n.p
Primo	A parete	11	1,78	≈ 19,6	n.p	n.p
TOTALE	A parete	35	1,91	67	n.p	n.p

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

4.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell’impianto avviene attraverso l’impostazione degli orari di funzionamento e delle temperature di set-point, che al momento del sopralluogo (periodo invernale) era impostata a 20°C. La regolazione adottata per la gestione dell’impianto è del tipo climatica con sonda di temperatura esterna e monitoraggio della temperatura dei fluidi di mandata e ritorno in centrale termica; è presente una valvola a 3 vie a monte del circolatore.

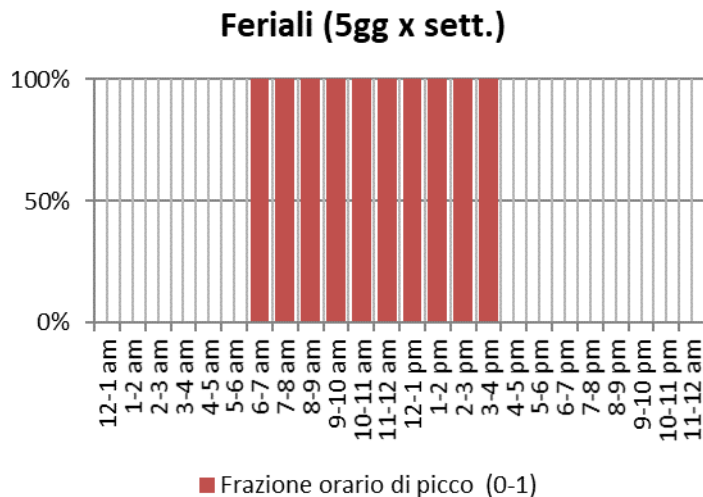
L’architettura dell’impianto di climatizzazione prevede un’unica zona termica; la regolazione agisce quindi sulla temperatura di mandata dell’acqua dalla caldaia, sulla valvola a 3 vie del circuito radiatori e sull’attivazione della pompa gemellare di mandata dell’impianto.

Figura 4.7 - Particolare della pompa di circolazione, valvola a 3 vie e lettura di temperatura



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 4.4:

Tabella 4.4 - Rendimenti del sottosistema di regolazione

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Zona unica	Climatica	76,1%

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 da un unico circuito di collegamento tra la caldaia e l'utenza dotato di pompa di circolazione gemellare a velocità fissa e pompa anticondensa singola a velocità fissa, le cui caratteristiche sono riportate nella Tabella 4.5.

Tabella 4.5 - Riepilogo caratteristiche pompe

	NOME	SERVIZIO	PORTATA ⁽⁶⁾	PREVALENZA ⁽⁶⁾	POTENZA ASSORBITA ⁽⁶⁾
			[m ³ /h]	[kPa]	[kW]
Caldaia	P1	Anticondensa	14	3-25	0,14
Caldaia	P2	Pompa primario	27	17-105	1,35
TOTALE					1,49

Nota (6): Valori ricavati da dati di targa

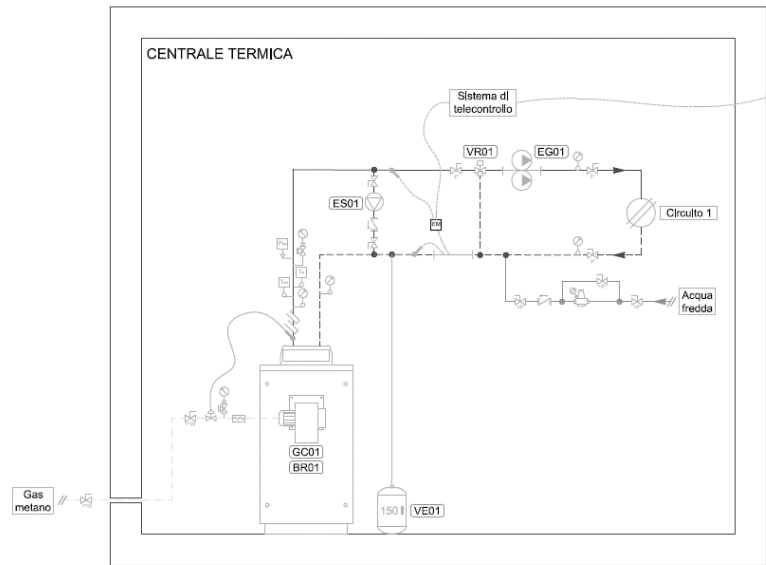
Le temperature del fluido termovettore all'interno del circuito sono riportate nella Tabella 4.6.

Tabella 4.6 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO		TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁷⁾	TEMPERATURA CALCOLO
		°C	°C
Caldaia	Mandata - Caldo	65°C	60
	Ritorno - Caldo	55°C	50

Nota (7): Valori rilevati il giorno 30/11/2017 alle ore 15.00, in orario di lezione, con una temperatura esterna di circa 14°C

Figura 4.9 - Particolare dello schema di impianto (Fonte: Tavola 045-S01-001-TOTALE.dwg)



Centrale termica confinante con terreno

Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione è stato assunto nella DE pari a 95,2¹%. 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.

¹ UNI TS 11300-2 2014

4.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una caldaia a basamento installata in centrale termica, al piano primo interrato. La macchina è una I.VAR., modello Trispacce 190 TS, le cui caratteristiche sono riportate nella seguente Tabella 4.7

Figura 4.10 - Caldaia a basamento



Figura 4.11 - Targhetta caldaia



Tabella 4.7 - Riepilogo caratteristiche sistema di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO ⁽⁸⁾	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]
G1 Riscaldamento	I.VAR.	Trispacce 190 TS	2005	193,8	176,2 (60°-70°)	92,8%	0,55 kW

Nota (8): Valori ricavati da dati di targa

Dall'analisi dei fumi il rendimento di combustione è risultato pari al 91,9% mentre il rendimento da scheda tecnica è pari al 92,8%. Nella DE il rendimento della caldaia è stato assunto pari a 91,30 %. Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari a 86,5²%.

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

4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

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

Solo al servizio della cucina è installata un piccolo scaldabagno murale istantaneo a gas metano, marca BAXI, modello 13Fi.

Figura 4.12 - Boiler elettrico

Figura 4.13 - Scaldabagno murale - ACS cucina

² UNI TS 11300-2 2014



Di seguito, nella Tabella 4.8, si riportano le caratteristiche tecniche dello scaldabagno a servizio della produzione ACS per la cucina.

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche sistema di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE ⁽⁹⁾	POTENZA TERMICA UTILE ⁽⁹⁾	RENDIMENTO ⁽⁹⁾	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA ⁽⁹⁾	
				[kW]	[kW]		[kW]	
G1	ACS cucina	BAXI	13Fi	nd	24,5	23,0	93,87 %	0,06 kW

Nota (9): Valori ricavati da dati di targa

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

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

SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE ⁽⁹⁾	SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE ⁽⁹⁾	SOTTOSISTEMA DI RICIRCOLO	SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO	SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE ⁽¹⁰⁾	RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE ⁽¹⁰⁾
100%	92,6%	-	-	75%	35,6%
100%	92,6%	-	-	78,74%	72,92%

Nota (10): 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 legate principalmente alle attività didattiche svolte all’interno degli ambienti. Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella Tabella 4.10.

Tabella 4.10 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Zona termica unica	Distributori	1	1.000	1.000	8760
	Stampanti multifunzione	2	200	400	70
	PC	1	225	225	104
	TV/Stereo	2	75	150	70
	Centrali allarme	2	115	230	8760
	Lavastoviglie	1	3750	3750	170
	Scaldavivande	1	1000	1000	170

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.

Figura 4.14 – Indagini diagnostiche quadri elettrici



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 4.15 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule



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

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Zona termica unica	Fluorescenti 4X18	19	72	1.368
	Fluorescenti 1X36	8	36	288
	Fluorescenti 2X36	54	72	3.888
	Fluorescenti 1X18	5	18	90

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 4.16 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule



Figura 4.17 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nell’ingresso



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 biennio 2015 e 2016 per quanto riguarda il profilo termico. Il 2014 non è stato preso in considerazione in quanto l'impianto era alimentato da un combustibile differente. E' stato invece considerato il consumo storico per l'intero triennio per il calcolo della baseline del consumo elettrico.

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 ⁽⁹⁾	0,85	n/a	n/a	10,09

Nota (11) Fonte: Prospetto B.19 UNI TS 11300-2:2014

La fornitura di Gas metano per la climatizzazione invernale avviene tramite la presenza di un contatore a servizio appunto della caldaia a gas destinata alla climatizzazione invernale del fabbricato. E' presente un altro contatore a servizio della cucina.

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

L'analisi dei consumi storici di Gas metano a servizio della mensa si basa sulla base de m³ di gas rilevati dalla società di distribuzione nel biennio 2015-2016 mentre quella riferita ai consumi per l'impianto di riscaldamento e ACS si basa sulla base de m³ annui di gas metano forniti dalla PA e riportati nel file Excel "kyotoBaseline-EXXXX_rev09" (i valori sono quelli forniti dalla società di distribuzione).

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	2015 [Sm3]	2016 [Sm3]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
16220050522402	Riscaldamento	4.857	4.314	45.751	40.638

03270022317286	Uso cottura + ACS Cucina	866	753	820	813
----------------	-----------------------------	-----	-----	-----	-----

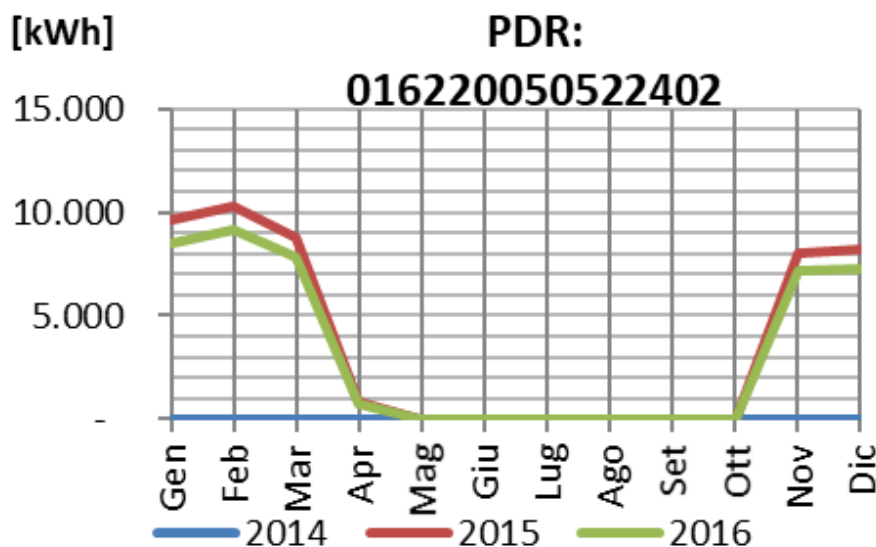
I consumi mensili di energia termica per il biennio di riferimento sono stati ricavati utilizzando i fattori di utilizzazione mensile ricavati dal modello energetico.

Tabella 5.3 - Consumi mensili di energia termica per il triennio di riferimento

PDR: 16220050522402	2015	2016	2015	2016
Mese	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.392	1.236	13.113	11.647
Febbraio	995	883	9.369	8.321
Marzo	607	539	5.715	5.076
Aprile	23	20	214	190
Maggio	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-
Novembre	629	559	5.926	5.264
Dicembre	1.212	1.076	11.416	10.139
Totale	4.857	4.314	45.753	40.638

L'andamento dei consumi mensili fatturati è riportato nei grafici in Figura 5.1.

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici forniti dalla società di distribuzione



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

Per effettuare tale processo di normalizzazione si sono utilizzati i GG reali del biennio 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; [Tale contributo non è stato valutato in quanto l’acqua calda sanitaria 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 non sono presenti utilizzi differenti rispetto alla climatizzazione invernale, pertanto non concorre nel calcolo della baseline dei consumi energetici]

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

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG ^{REALI} SU 102 GIORNI	GG ^{RIF} SU 102 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 858 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2015	886	858	4.857,0	45.752,9	51,6	44.307,0	-	-
2016	950	858	4.314,0	40.637,9	42,8	36.702,4	-	-
Media	918	858	4.585,5	43.195,4	47,2	40.504,7	-	-

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell’edificio, nelle due annualità analizzate, è risultato essere omogeneo con un lieve aumento dei consumi nel 2016 dovuto alle condizioni ambientali esterne maggiormente severe rispetto al 2015 (950 GG contro gli 886 GG dell’anno prima).

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

Tabella 5.5 –Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[kWh]
\bar{Q}_{ACS}	-
\bar{Q}_{ALTRO}	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	40.372,2
$Q_{baseline}$	40.372,2

5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di un unico contatore a servizio di tutto il fabbricato.

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

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

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

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

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

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E00096313	Scuola materna statale “Girasole”	17.170	15.336	14.496	15.667

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-E0761rev.09), dal confronto sono emerse le seguenti differenze:

- i dati delle fatture 2014 sono superiori a quelli del file kyotoBaseline-E0761 del 3,81%
- i dati delle fatture 2015 sono inferiori a quelli del file kyotoBaseline-E0761 del 7,95%
- i dati delle fatture 2016 sono inferiori a quelli del file kyotoBaseline-E0761 del 7,40%

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

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

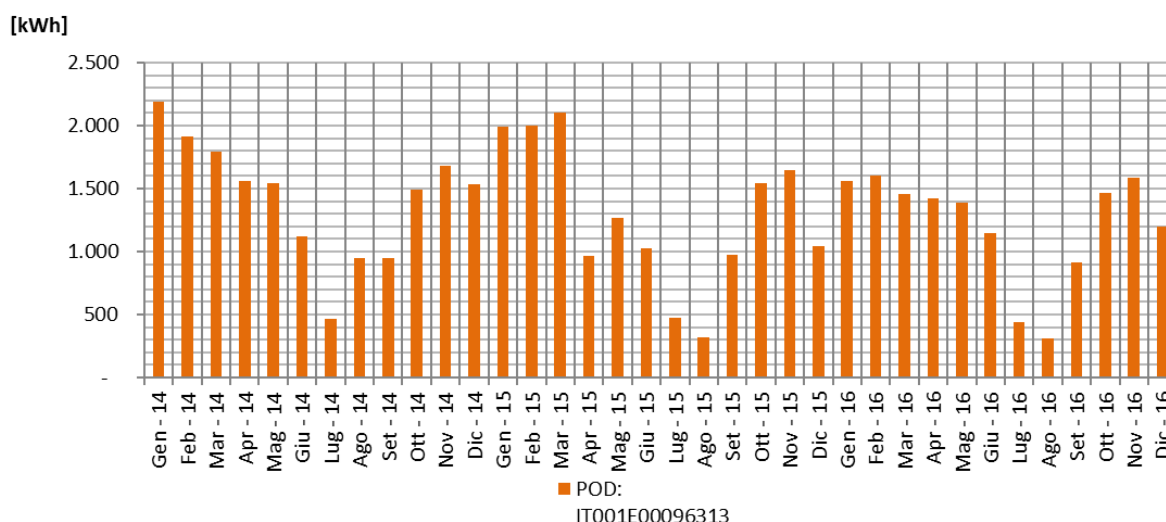
Si è pertanto definito un consumo $EE_{baseline}$ pari a 15.667.

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

POD: IT001E00096313	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	1.593	234	359	2.186
Feb - 14	1.534	179	199	1.912
Mar - 14	1.273	218	298	1.789
Apr - 14	1.129	180	249	1.558
Mag - 14	1.074	205	264	1.543
Giu - 14	736	156	226	1.118
Lug - 14	202	100	159	461
Ago - 14	294	236	418	948
Set - 14	617	150	182	949
Ott - 14	1.145	166	178	1.489
Nov - 14	1.226	189	269	1.684
Dic - 14	1.022	182	329	1.533

Totale	11.845	2.195	3.130	17.170
POD: IT001E00096313	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	1.270	291	427	1.988
Feb - 15	1.306	294	396	1.996
Mar - 15	1.358	304	442	2.104
Apr - 15	724	103	138	965
Mag - 15	898	157	208	1.263
Giu - 15	682	140	200	1.022
Lug - 15	216	102	159	477
Ago - 15	99	71	146	316
Set - 15	613	144	218	975
Ott - 15	1.178	182	179	1.539
Nov - 15	1.275	176	195	1.646
Dic - 15	718	144	183	1.045
Totale	10.337	2.108	2.891	15.336
POD: IT001E00096313	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	1.162	165	235	1.562
Feb - 16	1.255	165	181	1.601
Mar - 16	1.103	156	195	1.454
Apr - 16	1.066	172	187	1.425
Mag - 16	1.010	180	197	1.387
Giu - 16	801	161	188	1.150
Lug - 16	190	97	154	441
Ago - 16	101	69	137	307
Set - 16	603	147	163	913
Ott - 16	1.059	195	213	1.467
Nov - 16	1.168	198	222	1.588
Dic - 16	829	164	208	1.201
Totale	10.347	1.869	2.280	14.496

Figura 5.2 – Confronto tra i profili elettrici reali relativi a ciascun POD per il triennio di riferimento



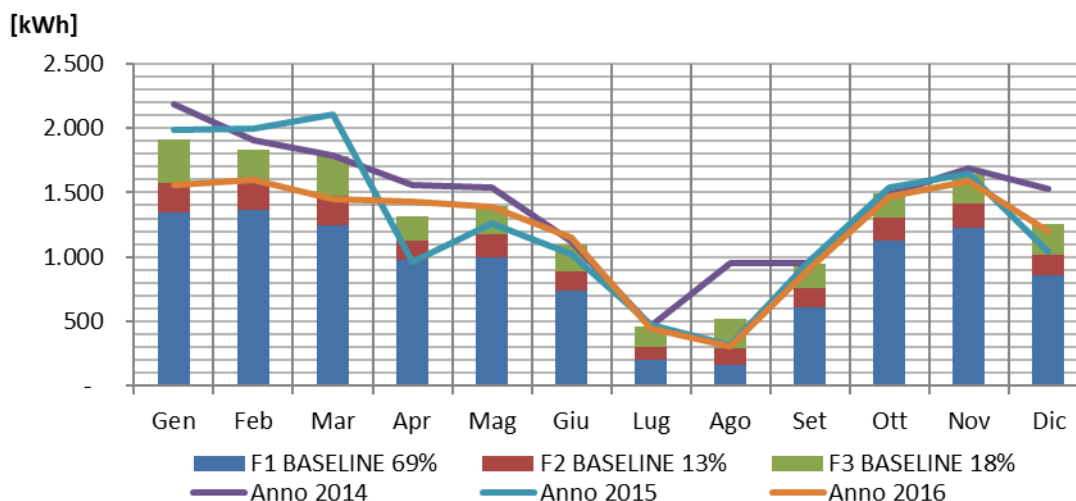
Dall'analisi effettuata è stato possibile definire i profili mensili dei consumi elettrici di Baseline, valutati come la media dei valori mensili analizzati nel triennio di riferimento. Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.342	230	340	1.912
Febbraio	1.365	213	259	1.836
Marzo	1.245	226	312	1.782
Aprile	973	152	191	1.316
Maggio	994	181	223	1.398
Giugno	740	152	205	1.097
Luglio	203	100	157	460
Agosto	165	125	234	524
Settembre	611	147	188	946
Ottobre	1.127	181	190	1.498
Novembre	1.223	188	229	1.639
Dicembre	856	163	240	1.260
Totale	10.843	2.057	2.767	15.667

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

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



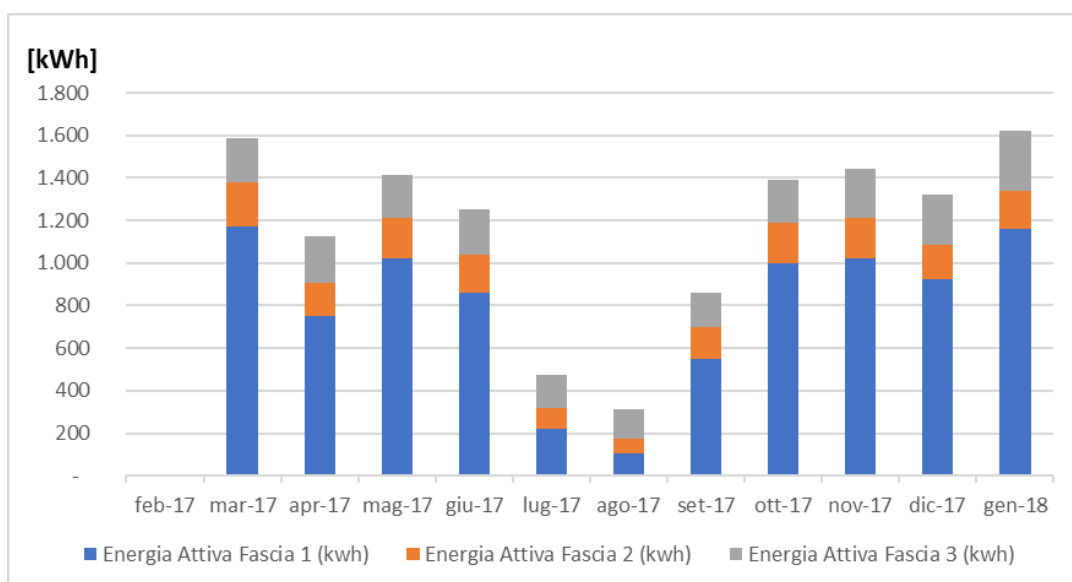
I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti simili, con lievi scostamenti tra le annualità analizzate.

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 305 kWh costituita dai consumi dei distributori automatici e della centrale di allarme che hanno un funzionamento continuo durante l'anno.

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

Figura 5.4 Profili mensili elettrici reali 2017



I dati relativi alle letture reali nel 2017 confermano gli andamenti riportati in Figura 5.3

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

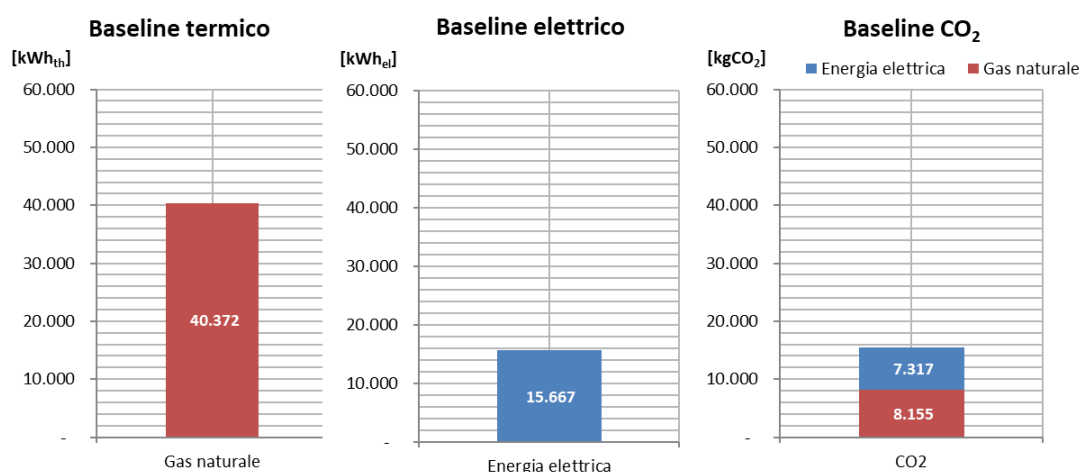
* da “Linee Guida Patto dei Sindaci” per anno 2010

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. e nella Figura 5.5

Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE [kWh]	FATTORE DI CONVERSIONE [tCO ₂ /MWh]	[tCO ₂]
Energia elettrica	15.667	0,467	7.317
Gas naturale	40.372	0,202	8.155

Figura 5.5 – 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	568,95	m ²
FATTORE 2	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	874,87	m ²
FATTORE 3	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	3.320	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

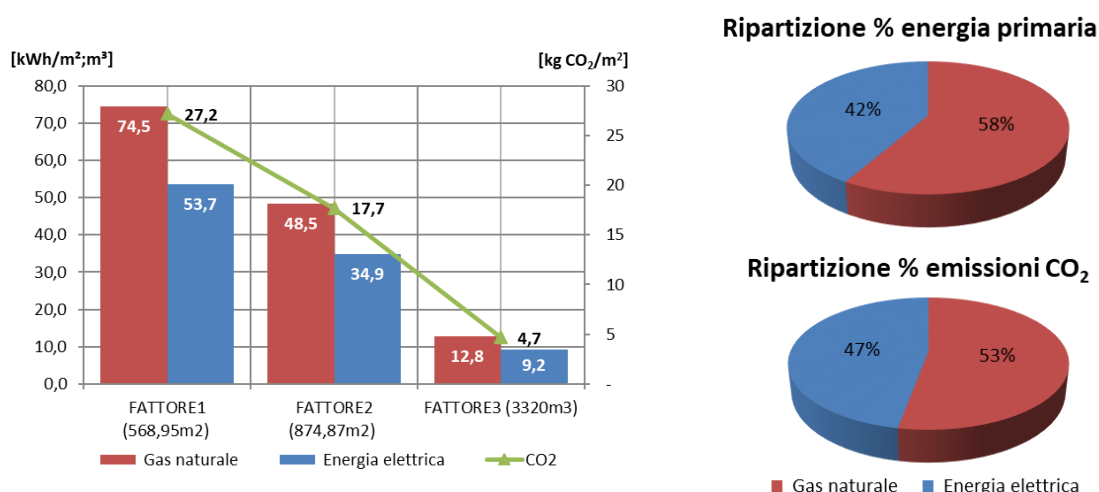
VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	40.372	1,05	42.391	74,5	48,5	12,8	14,33	9,32	2,46
Energia elettrica	15.667	2,42	37.915	66,6	43,3	11,4	12,86	8,36	2,20
TOTALE			80.306	141	92	24	27	18	5

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	40.372	1,05	42.391	74,5	48,5	12,8	14,33	9,32	2,46
Energia elettrica	15.667	1,95	30.551	53,7	34,9	9,2	12,86	8,36	2,20
TOTALE			72.942	128	83	22	27	18	5

Figura 5.6 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO₂ valutati in funzione della superficie utile riscaldata

Figura 5.7 – 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/(m³ GG anno)			Wh/(m³ anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	15,39	10,77	9,13	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	18,91	17,84	16,57

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 buoni rispetto ai benchmark di consumo termico e dei livelli insufficienti rispetto ai benchmark di consumo elettrico.

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	287,5	274,15
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	225,81	224,55
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	24,62	19,84
Ventilazione	EP _v	kWh/mq anno		
Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno		
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	37,52	30,23
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno		
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	Kg/mq anno	55	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	11.957	112.333,5
Energia Elettrica		31.278

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

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

Dove:

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

- $E_{baseline}$ è il consumo energetico reale di baseline dell’edificio assunto rispettivamente pari al $Q_{baseline}$ e a $EE_{baseline}$

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

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

FABBISOGNO	Corrispondenza UNI TS 11300 [kWhel]
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per la produzione di ACS	$E_{W, aux, gn}$
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per il riscaldamento	$E_{H, aux, gn}$
Fabbisogno di energia elettrica dell’impianto di ventilazione meccanica e dei terminali di emissione	$E_{ve,el} + E_{aux,e}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari di distribuzione (Riscaldamento e ACS)	$E_{W, aux, d} + E_{W, aux, d}$
Fabbisogno di energia elettrica per l’illuminazione interna dell’edificio	$E_{L,int}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari degli impianti di climatizzazione	$Q_{c,aux}$
Fabbisogno di energia elettrica per i sistemi di trasporto (+ eventuali altri carichi interni)	$E_T + E_{altro}^{(12)}$
Perdite al trasformatore	$E_{trasf}^{(12)}$
Energia elettrica esportata dall’impianto a fonti rinnovabili	$E_{exp,el}$

Nota (12) 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	122,67	113,87
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	79,68	79,23
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	16,41	13,22
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno		
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno		

Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	26,58	21,42
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno		
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno	23,45	23,45

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	
	[mc/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	4.449	41.905
Energia Elettrica		15.113

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]	[%]
41.905	40.372,2	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.

Il dettaglio dei calcoli effettuati ai fini della definizione del modello elettrico è riportato nell’Allegato B – Elaborati

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

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
15.113	15.667	4 %

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

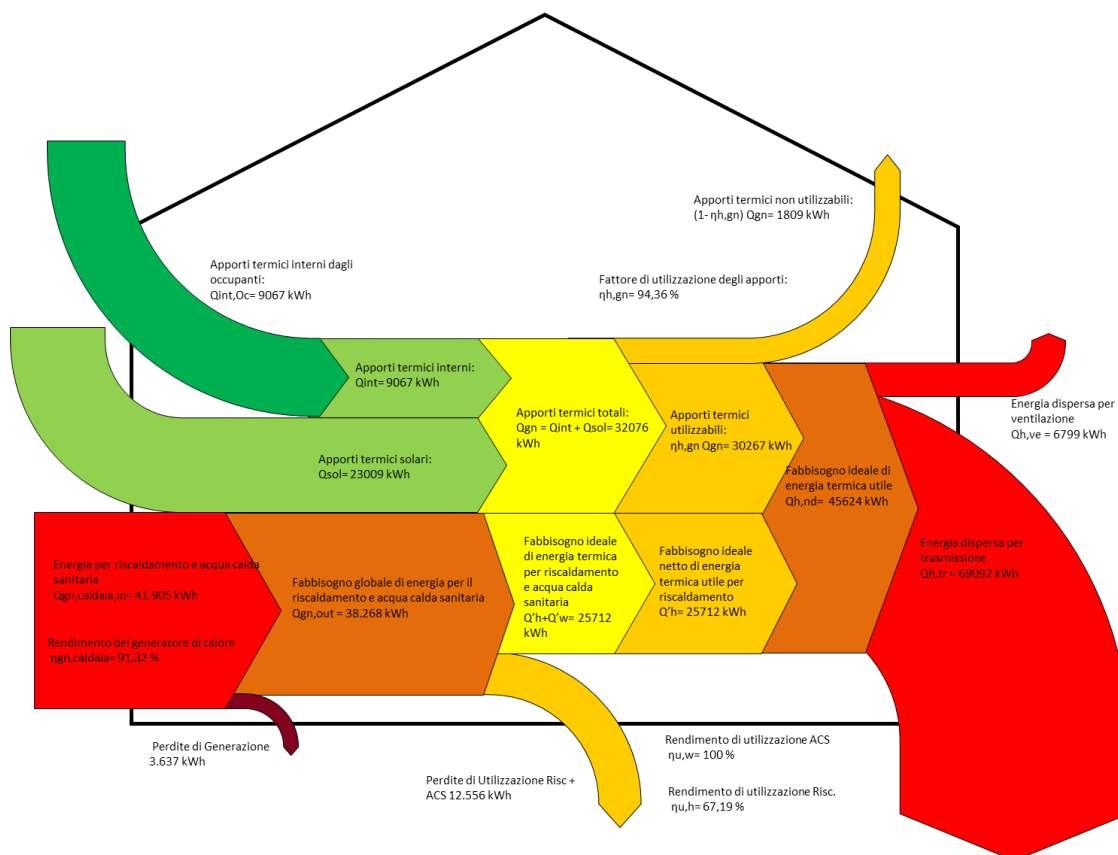
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

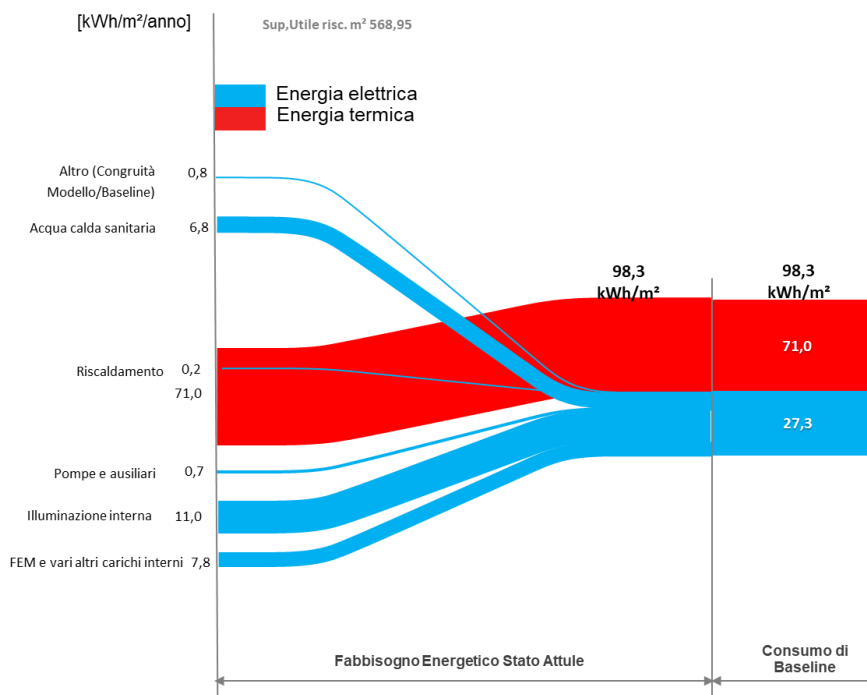
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio allo stato attuale



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 – Congruit ”   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.

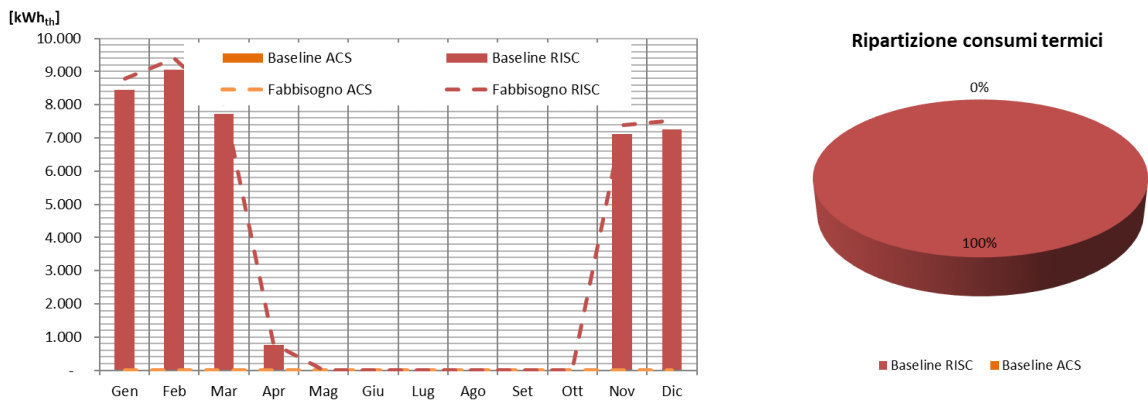
Nel caso in cui, invece i consumi teorici siano inferiori rispetto alla Baseline il termine “Altro – Congruit ” rappresenta la differenza per eccesso tra i consumi specifici di Baseline ed i consumi teorici.

6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

La creazione di un modello energetico consente di effettuare una pi  corretta ripartizione dei consumi energetici di Baseline in funzione dei diversi utilizzi presenti all'interno dell'edificio oggetto della DE. Tale profilo pu  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   riportato in Figura 6.3.

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



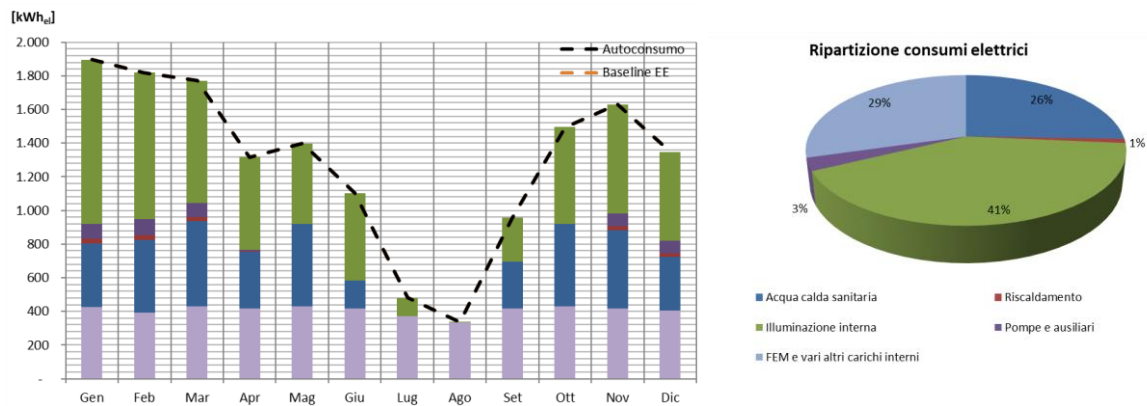
Si può notare come la totalità dei consumi termici sia da attribuirsi alla climatizzazione invernale dei locali, pertanto gli interventi migliorativi proposti, andranno ad interessare principalmente i fattori che condizionano il fabbisogno termico dell’edificio.

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 interna, mentre è minimo il contributo relativo agli ausiliari dell’impianto di climatizzazione.

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 2015 – 2016 per il gas e gli anni 2014-2015-2016 per l'energia elettrica.

7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico avviene tramite due PDR presente all'interno dell'edificio, di seguito specificati:

- PDR1–016220050522402: 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 .
- PDR2–03270022317286: contratto di fornitura del solo vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura ad uso cottura e ACS cucina.

Nella Tabella 7.1 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico relativo al PDR 03270022317286 per gli anni di riferimento.

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

PDR: 03270022317286	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova. Patrimonio, demanio e sport. Via Francia n.1		
Società di fornitura	IREN Mercato SpA	Eni SpA	Energetic SpA
Inizio periodo fornitura	nd	04/2015	04/2016
Fine periodo fornitura	fino a 03/2015	03/2016	In essere
Classe del contatore	CLASSE G0010		
Tipologia di contratto	mercato libero - Utente con attività di servizio pubblico		
Opzione tariffaria ⁽¹³⁾	Prodotto CONSIP 7 GAS		
Valore del coefficiente correttivo dei consumi	1,023328		
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile	9,42 kWh/Sm3		
Prezzi di fornitura del combustibile ⁽¹⁴⁾ (IVA ESCLUSA)	nd	0,2798 €/smc	0,2463 €/smc

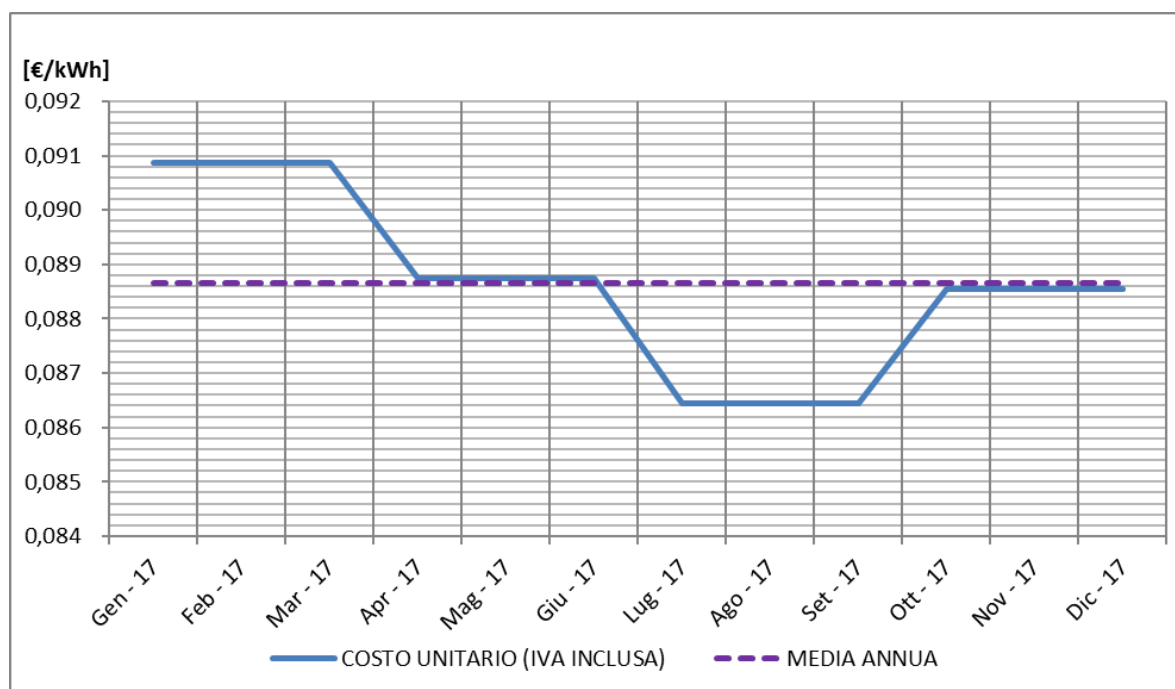
Nota (13) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (14): 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.

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

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

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



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 – IT001E00096313: 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 7.2 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico per gli anni di riferimento.

Tabella 7.2 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di riferimento

POD: IT001E00096313	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	Edison	Gala	IREN Mercato
Inizio periodo fornitura	01/2014	04/2015	05/2016
Fine periodo fornitura	03/2015	03/2016	Oggi
Potenza elettrica impegnata			
Potenza elettrica disponibile	16.5 kW	16.5 kW	16.5 kW
Tipologia di contratto			
Opzione tariffaria ⁽¹⁵⁾	contatore a fasce	contatore a fasce	contatore a fasce
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica ⁽¹⁶⁾ (iva esclusa)			
	0,0746 €/kWh	0,05 €/kWh	0,0579 €/kWh

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

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

Nella Tabella 7.3 si riporta l'andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti.

Tabella 7.3 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento

POD: IT001E00096 313	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA 10%	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 14	171	28	220	27	45	491	2.186	0,225
Feb – 14	152	25	200	24	40	441	1.912	0,231
Mar – 14	140	23	191	22	38	413	1.789	0,231
Apr – 14	122	27	177	19	35	380	1.558	0,244
Mag – 14	120	27	176	19	34	375	1.543	0,243
Giu – 14	86	19	127	14	25	270	1.118	0,242
Lug – 14	35	8	52	6	10	111	461	0,242
Ago – 14	67	15	134	12	23	251	948	0,265
Set – 14	67	15	134	12	23	251	949	0,265
Ott – 14	116	22	175	19	33	365	1.489	0,245
Nov – 14	128	25	191	21	36	401	1.684	0,238
Dic – 14	112	22	179	19	33	366	1.533	0,239
Totale	1.316	257	1.955	215	374	4.117	17.170	0,240
POD: IT001E00096 313	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 15	140	26	222	25	41	454	1.988	0,228
Feb – 15	135	26	222	25	41	449	1.996	0,225
Mar – 15	136	28	231	26	42	463	2.104	0,220
Apr – 15	56	57	81	12	21	226	965	0,234
Mag – 15	70	57	106	16	25	274	1.263	0,217
Giu – 15	48	57	85	13	20	223	1.022	0,219
Lug – 15	25	58	41	6	13	143	477	0,299
Ago – 15	17	58	27	4	11	116	316	0,367
Set – 15	47	58	83	12	20	220	975	0,225
Ott – 15	66	58	137	19	28	309	1.539	0,201
Nov – 15	70	58	147	21	30	325	1.646	0,198
Dic – 15	45	58	93	13	21	230	1.045	0,220
Totale	854	600	1.475	192	312	3.433	15.336	0,224
POD: IT001E00096 313	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					

ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 16	110	55	130	20	31	346	1.562	0,222
Feb - 16	90	55	133	20	30	328	1.601	0,205
Mar - 16	76	55	121	18	27	298	1.454	0,205
Apr - 16	86	66	122	18	29	320	1.425	0,224
Mag - 16	83	64	118	17	28	311	1.387	0,224
Giu - 16	69	53	98	14	23	258	1.150	0,224
Lug - 16	31	46	6	129	21	233	441	0,528
Ago - 16	19	45	36	4	10	114	307	0,372
Set - 16	74	35	76	11	20	216	913	0,237
Ott - 16	119	57	122	18	32	348	1.467	0,237
Nov - 16	129	61	132	20	34	376	1.588	0,237
Dic - 16	102	54	102	15	27	301	1.201	0,250
Totale	990	645	1.196	304	314	3.449	14.496	0,238

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

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

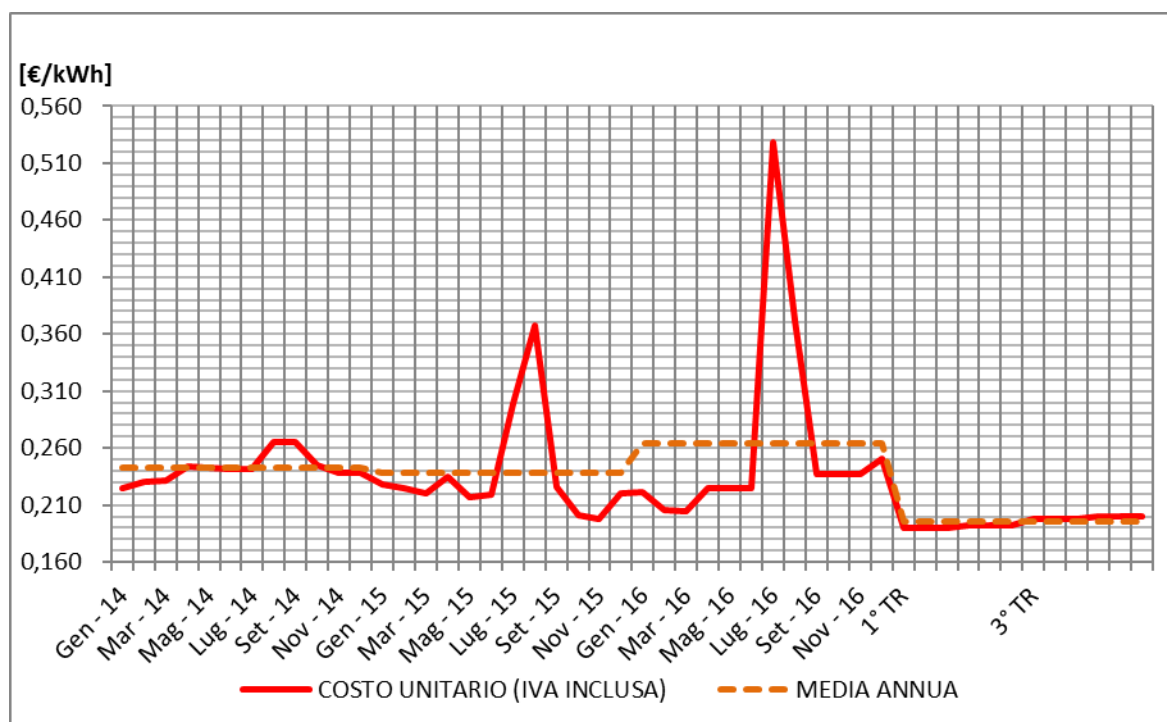
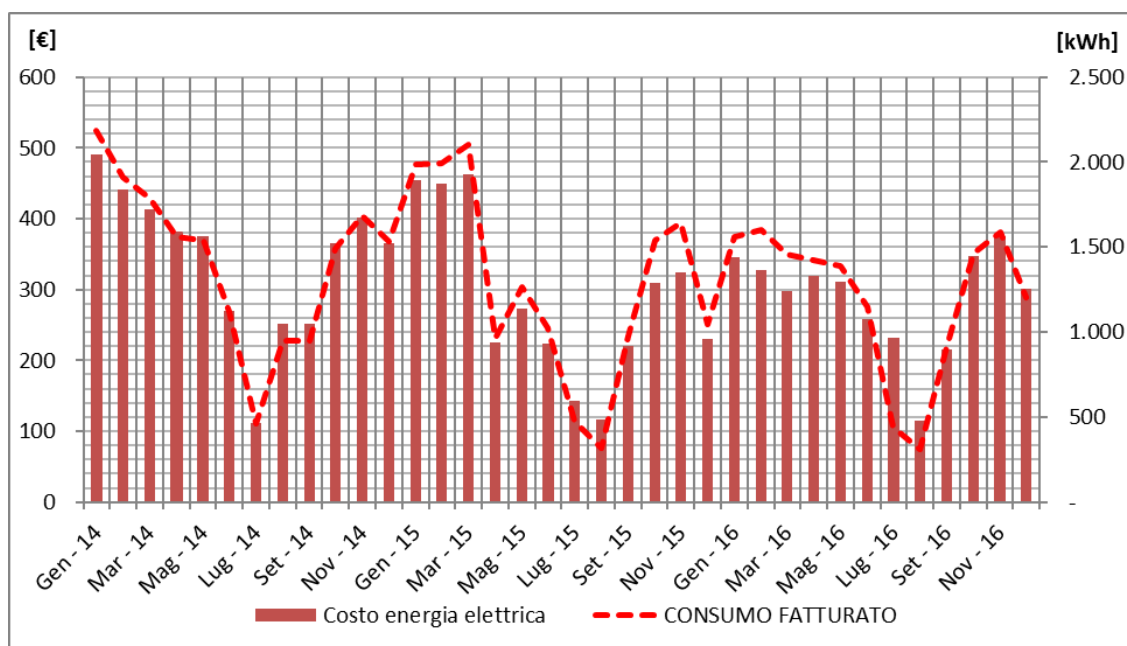


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia elettrica



Dall’analisi effettuata risulta evidente che l’andamento dei costi, ad eccezione dell’anno 2014, è omogeneo tra le quattro annualità considerate.

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

Tabella 7.4 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	
2014	-			16.540	4.614	0,279	nd
2015	45.753	nd	n.d.	15.608	3.433	0,220	nd
2016	40.638	nd	n.d.	14.496	3.449	0,238	nd
2017	-		0,090	-		0,195	
Media	-			16.540	4.614	0,279	nd

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 individuati per il calcolo della Baseline

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell’energia termica	Valore relativo all’ultimo anno a disposizione	Cu _Q	0,09 [€/kWh]
Costo unitario dell’energia elettrica	Valore relativo all’ultimo anno a disposizione	Cu _{EE}	0,195 [€/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 **L1-042-045: servizio SIE3**.

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

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

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

$$\checkmark \quad C_M = C_{SIE3} - C_Q;$$

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

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

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

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	C_{M0} 4.805	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	C_{MS} 1.277	[€/anno]

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

7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

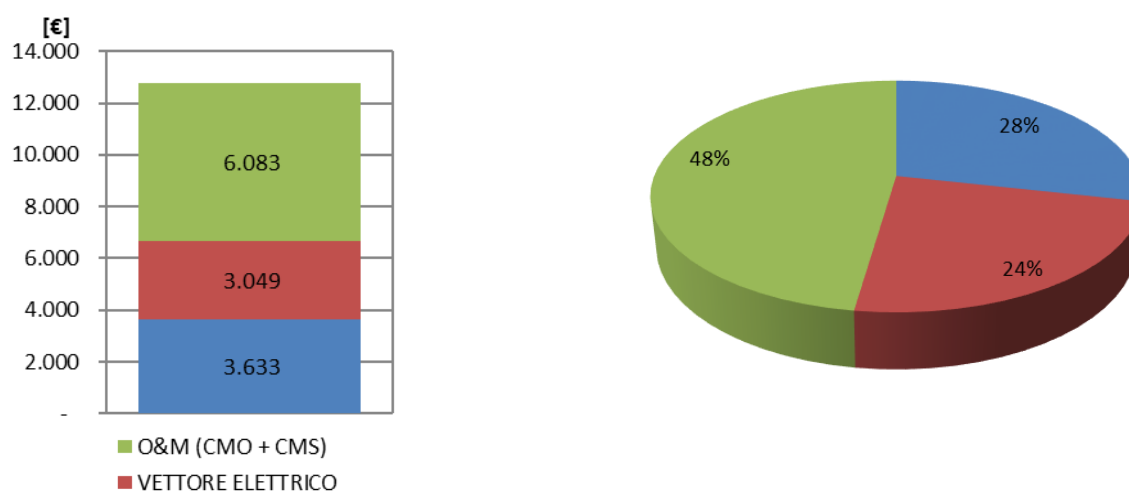
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un C_E pari a 6.682 € e un $C_{baseline}$ pari a € 12.765

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

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO				O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)		TOTALE
$Q_{baseline}$	C_{uQ}	C_Q	$EE_{baseline}$	C_{uEE}	C_{EE}	C_M	C_{MO}	C_{MS}	$C_Q + C_{EE} + C_M$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
40.372	0,090	3.633	15.667	0,195	3.049	6.083	4.805	1.277	12.765

Figura 7.4 – Baseline dei costi e loro ripartizione



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

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 Involucro edilizio

EEM1: Sostituzione Serramenti

Generalità

Uno degli interventi proposti vede la sostituzione dei serramenti, ormai obsoleti, rilevati in fase di sopralluogo.

Si propone la rimozione dei serramenti vetro singolo e telaio in alluminio e legno con elementi in PVC con vetrocamera e telaio a taglio termico. Le prestazioni termiche del componente saranno rispondenti a quanto previsto dalla normativa vigente per le nuove costruzioni, così che l’intervento possa anche beneficiare del contributo del Conto Termico.

Figura 8.1 – Particolare dei serramenti esistenti



Descrizione dei lavori

Rimozione infissi in alluminio per la successiva posa in opera di serramenti in PVC.

La rimozione degli infissi esistenti avviene manualmente, attraverso il sollevamento degli stessi verso l’alto ed il loro spostamento all’interno dell’ambiente. Viene rimossa poi la ferramenta esistente (cerniere, maniglie) con l’ausilio di attrezzature elettriche portatili (avvitatori elettrici). Vengono quindi ripuliti i telai fissi in legno da eventuali chiodi, vecchie pitture e stuccature con attrezzature manuali ed elettriche portatili e, a copertura degli stessi, vengono posti in opera manualmente mediante sigillatura siliconica gli imbotti di PVC. I telai mobili, analogamente alla struttura fissa, vengono sollevati ed alloggiati in opera nelle relative cerniere con utensili manuali. Si posiziona quindi il vetro che viene movimentato a mano ed infilato nell’apposito alloggiamento, parte integrante dell’infisso, bloccato tramite staffetta fermavetro e sigillato internamente tramite silicone.

Prestazioni raggiungibili

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

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Sostituzione serramenti

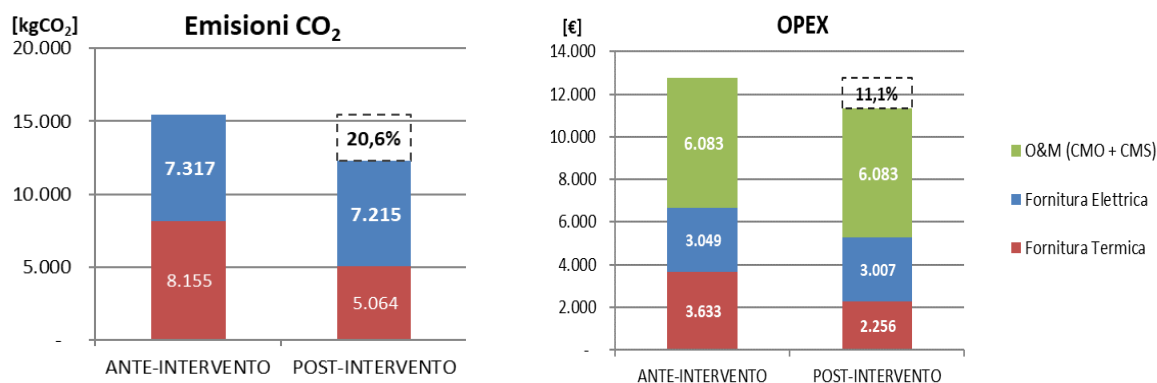
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 [Trasmittanza media serramenti]	[W/m ² K]	5	1,2	76,0%
Q _{teorico}	[kWh]	41.905	26.023	37,9%
EE _{teorico}	[kWh]	15.113	14.904	1,4%
Q _{baseline}	[kWh]	40.372	25.071	37,9%
EE _{baseline}	[kWh]	15.667	15.451	1,4%

Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	8.155	5.064	37,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.317	7.215	1,4%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	15.472	12.280	20,6%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	3.633	2.256	37,9%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.049	3.007	1,4%
Fornitura Energia, C_E	[€]	6.683	5.263	21,2%
C _{MO}	[€]	4.805	4.805	0,0%
C _{MS}	[€]	1.277	1.277	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.083	6.083	0,0%
OPEX	[€]	12.765	11.346	11,1%
Classe energetica	[-]	D	D	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 per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,09[€/kWh] per il vettore termico e 0,195 [€/kWh] per il vettore elettrico

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



8.1.2 Impianto riscaldamento

EEM2: 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 EEM2 sono riportati nella Tabella 8.2 e nella Figura 8.3

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Installazione termovalvole

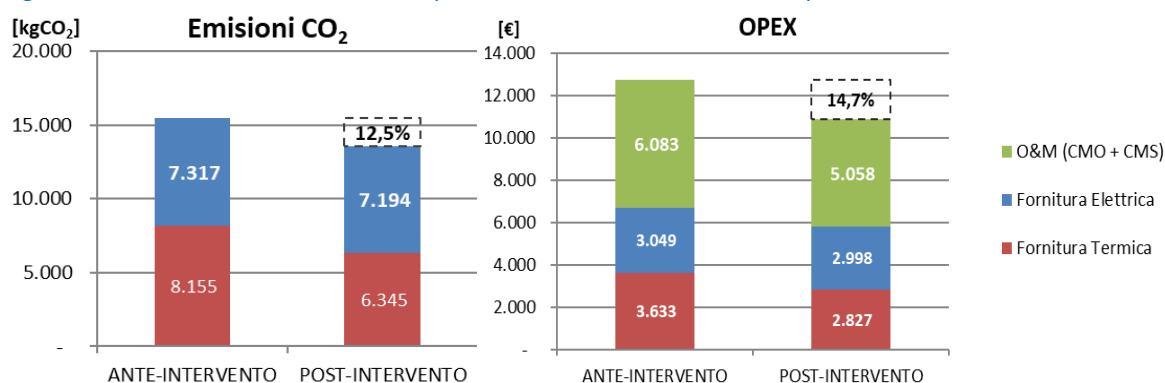
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 [Rendimento di regolazione]	[W/m ² K]	76,1	98	-28,8%
Q _{teorico}	[kWh]	41.905	32.603	22,2%
EE _{teorico}	[kWh]	15.113	14.860	1,7%

$Q_{baseline}$	[kWh]	40.372	31.410	22,2%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	15.667	15.405	1,7%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	8.155	6.345	22,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.317	7.194	1,7%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	15.472	13.539	12,5%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	3.633	2.827	22,2%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	3.049	2.998	1,7%
Fornitura Energia, C_E	[€]	6.683	5.825	12,8%
C_{MO}	[€]	4.805	3.844	20,0³%
C_{MS}	[€]	1.277	1.213	5,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	6.083	5.058	16,9%
OPEX	[€]	12.765	10.883	14,7%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

Nota (18) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,090 [€/kWh] per il vettore termico e 0,195 [€/kWh] per il vettore elettrico

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



8.1.3 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

EEM3: Sostituzione Corpi illuminanti

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

³ 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.

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 EEM3 sono riportati nella Tabella 8.3 e nella Figura 8.4.

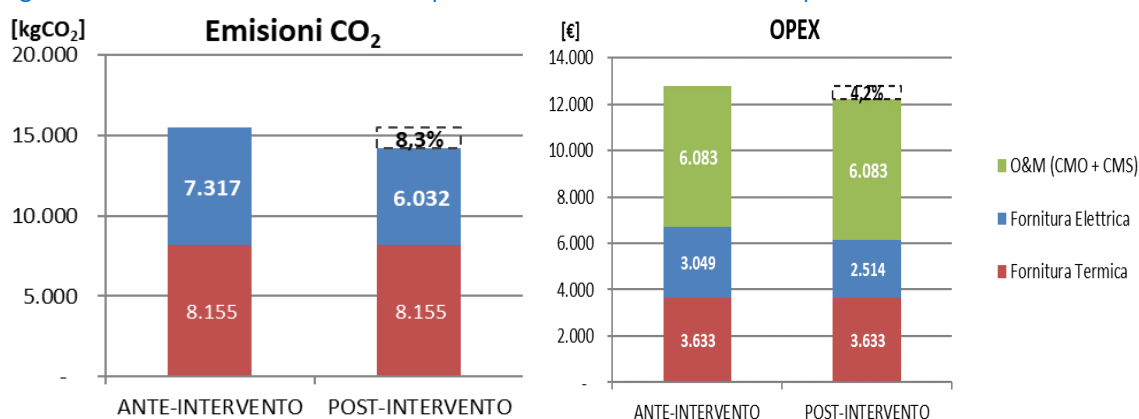
Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Sostituzione corpi illuminanti

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 [Potenza corpi illuminanti]	[W/m ² K]	72	36	50,0%
Q _{teorico}	[kWh]	41.905	41.905	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	15.113	12.459	17,6%
Q _{baseline}	[kWh]	40.372	40.372	0,0%
EE _{baseline}	[kWh]	15.667	12.916	17,6%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	8.155	8.155	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.317	6.032	17,6%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	15.472	14.187	8,3%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	3.633	3.633	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.049	2.514	17,6%
Fornitura Energia, C_E	[€]	6.683	6.147	8,0%
C _{MO}	[€]	4.805	4.805	0,0%
C _{MS}	[€]	1.277	1.277	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.083	6.083	0,0%
OPEX	[€]	12.765	12.230	4,2%
Classe energetica	[-]	D	D	0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,090 [€/kWh] per il vettore termico e 0,195 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.4 – 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: Sostituzione serramenti

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella sostituzione dei serramenti esistenti.

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Sostituzione serramenti

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
25.A05.F10.020	Rimozione senza recupero di serramenti, in legno o metallo compresa rimozione telaio a murare, per misurazione minima 2 m ²	Prezziario Regione Liguria	146,5	m2	30,1	27,4	4.011,2	22%	4.893,7
205071d	Serramento realizzato con profili estrusi di pvc prodotti secondo la norma DIN 7748, esenti da cadmio, autoestinguenti, classe 1 di reazione al fuoco, a 5 camere rinforzate con profili in acciaio zincato spessore 15/10, guarnizioni in TPE coestruse e saldate negli angoli, completo di controtelaio, esclusa la posa dello stesso, compresi maniglie, cerniere, meccanismi di manovra, dispositivi di sicurezza contro le false manovre e quant'altro necessario per il funzionamento e vetrocamera con canalina a bordo caldo, permeabilità all'aria classe 4 secondo la norma UNI EN 12207, tenuta all'acqua classe E 750 secondo la norma UNI 12208, resistenza al vento C3/B3 secondo la norma UNI 12210: vetrocamera 33.1-16-33.1 bassoemissivo con gas argon, Uw = 1,2 W/mqK, Ug = 1,1 W/mqK, Uf = 1,2 W/mqK, Rw = 35 dB: portafinestra a 2	Prezziario ⁽²⁰⁾ DEI	34	cad	520,0	472,7	16.072,7	22%	19.608,7

ante, a telaio fisso,
120 x 240 cm (2,88
mq)

PR.A23.B10.020	Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	48,4	m	7,6	6,9	334,1	22%	407,6
25.A15.C10.020	Trasporto eseguito con autocarro, motocarro o simili, della portata fino a 1000 kg, di materiali di risulta da scavi e/o demolizioni, per ogni km del tratto entro i primi 5. Misurato in banco	Prezziario Regione Liguria	21,981	m3	11,8	10,7	235,2	22%	286,9
25.A80.A30.010	Solo posa in opera di finestra o portafinestrain alluminio, PVC, legno, acciaio esclusa la fornitura e posa di controtelaio in acciaio.	Prezziario Regione Liguria	146,54	mq	48,5	44,1	6.465,1	22%	7.887,4
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			813,5	22%	992,5
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			1.898,3	22%	2.315,9
TOTALE (I₀ – EEM1)							29.830,1	22%	36.392,8

Nota (20) E' stato preso in considerazione il valore presente nel Prezziario DEI anziché la voce presente nel Prezziario Regione Liguria in quanto il valore di tramutanza del componente, presente nel suddetto listino, risulta superiore al valore necessario al fine di accedere all'incentivo del Conto Termico.

EEM2: Installazione Termovalvole

Nella Figura 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella installazione di termovalvole sui radiatori esistenti.

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – Installazione termovalvole

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
PR.C17.A15.010	Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	35	cad	35,4	32,2	1.127,0	22%	1.374,9
PR.C47.H10.135	Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica	1	cad	3.000,0	2.727,2	2.727,2	22%	3.327,2

	A, 230V, del tipo: versione gemellare con attacchi flangiati, Ø 50, PN6-10, prevalenza da 1 a 11 m, portata da 1 a 26 m³/h								
40.E10.A10.020	Sola posa in opera di pompe e/o circolatori singoli o gemellari per fluidi caldi o freddi, compreso bulloni, guarnizioni e il collegamento alla linea elettrica, escluse le flange. Per attacchi del diametro nominale di: maggiore di 40 mm fino a 65 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	50,1	45,5	45,5	22%	55,5
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	22,7	20,6	20,6	22%	25,2
RU.M01.E01.020	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	15	h	31,9	29,0	425,1	22%	518,6
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			130,4	22%	159,0
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			304,2	22%	371,1
TOTALE (I₀ – EEM2)							4.780,0	22%	5.831,6

EEM3: Sostituzione corpi illuminanti

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM3, che consiste nella sostituzione dei corpi illuminanti esistenti.

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 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – Sostituzione corpi illuminanti

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	TOTALE		
				UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	IVA INCLUSA)		
				[€/n° o €/m²]	[€/n° o €/m²]	[€]	[€]	[%]	[€]
043169b	DEI Imp. Ele. 2017	47	cad	117,57	106,88	5.023,44	6.128,6	22%	
043128	DEI Imp. Ele. 2017	16	cad	107,21	97,46	1.559,42	1.902,5	22%	

temperatura di colore 4000 K, bordo perimetrale in alluminio, classe di isolamento 1, grado di protezione IP 20, alimentazione 230 V 50 Hz, classe energetica A, potenza 42 W, equivalente a 100 W a fluorescenza

205015c	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: 4 x 18 W	DEI Imp. Ele. 2017	16	cad	11,61	10,55	168,87	22%	206,0
205015e	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 36 W	DEI Imp. Ele. 2017	47	cad	12,18	11,07	520,42	22%	634,9
M01003a	Operaio edile qualificato	DEI Imp. Ele. 2016	31,5	€/ora	26,8	24,3	766,9	22%	935,6
M01004a	Operaio edile comune	DEI Imp. Ele. 2016	31,5	€/ora	24,1	21,9	690,7	22%	842,7
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			261,9	22%	319,5
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			629,4	22%	767,9
TOTALE (I₀ – EEM3)							9.621,1	22%	11.737,7
Incentivi		[Conto termico]							4.695,1
Durata incentivi									5,0
Incentivo annuo									939,0

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

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

Dove 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 **498 mq**
- $C = \frac{\text{spesa sostenuta in €}}{\text{superficie oggetto di intervento}}$ costo specifico sostenuto – pari a **23,6 €/mq**
- 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

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, l’ I_0 , e il TRS.

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

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

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

EEM1: Sostituzione serramenti

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– Sostituzione serramenti

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	36.393
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	23,0	23,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	38,7	38,7
Valore attuale netto	VAN	- 8.415	-8.415
Tasso interno di rendimento	TIR	1,8%	1,8%
Indice di profitto	IP	-0,23	-0,23

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

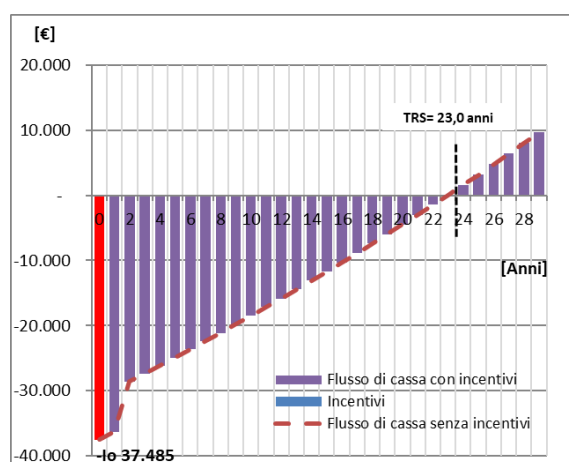
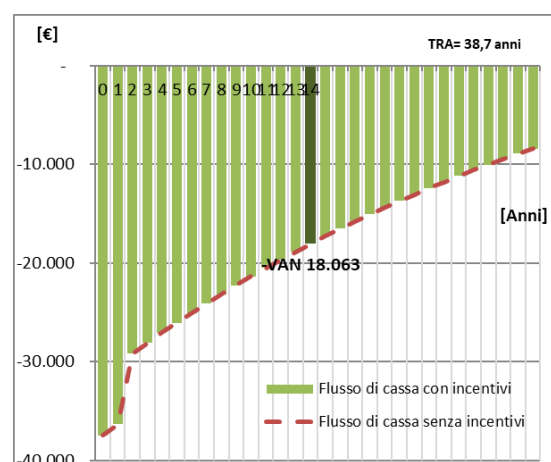


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento, pur essendo relativo all’involucro del fabbricato, risulta economicamente vantaggioso con tempi di ritorno inferiori ai 25 anni.

EEM2: Installazione termovalvole

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

Tabella 9.5 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM2– Installazione termovalvole

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	5.832
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	3,3	3,3
Tempo di rientro attualizzato	TRA	3,6	3,6
Valore attuale netto	VAN	12.221	12.221
Tasso interno di rendimento	TIR	28,8%	28,8%

Indice di profitto	IP	2,10	2,10
--------------------	----	------	------

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

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

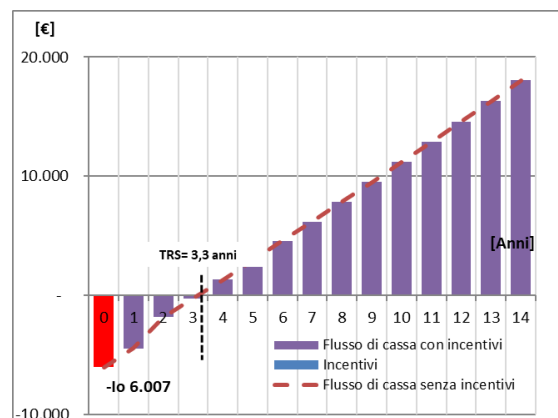
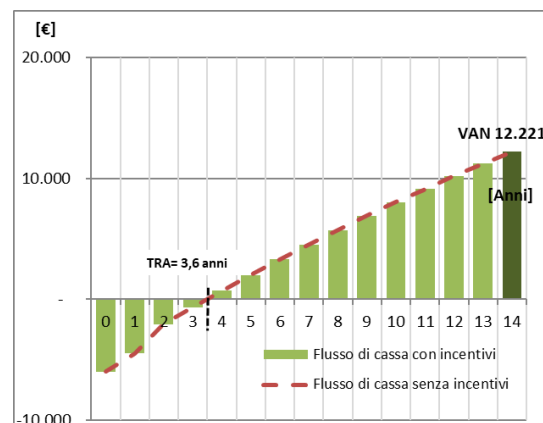


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento risulta economicamente vantaggioso con tempi di ritorno inferiori ai 4 anni.

EEM3: Sostituzione corpi illuminanti

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 Corpi illuminanti

PARMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	11.738
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	8
Incentivo annuo	B	€/anno	939
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	18,1	9,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	20,5	10,9
Valore attuale netto	VAN	- 7.374	- 3.194
Tasso interno di rendimento	TIR	-20,0%	-5,6%
Indice di profitto	IP	-0,63	-0,27

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.5 e Figura 9.6

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

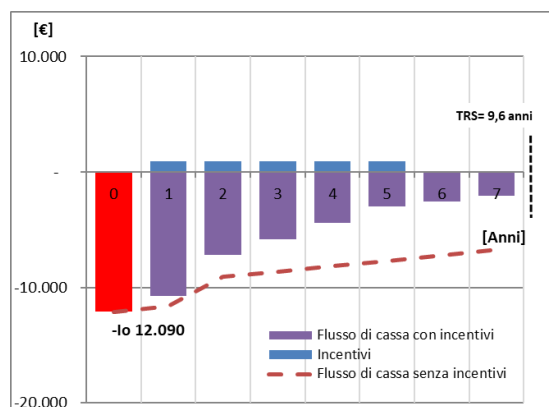
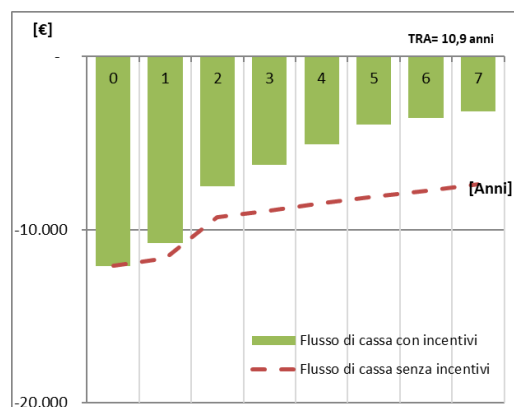


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento, attraverso la forma incentivante del conto termico, risulta economicamente non vantaggioso con tempi di ritorno di circa 16 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 [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	21%	21%	1.419,3	0,00	0,00	36.393	23	39	30	-8.415,0	0,02	-0,23
EEM 2	13%	12%	857,6	961,04	63,87	5.832	3	4	15	12.220,9	0,29	2,10
EEM 3	8%	8%	535,4	0,00	0,00	11.738	18	21	8	-7.374,3	-0,20	-0,63

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

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

Dall'analisi dei risultati emerge che senza l'accesso alle forme incentivanti solo l'intervento delle termovalvole sarebbe economicamente sostenibile.

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

	CON INCENTIVI											
	% Δ_E [%]	% Δ_{CO_2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	21,2%	20,6%	1.419,25	0,00	0,00	36.392,77	22,96	38,68	30,00	-8.415,02	0,02	-0,23
EEM 2	12,8%	12,5%	857,60	961,04	63,87	5.831,57	3,27	3,59	15,00	12.220,92	0,29	2,10
EEM 3	8,0%	8,3%	535,42	0,00	0,00	11.738,00	9,64	10,87	8,00	-3.193,99	-0,06	-0,27

Dall’analisi dei risultati emerge che grazie all’accesso alla forma incentivante del conto termico tutti gli interventi risultano essere economicamente convenienti.

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 tn-esimo.

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

- **Scenario 1: EEM2+EEM3** : Tale scenario consiste nella realizzazione di sostituzione di corpi illuminanti e l’installazione di termovalvole
- **Scenario 2: EEM1+EEM2+EEM3**: Tale scenario consiste nella realizzazione di sostituzione di serramenti e corpi illuminanti e l’installazione di termovalvole

9.3.1 Scenario 1: EEM2+EEM3

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

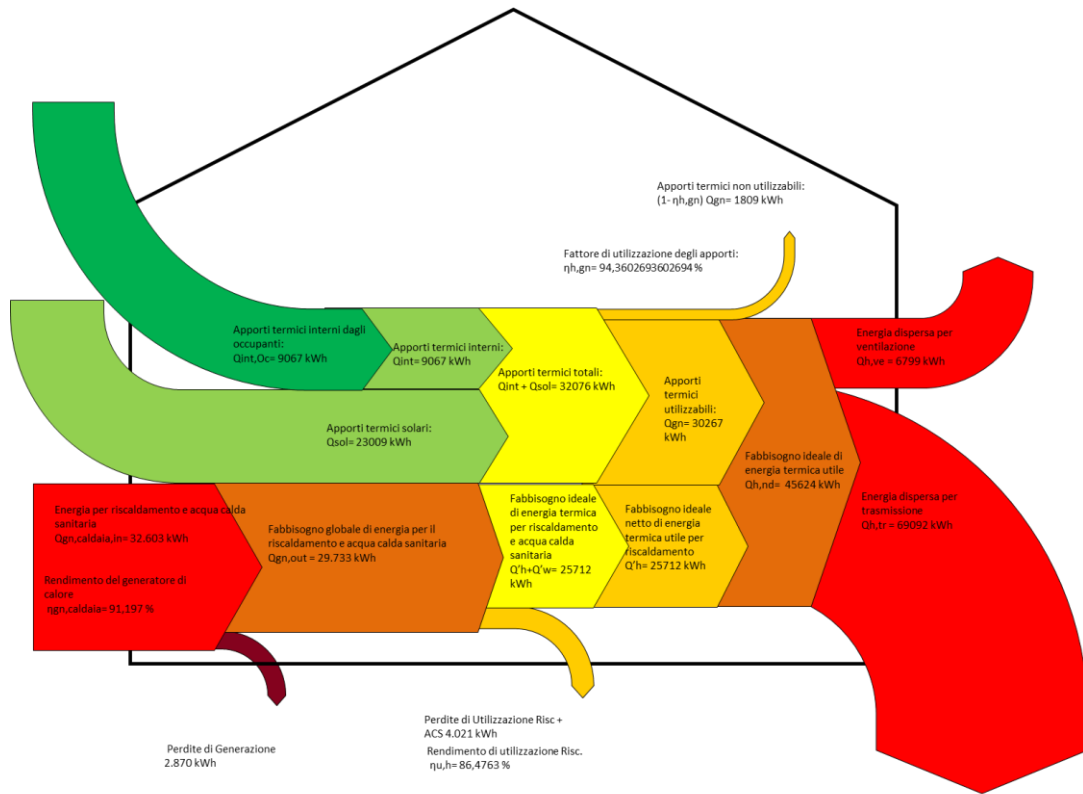
- EEM2: sostituzione corpi illuminanti
- EEM3: installazione di termovalvole

Tabella 9.9 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE	IVA AI 22%	TOTALE
	(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
	[€]		[€]
EEM2 Fornitura & Posa	4.345	956	5.301
EEM3 Fornitura & Posa	8.730	1.921	10.650
Costi per la sicurezza	392,26	86,30	478,55
Costi per la progettazione	933,59	205,39	1138,99
TOTALE (I₀)	14.401	3.168	17.569
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO}	C _{MS}	C _M
	(IVA INCLUSA)	(IVA INCLUSA)	(IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 O&M	3.844,1	1.149,6	4.993,7
EEM3 O&M	4.564,9	1.277,3	5.842,2
TOTALE (C_M)	3.603,9	1.149,6	4.753,4
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE	
		(IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]		4.695,07
Durata incentivi			5,00
Incentivo annuo			939,01

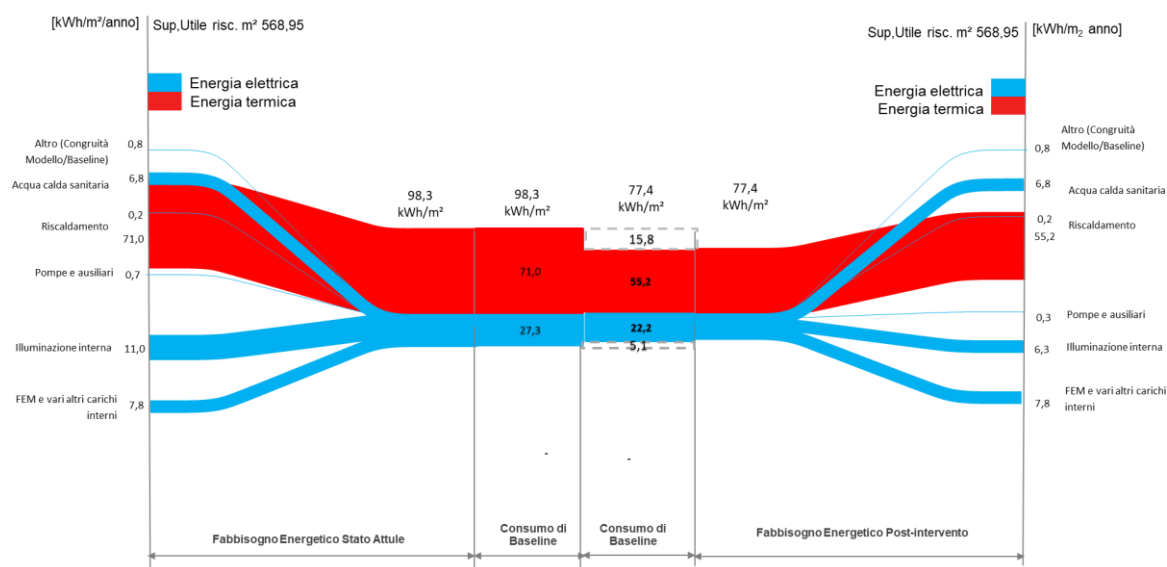
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di sankey relativo alle situazioni post-intervento.

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 all’energia dispersa per trasmissione è notevolmente diminuito, insieme al fabbisogno globale di energia per il riscaldamento.

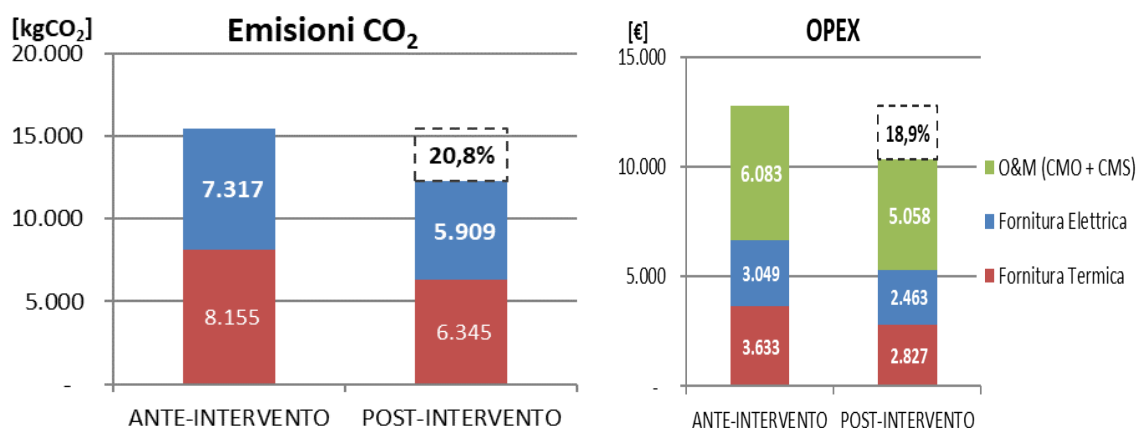
Figura 9.8 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento



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 - EEM2+EEM3

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM2 [Rendimento di regolazione]	[W/m²K]	76	98	-28,9%
EM3 [Potenza corpi illuminanti]	[W/m²K]	72	36	50,0%
Q _{teorico}	[kWh]	41.905	32.603	22,2%
EE _{teorico}	[kWh]	15.113	12.206	19,2%
Q _{baseline}	[kWh]	40.372	31.410	22,2%
EE _{baseline}	[kWh]	15.548	12.558	19,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	8.155	6.345	22,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.261	5.864	19,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	15.416	12.209	20,8%
Fornitura Termica, C _q	[€]	3.633	2.827	22,2%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.035	2.451	19,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	6.669	5.278	20,8%
C _{MO}	[€]	4.805	3.604	25,0%
C _{MS}	[€]	1.277	1.150	10,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.082	4.753	21,9%
OPEX	[€]	12.751	10.032	21,3%
Classe energetica	[-]	D	D	O Classi

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–EEM2+EEM3

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	14
Anni Concessione	n	15
Anno inizio Concessione	n_0	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	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	6,5
Anni Equity	n_E	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_0	17.569
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	527
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	18.096
%CAPEX a Debito	D	0,8
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	14.477
Equity	I_E	3.619
Fattore di annualità Debito	FA_D	6
Rata annua debito	q_D	2.518
Costo finanziamento, (D+INT _D)	$q_D * n_D$	16.370
Costi per interessi debito, INT _D	INT_D=q_D*n_D-D	1.893

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

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	6.683
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	6.083
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	12.766
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	0,00
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$	0,21
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$	0,17
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$	0,05
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	1.721
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	638
Risparmio PA durante la concessione	14%	27.219
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	2.893
N° di Canoni annuali	anni	14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	0,17
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	216
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	135
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	731
Canone O&M €/anno	C_{nM}	5.249
Canone Energia €/anno	C_{nE}	5.797
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	11.045
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	1.082
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	12.128
Aliquota IVA %	IVA	0,22
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	3.168
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	4.695
Durata Incentivi, anni	n_B	5
Inizio erogazione Incentivi, anno		2022

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
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	12
Valore Attuale Netto, VAN = $VA - Io$	VAN > 0	1.043
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	0,05
Indice di Profitto	IP	0,06
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC , Anni	T.R.S.	10
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	14,30
Valore Attuale Netto, VAN = $VA - Io$	VAN > 0	94
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	0,10
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,02
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,62
Indice di Profitto Azionista	IP	0,01

Figura 9.10 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

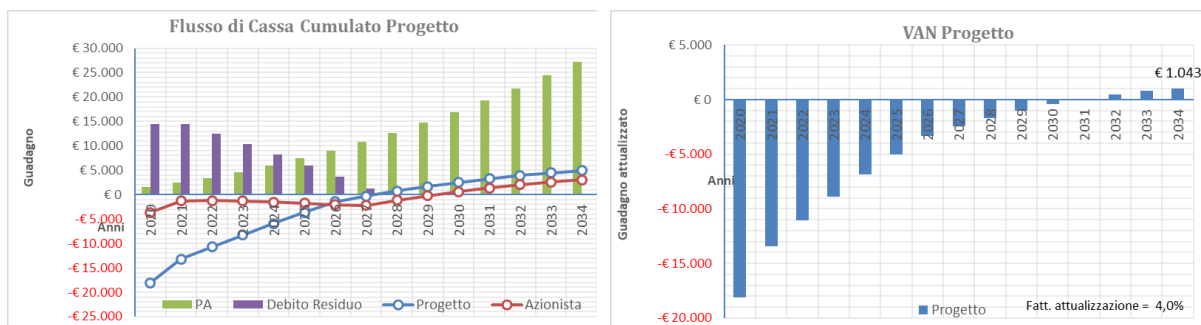
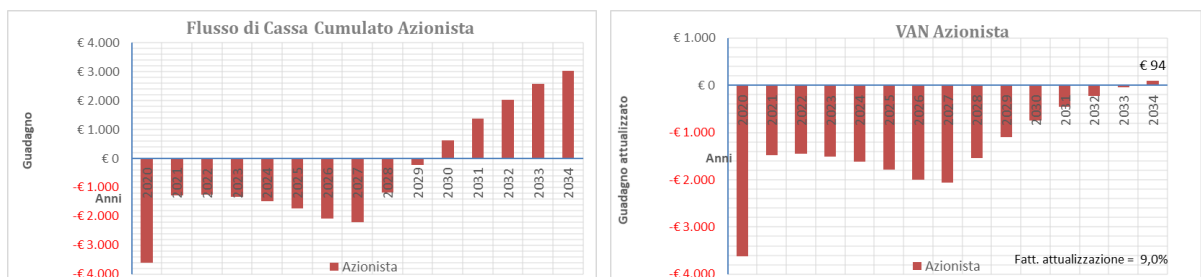


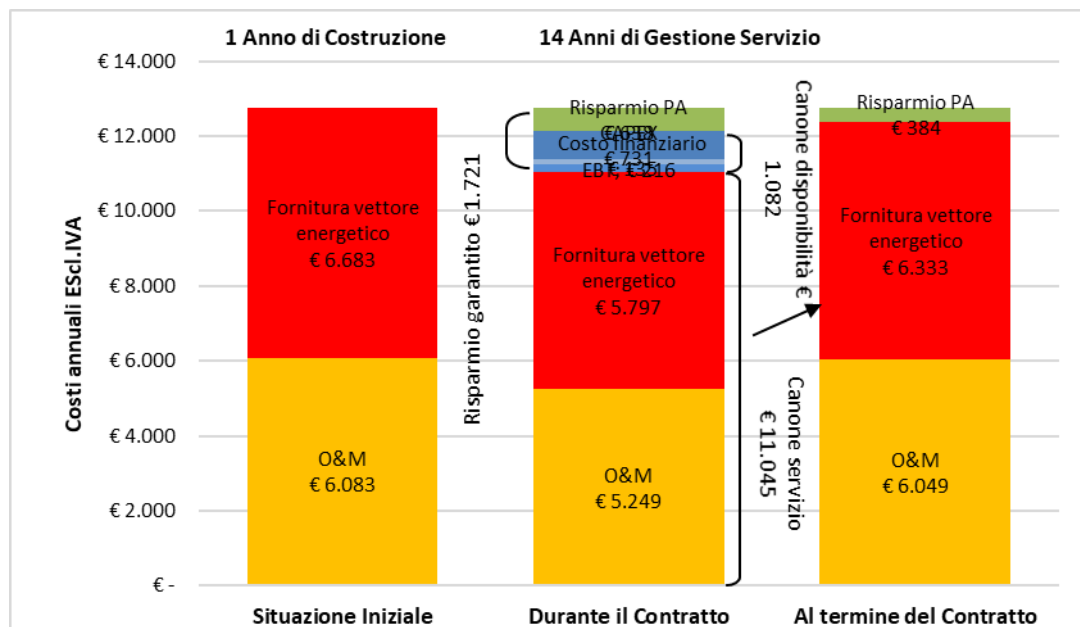
Figura 9.11 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



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 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



9.3.2 Scenario 2: EEM1+EEM2+EEM3:

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

- EEM1: sostituzione serramenti
- EEM2: sostituzione corpi illuminanti
- EEM3: installazione di termovalvole

La realizzazione dell'intervento di sostituzione serramenti consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, (intervento 1.B - art. 4, comma 1, lettera b), i quali possono essere quantificati come di seguito descritto:

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 PAe 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 **146,5 mq**
- $C = \frac{\text{spesa sostenuta in €}}{\text{superficie oggetto di intervento}}$ costo specifico sostenuto – pari a **248 €/mq €**
- C_{max} è il valore massimo di C ed è definito dalla tabella 5 del Decreto.

[Tabella 5 – Allegato II - DM 16.02.16]			
Tipologia di intervento	Percentuale incentivata della spesa ammissibile (% _{spesa})	Costo massimo (C _{max})	Valore massimo dell'incentivo I _{max} [€]
Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi, se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento	40 (**)	350 €/m ² per le zone climatiche A, B, C	75.000
	40 (**)	450 €/m ² per le zone climatiche D, E, F	100.000

L'incentivo è quindi pari a :

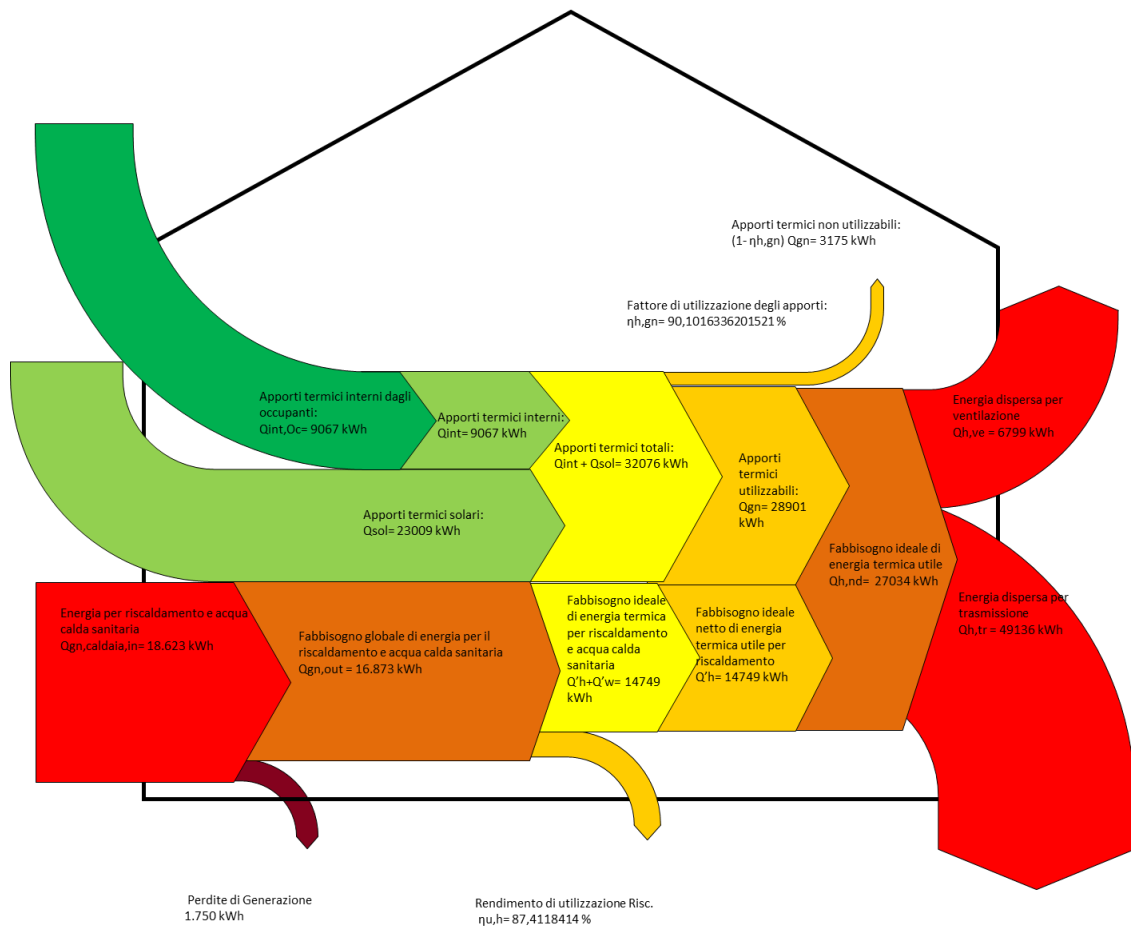
TOTALE (I₀)		29.830,1	22%	36.392,8
Incentivi	[Conto termico]			14.557,1
Durata incentivi				5,0
Incentivo annuo				2.911,4

Tabella 9.14 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE	IVA AI 22%	TOTALE
	(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
	[€]		[€]
EEM1 Fornitura & Posa	27.118	5.966	33.084
EEM2 Fornitura & Posa	4.345	956	5.301
EEM3 Fornitura & Posa	8.730	1.921	10.650
Costi per la sicurezza	1205,80	265,28	1471,08
Costi per la progettazione	2831,88	623,01	3454,89
TOTALE (I₀)	44.231	9.731	53.962
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO}	C _{MS}	C _M
	(IVA INCLUSA)	(IVA INCLUSA)	(IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	6.551	1.741	8.293
EEM2 O&M	3.844,1	1.149,6	4.993,7
EEM3 O&M	4.564,9	1.277,3	5.842,2
TOTALE (C_M)	3.603,86	1.149,59	4.753,44
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE	
		(IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]		71.653,91
Durata incentivi			5,00
Incentivo annuo			14.330,78

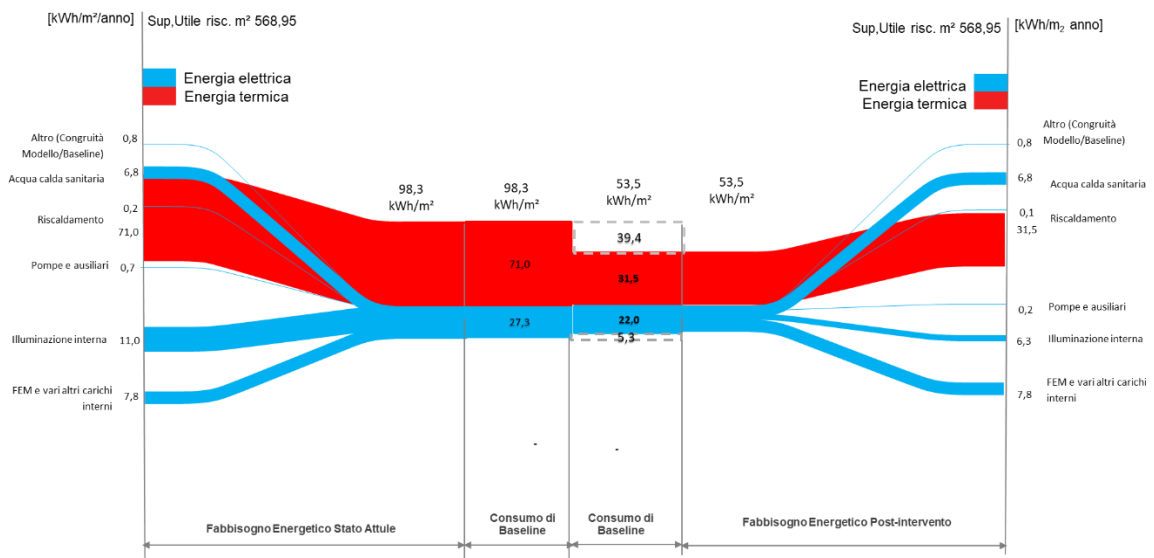
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di sankey relativo alle situazioni post-intervento.

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 all’energia dispersa per trasmissione è notevolmente diminuito, insieme al fabbisogno globale di energia per il riscaldamento.

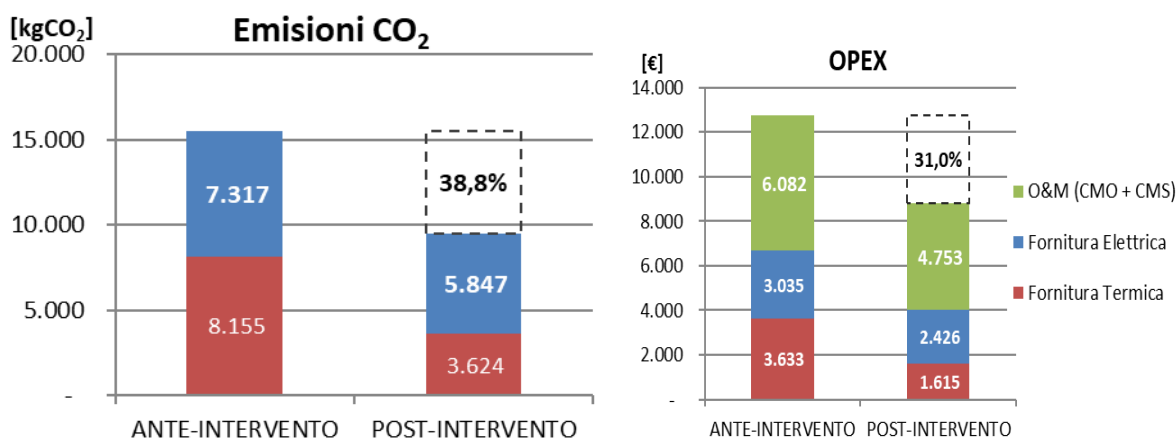
Figura 9.14 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento



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

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

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 [Trasmittanza media serramenti]	[W/m²K]	5	1,2	76,0%
EM2[Rendimento di regolazione]	[W/m²K]	76	98	-28,9%
EM3 [Potenza corpi illuminanti]	[W/m²K]	72	36	50,0%
Q _{teorico}	[kWh]	41.905	18.623	55,6%
EE _{teorico}	[kWh]	15.113	12.078	20,1%
Q _{baseline}	[kWh]	40.372	17.942	55,6%
EE _{Baseline}	[kWh]	15.667	12.521	20,1%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	8.155	3.624	55,6%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	7.317	5.847	20,1%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	15.472	9.472	38,8%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	3.633	1.615	55,6%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.049	2.437	20,1%
Fornitura Energia, C_E	[€]	6.683	4.052	39,4%
C _{MO}	[€]	4.805	3.844	20,0%
C _{MS}	[€]	1.277	1.213	5,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.083	5.058	16,9%
OPEX	[€]	12.765	9.109	28,6%
Classe energetica	[-]	D	C	+1 Classe

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 9.16, Tabella 9.17 e Tabella 9.18 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
Anni Gestione Servizio	n_s	24
Anni Concessione	n	25
Anno inizio Concessione	n_o	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
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	11
Anni Equity	n_E	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_o	53.962
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	1.619
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	55.581
%CAPEX a Debito	D	0,8
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	44.465
Equity	I_E	11.116
Fattore di annualità Debito	FA_D	9
Rata annua debito	q_D	4.957
Costo finanziamento, (D+INT _D)	$q_D * n_D$	54.522
Costi per interessi debito, INT _D	INT_D=q_D*n_D-D	10.057

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

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	6.683
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	6.083
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	12.766
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	0,00
Riduzione% costi fornitura Energia	%ΔC_E	0,39
Riduzione% costi O&M	%ΔC_M	0,17
Obiettivo riduzione spesa PA	%$C_{Baseline}$	0,05
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	2.663
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	638
Risparmio PA durante la concessione	14%	64.836
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	4.937
N° di Canoni annuali	anni	24
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	0,21
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	498

Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	419
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	1.108
Canone O&M €/anno	C_{nM}	5.383
Canone Energia €/anno	C_{nE}	4.719
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	10.103
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	2.025
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	12.128
Aliquota IVA %	IVA	0,22
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	9.731
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	19.252
Durata Incentivi, anni	n_B	5
Inizio erogazione Incentivi, anno		2022

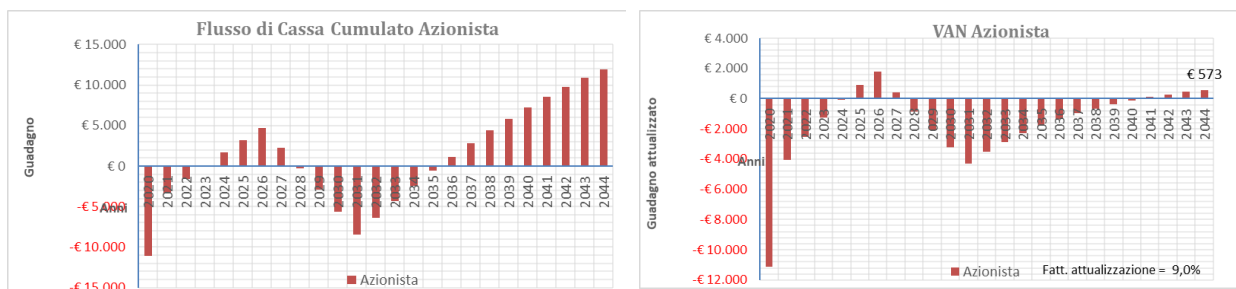
Tabella 9.18 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN2

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	11,3
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	18,8
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	3475
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	0,05
Indice di Profitto	IP	0,06
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	9
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	20,9
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	573
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	0,10
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,02
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,19
Indice di Profitto Azionista	IP	0,01

Figura 9.16 –SCN2: Flussi di cassa del progetto



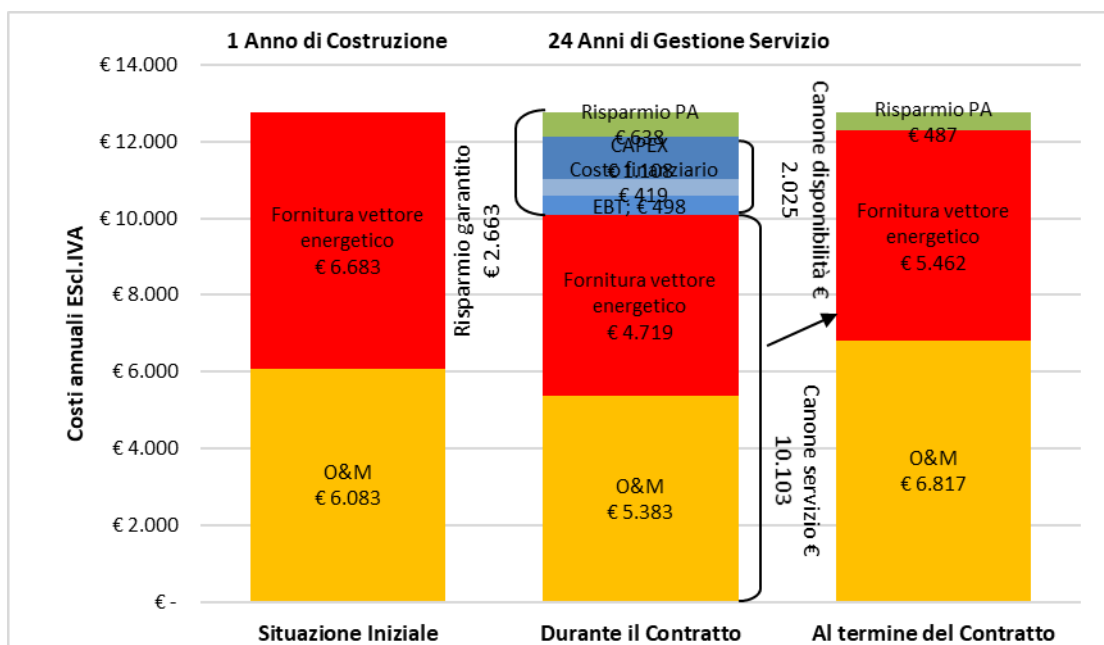
Figura 9.17 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che lo scenario di interventi non risulta conveniente per nessuno dei due operatori.

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 9.18 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



10 CONCLUSIONI

Dall’analisi e dai sopralluoghi effettuati presso la E0761 – Scuola materna statale “Girasole” è risultato che l’edificio, presenta livelli buoni di performance energetica.

La situazione è invece differente per quanto riguarda gli indici di performance relativi al consumo di energia elettrica, che sono risultati essere insufficienti.

10.1 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

Gli interventi di efficientamento previsti per la struttura interessano l’involucro, l’impianto di illuminazione e l’impianto di climatizzazione, in particolare per quanto riguarda il sottosistema di regolazione.

Entrambi gli scenari di intervento proposti consentono un rientro degli interventi in tempi conformi alle richieste della committenza; lo scenario 2, che prevede interventi anche sull’involucro, che nonostante elevati costi di realizzazione presenta elevati saving energetici e risulta essere anch’esso conveniente.

10.2 CONCLUSIONI E COMMENTI

La scuola è risultata essere, dal punto di vista impiantistico, in un buono stato manutentivo con componenti caratterizzati da buoni rendimenti. Tuttavia, l’assenza di una regolazione efficace ed efficiente, genera perdite elevate di generazione. E ‘pertanto necessario installare dei sistemi che consentano una regolazione omogenea e controllata in ogni locale.

Per quanto concerne l’involucro gli standard prestazionali sono decisamente inferiori, con soluzioni costruttive con bassi livelli di isolamento termico; la maggior parte dei serramenti presenti risale infatti agli anni ‘70 ed è del tipo a vetro singolo e telaio in alluminio.

Tutti questi fattori fanno sì che l’edificio sia, per quanto riguarda le numerose superfici finestrate, particolarmente disperdente e che un ulteriore efficientamento del fabbricato non può prescindere dalla sostituzione di questi elementi; questa tipologia di intervento richiede elevati importi, che in questo caso risultano conciliabili con i tempi di ritorno attesi dalla Committenza.

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

	Titolo	Data	Nome file
Planimetrie Involucro	TAVOLA DI INQUADRAMENTO	26/11/2017	E1038.dwg
Planimetrie Involucro	TAVOLA PIANI	26/11/2017	E00761S.dwg
Planimetrie Involucro	TAVOLA PERTINENZE EDIFICIO CIVILE	26/11/2017	E00761P.dwg
Planimetrie Involucro	TAVOLA PIANO PRIMO EDIFICIO SCOLASTICO/SOCIALE	26/11/2017	PIAN1.dwg
Planimetrie Involucro	TAVOLA PIANO SOTTO STRADA EDIFICIO SCOLASTICO/SOCIALE	26/11/2017	PIAN1SS.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 Involucro	TAVOLA U.I.U. CIVILE	26/11/2017	UIU002.dwg
Planimetrie Involucro	TAVOLA U.I.U. CIVILE	26/11/2017	UIU003.dwg
Planimetrie Involucro	TAVOLA U.I.U. CIVILE	26/11/2017	UIU004.dwg
Planimetrie Involucro	TAVOLA U.I.U. CIVILE	26/11/2017	UIU008.dwg
Planimetrie Involucro	TAVOLA U.I.U. CIVILE	26/11/2017	UIU009.dwg
Planimetrie Involucro	TAVOLA U.I.U. CIVILE	26/11/2017	UIU010.dwg
Planimetrie Involucro	TAVOLA U.I.U. CIVILE	26/11/2017	UIU011.dwg
Planimetrie Involucro	TAVOLA U.I.U. CIVILE	26/11/2017	UIU012.dwg
Planimetrie Involucro	TAVOLA U.I.U. CIVILE	26/11/2017	UIU013.dwg
Planimetrie Termici	CENSIMENTO – CENTRALE TERMICA	26/11/2017	045-S01-001-TOTALE.dwg
Planimetrie Termici	CENSIMENTO – PIANO 00	26/11/2017	L1-042-045-P00.dwg
Planimetrie Termici	CENSIMENTO – PIANO 01	26/11/2017	L1-042-045-P01.dwg
Planimetrie Termici	CENSIMENTO – PIANO SOTTO STRADA	26/11/2017	L1-042-045-S01.dwg
Checklist Termici	L1-042-045-P00-Checklist	26/11/2017	L1-042-045-P00-Checklist.xlsx
Checklist Termici	L1-042-045-P01-Checklist	26/11/2017	L1-042-045-P01-Checklist.xlsx
Checklist Termici	L1-042-045-S01-Checklist	26/11/2017	L1-042-045-S01-Checklist.xlsx
Bollette EE	POD:IT001E00096313 Fattura dal 01-08-14 al 30-09-14	08/11/2017	5700345571
Bollette EE	POD:IT001E00096313 Fattura dal 01-10-14 al 30-11-14	08/11/2017	5700411457
Bollette EE	POD:IT001E00096313 Fattura dal 01-11-14 al 30-11-14	08/11/2017	5700477402
Bollette EE	POD:IT001E00096313 Fattura dal 01-03-15 al 31-03-15	08/11/2017	5750081986
Bollette EE	POD:IT001E00096313 Fattura dal 01-12-15 al 31-01-16	08/11/2017	E000150589
Bollette EE	POD:IT001E00096313 Fattura dal 01-03-16 al 31-03-16	08/11/2017	E000334603
Bollette EE	POD:IT001E00096313 Fattura dal 01-04-16 al 30-04-16	08/11/2017	11640025275
Bollette EE	POD:IT001E00096313 Fattura dal 01-04-16 al 30-09-16	08/11/2017	011640087941
Bollette EE	POD:IT001E00096313 Fattura dal 01-06-16 al 30-06-16	08/11/2017	011640048519
Bollette EE	POD:IT001E00096313 Fattura dal 01-07-16 al 31-07-16	08/11/2017	011640060830
Bollette EE	POD:IT001E00096313 Fattura dal 01-08-16 al 31-08-16	08/11/2017	011640074903
Bollette EE	POD:IT001E00096313 Fattura dal 01-08-16 al 30-11-16	08/11/2017	011640126636
Bollette EE	POD:IT001E00096313 Fattura dal 01-10-16 al 31-10-16	08/11/2017	011640100078
Bollette Gas	PDR:03270022317286 Fattura dal 01-01-15 al 31-03-15	08/11/2017	0100032015000172700
Bollette Gas	PDR:03270022317286 Fattura dal 01-04-15 al 30-06-15	08/11/2017	P150007518
Bollette Gas	PDR:03270022317286 Fattura dal 01-07-15 al 31-07-15	08/11/2017	P150015576
Bollette Gas	PDR:03270022317286 Fattura dal 01-08-15 al 31-08-15	08/11/2017	P150019771
Bollette Gas	PDR:03270022317286 Fattura dal 01-09-15 al 30-09-15	08/11/2017	P150032667
Bollette Gas	PDR:03270022317286 Fattura dal 01-10-15 al 31-10-15	08/11/2017	P150037967
Bollette Gas	PDR:03270022317286 Fattura dal 01-11-15 al 30-11-15	08/11/2017	P150048624
Bollette Gas	PDR:03270022317286 Fattura dal 01-12-15 al 31-12-15	08/11/2017	P160003881
Bollette Gas	PDR:03270022317286 Fattura dal 01-04-16 al 30-04-16	08/11/2017	P160041242
Bollette Gas	PDR:03270022317286 Fattura dal 01-12-16 al 31-12-16	08/11/2017	EX03011/2017

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Fotografie da sopralluogo	Fotografie da sopralluogo	06/2018	ALLEGATO B_Lotto.6 – E0761_Foto da 1 a 16
Contatori	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con posizione impianti e contatori	07/2018	ALLEGATO B_Lotto.6 – E0761_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 – E0761_ZoneTermiche
Impianto Elettrico	Diagramma a blocchi impianto elettrico conforme allo stato di fatto	07/2018	ALLEGATO B_Lotto.6 – E0761_Impianto Elettrico
Impianto termico	Diagramma a blocchi impianto termico conforme allo stato di fatto	07/2018	ALLEGATO B_Lotto.6 – E0761_ImpiantoTermico
Calcolo Elettrico	Dettaglio di calcolo del modello elettrico	07/2018	ALLEGATO B_Lotto.6 – E0761_CalcoloElettrico

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Report di indagine termografica	06/2018	ALLEGATO C_Lotto.6 – E0761

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 – E0761

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
Relazione di dettaglio dei calcoli	06/2018	ALLEGATO E_Lotto.6 – E0761

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificato CTI software	06/2018	ALLEGATO F_Lotto.6 – E0761

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
Attestato di prestazione energetica	06/2018	ALLEGATO G_Lotto.6 – E0761

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Bozza di APE scenari	06/2018	ALLEGATO H_Lotto.6 – E0761

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
Dati climatici	06/2018	GG_Lotto6-E0761

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
Schede di audit	06/2018	Lotto.6-E0761_Schede-Audit



ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
Schede ORE	06/2018	ALLEGATO K_Lotto.6 – E0761

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Piano economico finanziario scenari	06/2018	Lotto.6-E0761_analisi-PEF

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report di benchmark	06/2018	ALLEGATO M_Lotto.6 – E0761



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.]

