

Edificio per uffici Piazza Dante 93

Edificio 557

Piazza Dante 93

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

PON METRO 2014 - 2020



Novembre 2018

COMUNE DI NAPOLI



Edificio per uffici Piazza Dante, n°93

Edificio 557

Piazza Dante 93

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

PROGETTO PON METRO 2014 - 2020

Novembre 2018

COMUNE DI NAPOLI

Comune di Napoli– Servizio Progettazione, Realizzazione e Manutenzione patrimonio comunale
Piazza Francese 1-3 – cap 80133 Napoli;
tel. 081.7957610– 081.7957653. Sito internet: www.comune.napoli.it

eFM SpA

Via Laurentina, 455 - 00142 Roma

Tel 06 5400064 – efm@efmnet.com

INDICE

	PAGINA
LEGENDA ACRONIMI E SIGLE	1
EXECUTIVE SUMMARY	2
1. INTRODUZIONE	4
1.1 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	4
1.2 IDENTIFICAZIONE DEL COMPLESSO EDILIZIO.....	4
1.3 METODOLOGIA DI LAVORO	5
1.4 STRUTTURA DEL REPORT	7
2 DATI DELL'EDIFICIO	9
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	9
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO	9
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	11
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	12
3 DATI CLIMATICI	14
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	14
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	14
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	15
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	17
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	17
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	17
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	18
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	19
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	21
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	21
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA	21
4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	21
4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	22
4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE	22
5 CONSUMI RILEVATI	23
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	23
<i>Energia termica</i>	23
<i>Energia elettrica</i>	24
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	28
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO	32
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	32
<i>Validazione del modello termico</i>	33
<i>Validazione del modello elettrico</i>	34
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	36
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	36
<i>Vettore termico</i>	36
<i>Vettore elettrico</i>	36

7.2	STIMA DEI COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	37
7.3	TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	39
7.4	BASILINE DEI COSTI.....	39
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	41
8.1	ELENCO, DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ, PRESTAZIONI E COSTI-BENEFICI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI.....	41
8.2	INTERVENTI FATTIBILI	46
	<i>EEM1: Installazione di illuminazione LED.....</i>	<i>46</i>
	<i>EEM2: Sostituzione chiusure trasparenti</i>	<i>48</i>
	<i>EEM3: Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione</i>	<i>50</i>
8.3	COMBINAZIONI DI INTERVENTI FATTIBILI E CLASSI ENERGETICHE RAGGIUNGIBILI.....	51
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	52
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	52
	<i>EEM1: Installazione di illuminazione a led.....</i>	<i>52</i>
	<i>EEM2: Sostituzione chiusure trasparenti</i>	<i>53</i>
	<i>EEM3: Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione</i>	<i>55</i>
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	56
	<i>EEM1: installazione di illuminazione a led.....</i>	<i>57</i>
	<i>EEM2: Sostituzione chiusure trasparenti</i>	<i>59</i>
	<i>EEM3: Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione</i>	<i>60</i>
	<i>Sintesi.....</i>	<i>61</i>
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO	62
	<i>Scenario A: EEM1+EEM3.....</i>	<i>63</i>
	<i>Scenario B: SCNA + EEM3.....</i>	<i>65</i>
10	CONCLUSIONI	68
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	68
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI.....	68

LEGENDA ACRONIMI E SIGLE

Si riporta l'elenco, con le corrispondenti definizioni, delle più comuni sigle e degli acronimi utilizzati nel presente documento di diagnosi energetica.

ACS	Acqua Calda Sanitaria
APE	Attestato di Prestazione Energetica
Cu	Costo Unitario
EEM	Energy Efficiency Measure - intervento di efficienza energetica
GG	Gradi Giorno
GSE	Gestore dei Servizi Energetici
GT	Generatore Termico
O&M	Operation and Maintenance
OPEX	Operating Expense - Spese operative
PRG	Piano Regolatore Generale
SCN	Scenario
UTA	Unità di Trattamento Aria
ZT	Zona Termica

EXECUTIVE SUMMARY

Caratteristiche dell'edificio oggetto della DE

Tabella 0.1 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		n.d.
Anno di ristrutturazione		n.d.
Zona climatica		C
Destinazione d'uso		E.2
Superficie utile riscaldata	[m ²]	3.405
Superficie disperdente (S)	[m ²]	4.133
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	18.640
Rapporto S/V	[1/m]	0,222
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	4.020
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	4.020
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	286,2
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	n.a.
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Generatore autonomo
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	102,53
Consumo di riferimento GasMetano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	39.046
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	34.555
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	219.550
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	34.787

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

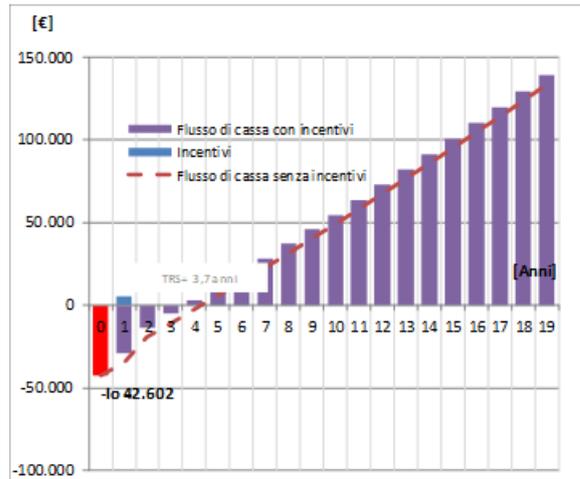
- EEM 1: Installazione di illuminazione a led
- EEM 2: sostituzione chiusure trasparenti
- EEM 3: installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione

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

	CON INCENTIVI											
	%Δ _E	%Δ _{CO₂}	ΔC _E	ΔC _{MO}	ΔC _{MS}	I ₀	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	13%	14%	5.239 €	0	200	14.017 €	1,68	1,77	10	28.350 €	47%	2,02
EEM 2	10%	10%	3.893 €	0	26,305	146.302 €	16,78	22,67	20	-17.726 €	1%	-0,12
EEM 3	11%	11%	4.174 €	0	0	27.344 €	6,56	7,82	10	3.332 €	7%	0,12
SCN 1	24%	25%	9.414 €	0	200	41.361 €	3,74	4,38	20	84.815 €	25%	2,05
SCN 2	34%	35%	13.307 €	0	226,305	187.662 €	7,94	10,61	20	67.090 €	10%	0,36

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi economica

Flussi di cassa con e senza incentivi



Flussi di cassa attualizzati con e senza incentivi

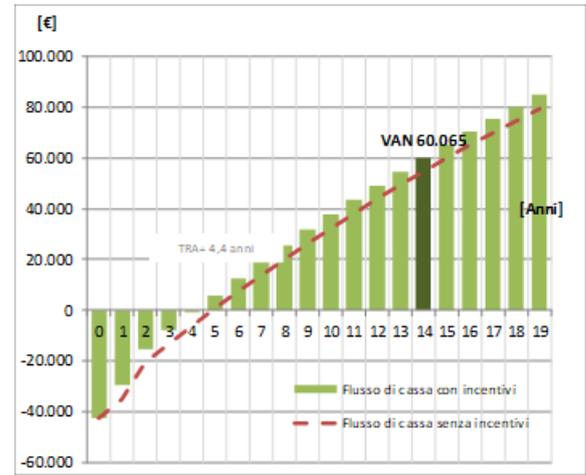
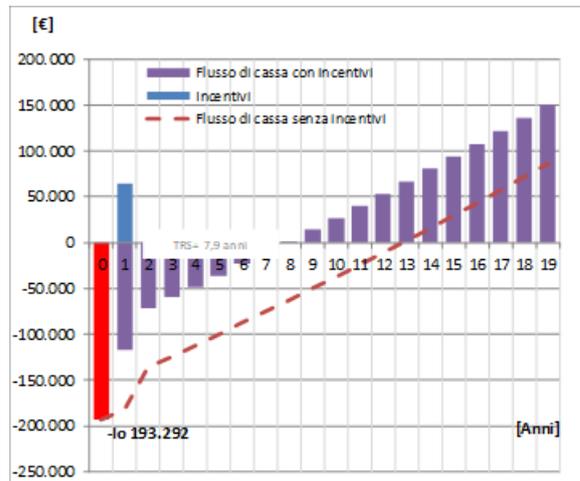
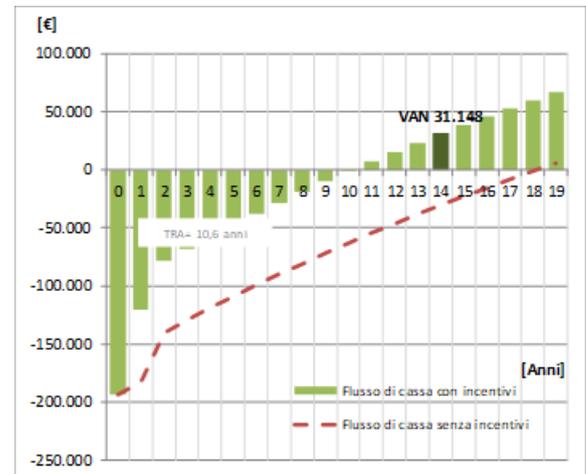


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi economica

Flussi di cassa con e senza incentivi



Flussi di cassa attualizzati con e senza incentivi



1. INTRODUZIONE

1.1 Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto

La presente DE è stata eseguita dalla eFM S.p.A., il cui responsabile per il processo di audit è l'ing. Stefano Mazzetti, 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
Antonello Maiellaro		Sopralluogo in sito
Carlotta Mordini		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Matteo Fontana	EGE	Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Luca Bonanno	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Luca Grossi	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Stefano Mazzetti	REDE	Approvazione report di diagnosi energetica

1.2 Identificazione del complesso edilizio

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU F. 101 Mapp. 374 è sito nel Comune di Napoli e più precisamente nell'area del centro storico di Napoli.

Figura 1.1 – Ubicazione dell'edificio



L'edificio è di proprietà del Comune di Napoli ed è attualmente adibito ad uffici.

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		n.d.
Anno di ristrutturazione		n.d.
Zona climatica		C
Destinazione d'uso		E.2
Superficie utile riscaldata	[m ²]	3.405
Superficie disperdente (S)	[m ²]	4.133
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	18.640
Rapporto S/V	[1/m]	0,222
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	4.020

Superficie lorda aree esterne	[m ²]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	4.020
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	286,2
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	n.a.
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Generatore autonomo
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	102,53
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	39.046
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	34.555
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	219.550
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	34.787
Nota (1): Valori di Baseline		

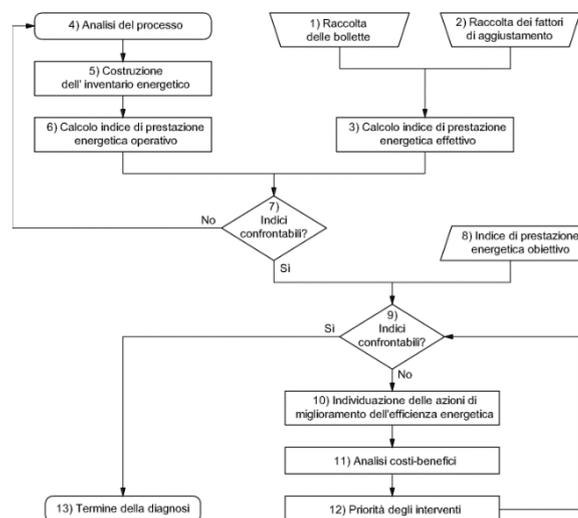
1.3 Metodologia di lavoro

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

- a) Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA: dati consumo storico, planimetrie, ecc
- 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 24/07/2018 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, Assisat, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato – Schede di audit;
- f) Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Namirial Termo 4.3 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n. 66 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato 5 – 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 Federico IIe riportati all'Allegato 8 – 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.

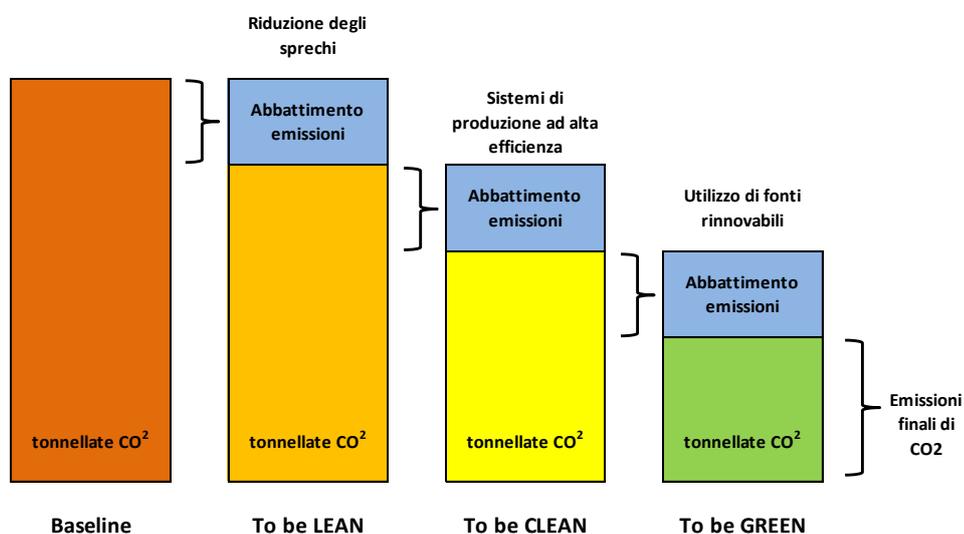
- m) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio per i quali sono verificati il miglior rapporto qualità/prezzo (SCNA) e la migliore performance energetica (SCNB).
- 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 economici ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- q) Realizzazione di una relazione tecnica descrittiva di dettaglio dell'analisi effettuata (Rapporto di DE);
- r) Realizzazione di un report dei Benchmark.

Figura 1.2 – 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 1.3.

Figura 1.3 - 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 gerarchica energetica non è raccomandato riqualificare gli impianti di generazione della climatizzazione e gli impianti rinnovabili se non a partire da rinnovate e ridotte condizioni del fabbisogno energetico, conseguenti all'adozione di EEM preliminari atte a ridurre il fabbisogno energetica primario.

Per tanto, nel caso di soluzioni integrate, dapprima si è valutata la fattibilità di ridurre gli sprechi mediante misure sull'involucro e sulle domande d'utenza (anche relativamente ai sistemi di emissione, regolazione, distribuzione, accumulo), partendo dal baseline e a approdando a un nuovo valore di baseline ridotto, ("to Be Lean"). In seguito, da questo valore ridotto di baseline si è valutato il dimensionamento delle apparecchiature e il risparmio conseguibile dapprima dalle 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).

1.4 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.

Allegati al report:

- Allegato 1 – Elaborati;
- Allegato 2 – report di indagine termografica;
- Allegato 3 – Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali;
- Allegato 4 – Relazione di calcolo;
- Allegato 5 – Certificato di conformità del software;
- Allegato 6 – APE;
- Allegato 7 – Bozze di APE degli scenari A e B;
- Allegato 8 – Dati climatici reali;
- Allegato 9 – Schede di Audit;
- Allegato 10 – Report di Benchmark.

Considerati i tempi dettati dal Capitolato Speciale d'Appalto e la data di stipula del Contratto, la fase di sopralluoghi presso le strutture oggetto di Diagnosi si è svolta interamente nel periodo estivo (mese di luglio 2018). Per tale motivo non è stato possibile svolgere prove di indagine termografica o termoflussimetrie secondo le normative tecniche di riferimento (UNI EN 13187 e UNI ISO 9869-1:2015) che richiedono determinate condizioni climatiche, tipicamente invernali, che non avrebbero potuto essere soddisfatte nel mese di luglio. Per tale motivo gli allegati 2 e 3 non sono stati prodotti. Gli allegati 5, 8 e 10 sono unici ed uguali per tutte le Diagnosi redatte.

2 DATI DELL'EDIFICIO

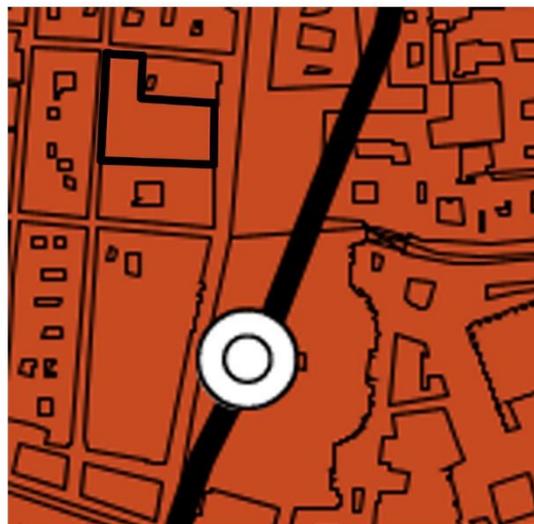
2.1 Informazioni sul sito

Lo strumento urbanistico vigente, il Piano Urbanistico Comunale approvato con decreto del Presidente della Giunta regionale della Campania n° 323/11 giugno 2004, classifica l'edificio oggetto della DE in zona A – Insedimento di interesse storico.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale

VARIANTE AL PIANO REGOLATORE GENERALE centro storico, zona orientale e zona occidentale Tav. Zonizzazione - LEGENDA

 Insedimenti di interesse storico	 Fa - Componenti strutturali la conformazione naturale del territorio, destinate a parco territoriale
 A - Insedimenti di interesse storico	 Fa1 - Aree agricole
 Aa - Strutture e manufatti isolati	 Fa2 - Aree incolte
 Ab - Siti archeologici	 Fa3 - Aree boscate
 Ac - Porto storico	 Fa4 - Aree a verde ornamentale
 Ad - Agricolo in centro storico	 Fa5 - Sito reale di Capodimonte
 Agglomerati urbani di recente formazione	 Fa6 - Rupi, costoni e cave
 Ba - Edilizia d'impulso	 Fb - Abitati nel parco
 Bb - Espansione recente	 Fc - Parchi di nuovo impianto
 Bc - Porto di recente formazione	 Fd - Parco cimiteriale di Poggioreale
 Insedimenti per la produzione di beni e servizi	 Fe - Strutture pubbliche o di uso pubblico e collettivo
 Da - Insedimenti per la produzione di beni e servizi d'interesse tipologico testimoniale	 Ff - Ferrovie e nodi di interscambio
 Db - Nuovi insediamenti per la produzione di beni e servizi	 Fg - Aeroporto esistente
 Dc - Area produttiva florovivaistica	 Fh - Impianti tecnologici
 Componenti strutturali la conformazione naturale del territorio	 Gi - Insedimenti urbani integrati
 Ea - Aree agricole	 - Punti panoramici
 Eb - Aree incolte	 - Sistema dei trasporti su ferro
 Ec - Aree boscate	 - Linee su ferro
 Ed - Aree a verde ornamentale	 - Stazioni esistenti al 1998
 Ee - Rupi, costoni, cave, spiagge e scogliere	 - Stazioni nuove



2.2 Inquadramento territoriale, socio-economico e destinazione d'uso

L'edificio è attualmente adibito ad uffici, pertanto ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d'uso E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati.

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

L'edificio rappresenta per il Comune di Napoli, un edificio di rilevanza storica, artistica e culturale della città. 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 Napoli all'interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan).

È rilevante inoltre sottolineare come la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto, comporterebbe il miglioramento delle condizioni di benessere percepite dai lavoratori, nonché alla corretta manutenzione dell'edificio, al fine di preservarlo al meglio in quanto bene di interesse storico artistico.

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

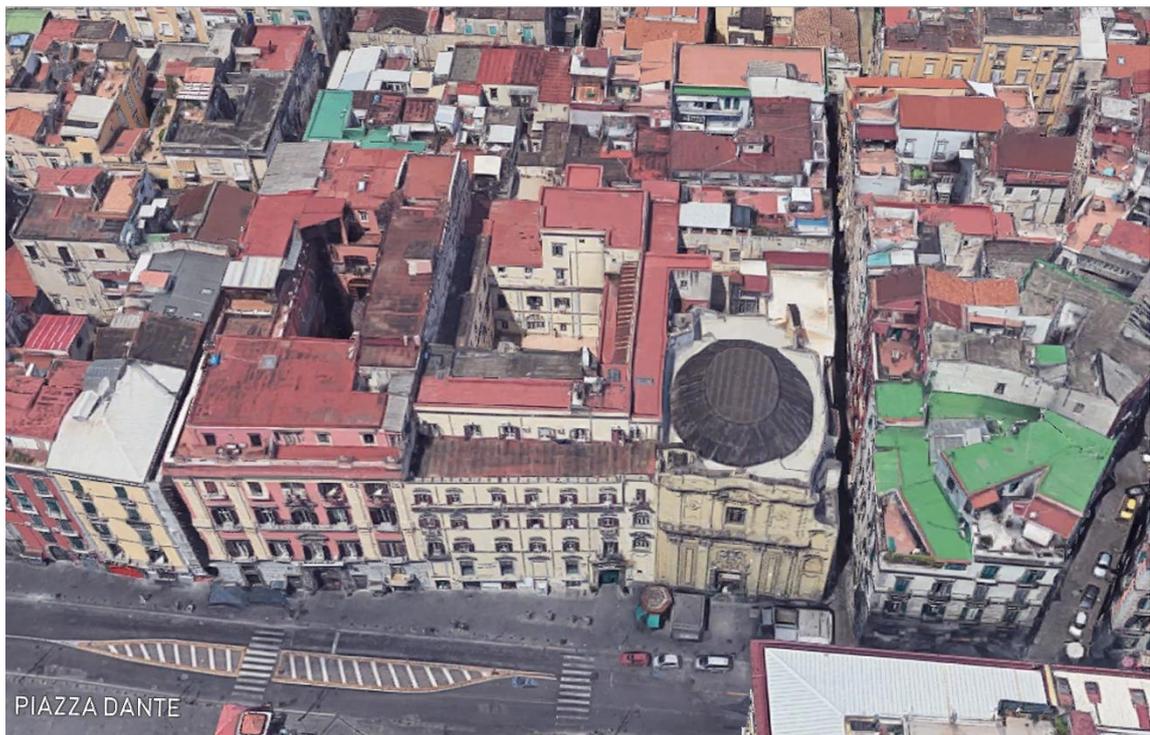
557 Edificio per uffici Piazza Dante 93

L'edificio ospitante l'ufficio oggetto della DE è costituito complessivamente da 4 piani fuori terra, nei quali sono ubicati gli uffici comunali.

Le planimetrie utilizzate nella valutazione sono riportate in Allegato 1 – Elaborati.

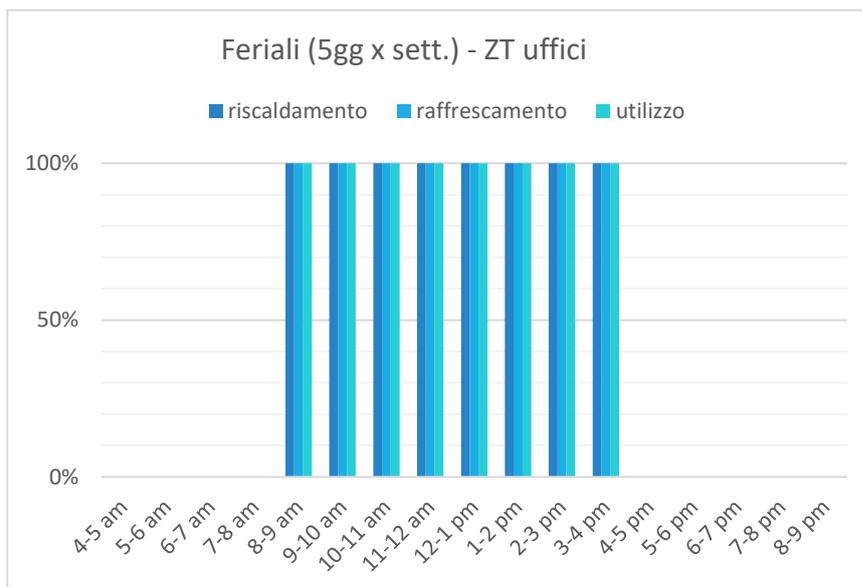


Figura 2.3 - Contesto esterno dell'edificio



Gli uffici hanno un orario di utilizzo dalle 08.00 alle 15.30, dal lunedì al venerdì. Gli impianti ricalcano fedelmente gli orari di fruizione dell'edificio.

Figura 2.4 - Profilo di utilizzo e funzionamento degli impianti per la zona termica uffici



2.3 Verifica dei vincoli interferenti sulle parti dell'immobile interessate dagli interventi

La Particella 374 del Foglio 101, coincidente con il Palazzo in piazza Dante, n°93

-rientra, come risulta dalla tavola della zonizzazione, nella Zona A – insediamenti di interesse storico disciplinata dall'art. 26 delle norme di attuazione della variante per il centro storico, la zona orientale e la zona nord-occidentale.

-è classificata, come risulta dalla tavola 7 – Classificazione Tipologica, per il 62% come: Unità edilizia speciale ottocentesca originaria o di ristrutturazione a struttura modulare – art. 107.

-è classificata, come risulta dalla tavola 7 – Classificazione Tipologica, per il 33% come: Unità edilizia speciale preottocentesca originaria o di ristrutturazione a struttura modulare – art. 103.

-è individuata per il 45% tra le attrezzature di quartiere come immobili destinati a istruzione, interesse comune, parcheggi come risulta dalla tavola n.8 "Specificazioni" art. 56;

-rientra, come risulta dalla tavola 14, nel perimetro delle aree di interesse archeologico.

-è classificata, come risulta dalla tavola dei vincoli geomorfologici, area stabile.

-non rientra nel perimetro delle zone vincolate dal DLgs n42/2004 parte terza, né nei perimetri dei piani territoriali paesistici "Agnano Camaldoli" (Dm 06.11.1995) e "Posillipo" (Dm 14.12.1995), né nella perimetrazione del Parco Regionale dei Campi Flegrei (DPGRC n.782 del 13.11.2003), né nella perimetrazione del Parco Regionale del Parco Regionale e Metropolitano delle Colline di Napoli (DPGRC n.392 del 14.07.2004). Non sono indicati i decreti emessi ai sensi della legge n.778/1922.

-rientra nel perimetro del centro edificato, individuato con delibera consiliare del 04.07.1972 ai sensi dell'art. 18 della legge 865/71.

L'edificio, di interesse culturale dichiarato, è altresì soggetto inoltre a vincolo totale, come definito ai sensi della parte II del D.lgs 42/2004, ed altresì vincolato secondo la L. 1089/1939 art. 1, che stabilisce e fissa norme per la tutela delle cose di interesse artistico o storico.

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

Figura 2.5–Particolare estratto dalla carta dei vincoli



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

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 funzioni d’ufficio e gli orari di effettiva presenza del personale all’interno dell’edificio.

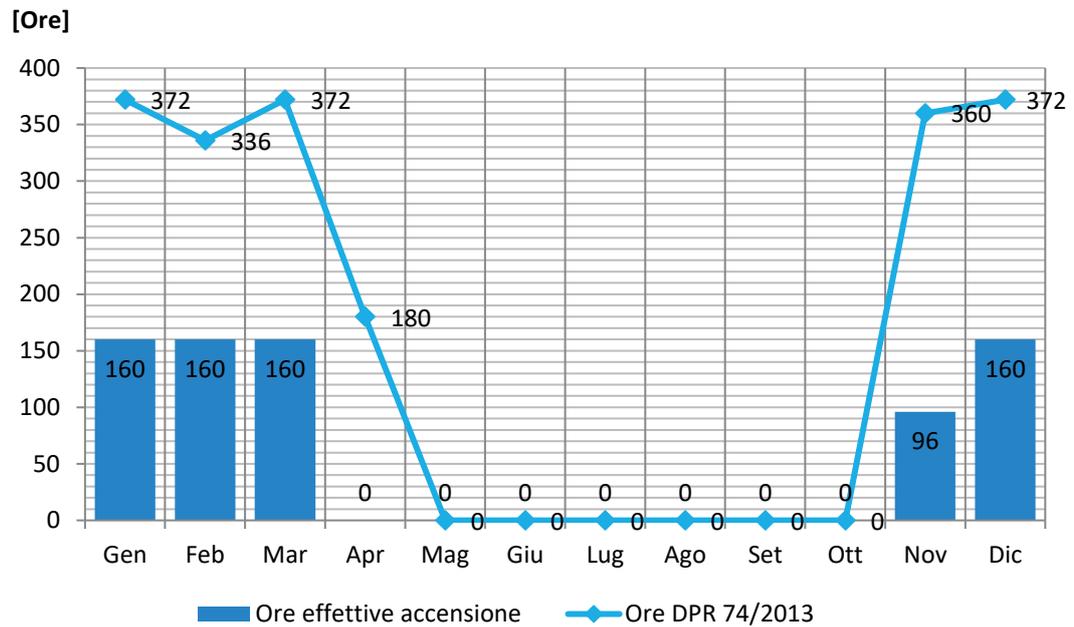
Gli orari di effettivo utilizzo dell’edificio sono stati ricavati tramite intervista agli utenti e funzionari, come pure i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti.

Nella Tabella 2.1 sono pertanto riportati gli orari di funzionamento dell’edificio e gli orari di funzionamento degli impianti termici.

Tabella 2.1 – Orari di funzionamento dell’edificio e orari di funzionamento degli impianti termici.

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 15 Novembre al 31 Marzo	Dal lunedì al venerdì	08.00 – 15.30	8.00 – 16.00
	sabato e domenica	Chiuso	Spento

Figura 2.6 – Andamento mensile delle ore effettive di utilizzo dell'impianto termico



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle funzioni d'ufficio.

3 DATI CLIMATICI

3.1 Dati climatici di riferimento

L'edificio oggetto della DE è ubicato nel Comune di Napoli, il quale ricade nella zona climatica C, a cui corrispondono 1034 **Gradi Giorno (GG)** (D.P.R. 412/93 - allegato A) ed una stagione di funzionamento degli impianti di riscaldamento compresa tra il 15 Novembre e il 31 Marzo con un periodo di accensione consentito degli impianti di 10 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	9,4	11,7	15,1	16,7	22,7	25,1	25,6	21,8	17,4	12,2	10,6

Tali temperature sopra indicate sono quelle utilizzate per la creazione del modello energetico termico, a cui corrispondono 1034 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 15 Novembre e il 31 Marzo, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile riportata in Tabella 3.2.

I GG così definiti sono i GG_{rif} utilizzati ai fini del processo di normalizzazione di cui al capitolo 0.

Tabella 3.2 – Profili mensili dei GG_{rif}

Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]
Gennaio	31	10,4	31
Febbraio	28	9,4	28
Marzo	31	11,7	31
Aprile	30	15,1	-
Maggio	31	16,7	-
Giugno	30	22,7	-
Luglio	31	25,1	-
Agosto	31	25,6	-
Settembre	30	21,8	-
Ottobre	31	17,4	-
Novembre	30	12,2	15
Dicembre	31	10,6	31
TOTALE	365	16,6	166

3.2 Dati climatici reali

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica di Napoli Capodichino (coordinate GPS: 40.885425, 14.289612).

Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centraline in quanto è la più affidabile tra quelle presenti nelle zone limitrofe.

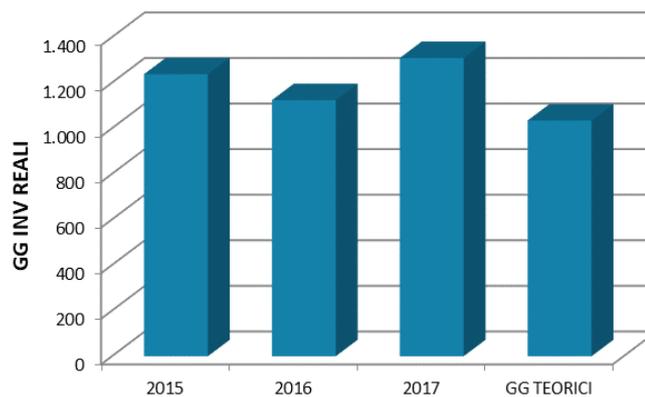


Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE

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 (2015 - 2016 – 2017), valutati come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 15 Novembre e il 31 Marzo, 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 meteoroclimatica.

	2015	2016	2017	GG TEORICI
GG INV REALI	1.237	1.123	1.308	1.034
Scarto %	19,6%	8,6%	26,5%	



T MEDIE °C	2015	2016	2017
Gennaio	10,0	11,1	6,7
Febbraio	9,5	13,3	11,7
Marzo	12,4	12,4	13,4
Aprile	14,9	17,2	15,2
Maggio	19,9	18,6	20,1
Giugno	23,7	23,1	24,9
Luglio	28,2	26,4	27,0
Agosto	27,1	26,0	27,5
Settembre	23,3	22,3	21,2
Ottobre	18,3	18,5	18,0
Novembre	14,4	14,0	13,0
Dicembre	10,9	9,9	9,4

Tabella 3.2: Andamento delle Temp. medie mensili

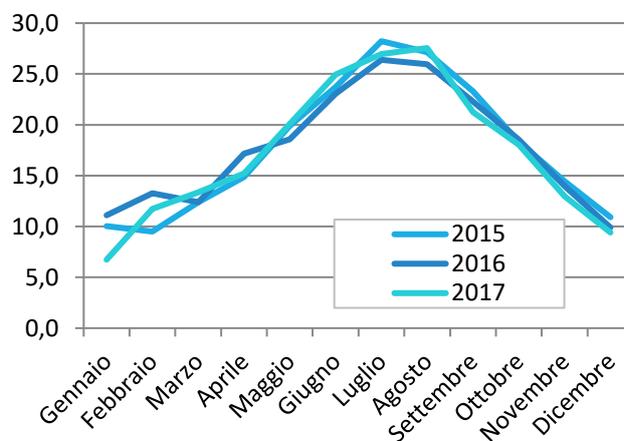


Figura 3.3: Andamento delle temperature medie mensili

4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

4.1 Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio

4.1.1 Involucro opaco

L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è realizzato con le tecniche dell'epoca e dunque caratterizzato da murature portanti, presumibilmente in pietra di tufo e conglomerati debitamente intonacate.

In tale struttura sono presenti serramenti con telaio in legno e vetro singolo con scuri interni e veneziane esterne in legno.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di facciata



Questa soluzione realizzativa incide profondamente sul comportamento termico dell'edificio andando a costituire zone fortemente influenzate dall'incidenza solare e dall'indotto effetto serra.

Va inoltre sottolineato, sempre in riferimento all'involucro edilizio, che trattandosi di un edificio di valenza storica, non è possibile procedere a sostanziali interventi di efficientamento dell'involucro stesso.

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA	STATO DI CONSERVAZIONE
		[cm]		[W/m ² K]	
copertura orizzontale piana	cop1	30	Assente	0,666	SUFFICIENTE
parete esterna da cm 100	pe1	100	Assente	0,641	SUFFICIENTE
parete esterna da cm 75	pe2	75	Assente	0,824	SUFFICIENTE

L'elenco completo dei componenti dell'involucro opaco, rilevati in sede di sopralluogo, e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 4.1 dell'Allegato 9 – Schede di audit.

4.1.2 Involucro trasparente

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da serramenti con telaio in legno e vetro singolo con scuri interni e veneziane esterne anch'esse in legno.

Lo stato di conservazione degli stessi è sufficiente, non sono presenti eccessive infiltrazioni d'aria all'interno degli ambienti.

Figura 4.2 - Particolare dei serramenti in legno



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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m ² K]	STATO DI CONSERVAZIONE
Finestra in Legno	F_01	120 x 300	Legno	Singolo	3,228	Sufficiente
Finestra in Legno	F_02	80 x 85	Legno	Singolo	2,822	Sufficiente
Finestra in Legno	F_03	125 x 230	Legno	Singolo	3,224	Sufficiente
Finestra in Legno	F_04	90 x 210	Legno	Singolo	3,036	Sufficiente
Finestra in Legno	F_05	210 x 200	Legno	Singolo	3,39	Sufficiente
Finestra in Legno	F_06	150 x 325	Legno	Singolo	3,331	Sufficiente
Finestra in Legno	F_07	115 x 200	Legno	Singolo	3,17	Sufficiente
Finestra in Legno	F_08	115 x 245	Legno	Singolo	3,19	Sufficiente
Finestra in Legno	F_09	210 x 220	Legno	Singolo	3,402	Sufficiente
Finestra in Legno	F_10	260 x 250	Legno	Singolo	3,468	Sufficiente
Finestra in Legno	F_11	310 x 370	Legno	Singolo	3,522	Sufficiente

4.2 Descrizione e prestazioni energetiche impianto di riscaldamento/ climatizzazione invernale

L'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da caldaie murali alimentate a gas metano, che distribuisce calore agli ambienti tramite una rete di radiatori nei quali viene introdotta acqua calda.

Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da dieci generatori di calore alimentati a metano con potenza inferiore a 35 kW (caldaiette murali).

Figura 4.3- Particolare di caldaia murale



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella Tabella 4.3.

Tabella 4.3 - Riepilogo caratteristiche caldaie

	Servizio	MARCA E MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]
GT_01	Riscaldamento	SAVIO M290L24CM	n.d.	25,5	23,7	92,8	nd
GT_02	Riscaldamento	LAMBORGHINI Calore Clima	n.d.	25,8	24	n.d.	nd
GT_03	Riscaldamento	LAMBORGHINI Calore Clima	n.d.	25,8	24	n.d.	nd
GT_04	Riscaldamento	ARISTON Microgenius	n.d.	29,9	27	n.d.	nd
GT_05	Riscaldamento	ARISTON Microgenius	n.d.	29,9	27	n.d.	nd
GT_06	Riscaldamento	ARISTON Microgenius	n.d.	29,9	27	n.d.	nd
GT_07	Riscaldamento	ARISTON Microgenius	n.d.	29,9	27	n.d.	nd
GT_08	Riscaldamento	ARISTON Microgenius	n.d.	29,9	27	n.d.	nd
GT_09	Riscaldamento	ARISTON Genius	n.d.	29,8	27	n.d.	nd
GT_10	Riscaldamento	ARISTON Genius	n.d.	29,8	27	n.d.	nd

L'elenco dei componenti del sottosistema di generazione per il riscaldamento degli ambienti rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.1 dell'Allegato 9 – Schede di audit.

Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito da più circuiti primari di collegamento che vanno tra le unità polivalenti ed i terminali.

Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito dalle seguenti tipologie di terminali: Figura 4.4 - Particolare radiatori

- Radiatori in ghisa;
- Radiatori in alluminio.

È necessario sottolineare che al momento del sopralluogo radiatori non risultavano funzionanti, in quanto il sopralluogo è stato effettuato nel periodo estivo.



I rendimenti di distribuzione, regolazione ed emissione desunti dal modello di calcolo delle DE sono riportati nella Tabella 4.4.

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO DI DISTRIBUZIONE	RENDIMENTO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO DI EMISSIONE
Zona termica unica	Radiatori	n.d.	n.d.	n.d.	97%

4.3 Descrizione e prestazioni energetiche impianto produzione acqua calda sanitaria

Il consumo di acqua calda sanitaria è relativamente ridotto data la destinazione d'uso dell'edificio.

La produzione è eseguita tramite caldaie murali installate localmente nei servizi igienici a ad uso del personale degli uffici.

Figura 4.5- Particolare di una caldaia murale per la produzione di acqua calda sanitaria



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 9 – Schede di audit.

4.4 Descrizione e prestazioni energetiche impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva

La climatizzazione in regime estivo è effettuata grazie alla presenza di split, costituiti da due parti, una esterna ed una interna agli uffici.

L'elenco dei componenti dell'impianto di climatizzazione estiva rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 11 dell'Allegato 9 – Schede di audit.

Figura 4.6- Particolare di facciata con macchine all'esterno



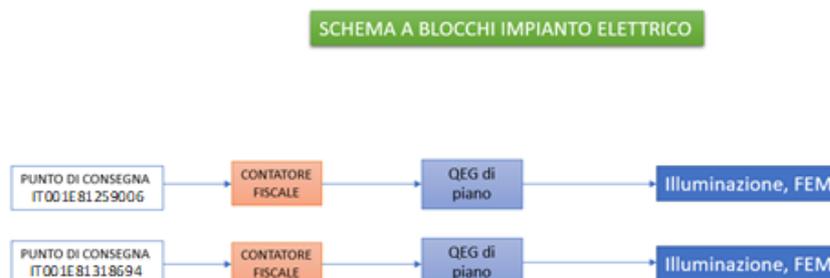
4.5 Descrizione e prestazioni energetiche impianto di ventilazione meccanica

Non è presente alcun impianto di ventilazione meccanica.

4.6 Descrizione e prestazioni energetiche impianto elettrico e principali utenze elettriche

Nell'edificio sono presenti n.2 punti di fornitura in bassa tensione a servizio dell'immobile. Di seguito si riporta lo schema a blocchi dell'impianto:

Figura 4.3- Particolare dello schema elettrico



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

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella Tabella 4.5.

Tabella 4.5 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE	POTENZA COMPLESSIVA	ORE ANNUE DI UTILIZZO
			[W]	[W]	[ore]
Zona Unica	PC	108	200	21.600	2.080
Zona Unica	Ascensore 1	2	9.500	19.000	780
Zona Unica	Fotocopiatrici	4	3.000	12.000	850
Zona Unica	Stampanti	42	70	2.940	630

L'elenco delle altre utenze elettriche rilevate in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 11 dell'Allegato 9 – Schede di audit.

4.7 Descrizione e prestazioni energetiche impianto illuminazione

L'impianto di illuminazione è costituito da neon fluorescenti a medio consumo in plafoniera collegate sia a soffitto che a parete

Le principali tipologie di corpi illuminanti sono di seguito elencati:

- Lampade a neon installate a soffitto negli uffici, servizi igienici, vano scala;
- Lampade a neon installate a parete nei corridoi ed in alcuni uffici.

Figura 4.4 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle sale espositive



L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportati nella Tabella 4.6.

Tabella 4.6 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
			[W]	[W]
Zona termica unica	Neon	125	72	9000

L'elenco completo dei corpi illuminanti rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 10 dell'Allegato 9 – Schede di audit.

4.8 Descrizione e prestazioni energetiche di impianti di produzione energia elettrica o cogenerazione

Non è presente alcun impianto di produzione 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 dell'edificio oggetto della DE è stata effettuata facendo riferimento al triennio 2014, 2015 e 2016, mentre per i consumi storici di energia elettrica si è fatto riferimento al triennio 2015, 2016 e 2017.

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica;

Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura, la produzione di ACS, 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	DENSITÀ	PCI	FATTORE DI CONVERSIONE	PCI
	[kWh/kg]	[kWh/Sm ³]	[kWh/Nm ³]	[Sm ³ /Nm ³]	[kWh/Sm ³]
Metano	n/a	n/a	9,94 ^(*)	1,0549	9,42
Gasolio	11,87 ^(*)	0,85	n/a	n/a	10,09

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

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

- Caldaie murali per il riscaldamento di tutti gli ambienti della struttura;
- Caldaie per la produzione di acqua calda sanitaria a servizio dei bagni.

L'effettiva ubicazione dei contatori è rappresentata nelle planimetrie riportate all'Allegato 1 – Elaborati.

La fatturazione è intestata all'ATI SACCIR spa/MUGNAI spa. La società distributrice è la EVIVA.

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

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

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

PDR	Utilizzo	2015	2016	2017	2015	2016	2017
		[Sm ³]	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
n.d.	Riscaldamento	4.702	4.702	4.702	44.994	44.994	44.994

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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;

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 5.3 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

Anno	Ggreali nelle stagioni di consumo	GGstandard (UNI)	Consumo Reale [kWh]	Fattore di normalizzazione \bar{a}_{rif}	Consumo normalizzato a 1034 GG [kWh]
2015	1.237	1.034	44.994	0,84	37.610
2016	1.123	1.034	44.994	0,92	41.428
2017	1.308	1.034	44.994	0,79	35.569
Media	1.223	1.034	44.994	0,8	38.203

Si sono pertanto definiti per il calcolo della Baseline i parametri riportati nella Tabella 5.4:

Tabella 5.4 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[kwh]
\bar{Q}_{ACS}	0
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	44.994
$Q_{baseline}$	44.994

Energia elettrica

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

▪ Intero edificio

L'effettiva ubicazione dei contatori è rappresentata nelle planimetrie riportate all'Allegato 1 – Elaborati.

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 5.5 con indicazione dei POD di riferimento.

Tabella 5.5 – Elenco POD e relativi consumi annuali per il triennio di riferimento

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E81259006	Zona unica	200.466	210.932	200.638	204.012
IT001E80318694	Zona unica	14.948	17.095	14.572	15.538
TOTALE		[...]	[...]	[...]	EEbaseline219.550

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 219.550.

Tabella 5.6 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento

POD: IT001E81259006	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	10.088	3.667	5.317	19.072
Feb - 14	9.581	3.580	4.446	17.607
Mar - 14	9.580	3.884	4.813	18.277
Apr - 14	8.142	2.867	3.996	15.005
Mag - 14	8.008	3.196	4.043	15.247
Giu - 14	8.508	2.851	3.958	15.317
Lug - 14	11.093	3.364	3.996	18.453
Ago - 14	8.953	3.254	4.297	16.504
Set - 14	9.512	3.229	3.787	16.528
Ott - 14	9.366	3.213	3.822	16.401
Nov - 14	8.257	2.920	3.991	15.168
Dic - 14	8.540	3.228	5.119	16.887
Totale	109.628	39.253	51.585	200.466
POD: IT001E81259006	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	9.946	3.579	4.762	18.287
Feb - 15	10.023	3.280	4.008	17.311
Mar - 15	9.334	3.121	4.264	16.719
Apr - 15	8.798	2.848	4.116	15.762
Mag - 15	8.032	3.415	4.476	15.923
Giu - 15	9.044	3.305	4.372	16.721
Lug - 15	15.057	4.123	4.807	23.987
Ago - 15	10.888	3.432	4.986	19.306
Set - 15	11.114	3.369	4.005	18.488
Ott - 15	9.271	3.462	3.792	16.525

557 Edificio per uffici Piazza Dante 93

Nov - 15	8.888	2.993	3.727	15.608
Dic - 15	9.135	2.748	4.412	16.295
Totale	119.530	39.675	51.727	210.932
POD: IT001E81259006	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	9.133	3.385	4.430	16.948
Feb - 16	9.892	3.322	3.855	17.069
Mar - 16	9.990	3.313	3.977	17.280
Apr - 16	7.946	3.369	3.938	15.253
Mag - 16	8.885	3.110	3.713	15.708
Giu - 16	9.003	3.344	4.562	16.909
Lug - 16	12.563	4.036	4.393	20.992
Ago - 16	9.347	3.336	4.143	16.826
Set - 16	9.486	3.318	3.694	16.498
Ott - 16	8.497	3.339	3.712	15.548
Nov - 16	8.650	3.025	3.587	15.262
Dic - 16	8.769	3.351	4.225	16.345
Totale	112.161	40.248	48.229	200.638

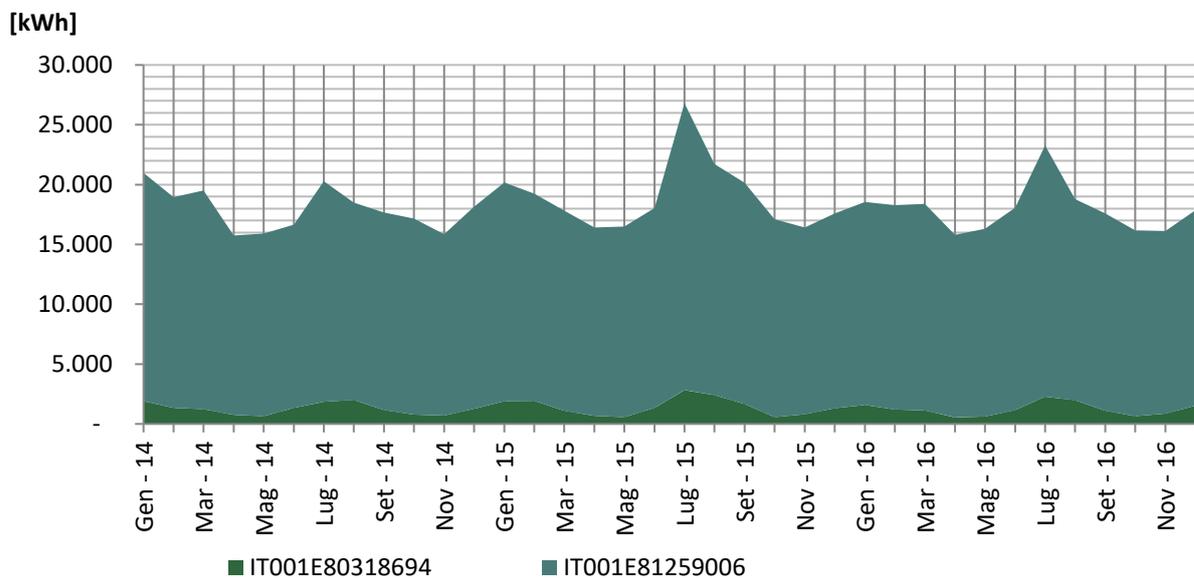
POD: IT001E80318694	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	1.319	206	377	1.902
Feb - 14	967	148	235	1.350
Mar - 14	832	155	256	1.243
Apr - 14	400	118	234	752
Mag - 14	330	121	209	660
Giu - 14	871	163	297	1.331
Lug - 14	1.280	208	351	1.839
Ago - 14	1.411	217	368	1.996
Set - 14	802	131	221	1.154
Ott - 14	457	116	198	771
Nov - 14	398	101	200	699
Dic - 14	813	136	302	1.251
Totale	9.880	1.820	3.248	14.948
POD: IT001E80318694	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	1.477	174	242	1.893
Feb - 15	1.481	147	298	1.926
Mar - 15	836	102	175	1.113
Apr - 15	439	73	153	665
Mag - 15	310	92	168	570
Giu - 15	1.055	106	175	1.336
Lug - 15	2.363	187	273	2.823
Ago - 15	1.725	238	449	2.412
Set - 15	1.226	170	266	1.662

557 Edificio per uffici Piazza Dante 93

Ott - 15	342	92	142	576
Nov - 15	581	88	144	813
Dic - 15	1.049	85	172	1.306
Totale	12.884	1.554	2.657	17.095
POD: IT001E80318694	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	1.250	117	225	1.592
Feb - 16	978	95	146	1.219
Mar - 16	851	95	172	1.118
Apr - 16	319	87	145	551
Mag - 16	365	91	152	608
Giu - 16	853	127	169	1.149
Lug - 16	1.954	154	162	2.270
Ago - 16	1.670	133	166	1.969
Set - 16	862	101	132	1.095
Ott - 16	397	95	146	638
Nov - 16	615	88	145	848
Dic - 16	1.228	120	167	1.515
Totale	11.342	1.303	1.927	14.572

Considerando la presenza di più POD a servizio dell'edificio oggetto della DE si riporta nella Figura 5.1 si riporta un confronto grafico tra i profili elettrici reali relativi a ciascuna utenza elettrica per il triennio di riferimento.

Figura 5.1–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 5.7.

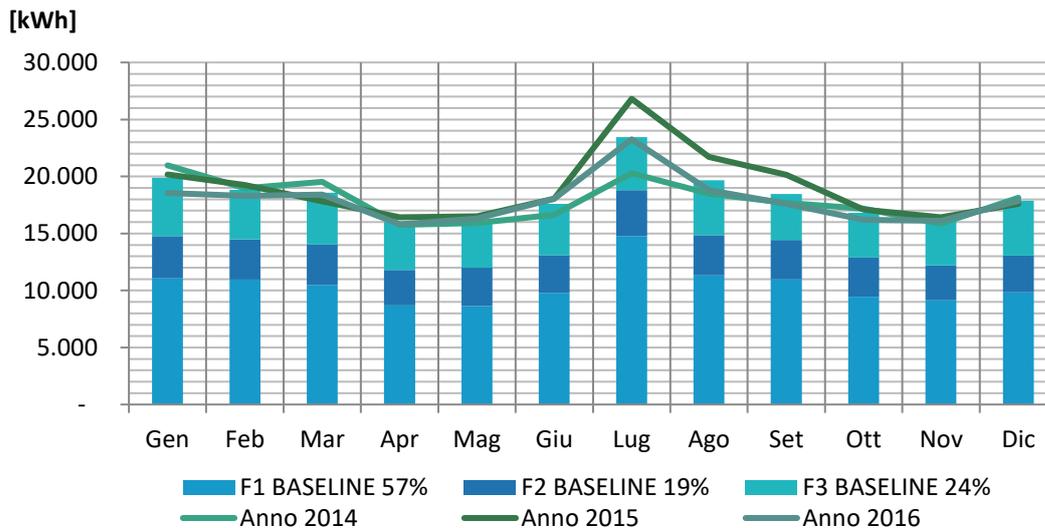
Tabella 5.7 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
----------	----	----	----	--------

	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	11.071	3.709	5.118	19.898
Febbraio	10.974	3.524	4.329	18.827
Marzo	10.474	3.557	4.552	18.583
Aprile	8.681	3.121	4.194	15.996
Maggio	8.643	3.342	4.254	16.239
Giugno	9.778	3.299	4.511	17.588
Luglio	14.770	4.024	4.661	23.455
Agosto	11.331	3.537	4.803	19.671
Settembre	11.001	3.439	4.035	18.475
Ottobre	9.443	3.439	3.937	16.820
Novembre	9.130	3.072	3.931	16.133
Dicembre	9.845	3.223	4.799	17.866
Totale	125.142	41.284	53.124	219.550

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

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



Dalle analisi effettuate i consumi di energia elettrica sono alti confrontati a quelli del gas e presentano picchi invernali. In fase di sopralluogo non è stato possibile reperire ulteriori informazioni sull'utilizzo effettivo degli impianti. Pertanto si presume che, alla luce dei dati disponibili, probabilmente gli split vengono utilizzati anche per il riscaldamento invernale per sopperire alle caldaie installate, che potrebbero essere poco o mal funzionanti.

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 5.8.

Tabella 5.8 - 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

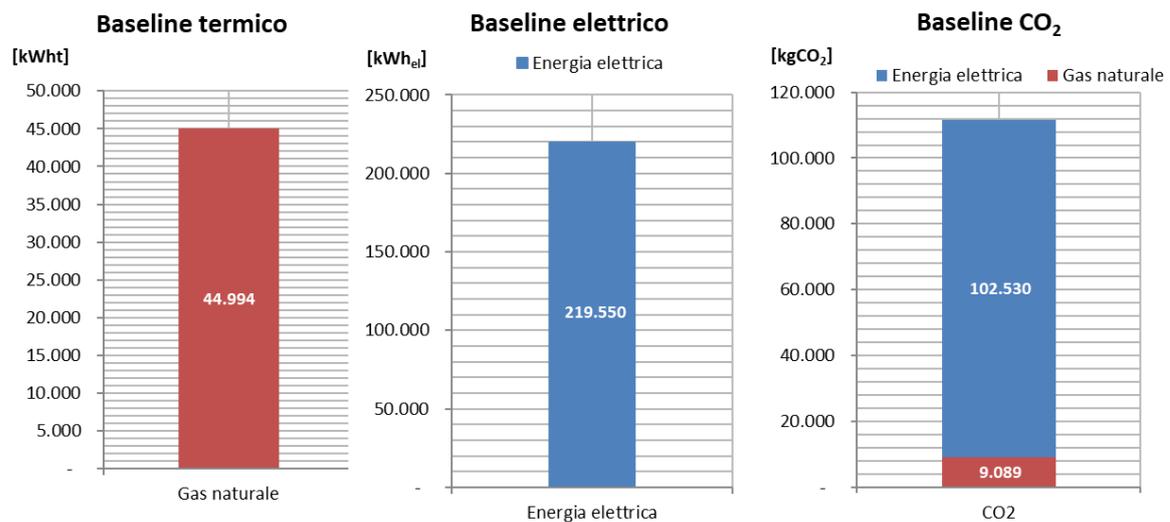
* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO₂, come riportato nella Tabella 5.9 e nella Figura 5.3.

Tabella 5.9–Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[tCO ₂]
Energia elettrica	219.550	* 0,467	102,53
Gas naturale	39.046	* 0,202	7,88

Figura 5.3–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 5.3 - 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 5.11.

Tabella 5.4 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	3.405	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	3.405	m ²
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	18.640	m ³

Nella Tabella 5.12 e Tabella 5.13 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell'Allegato 9 – Schede di audit.

Tabella 5.5 – 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	44.994	1,05	47.244	14,9	7,6	2,2	2,87	1,46	0,43
Energia elettrica	219.550	2,42	531.312	167,9	85,4	24,9	32,40	16,48	4,81

Tabella 5.6 – 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	44.994	1,05	47.244	14,9	7,6	2,2	2,87	1,46	0,43
Energia elettrica	219.550	1,95	428.123	135,3	68,8	20,1	32,40	16,48	4,81

Figura 5.4 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO2 valutati in funzione della superficie utile riscaldata

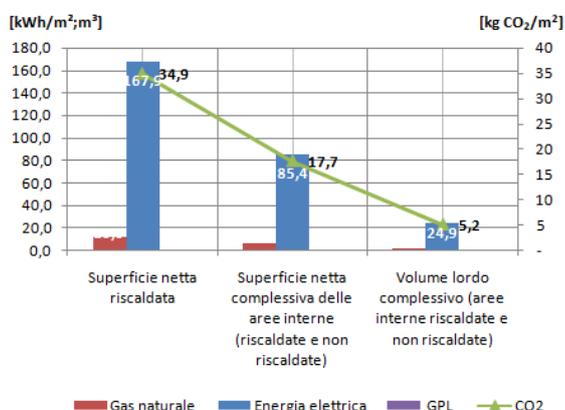
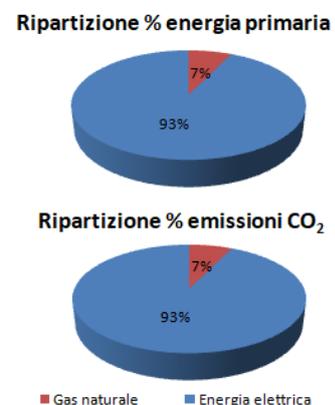


Figura 5.5 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO2



Trattandosi di edifici strutture ad uso ufficio, in particolare si sono determinati i due seguenti indici, definiti all'interno del documento "Caratterizzazione dei consumi energetici nazionali delle strutture

557 Edificio per uffici Piazza Dante 93

ad uso ufficio” pubblicato da ENEA nell’ambito della Ricerca per il Sistema Elettrico (Report RSE/2009/121).

Gli indicatori introdotti dal report si basano sui consumi di energia elettrica e termica normalizzati in funzione dei seguenti fattori di aggiustamento:

- Superficie netta riscaldata (S)

La formula definita è sotto riportata:

$$I_e = \frac{\text{Consumo_annuo_EE}}{S}$$

$$I_t = \frac{\text{Consumo_annuo_E.Termica}}{S}$$

Per la zona climatica “C” gli indici individuati dal report sono:

Indice	Valore [kWh/m ²]
I _e	139
I _t	57,6

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	145,16	120,68
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	19,78	19,65
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	6,82	5,5
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno	89,12	71,82
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	27,81	22,41
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	1,62	1,31

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		47.352
Energia Elettrica		209 377

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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 gli effettivi orari di funzionamento e le utenze elettriche e/o a metano utilizzate.

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	120,70	92,40
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	13,32	12,30
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	0,31	0,20
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	0,00	0,00
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno	65,14	48,60
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	40,19	30,00
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	1,75	1,30

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO
	[mc/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale		44.994
Energia Elettrica		219.550

La validazione del modello energetico termico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline ($Q_{baseline}$) così come definito al precedente capitolo 0 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]	[%]
47.352	44.994	5%

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

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 0 ed il fabbisogno teorico ($EE_{teorico}$) derivante dalla modellazione energetica.

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

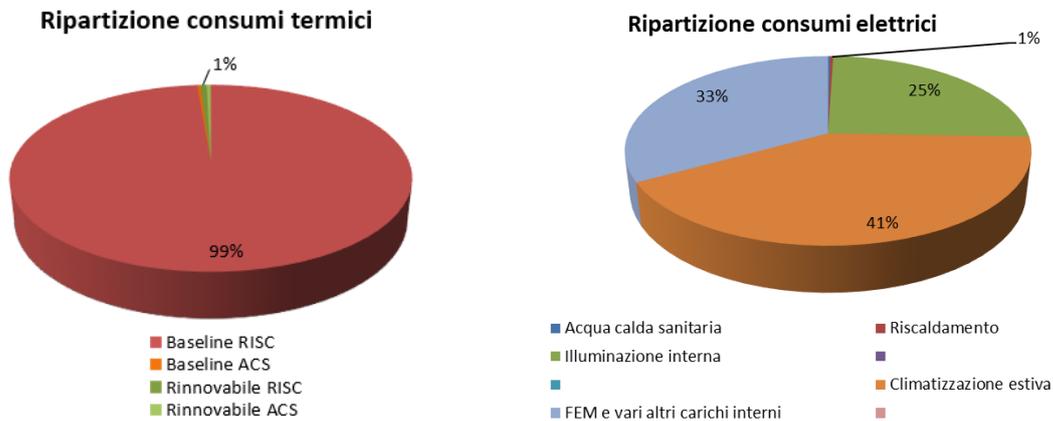
$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
209.377	219.550	5%

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

6.2 Fabbisogni Energetici e profili annuali

La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici di Baseline in funzione dei diversi utilizzi presenti all'interno dell'edificio oggetto della DE, sia per i consumi termici che elettrici. Di seguito si riportano i profili ottenuti dalla ripartizione dei diversi vettori:

Figura 6.1 – Ripartizione dei consumi energetici in funzione dei diversi utilizzi



Si può notare come il maggior consumo di energia elettrica sia dovuto alla climatizzazione estiva e alle utenze elettriche.

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 per il periodo di riferimento anni 2014 – 2015 – 2016 è stata stimata a partire dai dati disponibili come indicato nei paragrafi successivi.

Vettore termico

Non si dispongono di informazioni relative alle caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore termico nel triennio di riferimento. Il vettore termico è gas metano.

L'Amministrazione non dispone di dati di fatturazione storici per eventuali PDR. Il prezzo unitario di energia termica espresso come €/smc di metano è stato definito a partire dai costi dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA – ex AEEGSI).

A tale scopo si è utilizzato il prezzo trimestrale a partire dai valori di costo forniti dalla Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA – ex AEEGSI) per il servizio di maggior tutela per l'anno 2017. In base alla classe e alla tipologia di consumi si è determinato il costo sostenuto dalla PA per la fornitura dell'energia termica, moltiplicando i prezzi trimestrali per i valori di consumo di baseline ottenuti dalle analisi precedentemente illustrate al Cap. 5.

Dividendo la spesa totale sostenuta per il consumo di baseline si è estrapolato un costo unitario base (Cu_Q), pari a **0,869 €/mc**.

Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite sette POD presenti all'interno dell'edificio, come di seguito elencato:

PIANO	CODICE POD	POTENZA IMPEGNATA [kW]
Tutti	IT001E81259006	37
Tutti	IT001E80318694	25

Non si dispongono di informazioni relative alle caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico nel triennio di riferimento.

L'Amministrazione non dispone di sufficienti dati di fatturazione storici per i vari PDR. Il prezzo unitario di energia elettrica espresso come €/kWh è stato definito a partire dai costi dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA – ex AEEGSI).

A tale scopo si è utilizzato il prezzo trimestrale a partire dai valori di costo forniti dalla Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA – ex AEEGSI) per il servizio di maggior tutela per l'anno 2017, relativo ai clienti non domestici. In base alla classe e alla tipologia di consumi si è dunque creata una base di costi sostenuti dalla PA per la fornitura dell'energia elettrica, moltiplicando i prezzi trimestrali per i valori di consumo di baseline ottenuti dalle analisi precedentemente illustrate al Cap. 5.

Dividendo la spesa totale sostenuta per il consumo di baseline si è estrapolato un costo unitario base (Cu_{EE}), pari a **0,158 €/kWh**.

Tabella 7.1–Andamento del costo del vettore elettrico nell'anno Baseline.

QUOTA VARIABILE (Materia energia, trasporto e gestione del contatore, oneri di sistema)	TOTALE VARIABILE	QUOTA FISSA ANNUA	TOTALE SPESA ANNUA
--	------------------	-------------------	--------------------

	F1	F2	F3			
	€	€	€	€	€	€
Gen	1.621,26 €	536,79 €	675,54 €	2.833,59 €	-	-
Feb	1.620,66 €	509,61 €	574,55 €	2.704,83 €	-	-
Mar	1.509,27 €	509,89 €	596,09 €	2.615,25 €	-	-
Apr	1.257,33 €	462,11 €	577,35 €	2.296,80 €	-	-
Mag	1.252,70 €	496,95 €	587,14 €	2.336,78 €	-	-
Giu	1.457,53 €	497,41 €	634,08 €	2.589,02 €	-	-
Lug	2.403,70 €	633,75 €	678,23 €	3.715,68 €	-	-
Ago	1.680,45 €	525,17 €	662,73 €	2.868,34 €	-	-
Set	1.692,47 €	519,48 €	565,03 €	2.776,99 €	-	-
Ott	1.421,52 €	513,62 €	535,72 €	2.470,87 €	-	-
Nov	1.436,94 €	471,20 €	546,97 €	2.455,11 €	-	-
Dic	1.565,52 €	494,01 €	669,71 €	2.729,24 €	-	-
				32.392,49 €	2.394 €	34.786,49 €

7.2 Stima dei costi di gestione e manutenzione di edificio ed impianti

I costi destinati alla manutenzione dell'edificio e degli impianti in generale sono stati stimati a partire dai costi unitari dei contratti Consip (es: Servizio Integrato Energia 3 -SIE3-; Facility Management 4 -FM4- ; ecc.), applicando uno sconto del 50% ai listini di riferimento, che si riportano di seguito:

	VOCE	LISTINO SIE3	UNITÀ DI MISURA	SCONTO	PREZZO APPLICATO
CLIMATIZZAZIONE INVERNALE ED ESTIVA	Centrale/Sottocentrale Termica	54,31 €	Euro/centrale/anno	50%	27,15 €
	Generatori di calore con potenzialità superiore a 350kW	275,06 €	Euro/generatore/anno	50%	137,53 €
	Generatori di calore con potenzialità tra 35 e 350kW	215,81 €	Euro/generatore/anno	50%	107,91 €
	Generatori di calore con potenzialità inferiore e a 35kW	91,69 €	Euro/generatore/anno	50%	45,84 €
	Rete di distribuzione del gas	42,31 €	Euro/centrale/anno	50%	21,16 €
	Brucciatori	744,77 €	Euro/bruciatore/anno	50%	372,39 €
	Condotti di fumo	169,27 €	Euro/condotto di fumo/anno	50%	84,63 €
	Vaso di espansione chiuso	126,95 €	Euro/vaso/anno	50%	63,47 €
	Organi di sicurezza, di protezione ed indicatori	102,26 €	Euro/organo di sicurezza/anno	50%	51,13 €
	Pompe, circolatori ed acceleratori	249,31 €	Euro/elemento/anno	50%	124,66 €
	Motori elettrici	72,64 €	Euro/motore/anno	50%	36,32 €
	Apparecchiature elettriche	39,50 €	Euro/apparecchiatura elettrica/anno	50%	19,75 €
	Apparecchiature di regolazione automatica a due posizioni	165,75 €	Euro/apparecchiatura/anno	50%	82,88 €
	Scambiatori di calore e riscaldatori	84,63 €	Euro/scambiatore/anno	50%	42,32 €

	VOCE	LISTINO SIE3	UNITÀ DI MISURA	SCONTO	PREZZO APPLICATO
	Valvolame > 2"	17,63 €	Euro/valvola/anno	50%	8,81 €
	Impianto di trattamento dell'acqua	177,73 €	Euro/impianto di trattamento/anno	50%	88,86 €
	Quadri elettrici di bordo macchina	130,48 €	Euro/quadro/anno	50%	65,24 €
	Impianto di adduzione acqua	84,63 €	Euro/impianto/anno	50%	42,32 €
	Tubazioni rete primaria	0,10 €	Euro/m2 sup. netta/anno	50%	0,05 €
	Centrale Frigorifera	54,31 €	Euro/centrale/anno	50%	27,15 €
	Gruppo frigorifero con compressore a vite	913,33 €	Euro/gruppo frigo/anno	50%	456,66 €
	Gruppo frigorifero centrifugo	860,43 €	Euro/gruppo frigo/anno	50%	430,22 €
	Quadri elettrici di bordo macchina	130,48 €	Euro/quadro/anno	50%	65,24 €
	Unità di Trattamento Aria	1.226,12 €	Euro/U.T.A./anno	50%	613,06 €
	Circuiti aeraulici	1,84 €	Euro/m2 sup. netta servita/anno	50%	0,92 €
	Circuiti idronici	0,85 €	Euro/m2 sup. netta servita/anno	50%	0,43 €
	Piastre radianti e ventilcovettori	1,95 €	Euro/m2 sup. netta servita/anno	50%	0,97 €
	Unità autonome (Split)	124,83 €	Euro/unità autonoma/anno	50%	62,42 €
IMPIANTO ELETTRICO	Cabina MT/BT	155,52 €	Euro/cabina/anno	50%	77,76 €
	Quadro Media Tensione	434,10 €	Euro/quadro/anno	50%	217,05 €
	Comandi e circuiti prese	92,04 €	Euro/cabina/anno	50%	46,02 €
	Impianto di illuminazione normale	64,53 €	Euro/cabina /anno	50%	32,27 €
	Impianto di illuminazione di sicurezza	117,90 €	Euro/cabina/anno	50%	58,95 €
	Impianto di terra	0,04 €	Euro/ m2 sup. netta/anno	50%	0,02 €
	Locale di consegna energia in Bassa Tensione	198,32 €	Euro/locale consegna/anno	50%	99,16 €
	Quadro Generale Bassa Tensione	535,31 €	Euro/QGBT/anno	50%	267,65 €
	Quadri elettrici generali di edificio e sottoquadri di piano e di zona	2,12 €	Euro/m2 sup. netta/anno	50%	1,06 €
	Distribuzione secondaria	1,40 €	Euro/m2 sup. netta/anno	50%	0,70 €
	Impianti di protezione contro le scariche atmosferiche	317,37 €	Euro/edificio protetto/anno	50%	158,69 €
	Impianti di illuminazione esterna	101,56 €	Euro/palo/anno	50%	50,78 €
	Impianto telefonico	0,16 €	Euro/m2 sup. netta servita/anno	50%	0,08 €
	Impianto citofonico	63,49 €	Euro/impianto/anno	50%	31,74 €

	VOCE	LISTINO MIES2	UNITÀ DI MISURA	SCONTO	PREZZO APPLICATO
	Servizio di Minuto Mantenimento Edile	1,07 €	euro/m2 sup. lorda/anno	50%	0,54 €

Sulla base delle componenti di impianto presenti e applicando i prezzi unitari della convenzione SIE3, si può stimare un canone annuo per la manutenzione pari a € 5.262 per il solo impianto di climatizzazione.

Per l'impianto elettrico, facendo sempre riferimento ai prezzi unitari della convenzione, si può stimare un canone annuo pari a € 15.171.

Per il mantenimento edile, utilizzando i listini di FM4, si può stimare un costo per il mantenimento edile di circa € 1.827.

OPERAZIONI DI MANUTENZIONE SULL'EDIFICIO		
	Descrizione	Costo
1	Manutenzione annua ordinaria e straordinaria impianto di climatizzazione	€ 5.262
2	Manutenzione annua ordinaria e straordinaria impianto elettrico	€ 15.171
3	Minuto mantenimento edile	€ 1.827

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

7.3 Tariffe e prezzi vettori energetici utilizzati nell'analisi

La valutazione dei costi consente l'individuazione delle tariffe utili – intesi come costi unitario complessivi al netto della sola IVA – per la realizzazione dell'analisi costi-benefici.

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.2.

Tabella 7.2 – 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 0,092	[€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	Cu_{EE} 0,158	[€/kWh]

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

7.4 Baseline dei Costi

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

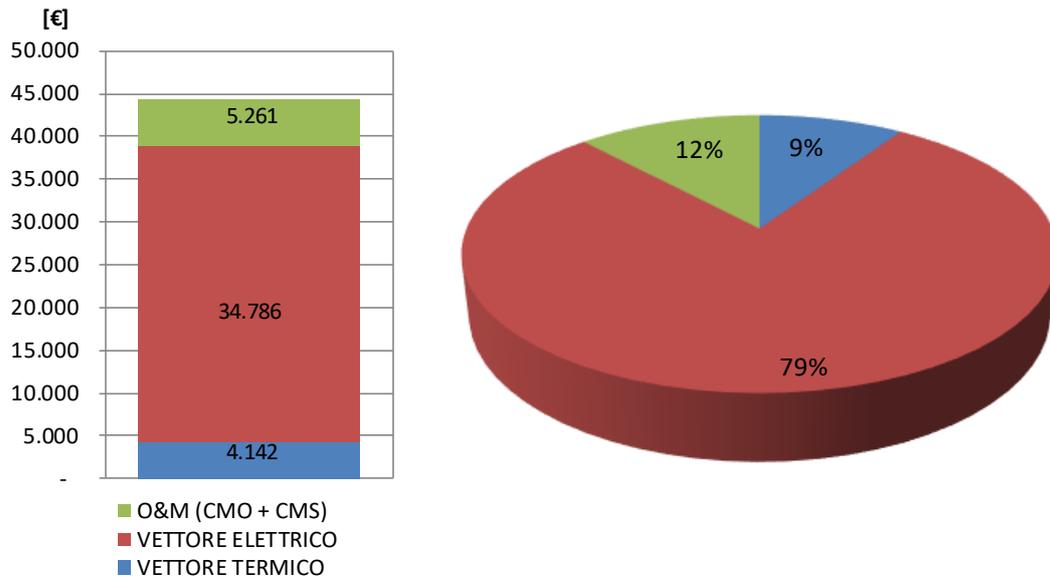
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un C_E pari a € 73.886 e un $C_{baseline}$ pari a € 79.148.

Tabella 7.3 – 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}	$CQ + CEE + CM$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
44.994	0,869	39.100	219.550	0,158	34.786	5.261	4.735	526	79.148

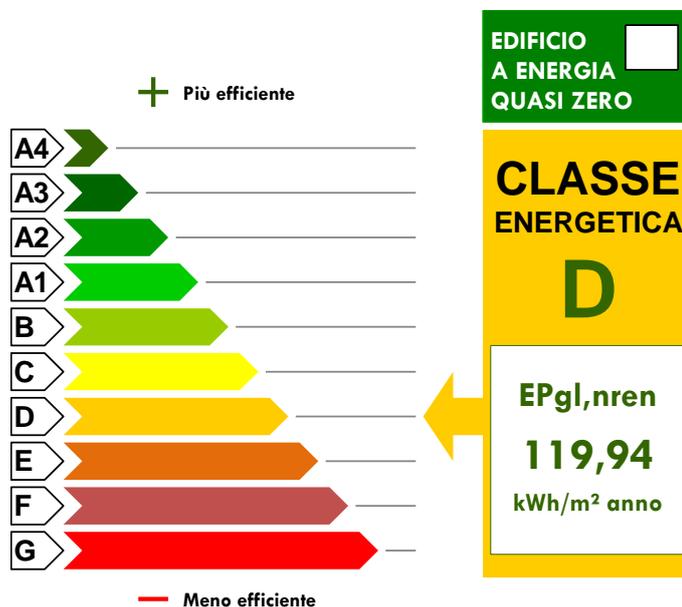
Figura 7.1 – Baseline dei costi e loro ripartizione



Come si può notare la maggior parte della spesa è da attribuirsi al vettore energetico.

8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

L'immobile allo stato di fatto appartiene alla classe energetica D.



8.1 ELENCO, Descrizione, fattibilità, prestazioni e costi-benefici dei singoli interventi migliorativi

Nelle tabelle seguenti sono stati individuati una serie di interventi rispondenti in generale alle indicazioni contenute nei documenti di indirizzo dell'Agenzia per la Coesione Territoriale e della direzione generale del comune di Napoli, quale autorità di gestione all'organismo intermedio – autorità urbana, in merito all'azione 2.1.2 "risparmio energetico negli edifici pubblici" dell'asse 2 del PON-METRO:

- Essere conformi alle disposizioni normative di pianificazione/programmazione nazionale, regionale e comunale e coerenti con il piano d'azione per l'energia sostenibile (PAES)
- Prevedere sistemi intelligenti di controllo e gestione degli impianti elettrici e termici
- Garantire un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziaria e soddisfacenti livelli di performance dell'intervento in relazione al rapporto risparmio energetico/costo di investimento e in termini di copertura del fabbisogno energetico effettivo;
- Prevedere un adeguato sistema di monitoraggio;
- Garantire qualità ed integrazione dei sistemi di rilevazione/controllo dei consumi;
- Proporre soluzioni tecniche in linea con i più aggiornati standard di mercato;
- Prevedere ove possibile la replicabilità delle operazioni;
- Garantire un miglioramento della classe energetica dell'edificio post-operam
- Prevedere l'installazione di produzione di energia da fonte rinnovabile per autoconsumo;
- Prevedere l'utilizzo di materiali ecosostenibili naturali, il ricorso a verde orizzontale e verticale per incrementare le performance passive e soluzioni di recupero dell'acqua piovana;
- Prevedere il superamento dei requisiti minimi della normativa sul rendimento energetico dell'edilizia.

ELENCO DEGLI INTERVENTI			
CODICE	INTERVENTO	DESCRIZIONE	RISPARMIO POTENZIALE
INV.01	Coibentazione del sottotetto	Riduzione del carico termico invernale ed estivo mediante riduzione delle dispersioni dal solaio superiore (sottotetto) (intradosso o estradosso)	fino al 10% del fabbisogno per la climatizzazione
INV.02	Coibentazione della copertura	Riduzione del carico termico invernale ed estivo mediante riduzione delle dispersioni dal solaio di copertura (intradosso o estradosso)	fino al 10% del fabbisogno per la climatizzazione
INV.03	Coibentazione delle pareti perimetrali (interna o esterna)	Riduzione del carico termico invernale ed estivo mediante riduzione delle dispersioni dalle pareti perimetrali	fino al 40% del fabbisogno per la climatizzazione
INV.04	Revisione di tutti o parte degli infissi	Rientrano in questa categoria le sostituzioni guaine di isolamento, la sostituzione cerniere e maniglie.	fino al 5% del fabbisogno per la climatizzazione
INV.05	Sostituzione di tutti o parte degli infissi	sostituzione dell'intero infisso con nuovi infissi di trasmittanza conforme al D.M. 26.06.2015 attualmente vigente.	fino al 15% del fabbisogno per la climatizzazione
INV.06	Installazione sistemi di ombreggiamento	Riduzione dei guadagni termici indesiderati, per favorire la dispersione del calore interno nella stagione estiva e ridurre le dispersioni termiche invernali e ottimizzare l'impiego della luce naturale durante tutto l'anno.	fino al 25% del fabbisogno per la climatizzazione estiva
INV.07	Installazione pellicole solari	Riduzione dell'irraggiamento solare incidente sui serramenti e conseguente miglioramento delle condizioni di comfort termico e visivo.	fino al 10% del fabbisogno per la climatizzazione estiva
IMP.TER .01	Intervento sulla distribuzione dei vettori energetici	Riduzione delle dispersioni termiche attraverso le reti di distribuzione dei fluidi attraverso una coibentazione efficace, migliorando il rendimento di distribuzione.	fino al 5% del fabbisogno per la climatizzazione estiva
IMP.TER .02	Sostituzione del generatore a combustibile con altro ad alta efficienza	Beneficio pari all'incremento netto di efficienza tra il vecchio e il nuovo generatore e per questo la sostituzione è consigliabile quando il rendimento dell'impianto esistente è inferiore ai valori limite (circa 93%).	fino al 10% del fabbisogno per la climatizzazione invernale
IMP.TER .03	Installazione valvole termostatiche /attuatori su radiatori	Controllo puntuale della temperatura all'interno dei locali in cui vengono installati e migliore sfruttamento degli apporti di calore gratuiti. La regolazione locale viene normalmente effettuata con valvole di zona, opportunamente collegate a una centralina di regolazione, oppure con valvole termostatiche.	15-20 % del fabbisogno per la climatizzazione invernale
IMP.TER .04	Installazione/sostituzione pompe di calore ad alta efficienza per riscaldamento	Sostituzione del generatore esistente con una pompa di calore a compressione caratterizzata da una resa energetica elevata e da una riduzione delle emissioni di CO2 provocate dagli impianti termici a combustione. L'intervento se attuato su impianti di tipo idronico a bassa temperatura (tipicamente con terminali a ventilconvettori) assicura risparmi molto alti.	fino al 40% del consumo per la climatizzazione invernale, a seconda del rendimento dell'impianto sostituito
IMP.TER .05	Installazione/sostituzione pompe di calore ad alta efficienza per l'acqua calda sanitaria	Sostituzione di boiler elettrici e del tipo a combustibile fossile con boiler a pompa di calore. L'intervento si applica dove è presente un significativo consumo di acqua calda sanitaria.	fino al 30% del fabbisogno per l'acs
IMP.TER .06	Installazione/sostituzione gruppi frigoriferi ad alta efficienza	Sostituzione della macchina frigorifera esistente con una più efficiente e meno impattante dal punto di vista ambientale. In caso di gruppo frigorifero predisposto al recupero di calore, sarà possibile un ulteriore risparmio di energia sfruttando svariate forme di riscaldamento gratuito.	fino al 60% del consumo per la climatizzazione invernale, a seconda del rendimento dell'impianto sostituito
IMP.TER .07	Installazione di recuperatori di calore su UTA	Recupero del calore disperso in estrazione dalle Unità di Trattamento Aria per riscaldare o raffrescare (a seconda della stagione) l'aria in ingresso. Il beneficio energetico conseguente è generalmente molto alto. L'installazione di recuperatori di calore comporta spese energetiche aggiuntive relative alle maggior perdite di carico che deve sopportare il ventilatore.	fino al 75% del fabbisogno per la climatizzazione

IMP.TER .08	Installazione impiantocogenerativo	Generazione contemporanea di energia termica ed elettrica, nel luogo stesso ove ve ne sia bisogno, a partire dall'energia contenuta in un combustibile. Aumento dell'efficienza dell'impianto, tramite il recupero del calore e la conversione dello stesso in energia termica riutilizzabile, con una riduzione dei consumi di combustibile.	fino al 10% del fabbisogno per riscaldamento e di energia elettrica
IMP.TER .09	Installazione impiantotrigenerativo	Generazione contemporanea di energia elettrica e termica in caldo o in freddo, nel luogo stesso ove ve ne sia bisogno, a partire dall'energia contenuta in un combustibile. Il recupero del calore e la conversione dello stesso in energia termica riutilizzabile in impianti di riscaldamento e raffrescamento garantisce una riduzione dei consumi di combustibile.	fino al 10% del fabbisogno per climatizzazione e di energia elettrica
IMP.ELE .01	Installazione apparecchi di illuminazione ad altaefficienza	La misura prevede la sostituzione delle lampade esistenti con lampade ad alta efficienza con lo scopo di ridurre il consumo di energia per l'illuminazione. Una maggiore efficienza implica una minore potenza e una riduzione del calore emesso in ambiente che consente nel periodo estivo un risparmio di energia per la climatizzazione.	fino al 50% del consumo per l'illuminazione
IMP.ELE .02	Rifasamento automatico (ove assente o scarso)	Riduzione quasi totale delle perdite causate dai carichi elettrici che presentano una caratteristica non puramente resistiva evitando anche l'applicazione di penali da parte del fornitore dell'energia.	Fino al 5% del consumo elettrico
IMP.ELE .03	Sostituzione di apparecchiature con prodotti analoghi a più alta efficienza	Sostituzione degli elettrodomestici esistenti con nuovi sistemi energysaving contrassegnati dalla classe A.	Fino al 15% del consumo elettrico (FEM)
IMP.ELE .04	Installazione motori ad alta efficienza o inverter	Riduzione considerevole del consumo energetico dei motori (sistemi di ventilazione, pompaggio, ecc) che necessitano un funzionamento a regimi variabili.	fino al 40% del fabbisogno di energia elettrica per il servizio specificato
IMP.ELE .05	Installazione di un sistema di sensoristica per illuminazione	Riduzione degli sprechi derivanti dall'illuminazione degli ambienti inoccupati. Con questa strategia si allunga anche il tempo di funzionamento delle lampade, essendo accese solamente quando necessarie.	fino al 10% del fabbisogno per l'illuminazione
RIN.01	Installazione di collettorisolari termici per la produzione di acqua calda sanitaria	Installazione di pannelli solari per produzione di acqua calda sanitaria. Gli ambiti di applicazione sono quelli tipicamente interessati da un significativo consumo di acqua calda sanitaria (abitativo e sportivo)	fino al 50 % del fabbisogno necessario alla produzione di ACS
RIN.02	Installazione impianto fotovoltaico	Riduzione dei costi relativi ai consumi elettrici, grazie allo sfruttamento dell'energia solare, gratuita. La possibilità di connettere l'impianto alla rete ottimizza lo sfruttamento dell'energia solare in quanto tutta l'energia elettrica prodotta può essere utilizzata dall'utente oppure essere immessa in rete.	fino al 10% del consumo di energia elettrica
GEST.01	Ridefinizione Zone Termiche e set-point	<ul style="list-style-type: none"> • analisi del sistema di regolazione centrale degli impianti termici dell'edificio; • individuazione delle inefficienze del sistema di regolazione; • progettazione e la realizzazione di un sistema di regolazione in grado di gestire in modo efficiente l'energia; • ridefinizione dei set-points impostati nelle centrali termiche o negli ambienti; • ridefinizione delle zone termiche attraverso opere murarie e di compartimentazione. <p>Si tratta di una strategia che in funzione dei casi può generare soluzioni diverse. La regolazione comprende non solo i sistemi di controllo (per esempio le apparecchiature elettroniche) ma anche i sensori e gli attuatori. Questa misura, quindi, nelle situazioni più complesse può portare a una revisione completa della centrale tecnologica, mentre in quelle più semplici, legate normalmente alle utenze residenziali, può essere realizzata con impegni tecnici ed economici più limitati.</p> <p>I benefici energetici sono notevoli, in quanto gli sprechi dovuti alle inefficienze dei sistemi di regolazione e di gestione dell'impianto negli edifici esistenti sono notevolmente elevati; in particolare si tratta di benefici ambientali esterni (diminuzione dell'impatto dovuto a un minore uso delle risorse energetiche convenzionali) ed interni (miglioramento del comfort).</p>	fino al 10 %
GEST.02	Campagna di formazione utenti	Promozione di una politica energetica ed ambientale attraverso la promozione di progetti volti alla realizzazione di campagne di informazione ed iniziative di formazione mirate alla sensibilizzazione degli utilizzatori finali, nonché di azioni di orientamento verso forme di risparmio energetico, l'uso e la diffusione di fonti energetiche rinnovabili e l'uso razionale dell'energia.	fino al 5%

GEST.03	Sistema gestione e controllo illuminazione	Gestione dell'impianto di illuminazione artificiale in funzione della luce naturale, evitando di illuminare i locali nei periodi della giornata nei quali l'illuminazione naturale sarebbe sufficiente, migliorando anche il comfort visivo.	fino al 15%
GEST.04	Sistema di regolazione centralizzato	Building Automation: Tutte le funzioni (climatizzazione, ventilazione, controllo accessi, rivelazione incendi, regolazione del flusso luminoso, ecc.) possono essere attivate in modo automatico sulla base delle istruzioni impartite al sistema di gestione centralizzato che, attraverso appositi sensori, è in grado di rilevare le situazioni ed intervenire ottimizzando la gestione energetica e ambientale dell'edificio.	fino al 10%
GEST.05	Gestione stand-by apparati IT (stampanti, telefoni, PC e switch rete)	Installazione di piccoli dispositivi wireless sui carichi elettrici principali che consentono lo spegnimento degli apparati elettrici quando non necessari (notte e week end).	fino al 8%

CODICE	INVESTIMENTO	VITA UTILE	RISPARMIO	CLASSE ENERGETICA	FATTIBILITÀ TECNICA	FATTIBILITÀ ??? (VINCOLI)	FATTIBILITÀ ECONOMICA (VAN >1)	CONSIGLIATO
INV.01	31.647 €	30	161.608 €	D	NO	SI, previa valutazione	Conveniente	Non presente sottotetto
INV.02	63.294 €	30	161.608 €	D	NO	SI, previa valutazione	Conveniente	No
INV.03	159.760 €	30	161.608 €	D	NO	NO	Conveniente	NO
INV.04	16.400 €	20	21.548 €	D	SI	SI, previa valutazione	Conveniente	Conviene la sostituzione totale
INV.05	157.440 €	20	161.608 €	D	SI	SI, previa valutazione	Conveniente	SI
INV.06	16.400 €	20	68.486 €	D	NO	NO	Conveniente	NO, non è possibile modificare i prospetti dell'immobile vincolato
INV.07	22.960 €	10	10.774 €	D	NO	NO	NON conveniente	NO, non è possibile modificare i prospetti dell'immobile vincolato
IMP.TER .01	2.860 €	15	40.402 €	D	NO	NO	Conveniente	NO, non è possibile modificare i prospetti dell'immobile vincolato
IMP.TER .02	42.900 €	15	30.129 €	D	SI	SI, previa valutazione	NON conveniente	NO, inoltre I generatori di calore sono di recente installazione
IMP.TER .03	25.318 €	15	161.608 €	D	SI	SI	Conveniente	SI, contestualmente alla sostituzione infissi
IMP.TER .04	71.500 €	15	80.804 €	D	NO	SI, previa valutazione	Conveniente	NO, non è disonibile spazio poco visibile a sufficienza in copertura
IMP.TER .05	5.400 €	15	96 €	D	NO	SI, previa valutazione	NON conveniente	NO
IMP.TER .06	34.320 €	15	323.216 €	C	NO	SI, previa valutazione	Conveniente	NO
IMP.TER .07	0 €	15	484.824 €	B	NO			Non presente UTA
IMP.TER .08	200.200 €	20	108.073 €	D	NO	SI	NON conveniente	NO
IMP.TER .09	300.300 €	20	162.561 €	D	NO	SI	NON conveniente	NO
IMP.ELE .01	22.500 €	10	269.347 €	D	SI	SI	Conveniente	SI

557 Edificio per uffici Piazza Dante 93

IMP.ELE .02	186 €	10	13.74 9 €	D	NO	SI	Conveniente	NO
IMP.ELE .03	0 €	10	15.21 5 €	D	SI	SI	da valutare caso per caso	NO, non sono presenti apparecchiature caratterizzate da consumi elevati
IMP.ELE .04	0 €	15	323.2 16 €	D	NO	SI	da valutare caso per caso	NO, non sono presenti motori a cui è tecnicamente possibile e conveniente installare un inverter
IMP.ELE .05	4.747 €	10	4.164 €	D	NO	SI	NON conveniente	NO
RIN.01	2.400 €	20	538.6 93 €	C	NO	NO	Conveniente	NO, non si dispone di spazio a sufficienza
RIN.02	30.000 €	20	55.12 3 €	D	SI	SI, previa valutazione	Conveniente	NO, non si dispone di spazio a sufficienza
GEST.01	5.148 €	20	107.7 39 €	D	NO	SI	Conveniente	NO, la distribuzione del vettore caldo rende l'impianto difficilmente sezionabile
GEST.02	10.000 €	5	16.93 3 €	D	SI	SI	Conveniente	SI, non viene inserita la scheda perché l'intervento è sempre consigliabile a prescindere dall'immobile
GEST.03	15.823 €	10	12.49 2 €	D	SI	SI	NON conveniente	NO
GEST.04	47.470 €	10	47.41 4 €	D	SI	SI	NON conveniente	NO
GEST.05	14.300 €	8	12.17 2 €	D	SI	SI	NON conveniente	NO

Vista la valenza storica dell'immobile ed i vincoli presenti, risulta molto difficile agire sull'involucro edilizio. L'impossibilità di variare i prospetti, la conformazione della copertura (a falda) e la presenza della corte interna rendono praticamente impossibile l'installazione di pannelli solari.

Il consumo relativo alla produzione di ACS è inferiore al 5% del consumo totale dell'immobile, il che rende poco interessante agire sull'efficiamento dell'impianto di produzione di ACS.

8.2 Interventi fattibili

EEM1: Installazione di illuminazione LED

Rispondenza agli indirizzi tecnici del PON - METRO							
SISTEMI SMART DI CONTROLLO E GESTIONE IMPIANTI	SOSTENIBILITÀ ECONOMICO/ FINANZIARIA	ADEGUATO SISTEMA DI MONITORAGGIO	INTEGRAZIONE DEI SISTEMI DI RILEVAZIONE/ CONTROLLO CONSUMI	REPLICABILITÀ DELLE OPERAZIONI	MIGLIORAMENTO DELLA CLASSE ENERGETICA	ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE	UTILIZZO DI MATERIALI ECOSOSTENIBILI
							

Descrizione

La misura prevede la sostituzione delle lampade esistenti con lampade ad alta efficienza con lo scopo di ridurre il consumo di energia per l'illuminazione. Una maggiore efficienza implica, a parità di lumen, una minore potenza e una riduzione del calore emesso in ambiente. Nel periodo estivo tutto questo si traduce anche in un risparmio di energia dell'impianto di climatizzazione.

Figura 8.1 – Particolare delle lampade in sostituzione



È consigliabile prevedere un progetto illuminotecnico degli spazi, in modo da comprendere come possa essere gestita l'illuminazione in termini di comfort e guidare la scelta degli apparecchi in modo ottimale. In generale, grazie alle prestazioni ottenibili dalle lampade a LED installate in sostituzione, le prestazioni illuminotecniche possono essere mantenute.

Si prevede la sostituzione dei corpi illuminanti secondo il criterio della sostituzione puntuale. Ci si assicura inoltre che la potenza delle lampade LED installate sia inferiore al 50% della potenza delle lampade sostituite così da poter accedere al conto termico.

Le plafoniere incassate a fluorescenza (4x18) verranno sostituite con plafoniere LED con potenza massima di 36W, facilmente adattabili e installabili. I faretti con lampade a basso consumo saranno mantenuti e verrà sostituita solamente la lampada con una lampadina LED con stesso attacco e potenza inferiore.

Prestazioni raggiungibili

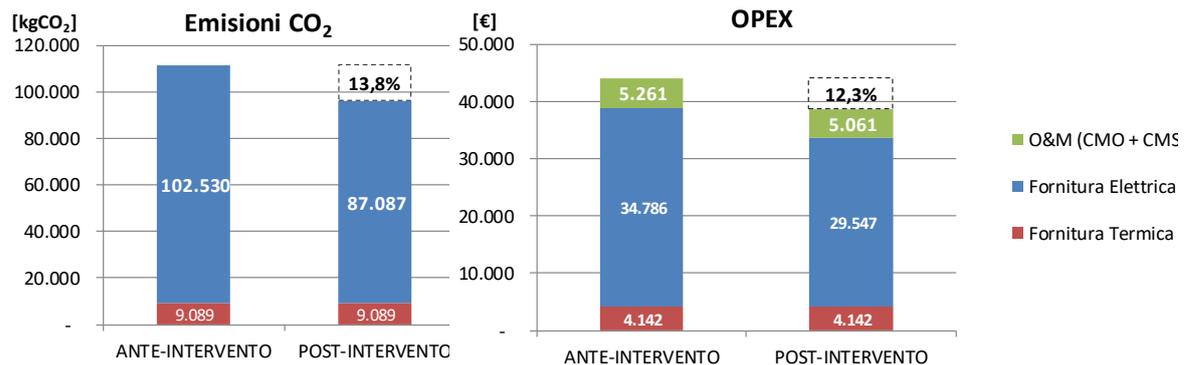
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

Sono stati considerati anche risparmi relativi alle spese di manutenzione, in quanto, considerando la vita utile delle plafoniere LED proposte (50.000 h di funzionamento) ed un funzionamento pari a 2.500 ore annuali, non sono previste sostituzioni nell'arco della vita utile dell'intervento (8 anni).

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – installazione illuminazione LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 - consumo e.e. Illuminazione	[kWh]	52.560	26.280	50,0%
Q _{baseline}	[kWh]	44.994	44.994	0,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	219.550	186.482	15,1%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	9.089	9.089	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	102.530	87.087	15,1%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	111.619	96.176	13,8%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.142	4.142	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	34.786	29.547	15,1%
Fornitura Energia, C_E	[€]	38.929	33.689	13,5%
C _{MO}	[€]	4.735	4.735	0,0%
C _{MS}	[€]	526	326	38,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	5.261	5.061	3,8%
OPEX	[€]	44.190	38.750	12,3%
Classe energetica	[-]	D	D	+classi

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



EEM2: Sostituzione chiusure trasparenti

Rispondenza agli indirizzi tecnici del PON - METRO							
SISTEMI SMART DI CONTROLLO E GESTIONE IMPIANTI	SOSTENIBILITÀ ECONOMICO/FINANZIARIA	ADEGUATO SISTEMA DI MONITORAGGIO	INTEGRAZIONE DEI SISTEMI DI RILEVAZIONE/CONTROLLO CONSUMI	REPLICABILITÀ DELLE OPERAZIONI	MIGLIORAMENTO DELLA CLASSE ENERGETICA	ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE	UTILIZZO DI MATERIALI ECOSOSTENIBILI
							

Figura 8.3 – Particolare di infisso con vetro doppio

Generalità

I serramenti svolgono un ruolo fondamentale per quanto riguarda il comfort degli ambienti interni; essi infatti devono soddisfare una serie di requisiti legati a varie esigenze, quali: illuminazione; tenuta alle intemperie, resistenza meccanica, ventilazione, isolamento termico.



La misura prevede la sostituzione degli infissi presenti nell'edificio, attualmente caratterizzati da un cattivo stato manutentivo e di scarse prestazioni energetiche. Per tale motivo, nonostante il ritorno economico dell'intervento sia negativo confrontato alla vita utile, si è valutata la sostituzione degli stessi con infissi più prestanti ai fini dell'isolamento termico.

I nuovi infissi avranno caratteristiche di trasmittanza inferiori al valore soglia fissato dal Conto Termico, saranno caratterizzati da vetro doppio e telaio con taglio termico per diminuire l'effetto dei ponti termici e le dispersioni. Inoltre, considerando il vincolo totale presente sull'immobile, essi dovranno avere caratteristiche visive più simili possibili a quelli già presenti (telaio di colore banco, preferibilmente in legno o con finitura simile, aventi medesime forme e dimensioni di quello presente). In ogni caso tale intervento dovrà essere preventivamente proposto e approvato dalla sovrintendenza.

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

Prestazioni raggiungibili

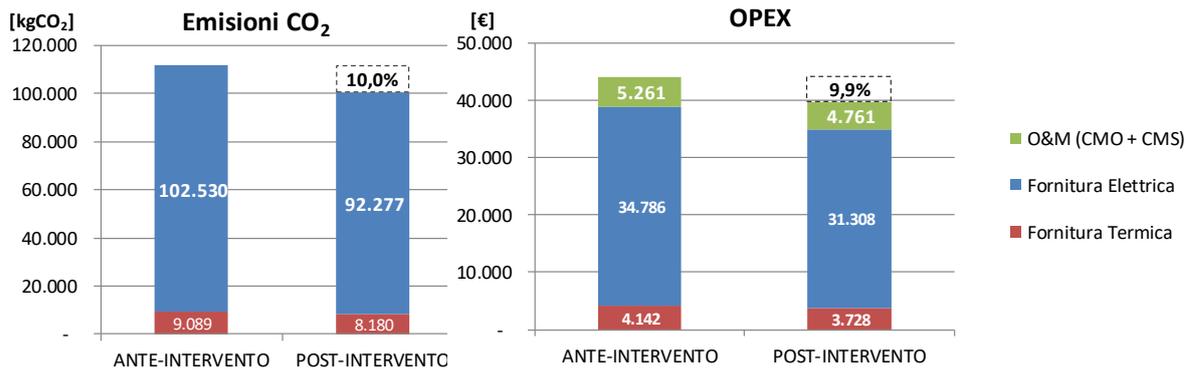
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.2 e nella Figura 8.4.

La diminuzione del costo di manutenzione è dovuta alla diminuzione del fabbisogno per il riscaldamento/raffrescamento dell'immobile, che contribuisce ad un minor utilizzo degli impianti, i quali ne giovano in termini di vita utile e deterioramento, con conseguente risparmio sulla manutenzione degli stessi, diminuendo la frequenza dei guasti.

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – sostituzione chiusure trasparenti

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza	[W/m²K]	4	1,1	72,5%
Q _{baseline}	[kWh]	44.994	40.495	10,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	219.550	197.595	10,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	9.089	8.180	10,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	102.530	92.277	10,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	111.619	100.457	10,0%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.142	3.728	10,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	34.786	31.308	10,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	38.929	35.036	10,0%
C _{MO}	[€]	4.735	4.261	10,0%
C _{MS}	[€]	526	500	5,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	5.261	4.761	9,5%
OPEX	[€]	44.190	39.797	9,9%
Classe energetica	[-]	D	D	+ classi

Figura 8.4 – EEM1: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



EEM3: Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione

Rispondenza agli indirizzi tecnici del PON - METRO							
SISTEMI SMART DI CONTROLLO E GESTIONE IMPIANTI	SOSTENIBILITÀ ECONOMICO/ FINANZIARIA	ADEGUATO SISTEMA DI MONITORAGGIO	INTEGRAZIONE DEI SISTEMI DI RILEVAZIONE/ CONTROLLO CONSUMI	REPLICABILITÀ DELLE OPERAZIONI	MIGLIORAMENTO DELLA CLASSE ENERGETICA	ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE	UTILIZZO DI MATERIALI ECOSOSTENIBILI
							

Descrizione

La misura prevede l'installazione di un sistema di regolazione dell'impianto di illuminazione con lo scopo di ridurre il consumo di energia limitando lo spreco dovuto all'illuminazione di zone e locali inoccupati

Si prevede l'installazione in ogni ambiente di un modulo dotato di sensore di presenza e movimento, e di gestione della potenza illuminante con attenuazione e spegnimento della stessa. Questo modulo integrato non necessita di una centralina di controllo e consente di comandare fino a 8 punti luce.

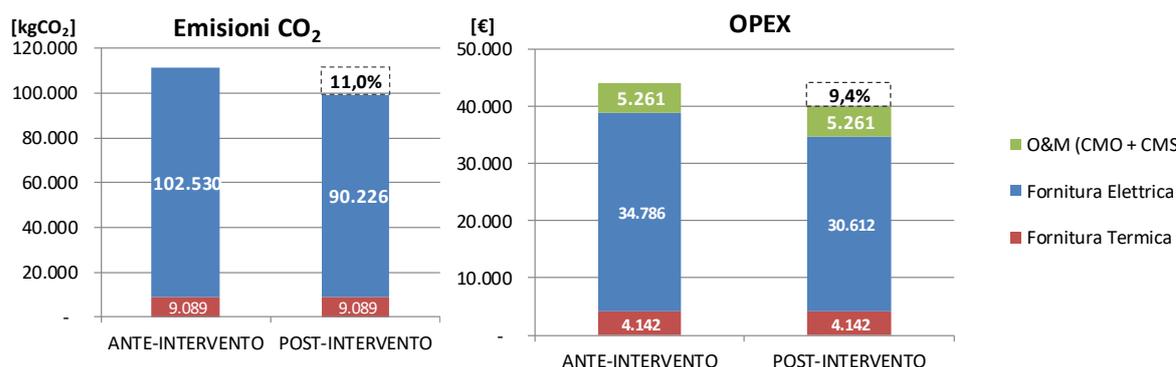
Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.3 e nella Figura 8.5.

L'installazione del sistema di sensoristica incide sulla manutenzione poiché permette di avere un utilizzo ridotto degli apparecchi illuminanti, che contribuisce ad allungarne la vita. Tuttavia, l'installazione di nuovi elementi, fa sì che essi necessitino di opere di manutenzione aggiuntiva rispetto allo stato attuale. Questi due effetti si bilanciano col risultato di scarse variazioni sui costi di manutenzione.

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{baseline}$	[kWh]	44.994	44.994	0,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	219.550	193.204	12,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	9.089	9.089	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	102.530	90.226	12,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	111.619	99.315	11,0%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	4.142	4.142	0,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	34.786	30.612	12,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	38.929	34.754	10,7%
C_{MO}	[€]	4.735	4.735	0,0%
C_{MS}	[€]	526	526	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	5.261	5.261	0,0%
OPEX	[€]	44.190	39.984	9,5%
Classe energetica	[-]	D	D	+classi

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

8.3 Combinazioni di interventi fattibili e classi energetiche raggiungibili

A seguito dell'analisi dei singoli interventi fattibili, si è valutata la combinazione degli stessi al fine di ottenere il maggior incremento di classe energetica possibile.

Tutti gli interventi proposti sono compatibili tra loro. I risultati dell'analisi di compatibilità e miglioramento energetico sono riportati nella tabella seguente:

INTERVENTO	CLASSE RAGGIUNTA
EEM1 + EEM2	D
EEM1 + EEM3	D
EEM2 + EEM3	D
EEM1 + EEM2 + EEM3	D

Nell'ipotesi di effettuare tutti gli interventi contemporaneamente, si otterrebbe comunque una classe energetica pari a D, e dunque nessun ulteriore incremento della stessa rispetto al singolo accoppiamento di interventi di cui sopra.

A seguito del sopralluogo effettuato, svolto con l'approfondimento congruo ai fini delle valutazioni necessarie alla redazione di una Diagnosi Energetica, l'analisi visiva sull'involucro non ha portato a valutare necessarie azioni di manutenzione straordinaria preventiva all'attuazione degli interventi proposti. Eventuali azioni preventive potrebbero tuttavia essere ritenute necessarie in una seconda fase di analisi più approfondita finalizzata alla progettazione preliminare degli interventi.

9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

9.1 Analisi dei Costi dei singoli interventi migliorativi considerati fattibili

EEM1: Installazione di illuminazione a led

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0 erogati dal GSE (intervento 1.F - art. 4, comma 1, lettera f). Le spese incentivabili per tale intervento prevedono la fornitura e messa in opera dei sistemi di illuminazione, gli adeguamenti dell'impianto elettrico (compresa la messa a norma), lo smontaggio e la dismissione di quanto eventualmente già presente e le prestazioni professionali connesse alla realizzazione.

L'incentivo è stato calcolato secondo le indicazioni fornite del GSE. L'incentivo totale cumulato per gli anni di godimento è pari al 40% delle spese sostenute ammissibili, fermo restando il rispetto di costi massimi unitari e del massimale di incentivo previsto.

$$I_{tot} = 40\% \cdot C \cdot S_{int}$$

con

- $I_{tot} \leq I_{max}$
- 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 (m^2)
- $C = (\text{spesa sostenuta in } \text{€}) / (\text{superficie oggetto di intervento})$, costo specifico sostenuto
- C_{max} : è il valore massimo di C ed è definito dalla tabella 5 del Decreto. Qualora il costo specifico dell'intervento (C) superi il valore di C_{max} , il calcolo dell'incentivo (I_{tot}) viene effettuato con C_{max}

COSTI MASSIMI UNITARI E MASSIMALI DI INCENTIVO PER INSTALLAZIONE LED		
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 a led	35 €/m ²	70.000 €

Nel caso in cui il costo specifico sostenuto (€/m² di superficie oggetto di intervento) superasse il valore limite di 35€/m², si è calcolato l'incentivo totale in base al valore massimo dello stesso, moltiplicandolo per la superficie oggetto di intervento. Nel caso in cui l'investimento massimo superasse il valore limite, si è considerato come valido quest'ultimo (70.000 €).

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella installazione di lampade tecnologia a led.

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

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Installazione illuminazione a led

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismatico internamente, per installazione a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada: lunghezza 1.300 mm, 36 W, 5.830 lm	Prezzario Regione Campania	125	cad	€ 82,81	€ 10.351,25	22%	€ 12.628,53
Costi per la sicurezza	-	4%	%		€ 414,05	22%	€ 505,14
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 724,59	22%	€ 884,00
TOTALE (I₀ – EEM1)					11.489,89 €	2.527,78 €	14.017,66 €
Incentivi	[Conto termico]						€ 5.607,07
Durata incentivi							1

EEM2: Sostituzione chiusure trasparenti

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella sostituzione degli infissi.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0 erogati dal GSE (intervento 1.B – art.4, comma 1, lettera b). Le spese incentivabili per tale intervento includono la fornitura e messa in opera di nuove aperture comprensive di infissi ed eventuali sistemi di schermatura/ombreggiamento integrati, lo smontaggio e la dismissione delle schermature preesistenti e le prestazioni professionali connesse alla realizzazione.

L'incentivo è stato calcolato secondo le indicazioni fornite del GSE. L'incentivo totale cumulato per gli anni di godimento è pari al 40% delle spese sostenute ammissibili, fermo restando il rispetto di costi massimi unitari e del massimale di incentivo previsto.

$$I_{tot} = 40\% * C * Sint$$

con

- $I_{tot} \leq I_{max}$
- 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).
- $Sint$: superficie¹² oggetto dell'intervento (m²)
- $C = (spesa\ sostenuta\ in\ €) / (superficie\ oggetto\ di\ intervento)$, costo specifico sostenuto
- C_{max} : è il valore massimo di C ed è definito dalla tabella 5 del Decreto. Qualora il costo specifico dell'intervento (C) superi il valore di C_{max} , il calcolo dell'incentivo (I_{tot}) viene effettuato con C_{max}

COSTI MASSIMI UNITARI E MASSIMALI DI INCENTIVO PER INSTALLAZIONE SERRAMENTI		
Tipologia di intervento	Costo massimo ammissibile (Cmax)	Valore massimo dell'incentivo (Imax) [€]
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	350 €/m ² (per la zona climatica C)	75.000

Nel caso in cui il costo specifico sostenuto (€/m² di superficie oggetto di intervento) superasse il valore limite di 350€/m², si è calcolato l'incentivo totale in base al valore massimo dello stesso, moltiplicandolo per la superficie oggetto di intervento. Nel caso in cui l'investimento massimo superasse il valore limite, si è considerato come valido quest'ultimo (75.000 €).

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – Sostituzione chiusure trasparenti

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Rimozione di infissi esterni in legno come finestre, sportelli a vetri, persiane ecc., inclusa l'eventuale parte vetrata, compresi telaio, controtelaio, smuratura delle grappe o dei tasselli di tenuta ed eventuale taglio a sezione degli elementi, l'onere per il carico, trasporto e accatastamento dei materiali riutilizzabili e/o di risulta fino ad una distanza di 50 m	Prezziario Regione Campania	330,0	m ²	7,61 €	2.511,30 €	22%	3.063,79 €
Monoblocco in legno e alluminio fisso o con parti apribili con o senza sopra-luce fisso o apribile ad una o più ante. Costituito da controtelaio a murare completo di zanche per fissaggio a muro realizzato in lamiera d'acciaio. Sono compresi: il telaio esterno costituito dai montanti della sezione minima di 100 mm, con ricavata la battuta per l'anta, distanziatore e guida per l'avvolgibile, il traverso superiore con sede di appoggio per il cassonetto, il traverso inferiore assolato (escluso per le porte finestre) per lo scarico dell'acqua, il telaio mobile realizzato con profili a sezione tubolare, della sezione minima di 52 mm, la serranda avvolgibile in PVC tipo pesante da 5,00 kg/m ² , il rullo, i supporti e il rullo avvolgibile con cuscinetti a sfera, le cinghie, gli avvolgitori automatici con placche	Prezziario Regione Campania	330,0	m ²	319,77 €	105.524,10 €	22%	128.739,40 €
Costi per la sicurezza	-	4%	%		4.321,42 €	22%	5.272,13 €
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		7.562,48 €	22%	9.226,22 €
TOTALE (I₀ – EEM1)					119.919,29 €	22%	146.301,54 €
Incentivi	[Conto termico]						€ 58.520,62
Durata incentivi							1

EEM3: Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione

Nella Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nella installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione.

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM2 – Installazione sensoristica

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Rilevatore di movimento e presenza, fornisce un controllo automatico dell'illuminazione (on/off e dimmerazione), coninterfaccia DALI. Dati Tecnici - Corrente di commutazione 10 A, Area di rilevamento (massima altezza di montaggio h=3m):Movimento 8x8m; Presenza 4x4m Numero alimentatori collegabili 8 DALI Regolazione luminosità: 10...800lux Con regolazione della sensibilità Ritardo di spegnimento regolabile da 12 secondi a 35 minuti. Tensione di alimentazione 110....230V AC (50/60Hz) Montaggio in ambienti interni IP40 Intervallo di temperatura -10 - +50 °C Collegamento Terminali Push-in Installazione Controsoffitto o soffitto	NP	105	cad	€ 188,20	€ 19.761,00	22%	€ 24.108,42
Costi per la sicurezza	-	4%	%		€ 964,34	22%	€ 1.176,49
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 1.687,59	22%	€ 2.058,86
TOTALE (I₀– EEM1)					22.412,93 €		27.343,77 €

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, 20 anni per gli scenari;

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

Il dettaglio dei calcoli è riportato all'Allegato 1 – Elaborati.

EEM1: installazione di illuminazione a led

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

Tabella 9.4 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– installazione di illuminazione a led

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	14.017
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	10
Incentivo annuo	B	€/anno	5.607
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI

Tempo di rientro semplice	TRS	2,7	1,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	2,9	1,8
Valore attuale netto	VAN	22.959	28.350
Tasso interno di rendimento	TIR	32,9%	47,2%
Indice di profitto	IP	1,64	2,02

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

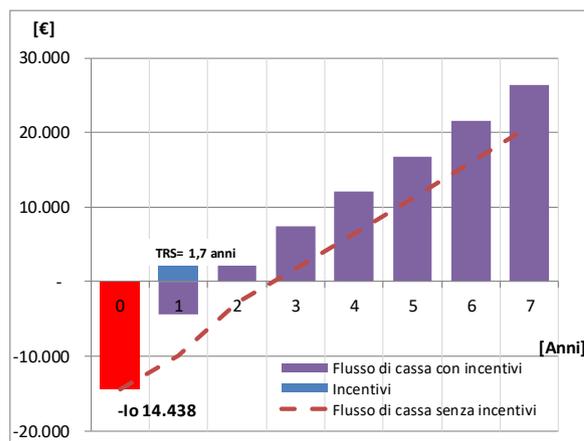
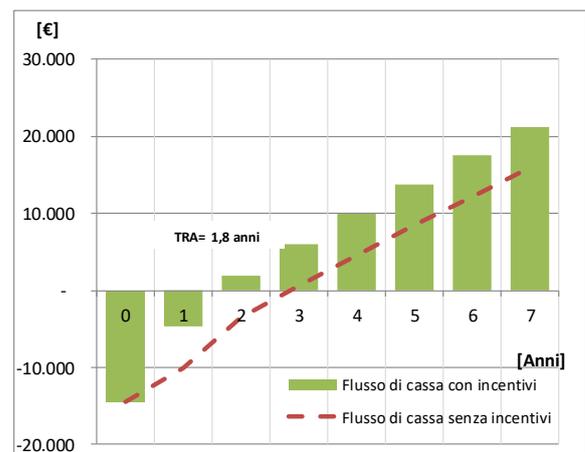


Figura 9.2 –EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



EEM2: Sostituzione chiusure trasparenti

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

Tabella 9.5 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– Sostituzione chiusure trasparenti

PARMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	146.302
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	20
Incentivo annuo	B	€/anno	58.521
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	29,2	16,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	39,3	22,7
Valore attuale netto	VAN	-73.996 €	-17.726 €
Tasso interno di rendimento	TIR	-4,1%	1,3%
Indice di profitto	IP	-0,51	-0,12

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

Figura 9.3 –EEM1: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

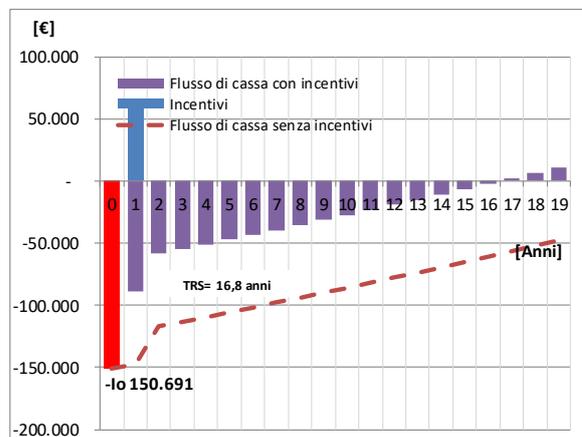
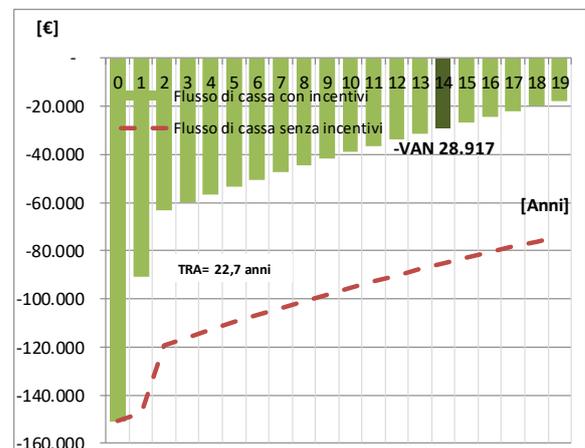


Figura 9.4 –EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



EEM3: Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione

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

Tabella 9.6 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3– Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	27.344
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	10
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	6,6	6,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	7,8	7,8
Valore attuale netto	VAN	3.332	3.332
Tasso interno di rendimento	TIR	6,7%	6,7%
Indice di profitto	IP	0,12	0,12

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

Figura 9.5 –EEM1: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

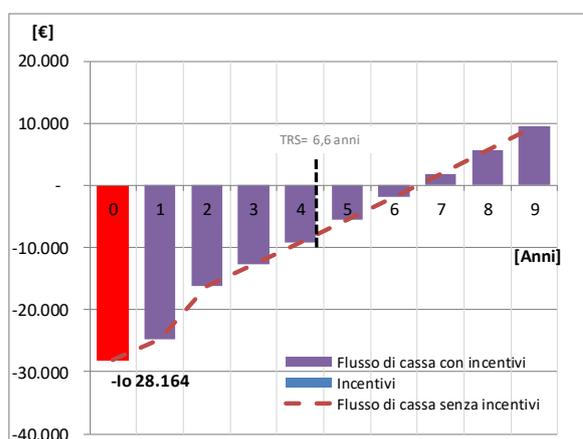
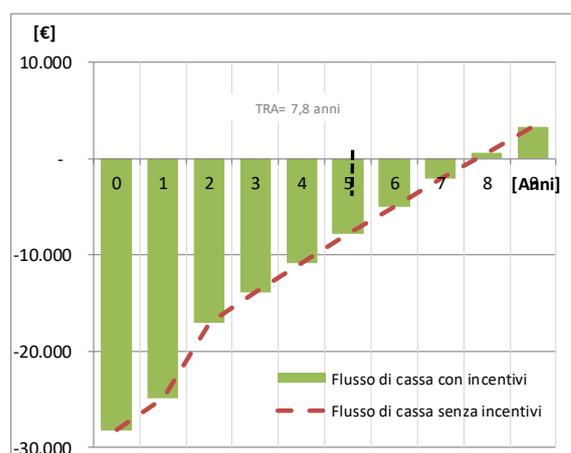


Figura 9.6 –EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Sintesi

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

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

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

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

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

CON INCENTIVI												
	$\% \Delta_E$	$\% \Delta_{CO_2}$	Δ_{CE}	Δ_{CMO}	Δ_{CMS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	13%	14%	5.239 €	0	200	14.017 €	1,68	1,77	10	28.350 €	47%	2,02
EEM 2	10%	10%	3.893 €	0	26,305	146.302 €	16,78	22,67	20	-17.726 €	1%	-0,12
EEM 3	11%	11%	4.174 €	0	0	27.344 €	6,56	7,82	10	3.332 €	7%	0,12
SCN 1	24%	25%	9.414 €	0	200	41.361 €	3,74	4,38	20	84.815 €	25%	2,05
SCN 2	34%	35%	13.307 €	0	226,305	187.662 €	7,94	10,61	20	67.090 €	10%	0,36

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.

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.

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

- Scenario ottimale A, (SCNA), per il quale è verificato il miglior rapporto qualità/prezzo;
- Scenario ottimale B, (SCNB), per il quale è verificata la migliore performance energetica senza trascurare la convenienza economica dello stesso.

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

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 A: EEM1+EEM2:** Tale scenario consiste nella realizzazione di due interventi: installazione di illuminazione con tecnologia a led e sostituzione di chiusure trasparenti.
- **Scenario B: SCN1 + EEM3:** Tale scenario consiste nella realizzazione degli interventi dello scenario 1 e dell'intervento EEM3 consistente nell'installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione.

Scenario A: EEM1+EEM3

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

Tabella 9.9 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario A

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	11.489 €	2.528 €	14.017 €
EEM3 Fornitura & Posa	22.413 €	4.931 €	27.344 €
TOTALE (I₀)	33.902 €	7.458 €	41.361 €
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	4.148 €	913 €	5.061
EEM2 O&M	4.312 €	949 €	5.261
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	5.607 €	
Durata incentivi		1	

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario A sono riportati nella Tabella 9.10 e nella Figura 9.7.

Tabella 9.10 – Risultati analisi SCN-A

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
Q _{baseline}	[kWh]	44.994	44.994	0,0%
EE _{baseline}	[kWh]	219.550	160.136	27,1%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	9.089	9.089	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	102.530	74.783	27,1%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	111.619	83.872	24,9%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.142	4.142	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	34.786	25.373	27,1%
Fornitura Energia, C_E	[€]	38.929	29.515	24,2%
C _{MO}	[€]	4.735	4.735	0,0%
C _{MS}	[€]	526	326	38,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	5.261	5.061	3,8%
OPEX	[€]	44.190	34.576	21,8%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

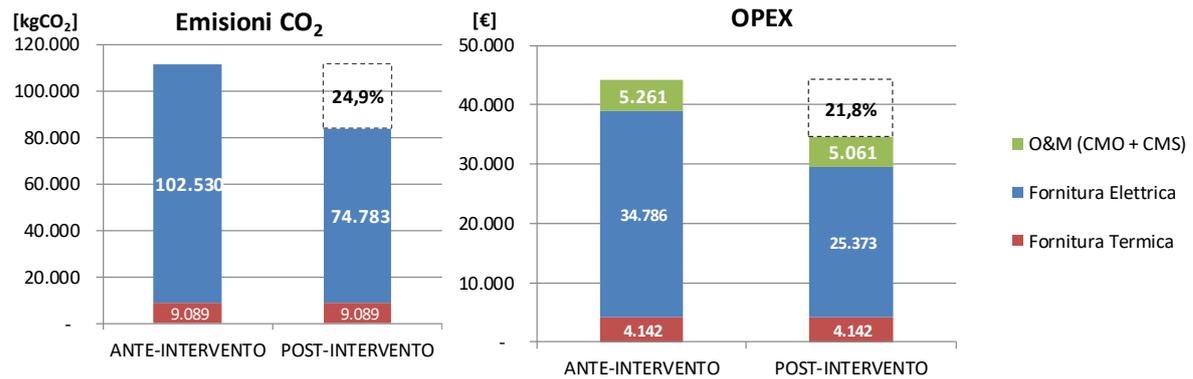
Figura 9.7- SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline


Tabella 9.11 – Risultati dell’analisi di convenienza dello SCN-A

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	41.361
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	20
Incentivo annuo	B	€/anno	5.607
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	4,4	3,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	4,9	4,4
Valore attuale netto	VAN	79.424	84.815
Tasso interno di rendimento	TIR	21,8%	24,7%
Indice di profitto	IP	1,92	2,05

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle Figura 9.8 e Figura 9.9.

Figura 9.8 –SCN-A: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

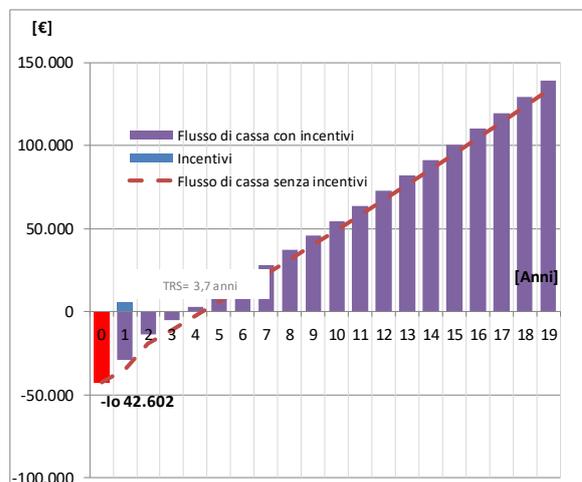


Figura 9.9 – SCN-A: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi

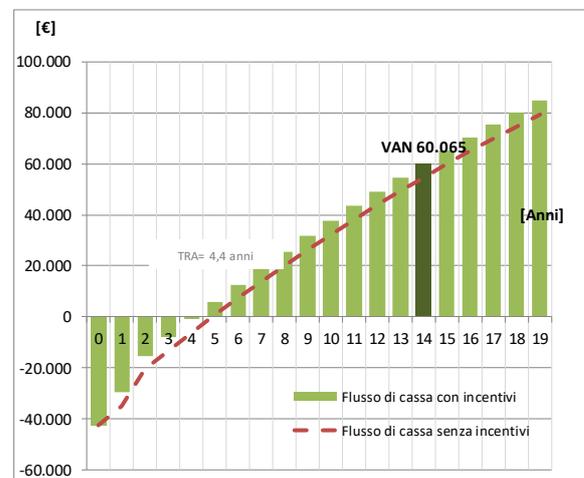


Tabella 9.2 – flussi di cassa annuali dello SCN-A–

Anno	CAPEX			RICAVI			Flusso di cassa con incentivi			
	Io	OF	Rimborso IVA	INCENTIVI	RISPARMI OPEX	Fattore di annualità	FCFO	FCC	FCA	FCCA
0	-41.361	-1.241	0			1,000	-42.602	-42.602	-42.602	-42.602
1			0	5.607	7.974	0,962	13.581	-29.021	13.059	-29.543
2			7.458	0	8.069	0,925	15.527	-13.493	14.356	-15.187
3			0	0	8.165	0,889	8.165	-5.329	7.258	-7.929
4			0	0	8.262	0,855	8.262	2.933	7.062	-867
5			0	0	8.360	0,822	8.360	11.293	6.871	6.005
6			0	0	8.459	0,790	8.459	19.752	6.686	12.690
7			0	0	8.560	0,760	8.560	28.312	6.505	19.195
8			0	0	8.662	0,731	8.662	36.974	6.329	25.524
9			0	0	8.765	0,703	8.765	45.739	6.158	31.682
10			0	0	8.869	0,676	8.869	54.608	5.992	37.674
11			0	0	8.975	0,650	8.975	63.583	5.830	43.504
12			0	0	9.082	0,625	9.082	72.665	5.672	49.176
13			0	0	9.190	0,601	9.190	81.854	5.519	54.695
14			0	0	9.299	0,577	9.299	91.153	5.370	60.065
15			0	0	9.410	0,555	9.410	100.563	5.225	65.290
16			0	0	9.522	0,534	9.522	110.084	5.084	70.374
17			0	0	9.635	0,513	9.635	119.719	4.946	75.320
18			0	0	9.750	0,494	9.750	129.469	4.813	80.133
19			0	0	9.866	0,475	9.866	139.335	4.683	84.815

Scenario B: SCNA + EEM3

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

Tabella 9.13 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario B

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	11.489 €	2.528 €	14.017 €
EEM2 Fornitura & Posa	119.919 €	26.382 €	146.302 €
EEM3 Fornitura & Posa	22.413 €	4.931 €	27.344 €
TOTALE (Io)	153.822 €	33.841 €	187.662 €
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	4.148 €	913 €	5.061 €
EEM2 O&M	3.903 €	859 €	4.761 €
EEM3 O&M	4.312 €	949 €	5.261 €
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	64.128 €	

Durata incentivi 1

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario A sono riportati nella Tabella 9.14 e nella Figura 9.10.

Tabella 9.14 – Risultati analisi SCN-B

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
$Q_{baseline}$	[kWh]	44.994	40.495	10,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	219.550	138.181	37,1%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	9.089	8.180	10,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	102.530	64.530	37,1%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	111.619	72.710	34,9%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	4.142	3.728	10,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	34.786	21.894	37,1%
Fornitura Energia, C_E	[€]	38.929	25.622	34,2%
C_{MO}	[€]	4.735	4.261	10,0%
C_{MS}	[€]	526	300	43,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	5.261	4.561	13,3%
OPEX	[€]	44.190	30.183	31,7%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

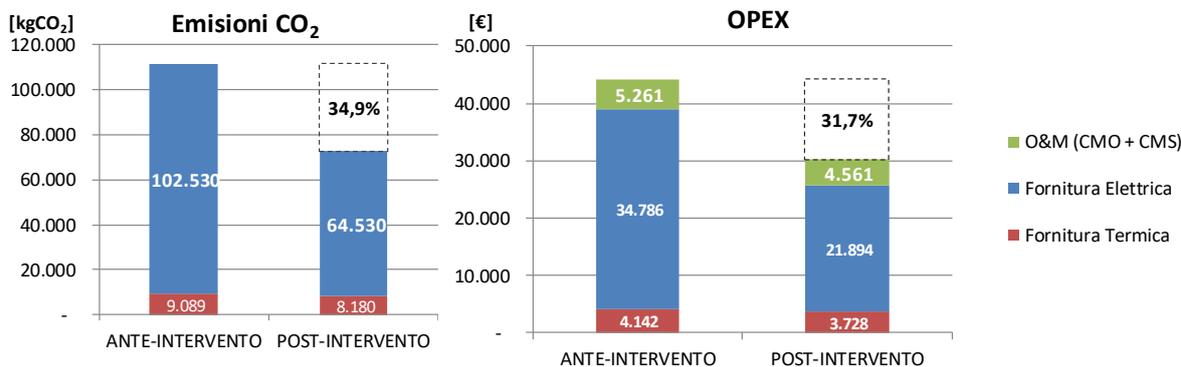
 Figura 9.10 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline


Tabella 9.15 – Risultati dell'analisi di convenienza dello SCN-B

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 187.662
Oneri Finanziari % I_0	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	3 anni
Vita utile	n	20 anni
Incentivo annuo	B	€/anno 5.607
Durata incentivo	n_B	1 anno
Tasso di attualizzazione	i	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	12,8
		VALORE CON INCENTIVI
		7,9

Tempo di rientro attualizzato	TRA	18,5	10,6
Valore attuale netto	VAN	5.428	67.090
Tasso interno di rendimento	TIR	4,4%	9,7%
Indice di profitto	IP	0,03	0,36

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.11 e Figura 9.12.

Figura 9.11 –SCN-B: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

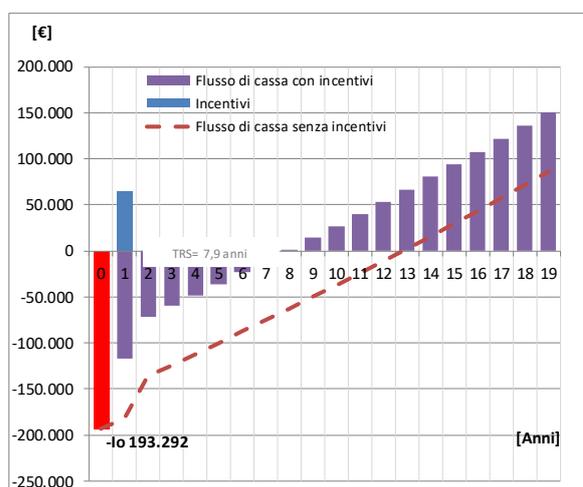


Figura 9.12 – SCN-B: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi

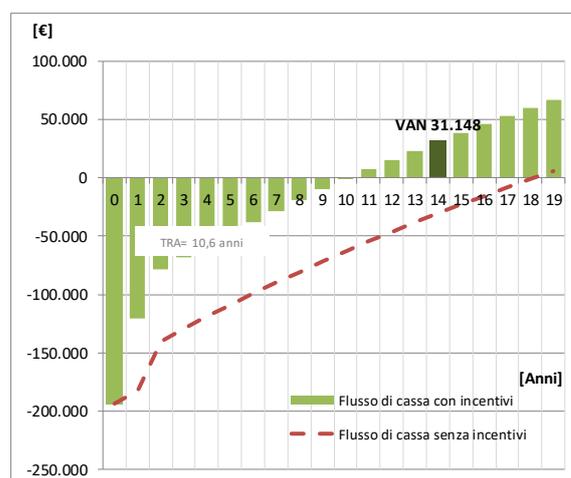


Tabella 9.3 – flussi di cassa annuali dello SCN-B–

Anno	CAPEX			RICAVI			Flusso di cassa con incentivi			
	Io	OF	Rimborso IVA	INCENTIVI	RISPARMI OPEX	Fattore di annualità	FCFO	FCC	FCA	FCCA
0	-187.662	-5.630	0			1,000	-193.292	-193.292	-193.292	-193.292
1			0	64.128	11.615	0,962	75.743	-117.550	72.829	-120.463
2			33.841	0	11.751	0,925	45.591	-71.958	42.152	-78.311
3			0	0	11.888	0,889	11.888	-60.070	10.568	-67.743
4			0	0	12.027	0,855	12.027	-48.043	10.281	-57.462
5			0	0	12.168	0,822	12.168	-35.876	10.001	-47.461
6			0	0	12.310	0,790	12.310	-23.566	9.729	-37.733
7			0	0	12.454	0,760	12.454	-11.112	9.464	-28.269
8			0	0	12.600	0,731	12.600	1.487	9.206	-19.062
9			0	0	12.747	0,703	12.747	14.234	8.956	-10.106
10			0	0	12.896	0,676	12.896	27.131	8.712	-1.394
11			0	0	13.047	0,650	13.047	40.178	8.475	7.081
12			0	0	13.200	0,625	13.200	53.378	8.245	15.326
13			0	0	13.354	0,601	13.354	66.732	8.020	23.346
14			0	0	13.511	0,577	13.511	80.243	7.802	31.148
15			0	0	13.669	0,555	13.669	93.912	7.590	38.738
16			0	0	13.829	0,534	13.829	107.742	7.384	46.122
17			0	0	13.991	0,513	13.991	121.733	7.183	53.305
18			0	0	14.155	0,494	14.155	135.888	6.987	60.292
19			0	0	14.321	0,475	14.321	150.210	6.798	67.090

10 CONCLUSIONI

La maggior parte dei consumi energetici è da attribuire al riscaldamento degli ambienti e all'illuminazione degli stessi; motivo per cui gli interventi proposti sono stati indirizzati alla riduzione del fabbisogno ad essi associato.

Gli interventi proposti considerati fattibili hanno riguardato:

1. l'installazione di un sistema di illuminazione a tecnologia LED;
2. sostituzione chiusure trasparenti;
3. l'installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione.

La fattibilità tecnico-economica ha messo in evidenza che gli interventi più interessanti sono rappresentati dalla realizzazione dello scenario B che comprende la sostituzione dell'attuale sistema di illuminazione con un sistema utilizzante la tecnologia LED, l'installazione di un sistema di regolazione dell'illuminazione e la sostituzione degli elementi vetrati, infissi e vetro.

10.1 Riassunto degli indici di performance energetica

Gli indici di performance sono riassunti e riportati nell'allegato Report di Benchmark.

10.2 Riassunto degli scenari di investimento e dei principali risultati

Dalle analisi effettuate risulta che l'investimento previsto nello scenario SCNB risulta essere remunerativo con valore VAN positivo.