

Edificio per uffici (ex incurabili)

Edificio 019

Piazza Cavour 25

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

PON METRO 2014 - 2020



Novembre 2018

COMUNE DI NAPOLI



Edificio per uffici (ex incurabili)

Codice edificio 019

Piazza Cavour 25

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	I
EXECUTIVE SUMMARY	II
1. INTRODUZIONE	1
1.1 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	1
1.2 IDENTIFICAZIONE DEL COMPLESSO EDILIZIO.....	1
1.3 METODOLOGIA DI LAVORO	2
1.4 STRUTTURA DEL REPORT	5
2 DATI DELL'EDIFICIO	6
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	6
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO	6
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI INTERVENTI.....	8
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	9
3 DATI CLIMATICI	10
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	10
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	10
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	11
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	13
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	13
<i>Involucro opaco</i>	13
<i>Involucro trasparente</i>	13
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	14
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	16
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	16
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA	16
4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	16
4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	17
4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE	17
5 CONSUMI RILEVATI	18
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	18
<i>Energia termica</i>	18
<i>Energia elettrica</i>	20
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	25
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO	28
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	28
<i>Validazione del modello termico</i>	29
<i>Validazione del modello elettrico</i>	31
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	32
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	32
<i>Vettore termico</i>	32
<i>Vettore elettrico</i>	32

7.2	STIMA DEI COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI	33
7.3	TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	35
7.4	BASLINE DEI COSTI.....	35
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	37
8.1	ELENCO, DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ, PRESTAZIONI E COSTI-BENEFICI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI.....	37
8.2	INTERVENTI FATTIBILI	42
	<i>EEM1: Installazione di illuminazione LED.....</i>	<i>42</i>
	<i>EEM2: Sostituzione chiusure trasparenti.</i>	<i>44</i>
	<i>EEM3: Installazione di un impianto Fotovoltaico.....</i>	<i>45</i>
8.3	COMBINAZIONI DI INTERVENTI FATTIBILI E CLASSI ENERGETICHE RAGGIUNGIBILI.....	47
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	48
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	48
	<i>EEM1: Installazione di illuminazione LED.....</i>	<i>48</i>
	<i>EEM2: Sostituzioni chiusure trasparenti</i>	<i>49</i>
	<i>EEM3: Installazione di un impianto Fotovoltaico.....</i>	<i>51</i>
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	51
	<i>EEM1: Installazione di illuminazione LED.....</i>	<i>53</i>
	<i>EEM2: Sostituzioni chiusure trasparenti</i>	<i>54</i>
	<i>EEM3: Installazione di un impianto Fotovoltaico.....</i>	<i>55</i>
	<i>Sintesi.....</i>	<i>56</i>
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO	57
	<i>Scenario A: Led + Fotovoltaico.....</i>	<i>58</i>
	<i>Scenario B: Led + infissi + fotovoltaico.....</i>	<i>61</i>
10	CONCLUSIONI	64
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	64
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	64

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
DE	Diagnosi Energetica
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 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 – E.7
Superficie utile riscaldata	[m ²]	12.023
Superficie disperdente (S)	[m ²]	13.118
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	58.516
Rapporto S/V	[1/m]	0,224
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	15.190
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	15.190
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore a condensazione
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	1.123
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	56,55
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	111.969
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	88.343
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	72.675
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	12.355

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

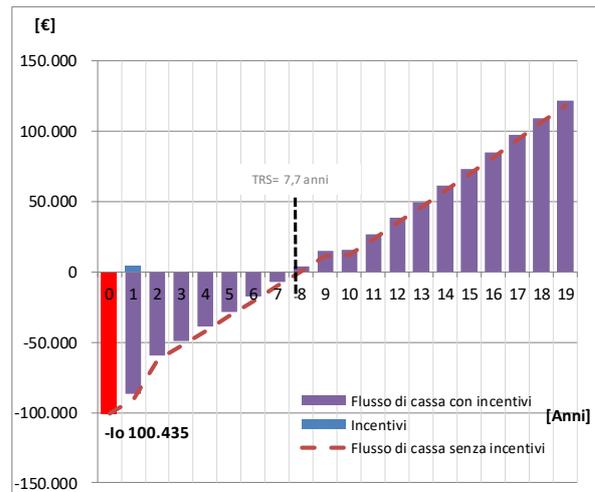
- EEM 1: Installazione di illuminazione LED
- EEM 2: Sostituzione degli infissi
- EEM 2: Installazione di un impianto fotovoltaico.

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

	CON INCENTIVI											
	% Δ_E	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	9%	9%	5.324 €	0	200	8.971 €	1,28	1,36	10	24.144 €	69%	2,69
EEM 2	9%	9%	5.842 €	1690,776	117,415	554.567 €	37,17	44,80	20	-316.229 €	-8%	-0,57
EEM 3	11%	12%	7.116 €	-634,041	0	88.538 €	11,79	16,93	20	6.880 €	5%	0,08
SCN 1	20%	21%	12.440 €	-634,041	200	97.509 €	7,70	10,52	20	56.424 €	11%	0,58
SCN 2	29%	30%	18.282 €	1056,735	317,415	652.076 €	25,36	32,62	20	-259.804 €	-3%	-0,40

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi economica

Flussi di cassa con e senza incentivi



Flussi di cassa attualizzati con e senza incentivi

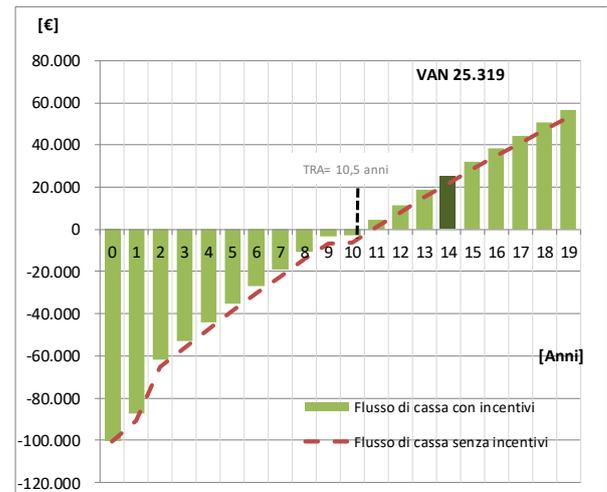
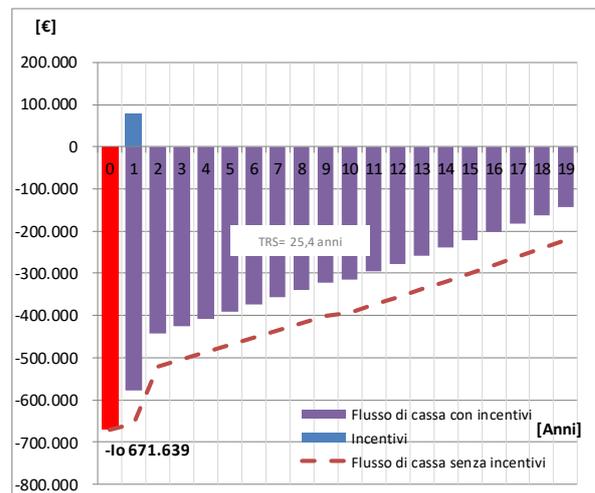
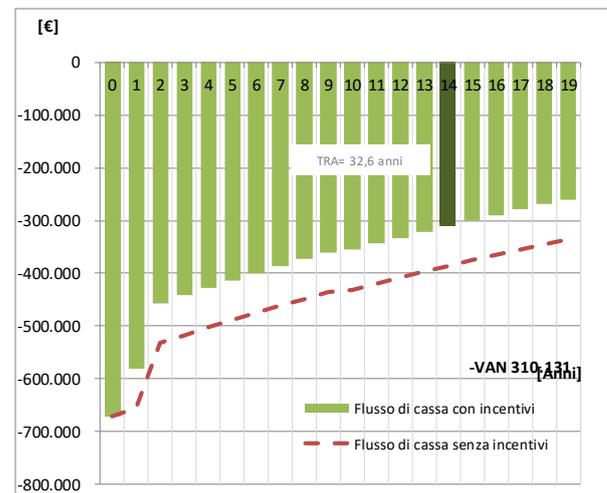


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi economica

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.103 Mapp. 9è sito nel Comune di Napoli e più precisamente nel centro storico di Napoli.

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

Figura 1.1 – Ubicazione dell'edificio



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

Tabella 1.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		n.d.
Anno di ristrutturazione		n.d.
Zona climatica		C
Destinazione d'uso		E.2 – E.7
Superficie utile riscaldata	[m ²]	12.023
Superficie disperdente (S)	[m ²]	13.118
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	58.516
Rapporto S/V	[1/m]	0,224
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	15.190
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	15.190

Tipologia generatore riscaldamento		Generatore a condensazione
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	1.123
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	56,55
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	111.969
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	88.343
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	72.675
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	12.355
Nota (1): Valori di Baseline		

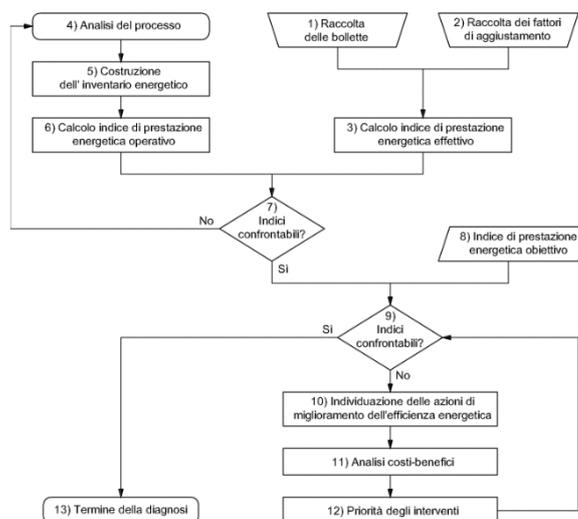
1.3 Metodologia di lavoro

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, Assistal, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato 9 – 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 II e 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;

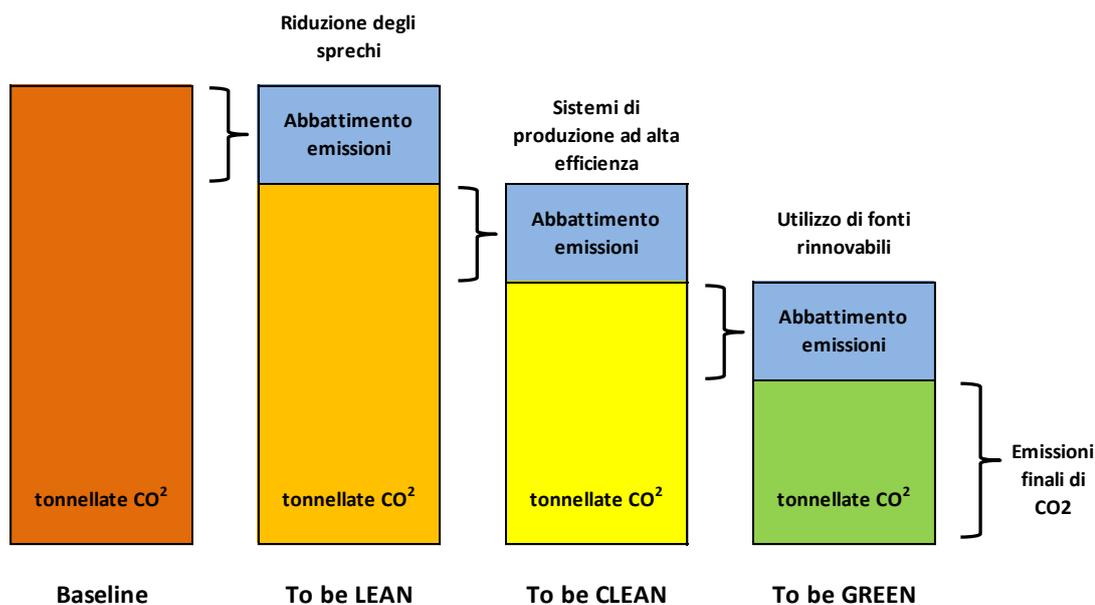
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del paramento di efficienza energetica dell’edificio per i quali sono verificati il miglior rapporto qualità/prezzo (SCNA) e la migliore performance energetica (SCNB).
- 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 gerarchia energetica non è raccomandato riqualificare gli impianti di generazione della climatizzazione e gli impianti rinnovabili se non a partire da rinnovate e ridotte condizioni del fabbisogno energetico, conseguenti all'adozione di EEM preliminari atte a ridurre il fabbisogno energetico primario.

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

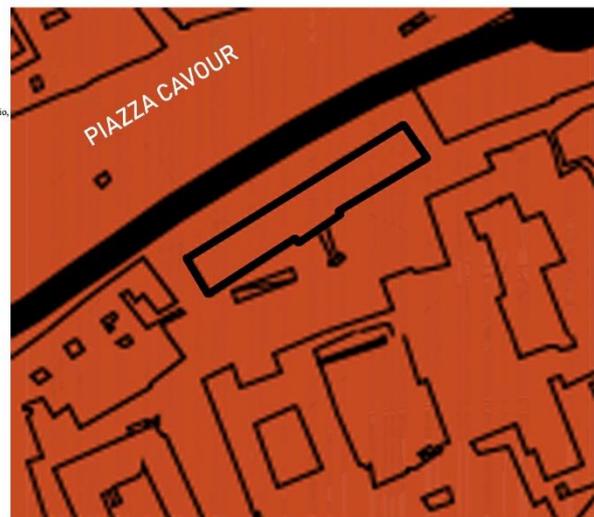
2.1 Informazioni sul sito

Lo strumento urbanistico vigente, Variante Piano Regolatore Generale del Comune di Napoli approvata con D.P.G.R. (Decreto Presidente Giunta Regionale Campania) n. 323 dell'11 giugno 2004, classifica l'edificio oggetto della DE in zona "Zona A - Insediamento d'interesse storico". In base alle Norme d'attuazione testo coordinato Parte II-*Disciplina del centro storico*, l'edificio è classificato come "unità edilizia di recente formazione".

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale

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

 Insempiamenti di interesse storico	 Fa - Componenti strutturali la conformazione naturale del territorio,
 A - Insempiamenti 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 rurale di Capodimonte
 Agglomerati urbani di recente formazione	 Fa6 - Rupi, costoni e cave
 Ia - Edilizia d'impianto	 Fb - Abitati nel parco
 Ib - Espansione recente	 Fc - Parchi di nuovo impianto
 Ic - Porto di recente formazione	 Fd - Parco cimiteriale di Poggioreale
 Insempiamenti per la produzione di beni e servizi	 Fe - Strutture pubbliche o di uso pubblico e collettivo
 Da - Insempiamenti per la produzione di beni e servizi	 Ff - Ferrovie e nodi di interscambio
 d'interesse tipologico testimoniale	 Fg - Aeroporto esistente
 Db - Nuovi insempiamenti per la produzione di beni e servizi	 Fh - Impianti tecnologici
 Dc - Area produttiva fluviovaistica	 G - Insempiamenti urbani integrati
 Componenti strutturali la conformazione naturale del territorio	 - Punti panoramici
 Ea - Aree agricole	 - Sistema dei trasporti su ferro
 Eb - Aree incolte	 - Linee su ferro
 Ec - Aree boscate	 - Stazioni esistenti al 1998
 Ed - Aree a verde ornamentale	 - Stazioni nuove
 Ee - Rupi, costoni, cave, spiagge e scogliere	



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

L'edificio sito in piazza Cavour n°25 è stato realizzato negli anni 1950 per essere adibito ad una struttura ospedaliera. Attualmente è destinato a uffici ed istituti scolastici, pertanto ai sensi del DPR 412/93, le destinazioni d'uso sono rispettivamente: E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati; E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili.

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'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 e dagli studenti nonché alla corretta manutenzione dell'edificio, al fine di preservarlo al meglio in quanto bene di interesse storico artistico.

019 – Edificio per uffici (ex Incurabili) - Piazza Cavour 25

L'edificio ospitante l'ufficio oggetto della DE è costituito complessivamente da 10 piani fuori terra, nei quali si sviluppano le varie attività.

In particolare il piano terra è adibito a uffici. I locali a destra delle scale, entrando dalla facciata principale, dal primo piano fino al quinto, sono destinati ad aule di istituti scolastici (asilo, scuola media superiore). Dal sesto all'ultimo piano i locali sono destinati ad uffici pubblici.

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

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

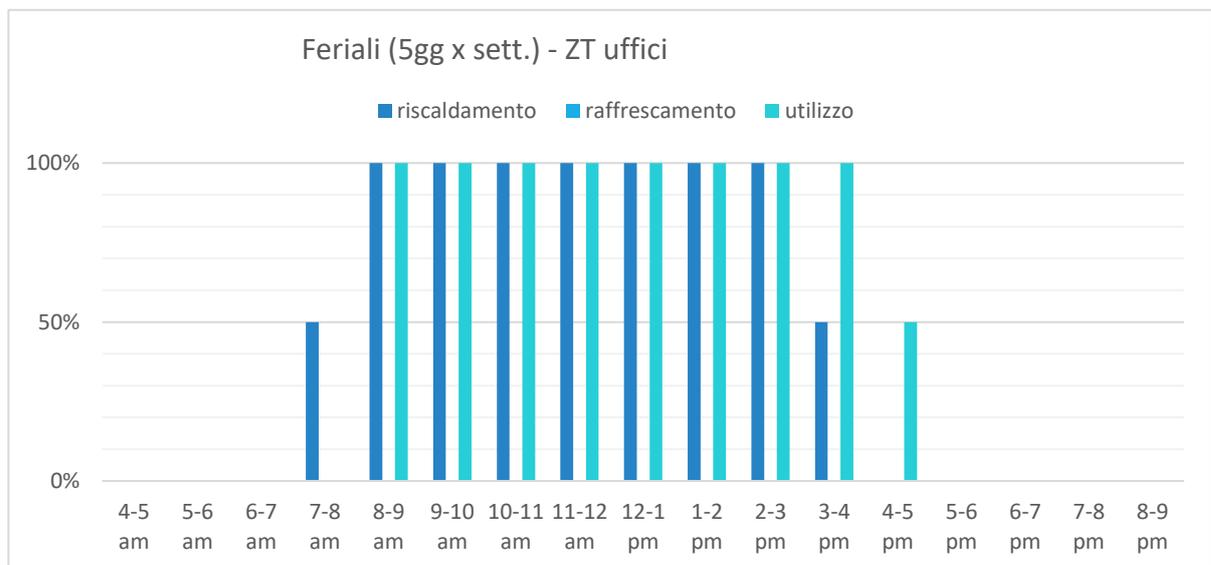


Figura 2.3 - Contesto esterno dell'edificio



Gli uffici hanno un orario di utilizzo dalle 08.00 alle 16.30, dal lunedì al venerdì. La scuola ha lo stesso orario di utilizzo 08.00 alle 16.30. 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

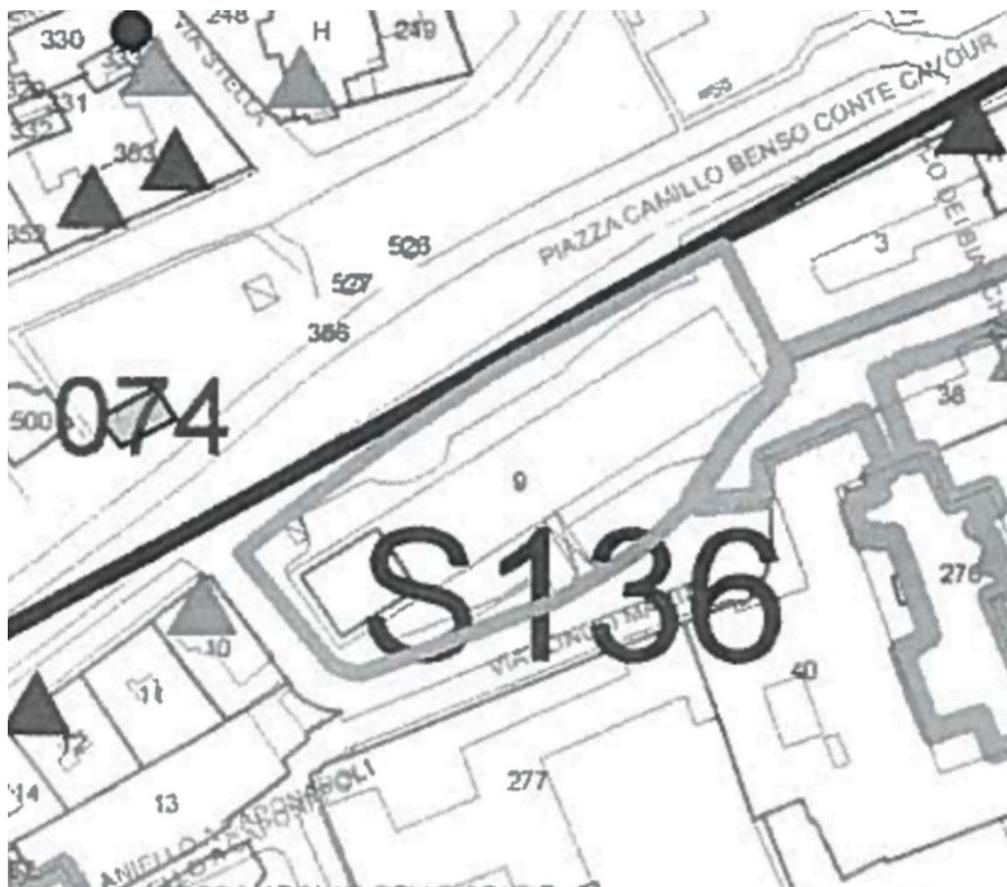


2.3 Verifica dei vincoli interferenti sulle parti dell'immobile interessate dagli interventi

La Particella 9 del Foglio 103, corrispondente all'edificio Piazza Cavour, n°25:

- 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 37% come: Unità edilizie di recente formazione – art. 124.
- rientra nell'ambito "26 – acropoli e piazza Cavour" disciplinato dall'art. 157, e rientra in particolare per il 37% nell'edificio "a" del suddetto ambito.
- 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 n.42/2004 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 Regionaler Metropolitan 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.

Figura 2.5–Particolare estratto dalla carta dei vincoli



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 effettiva presenza del personale all'interno dell'edificio e di espletamento delle funzioni relative.

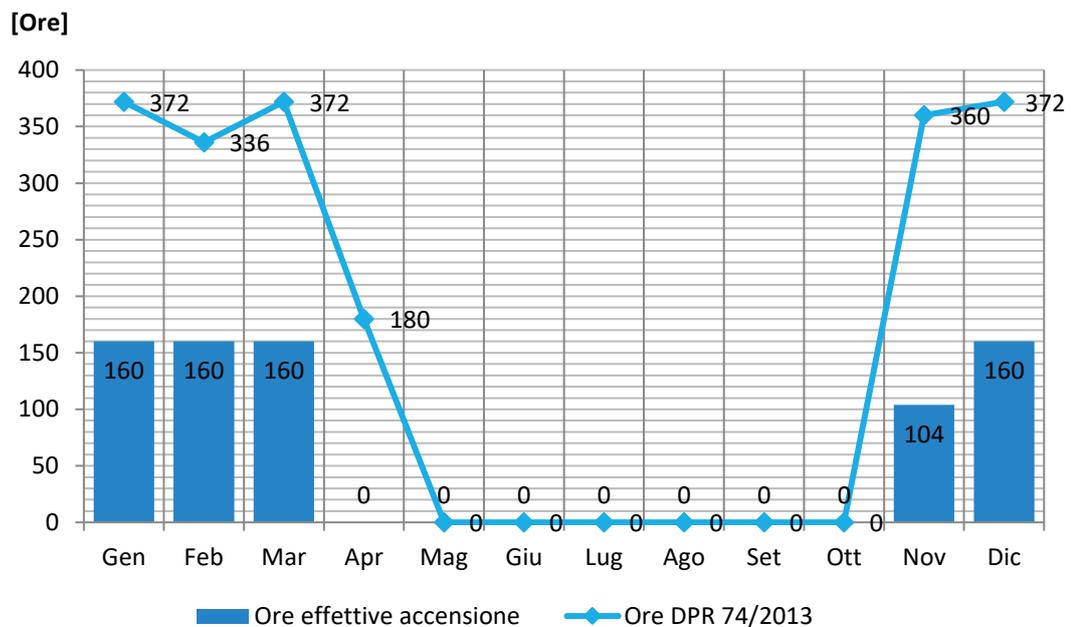
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ricavati tramite intervista agli utenti e funzionari, come pure i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti.

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 – 16.00	07.30 – 15.30
	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 e scolastiche.

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	GIORNI RISCALDAMENTO
		ESTERNA UNI 10349:2016	
		[°C]	[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.

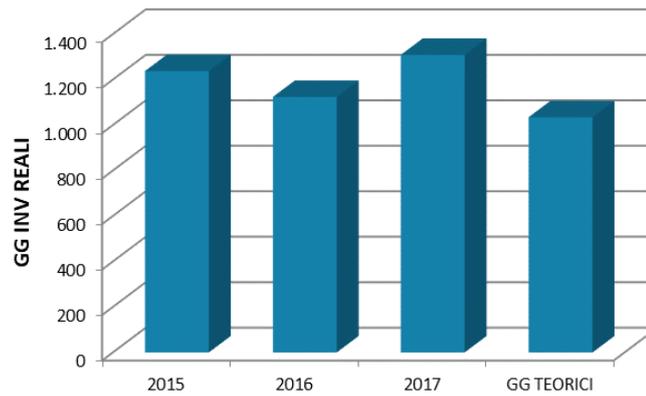


Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE

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 meteorologica.

	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

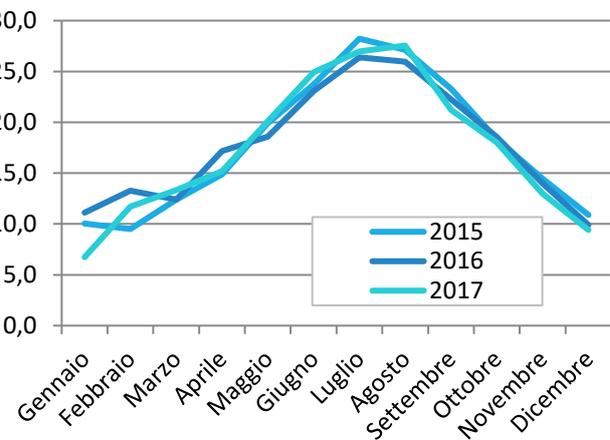


Figura 3.3: Andamento delle temperature medie mensili

4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

4.1 Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio

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 alluminio e vetro doppio con scuri interni.

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

Figura 4.1 - Particolare della porzione di facciata



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	0,732	SUFFICIENTE
parete esterna da cm 60	pe1	60	1,438	SUFFICIENTE
parete interna da cm 60	pi1	60	1,373	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.

Involucro trasparente

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

Lo stato di conservazione degli stessi è discreto, non sono presenti eccessive infiltrazioni d'aria all'interno degli ambienti, presenta contenute dispersioni termiche.

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

Figura 4.2 - Particolare dei serramenti in alluminio

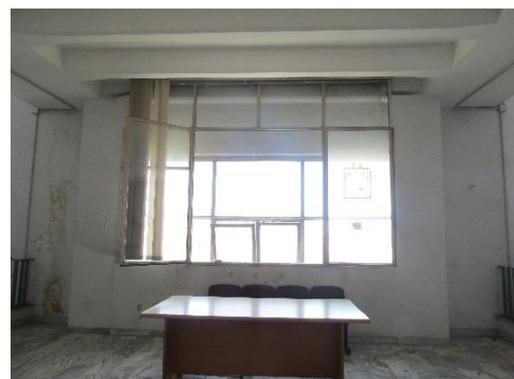


Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA	STATO DI CONSERVAZIONE
		[HXL]			TERMICA	
		[cm]			[W/m ² K]	
Finestra in Alluminio	F 01	200 x 200	Alluminio	Doppio	3,205	BUONO
Finestra in Alluminio	F 02	180 x 200	Alluminio	Doppio	3,191	BUONO
Finestra in Alluminio	F 03	120 x 200	Alluminio	Doppio	2,916	BUONO
Finestra in Alluminio	F 04	500 x 200	Alluminio	Doppio	3,025	BUONO
Finestra in Alluminio	F 05	155 x 200	Alluminio	Doppio	2,84	BUONO

4.2 Descrizione e prestazioni energetiche impianto di riscaldamento/ climatizzazione invernale

L’impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da una centrale termica con generatore di calore a combustione che permette tramite una rete di radiatori di riscaldare gli ambienti

Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una centrale termica dotata di due caldaie a basamento, rispettivamente modello ECOFLAM Duomax e FINTERM. La potenza termica complessiva dei due generatori alimentati a metano è pari a 1.123 kW.

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

Figura 4.3- Particolare del generatore a combustione modello “Duomax”



Tabella 4.3 - Riepilogo caratteristiche sistemi di generazione

	Servizio	MARCA E MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE	POTENZA TERMICA UTILE	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA
				[kW]	[kW]		[kW]
GT_01	Riscaldamento	Ecoflam DUOMAX	n.d.	630	581	105	n.d.
GT_02	Riscaldamento	Finterm 073078134015	n.d.	n.d.	542	n.d.	n.d.

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 un circuito primario di mandata e ritorno dell'acqua calda verso l'impianto di emissione interno all'edificio.

Le caratteristiche dei circolatori a servizio dei circuiti primario e secondario sono riportate nella Tabella 4.4.

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito di distribuzione

NOME	ZONA TERMICA SERVITA	SERVIZIO	TIPOLOGIA	PORTATA ⁽⁷⁾	PREVALENZA ⁽⁷⁾	POTENZA ASSORBITA ⁽⁸⁾
				m ³ /h	kPa	kW
p_01	ZT Unica	riscaldamento	Gemellare	30 - 108	1,8 - 7,6	1,5
p_02	ZT Unica	riscaldamento	Gemellare	n.d.	n.d.	n.d.

Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell'impianto ad acqua avviene attraverso l'impostazione degli orari di funzionamento e delle temperature rilevate mediante tre sonde: una esterna, una per la condotta di mandata e una per la condotta di ritorno.

Figura 4.4 - Particolare del sistema di telecontrollo



Sottosistema di emissione

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

- Radiatori in ghisa

È necessario sottolineare che al momento del sopralluogo i radiatori risultavano spenti in quanto il sopralluogo è stato effettuato durante il periodo estivo.

Figura 4.5 - Particolare radiatore installato a parete



I rendimenti di distribuzione, regolazione ed emissione desunti dal modello di calcolo delle DE sono riportati nella Tabella 4.5.

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO DISTRIBUZIONE	RENDIMENTO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO DI EMISSIONE
ZT Unica	Radiatori a parete	Climatica centralizzata	n.d.	n.d.	96.0

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 bollitori elettrici ad accumulo installati localmente nei servizi igienici ad uso del personale degli uffici, degli studenti e personale docente e non docente.

Figura 4.6- Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria



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 ad uffici.

Figura 4.7- Particolare di split con macchina all'interno



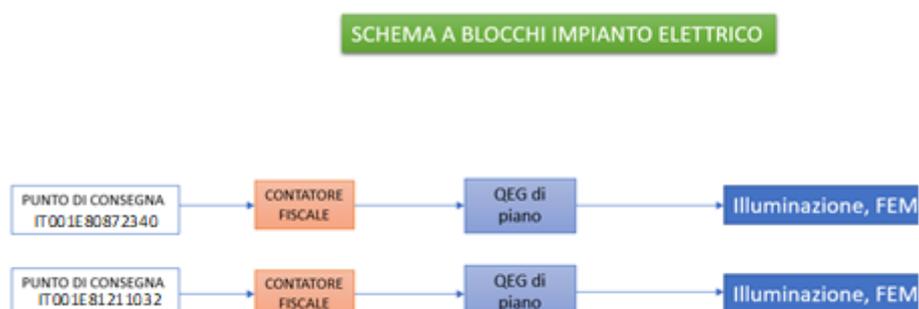
4.5 Descrizione e prestazioni energetiche impianto di ventilazione meccanica

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 4.8- 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 4.6.

Tabella 4.6 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE	POTENZA COMPLESSIVA	ORE ANNUE DI UTILIZZO
			[W]	[W]	[ore]
Zona termica unica	PC	130	200	26000	2.080
Zona termica unica	Stampanti	54	3	162	1300
Zona termica unica	Fotocopiatrici	4	3000	12000	260
Zona termica unica	Ascensore	2	9500	19000	780

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 a soffitto

Le principali tipologie di corpi illuminanti sono di seguito elencati:

- Lampade a neon installate a soffitto negli uffici, corridoi, aule, servizi igienici, vano scala;

L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportati nella Tabella 4.7.

Figura 4.9 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule ed uffici dell'immobile



Tabella 4.7 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
			[W]	[W]
Zona termica unica	Neon	210	72	15120
Zona termica unica	Neon	20	18	360
Zona termica unica	Neon	20	36	720

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 2014, 2015 e 2016.

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica.

A seguito dell'analisi effettuata sui consumi di energia elettrica, forniti dal distributore, e di gas, forniti dalla società che ha in gestione l'impianto termico e la fornitura di energia, si è valutato che entrambi fanno riferimento a periodi in cui non tutto l'edificio è stato utilizzato e riscaldato.

Infatti, gli indici di consumo (kWh/m²) dell'edificio, calcolati con il consumo storico dichiarato e la superficie totale teoricamente riscaldata dell'edificio, restituiscono valori estremamente bassi e molto al di sotto dei parametri di benchmark riscontrabili in letteratura per la tipologia d'uso e l'anno della struttura dell'edificio in esame. Inoltre, anche attraverso la modellazione effettuata, si è riscontrato un notevole discostamento tra i risultati ottenuti in termini di indici di performance e di consumo con quelli storici calcolati.

VETTORE ENERGETICO	INDICE DI CONSUMO STORICO	VALORE DI BENCHMARK	SCOSTAMENTO
	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	-
Vettore Termico (metano)	7,91	58	-86%
Energia Elettrica	6,04	139	-96%

Alla luce di tali valutazioni, come verrà descritto nel dettaglio nei paragrafi seguenti, si sono riproporzionati i consumi storici, tenendo conto dei probabili periodi di chiusura e inoccupazione di parte dell'edificio, valutando una superficie riscaldata in passato ridotta rispetto a quella attuale.

Per tale motivazione, la validazione del modello termico e quindi lo studio dei successivi scenari di interventi di efficientamento energetico sono stati eseguiti con valori di consumo riparametrati per tutta la superficie riscaldata dell'edificio oggetto di DE.

Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura è il Gas Metano.

Nella Tabella 5.1 sono riportati i valori di Potere Calorifico Inferiore (PCI) forniti dalla norma UNI TS 11300-2:2014 ed utilizzati ai fini della conversione in kWh.

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

TIPO COMBUSTIBILE	PCI	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 contatori i quali risultano a servizio dei seguenti utilizzzi:

- Centrale termica per il riscaldamento degli ambienti dell'intero immobile

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 dichiarati dal gestore nel triennio di riferimento.

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

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

PDR	Utilizzo	2014	2015	2016	2014	2015	2016
		[Sm ³]	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
00352512948544	Riscaldamento	11.700	11.700	11.700	111.969	111.969	111.969

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 arif	Consumo normalizzato a 1034 GG [kWh]
2015	1.237	1.034	111.969	0,84	93.594
2016	1.123	1.034	111.969	0,92	103.095
2017	1.308	1.034	111.969	0,79	88.514
Media	1.223	1.034	111.969	0,8	95.068

Per quanto già detto in precedenza, i consumi storici di gas metano sono probabilmente derivanti da una porzione di edificio riscaldato, e non all'intero volume.

Per tale motivo questi sono stati riproporzionati, tenendo conto dell'intera superficie riscaldata dell'edificio. Tale scelta deriva dal fatto che il modello costruito, ed utilizzato per la redazione dell'APE, deve prevedere che l'intera struttura sia riscaldata, ed asservita all'unica centrale termica presente.

I consumi storici sono stati riproporzionati secondo la formula seguente:

$$Q_{baseline} = \frac{Q'_{baseline}}{m_{RID}^2} * m_{REAL}^2$$

Dove:

- m_{RID}^2 rappresentano le superfici che probabilmente sono state riscaldate in passato (levando zone inaccessibili o non utilizzate);
- m_{REAL}^2 sono la superficie totale riscaldata (12.023 m²);
- $Q'_{baseline}$ è la baseline (consumo normalizzato) ottenuta con i dati di consumo storico;
- $Q_{baseline}$ è la baseline (consumo normalizzato) ottenuta riproporzionando il consumo storico ed utilizzata per la validazione del modello.

Attraverso un confronto col modello energetico, e a seguito di una valutazione con gli indici di riferimento presenti in letteratura, è stato possibile valutare una superficie riscaldata in passato pari a:

$$m_{RID}^2 = 2.148$$

Riproporzionando i consumi del vettore termico si sono 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
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	532.054
$Q'_{baseline}$	532.054

Energia elettrica

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

- Uffici e scuola

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

019 – Edificio per uffici (ex Incurabili) - Piazza Cavour 25

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]
IT001E80872340	Zona unica	50.384	55.588	68.679	58.217
IT001E81211032	Zona unica	15.142	14.417	13.816	14.458
TOTALE					Eebaseline 72.675

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

POD: IT001E80872340	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	2.209	960	1.718	4.887
Feb - 14	1.783	942	1.551	4.276
Mar - 14	1.732	1.056	1.755	4.543
Apr - 14	1.505	893	1.762	4.160
Mag - 14	1.471	990	1.722	4.183
Giu - 14	1.314	820	1.595	3.729
Lug - 14	1.841	993	1.653	4.487
Ago - 14	1.513	984	1.787	4.284
Set - 14	1.657	947	1.583	4.187
Ott - 14	1.513	948	1.622	4.083
Nov - 14	1.230	776	1.593	3.599
Dic - 14	1.455	820	1.691	3.966
Totale	19.223	11.129	20.032	50.384
POD: IT001E80872340	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	1.797	928	1.687	4.412
Feb - 15	1.796	840	1.451	4.087
Mar - 15	1.651	860	1.663	4.174
Apr - 15	1.650	811	1.668	4.129
Mag - 15	1.515	930	1.714	4.159
Giu - 15	1.870	933	1.610	4.413
Lug - 15	3.205	1.140	1.740	6.085
Ago - 15	2.412	988	1.928	5.328
Set - 15	2.505	977	1.576	5.058
Ott - 15	1.947	998	1.579	4.524
Nov - 15	1.834	807	1.428	4.069
Dic - 15	2.097	917	2.136	5.150
Totale	24.279	11.129	20.180	55.588
POD: IT001E80872340	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	2.163	1.107	2.242	5.512
Feb - 16	2.117	939	1.675	4.731
Mar - 16	2.046	910	1.693	4.649

019 – Edificio per uffici (ex Incurabili) - Piazza Cavour 25

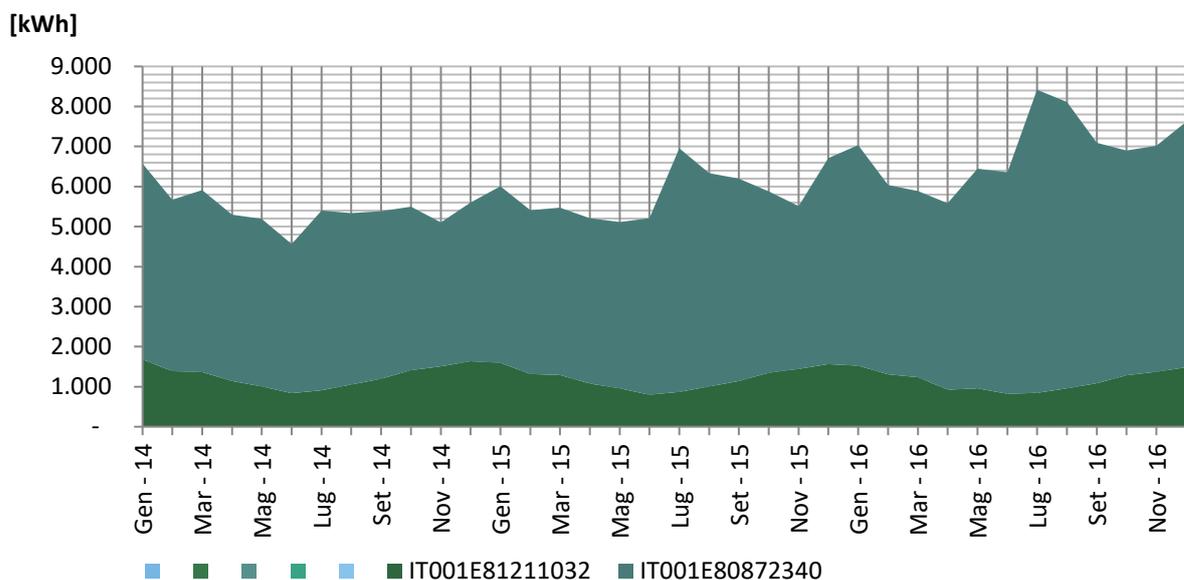
Apr - 16	1.804	979	1.873	4.656
Mag - 16	2.384	1.087	2.014	5.485
Giu - 16	2.449	1.046	2.036	5.531
Lug - 16	3.812	1.426	2.330	7.568
Ago - 16	3.560	1.320	2.271	7.151
Set - 16	2.837	1.196	1.974	6.007
Ott - 16	2.508	1.185	1.921	5.614
Nov - 16	2.583	1.111	1.953	5.647
Dic - 16	2.746	1.241	2.141	6.128
Totale	31.009	13.547	24.123	68.679
POD: IT001E81211032	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14			1.683	1.683
Feb - 14			1.392	1.392
Mar - 14			1.368	1.368
Apr - 14			1.138	1.138
Mag - 14			1.007	1.007
Giu - 14			836	836
Lug - 14			911	911
Ago - 14			1.056	1.056
Set - 14			1.194	1.194
Ott - 14			1.415	1.415
Nov - 14			1.508	1.508
Dic - 14			1.634	1.634
Totale			15.142	15.142
POD: IT001E81211032	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15			1.595	1.595
Feb - 15			1.319	1.319
Mar - 15			1.296	1.296
Apr - 15			1.078	1.078
Mag - 15			955	955
Giu - 15			799	799
Lug - 15			871	871
Ago - 15			1.009	1.009
Set - 15			1.141	1.141
Ott - 15			1.352	1.352
Nov - 15			1.441	1.441
Dic - 15			1.561	1.561
Totale			14.417	14.417
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16			1.524	1.524
Feb - 16			1.307	1.307
Mar - 16			1.239	1.239
Apr - 16			924	924
Mag - 16			956	956

019 – Edificio per uffici (ex Incurabili) - Piazza Cavour 25

Giu - 16	823	823
Lug - 16	850	850
Ago - 16	961	961
Set - 16	1.086	1.086
Ott - 16	1.288	1.288
Nov - 16	1.372	1.372
Dic - 16	1.486	1.486
Totale	13.816	13.816

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

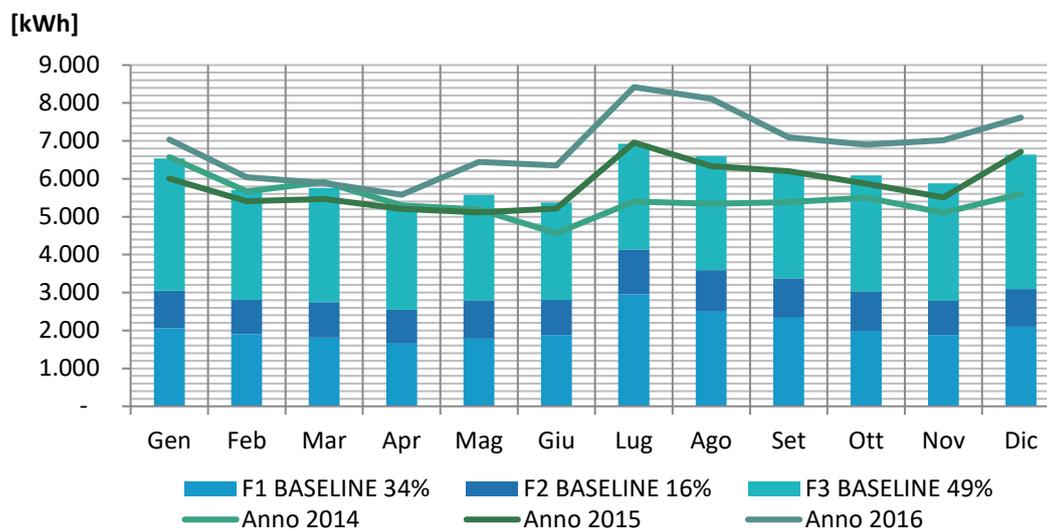
BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.056	998	3.483	6.538
Febbraio	1.899	907	2.898	5.704
Marzo	1.810	942	3.005	5.756
Aprile	1.653	894	2.814	5.362
Maggio	1.790	1.002	2.789	5.582
Giugno	1.878	933	2.566	5.377
Luglio	2.953	1.186	2.785	6.924
Agosto	2.495	1.097	3.004	6.596
Settembre	2.333	1.040	2.851	6.224

019 – Edificio per uffici (ex Incurabili) - Piazza Cavour 25

Ottobre	1.989	1.044	3.059	6.092
Novembre	1.882	898	3.098	5.879
Dicembre	2.099	993	3.550	6.642
Totale	24.837	11.935	35.903	72.675

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



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti coerenti con il profilo di utilizzo dell'edificio.

Per quanto già detto in precedenza, i consumi storici sono stati riproporzionati per tener conto del mancato o scarso utilizzo dell'edificio negli anni precedenti, a cui essi fanno riferimento.

I consumi storici sono stati riproporzionati secondo la formula seguente:

$$EE_{baseline} = \frac{EE'_{baseline}}{m_{RID}^2} * m_{REAL}^2$$

Dove:

- m_{RID}^2 rappresentano le superfici che probabilmente sono state servite in passato (levando zone inaccessibili o non utilizzate);
- m_{REAL}^2 sono la superficie totale servita (12.023 m²);
- $EE'_{baseline}$ è la baseline (consumo mediato) ottenuta con i dati di consumo storico;
- $EE_{baseline}$ è la baseline (consumo mediato) ottenuta riproporzionando il consumo storico ed utilizzata per la validazione del modello.

Attraverso un confronto col modello energetico, e a seguito di una valutazione con gli indici di riferimento presenti in letteratura, è stato possibile valutare una superficie servita in passato pari a:

$$m_{RID}^2 = 8.168$$

Si è dunque definito un consumo $EE_{baseline}$ pari a 106.972 kWh.

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

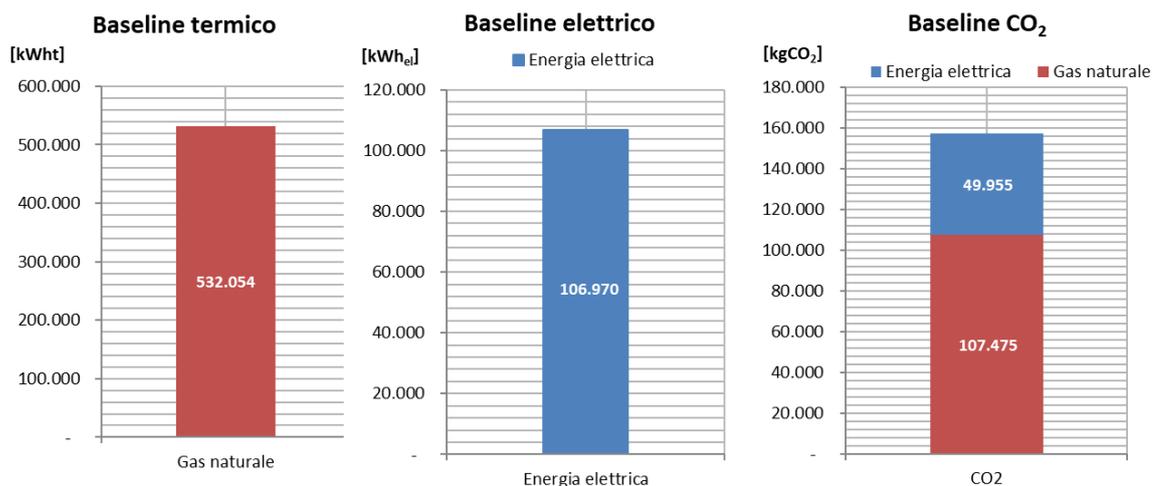
* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

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	106.972	* 0,467	49,96
Gas naturale	111.969	* 0,202	107,47

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	12.023	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	12.350	m ²
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	58.516	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	532.054	1,05	558.656	46,5	45,2	9,5	8,94	8,70	1,84
Energia elettrica	106.970	2,42	258.867	21,5	21,0	4,4	4,15	4,04	0,85

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	532.054	1,05	558.656	46,5	45,2	9,5	8,94	8,70	1,84
Energia elettrica	106.970	1,95	208.592	17,3	16,9	3,6	4,15	4,04	0,85

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

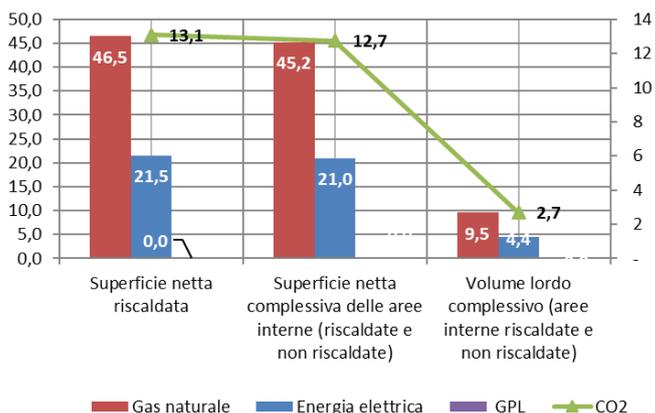
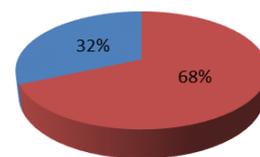
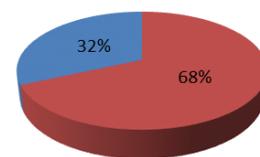


Figura 5.5 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO2

Ripartizione % energia primaria



Ripartizione % emissioni CO2



Gas naturale Energia elettrica

Trattandosi di edifici prevalentemente ad uso ufficio, in particolare si sono determinati i due seguenti indici, definiti all'interno del documento "Caratterizzazione dei consumi energetici nazionali delle strutture 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	126,47	115,32
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	71,7	71,18
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	5,64	4,55
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno	18,87	15,21
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	29,55	23,81
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	0,71	0,57

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
	[kW/anno]	[kWhp/anno]
Gas Naturale		532.054
Energia Elettrica		106.972

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

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

Dove:

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

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

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

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

Nota (*) 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.

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	$EP_{gl,ren}$	kWh/mq anno	65,91	62,00
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	47,57	47,20
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	0,41	0,30
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	0,00	0,00
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno	4,62	3,70
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	12,60	10,20
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	0,71	0,60
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	Kg/mq anno	65,91	62,00

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO [mc/anno]	CONSUMO [kWh/anno]
Gas Naturale		559.494
Energia Elettrica		106.970

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)

$Q_{teorico}$ [kWh/anno]	$Q_{baseline}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
559.494	532.054	<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)

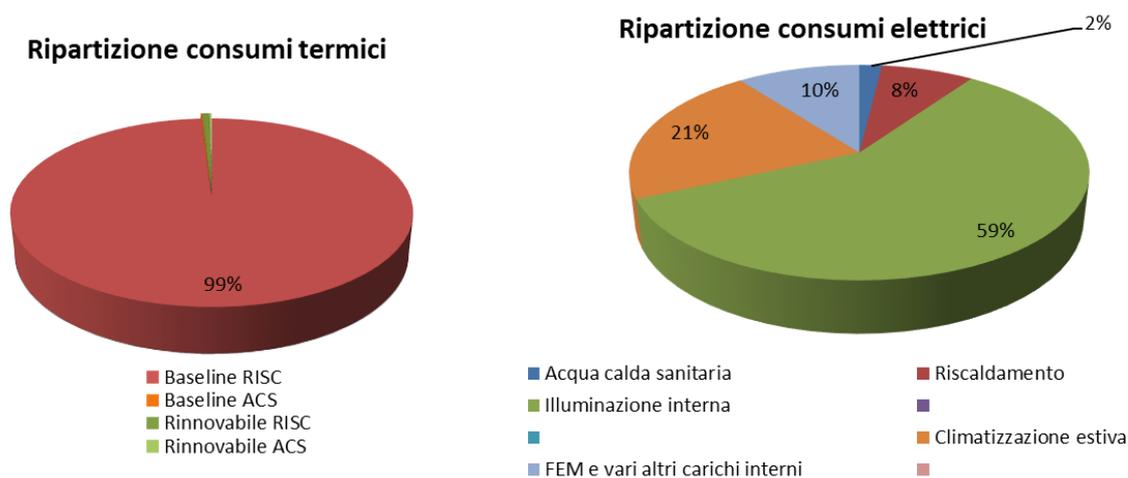
$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
106.970	106.972	<5%

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 principalmente all’illuminazione e alla climatizzazione estivale quali incidono complessivamente per il 80% circa del consumo elettrico totale.

Il consumo termico è dovuto principalmente al riscaldamento degli ambienti.

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

7.1 Costi relativi alla fornitura dei vettori energetici

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

Vettore termico

La fornitura del vettore termico avviene tramite un unico PDR.

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

L'Amministrazione non dispone di sufficienti dati di fatturazione storici per i vari PDR. Per questo motivo si è deciso di assumere come base un prezzo unitario per lo Smc di gas.

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 dunque creata una base di costi sostenuti 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 **0,789 €/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	IT001E80872340	33
Tutti	IT001E81211032	12

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. Per questo motivo si è deciso di assumere come base un prezzo unitario per il kWh elettrico.

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 **0,170 €/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	301,13 €	144,47 €	459,76 €	905,37 €	-	-

019 – Edificio per uffici (ex Incurabili) - Piazza Cavour 25

Feb	280,40 €	131,16 €	384,64 €	796,21 €	-	-
Mar	260,76 €	135,05 €	393,44 €	789,24 €	-	-
Apr	239,41 €	132,43 €	387,43 €	759,27 €	-	-
Mag	259,43 €	149,06 €	385,02 €	793,50 €	-	-
Giu	279,89 €	140,69 €	360,73 €	781,31 €	-	-
Lug	480,52 €	186,84 €	405,28 €	1.072,64 €	-	-
Ago	370,01 €	162,95 €	414,50 €	947,46 €	-	-
Set	358,94 €	157,08 €	399,28 €	915,30 €	-	-
Ott	299,46 €	155,87 €	416,21 €	871,55 €	-	-
Nov	296,26 €	137,75 €	431,08 €	865,10 €	-	-
Dic	333,84 €	152,17 €	495,36 €	981,37 €	-	-
			10.478,30 €	1.882,75 €	12.361,05 €	

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 €
	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 €	

	VOCE	LISTINO SIE3	UNITÀ DI MISURA	SCONTO	PREZZO APPLICATO
	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 € 23.483 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 € 49.107.

Per il mantenimento edile, utilizzando i listini di FM4, si può stimare un costo per il mantenimento edile di circa € 6.905.

OPERAZIONI DI MANUTENZIONE SULL'EDIFICIO		
	Descrizione	Costo
1	Manutenzione annua ordinaria e straordinaria impianto di climatizzazione	€ 23.483
2	Manutenzione annua ordinaria e straordinaria impianto elettrico	€ 49.107
3	Minuto mantenimento edile	€ 6.905

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 0,789	[€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	Cu _{EE} 0,170	[€/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:

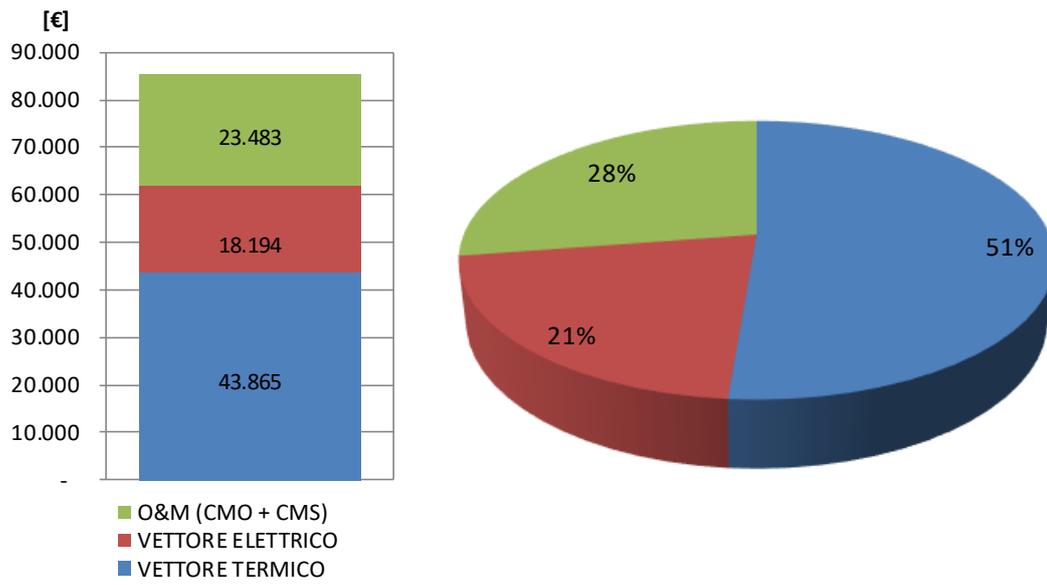
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un C_E pari a €. 100.745 e un C_{baseline} pari a € 124.188.

Tabella 7.3 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

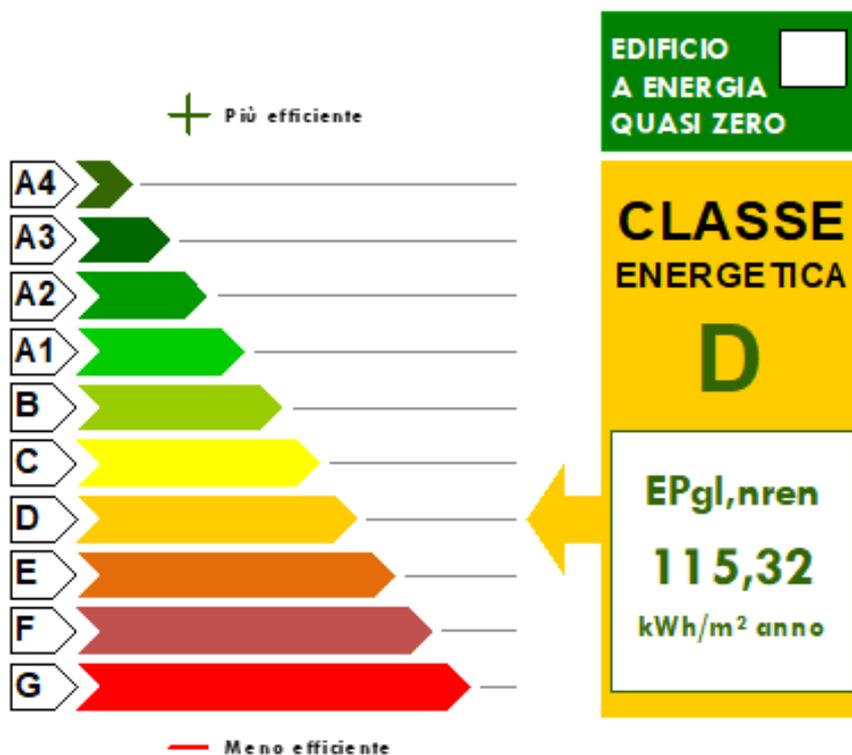
VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO				O&M (C _{MO} + C _{MS})		TOTALE
Q _{baseline}	Cu _Q	C _Q	EE _{baseline}	Cu _{EE}	C _{EE}	C _M	C _{MO}	C _{MS}	C _Q +C _{EE} +C _M
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
532.054	0,082	43.865	106.972	0,170	18.194	23.483	21.135	2.348	85.543

Figura 7.1 – Baseline dei costi e loro ripartizione



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 i 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 energy saving 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. 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. 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).	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)	CONSIGLIATO
INV.01	82.333 €	30	24.539 €	D	SI	SI, previa valutazione	NON conveniente	NO
INV.02	164.667 €	30	24.539 €	D	SI	SI, previa valutazione	NON conveniente	NO
INV.03	480.000 €	30	98.155 €	D	NO	NO	NON conveniente	NO
INV.04	82.050 €	20	3.272 €	D	SI	SI, previa valutazione	NON conveniente	NO
INV.05	787.680 €	20	24.539 €	D	SI	SI, previa valutazione	NON conveniente	NO
INV.06	82.050 €	20	8.060 €	D	NO	NO	NON conveniente	NO
INV.07	82.050 €	10	8.180 €	D	NO	NO	NON conveniente	NO
IMP.TER .01	11.230 €	15	6.135 €	D	NO	NO	NON conveniente	NO
IMP.TER .02	145.990 €	15	12.269 €	D	SI	SI, medesimi posizionamenti ed ingombri	NON conveniente	NO
IMP.TER .03	96.184 €	15	24.539 €	D	SI	SI	NON conveniente	NO
IMP.TER .04	280.750 €	15	12.269 €	D	SI	SI, medesimi posizionamenti ed ingombri	NON conveniente	NO
IMP.TER .05	3.150 €	15	2.418 €	D	NO	SI, valutazione posizionamenti ed ingombri	NON conveniente	NO
IMP.TER .06	134.760 €	15	49.077 €	D	NO	SI, medesimi posizionamenti ed ingombri	NON conveniente	NO
IMP.TER .07	0 €	15	73.616 €	D	NO	nd	nd	NO, non sono presenti UTA

019 – Edificio per uffici (ex Incurabili) - Piazza Cavour 25

IMP.TER .08	786.100 €	20	111.458 €	D	NO	SI, previa valutazione	NON conveniente	NO
IMP.TER .09	1.179.150 €	20	286.704 €	D	NO	SI, previa valutazione	NON conveniente	NO
IMP.ELE. 01	13.950 €	10	40.898 €	D	SI	SI	Conveniente	SI
IMP.ELE. 02	135 €	10	27.864 €	D	NO	SI	Conveniente	NO, non è possibile fare un'analisi sullo sfasamento poiché non si dispongono di dati sufficienti
IMP.ELE. 03	0 €	10	-925 €	D	SI	SI	Da valutare caso per caso	NO, non sono presenti apparecchiature energivore per cui conviene prevedere la sostituzione
IMP.ELE. 04	1.300 €	15	49.077 €	D	NO	SI	Conveniente	NO, non sono presenti motori adatti su cui effettuare tale intervento
IMP.ELE. 05	6.012 €	10	4.090 €	D	SI	SI	NON conveniente	NO
RIN.01	2.400 €	20	81.796 €	D	SI	SI, previa valutazione	Conveniente	NO, il consumo per ACS è basso, si preferisce proporre un impianto fotovoltaico
RIN.02	30.000 €	20	114.682 €	D	SI	SI, previa valutazione	Conveniente	SI
GEST.01	20.214 €	20	16.359 €	D	SI	SI	NON conveniente	NO
GEST.02	10.000 €	5	16.439 €	D	SI	SI	Conveniente	SI, ma non è stato inserito come scheda intervento successiva in quanto è sempre consigliabile, indipendentemente dall'immobile
GEST.03	60.115 €	10	74.098 €	D	SI	SI	Conveniente	SI
GEST.04	360.690 €	10	86.011 €	D	SI	SI, previa valutazione	NON conveniente	NO
GEST.05	5.615 €	10	-1.479 €	D	SI	SI	NON conveniente	NO

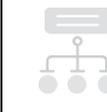
Vista la valenza storica dell'immobile ed i vincoli presenti, risulta molto difficile agire sull'involucro edilizio.

Si è valutata la installazione dell'illuminazione a LED, la sostituzione degli infissi e l'installazione di un impianto fotovoltaico.

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	Adeguatezza 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 faretto 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

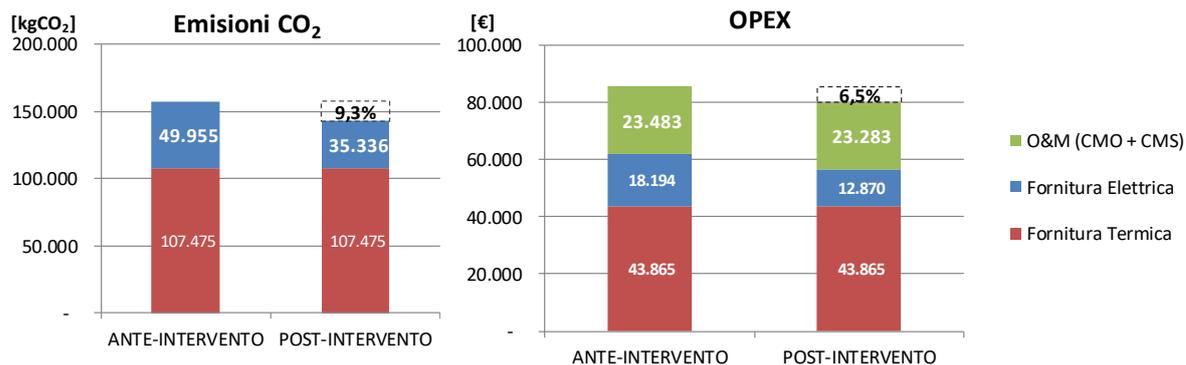
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

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]	62.609	31.305	50,0%
Q _{baseline}	[kWh]	532.054	532.054	0,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	106.970	75.666	29,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	107.475	107.475	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	49.955	35.336	29,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	157.430	142.811	9,3%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	43.865	43.865	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	18.194	12.870	29,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	62.059	56.735	8,6%
C _{MO}	[€]	21.135	21.135	0,0%
C _{MS}	[€]	2.348	2.148	8,5%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	23.483	23.283	0,9%
OPEX	[€]	85.542	80.018	6,5%
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	MIGLIORAMENT O DELLA CLASSE ENERGETICA	ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE	UTILIZZO DI MATERIALI ECOSOSTENIBILI
							

Descrizione

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.

Figura 8.3 – Particolare di infisso con vetro doppio



La misura prevede la sostituzione degli infissi presenti nell'edificio, attualmente caratterizzati da un cattivo stato manutentivo. 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, essi dovranno avere caratteristiche visive più simili possibili a quelli già presenti (telaio di colore, forme e dimensioni più simili possibili a 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.

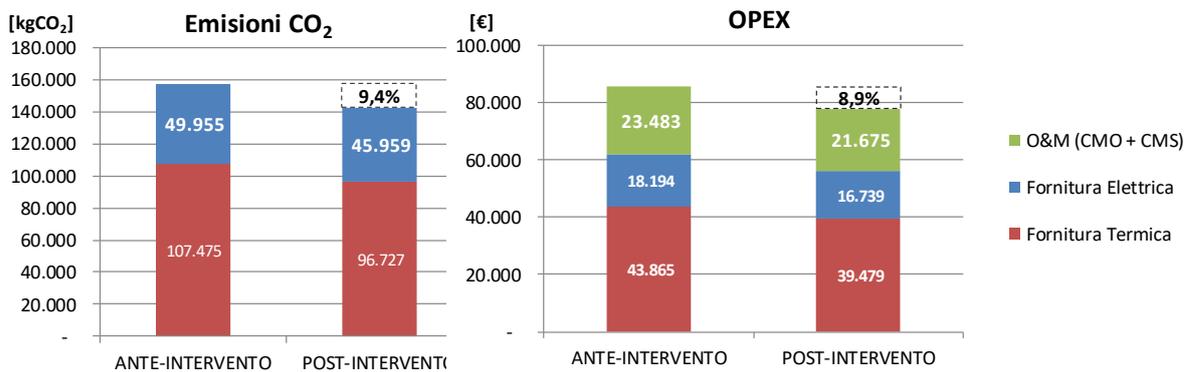
Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Sostituzione chiusure trasparenti

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza	[W/m ² K]	4	1,1	72,5%
Q _{baseline}	[kWh]	532.054	478.848	10,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	106.970	98.412	8,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	107.475	96.727	10,0%

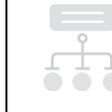
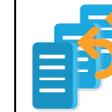
019 – Edificio per uffici (ex Incurabili) - Piazza Cavour 25

Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	49.955	45.959	8,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	157.430	142.686	9,4%
Fornitura Termica, C _q	[€]	43.865	39.479	10,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	18.194	16.739	8,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	62.059	56.217	9,4%
C _{MO}	[€]	21.135	19.444	8,0%
C _{MS}	[€]	2.348	2.231	5,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	23.483	21.675	7,7%
OPEX	[€]	85.542	77.892	8,9%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

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



EEM3: Installazione di un impianto Fotovoltaico

Rispondenza agli indirizzi tecnici del PON - METRO							
Sistemi smart di controllo e gestione impianti	Sostenibilità economico/finanziaria	Adeguatezza 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

Con la realizzazione dell'impianto, si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Figura 8.5 – Esempio di pannello al silicio



Questo intervento potrà essere realizzato previa parere con la sovrintendenza, in quanto l'edificio si colloca in un centro di interesse storico. Tuttavia, l'altezza dello stesso e l'elevata superficie del lastrico solare presente potrebbero far sì che l'impianto sia poco visibile da terra e non alteri il prospetto dell'immobile. Si prevede l'installazione di un impianto da circa 52 Kwp, installabile in copertura.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.3 e nella Figura 8.6.

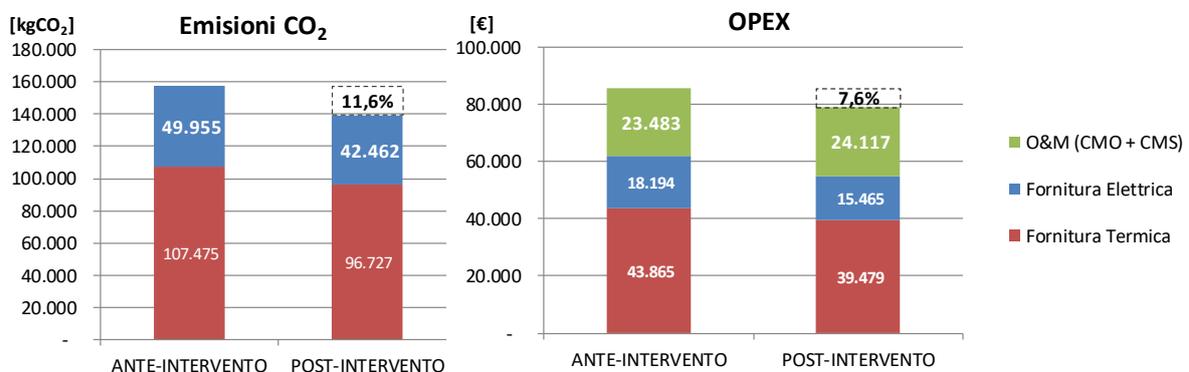
L'installazione di un impianto fotovoltaico influisce sulla manutenzione ordinaria, poiché prevede una serie di operazioni periodiche necessarie al suo corretto funzionamento (verifiche, pulizia, ecc.). Per tale motivo si è considerato un incremento della manutenzione ordinaria rispetto allo stato attuale.

Nella vita utile dell'investimento (20 anni) sarà inoltre da considerare la sostituzione degli inverter al decimo anno di età dell'impianto, come spesa straordinaria.

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Impianto fotovoltaico

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
E _{gln}	[kW/m ²]	22,1	17,68	20,0%
Q _{baseline}	[kWh]	532.054	478.848	10,0%
EE _{baseline}	[kWh]	106.970	90.925	15,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	107.475	96.727	10,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	49.955	42.462	15,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	157.430	139.189	11,6%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	43.865	39.479	10,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	18.194	15.465	15,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	62.059	54.944	11,5%
C _{MO}	[€]	21.135	21.769	-3,0%
C _{MS}	[€]	2.348	2.348	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	23.483	24.117	-2,7%
OPEX	[€]	85.542	79.061	7,6%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

Figura 8.6 – EEM1: 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	C
EEM1 + EEM3	D
EEM2 + EEM3	C
EEM1 + EEM2 + EEM3	C

La combinazione dell'intervento di sostituzione infissi (EEM2) con un altro intervento riesce ad innalzare la classe energetica dell'immobile, dalla classe D alla C.

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

A seguito del sopralluogo effettuato, svolto con l'approfondimento adeguato 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 LED

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella sostituzione degli apparecchi illuminanti con lampade 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} : superficie¹² oggetto dell'intervento (m²)
- $C = (\text{spesa sostenuta in } \text{€}) / (\text{superficie oggetto di intervento})$, 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 €).

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Installazione di illuminazione LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	TOTALE	IVA	TOTALE
					(IVA ESCLUSA)	€	(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	80	cad	€ 82,81	€ 6.624,80	22%	€ 8.082,26
Apparecchio ad incasso con corpo in alluminio, lampada led temperatura di colore 3000 K, alimentatore incorporato, riflettore in alluminio cromato, classe di isolamento 1, grado di protezione IP 23, alimentazione 230 V 50 Hz, classe energetica A, apertura del fascio 95°: potenza 20 W, equivalente a 36 W fluorescente, Ø 190 mm	Prezzario Regione Campania	0	cad	€ 56,09	€ -	22%	€ -
Costi per la sicurezza	-	4%	%		€ 264,99	22%	€ 323,29
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 463,74	22%	€ 565,76
TOTALE (I₀ – EEM1)					€ 7.353,53	0,22	€ 8.971,30
Incentivi	[Conto termico]						€ 3.588,52
Durata incentivi							1

EEM2: Sostituzioni 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 INFISSI		
Tipologia di intervento	Costo massimo ammissibile (<i>C_{max}</i>)	Valore massimo dell'incentivo (<i>I_{max}</i>) [€]
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'intervent	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 – Installazione degli infissi

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	TOTALE		TOTALE
					(IVA ESCLUSA)	IVA	(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.....Superficie da 3,01 a 5 m ²	Prezziario Regione Campania	1640	m2	€ 7,61	€ 12.480,40	22%	€ 15.226,09
Infissi in pvc di colore bianco, ad alta resilienza, con angoli termosaldati a finitura superficiale liscia, guarnizioni in EPDM, telaio armato con profilati di acciaio, compresi vetrificamere 4/12/4, prestazioni medie: classe A1 di permeabilità all'aria, classe E4 di tenuta all'acqua, classe V3 di resistenza al vento, isolamento termico serramenti nudi 2,9 W/m ² °C, potere fonoisolante pari a 34 dB;fornito e posto in opera su preesistente controtelaio. A due battenti	Prezziario Regione Campania	650	cad	€ 610,72	€ 396.968,00	22%	€ 484.300,96
Movimentazione nell'area di cantiere, con uso di mezzi meccanici d piccole dimensioni, di materiali provenienti dagli scavi, demolizioni e rimozioni, compreso carico anche a mano, sul mezzo di trasporto, scarico a deposito. La misurazione relativa agli scavi è calcolata secondo l'effettivo volume, senza tener conto di aumenti di volume conseguenti alla rimozione dei materiali, per le demolizioni secondo il volume misurato prima della demolizione dei materiali.	Prezziario Regione Campania	10	m3	€ 6,76	€ 67,60	22%	€ 82,47
Costi per la sicurezza	-	4%	%		€ 16.380,64	22%	€ 19.984,38
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 28.666,12	22%	€ 34.972,67
TOTALE (I₀– EEM1)					€ 454.563	22%	€ 554.567
Incentivi	[Conto termico]						€ 75.000,00
Durata incentivi							1

EEM3: Installazione di un impianto Fotovoltaico

Nella Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nella sostituzione degli infissi.

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – Installazione di un impianto fotovoltaico

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	TOTALE		TOTALE	
					(IVA ESCLUSA)	IVA	(IVA INCLUSA)	
				[€/n° €/m ²]	[€]	[€]	[€]	[€]
Modulo fotovoltaico a struttura rigida con celle al silicio policristallino di forma quadrata o pseudoquadrata colore blu, tensione a vuoto 37 V, efficienza del modulo > 13%, tensione massima di sistema 1000 V, completo di cavi con connettori multicontact e scatola di giunzione IP 65 con diodi di by-pass, involucro in classe II con struttura sandwich con telaio in alluminio anodizzato, certificazione IEC 61215, garanzia di prestazione del 90% in 10 anni e dell'80% in 20 anni:	DEI sconto 25%	250	cad	160,50 €	40.125,00 €	22%	48.952,50 €	
Inverter trifase bidirezionale per connessione in rete (grid connected), conversione DC/AC realizzata con tecnica PWM e ponte a IGBT, trasformatore di isolamento trifase in uscita, filtri EMC in ingresso ed in uscita, scaricatori di sovratensione e controllore di isolamento in c.c., dispositivo di distacco automatico dalla rete conforme Direttiva ENEL DK 5940, range di tensione MPPT 350-520 V, tensione di uscita 400 V c.a. ± 10% con frequenza 50 Hz e distorsione armonica < 5%, efficienza > 90%, display a cristalli liquidi, interfaccia seriale, in armadio metallico con grado di protezione IP 31, conforme CEI 11-20:	DEI sconto 25%	2	cad	4.198,84 €	8.397,68 €	22%	10.245,16 €	
Struttura di sostegno dei pannelli, per installazione su tetto	DEI sconto 25%	7,00	cad	30,00 €	210,00 €	22%	256,20 €	
Cablaggio e accessori per impianti fotovoltaici	DEI sconto 25%	7,00	cad	22,50 €	157,50 €	22%	192,15 €	
Installatore 3a categoria prezzo comprensivo di spese generali ed utili d'impresa pari al 28,70%	DEI sconto 25%	854		24,00 €	20.496,00 €	22%	25.005,12 €	
Costi sicurezza		4%			2.775,45 €	22%	3.386,05 €	
Costi progettazione		7%			410,77 €	22%	501,14 €	
TOTALE (IO – EEM1)					72.572,39 €		88.538,32 €	

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 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 LED

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	8.971
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	$\%IVA$	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	8
Incentivo annuo	B	€/anno	3.588
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	1,7	1,3
Tempo di rientro attualizzato	TRA	1,8	1,4
Valore attuale netto	VAN	20.694	24.144
Tasso interno di rendimento	TIR	51,7%	69,2%
Indice di profitto	IP	2,31	2,69

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

Figura 9.1 –EEM1: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

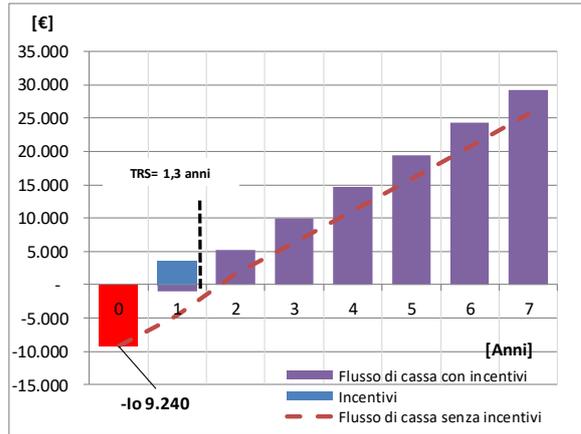
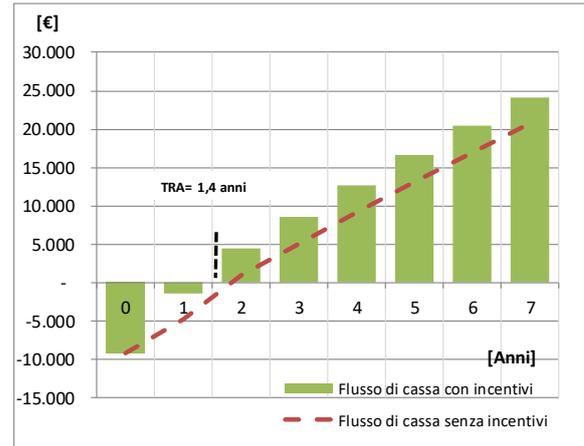


Figura 9.2 –EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'investimento è fortemente conveniente da un punto di vista economico-finanziario, con un VAN positivo nei tempi di vita utile dell'intervento. I tempi di ritorno semplice ed attualizzato sono infatti entrambi inferiori ai 2 anni.

EEM2: Sostituzioni 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

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I₀	€	554.567
Oneri Finanziari % 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	75.000
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	49,2	37,2
Tempo di rientro attualizzato	TRA	62,5	44,8
Valore attuale netto	VAN	-388.344 €	-316.229 €
Tasso interno di rendimento	TIR	-9,8%	-8,5%
Indice di profitto	IP	-0,70	-0,57

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

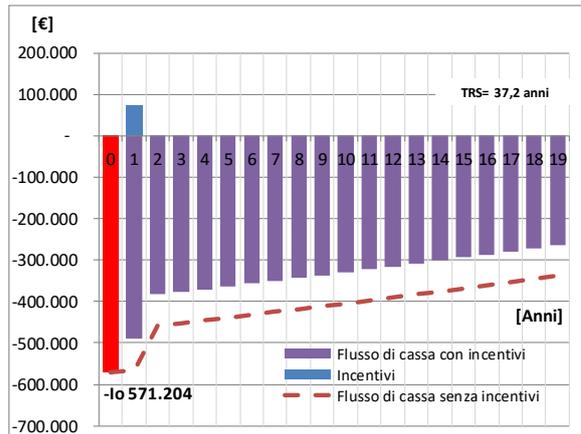
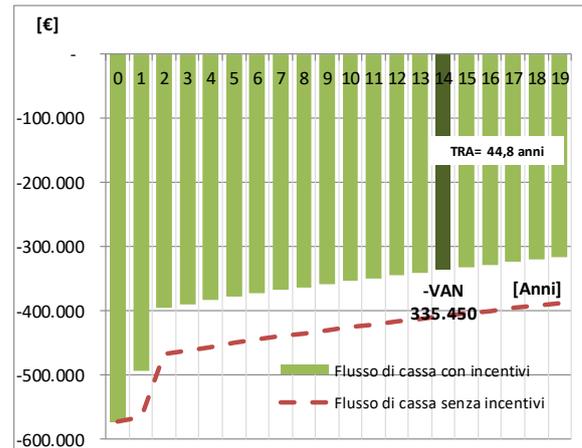


Figura 9.4 –EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'investimento è sconsigliabile dal punto di vista puramente economico e finanziario. I tempi di ritorno, nonostante gli incentivi previsti, sono superiori ai 35 anni. La proposta di tale investimento nasce dall'esigenza a priori di intervenire sugli infissi, gravemente danneggiati e in cattivo stato manutentivo.

EEM3: Installazione di un impianto Fotovoltaico

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 un impianto fotovoltaico

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	88.538
Spese straordinarie 10° anno	I_{10}	€	4.439
Oneri Finanziari % i_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	20
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n_B	anni	0
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	11,8	11,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	16,9	16,9
Valore attuale netto	VAN	6.880	6.880
Tasso interno di rendimento	TIR	4,9%	4,9%
Indice di profitto	IP	0,08	0,08

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

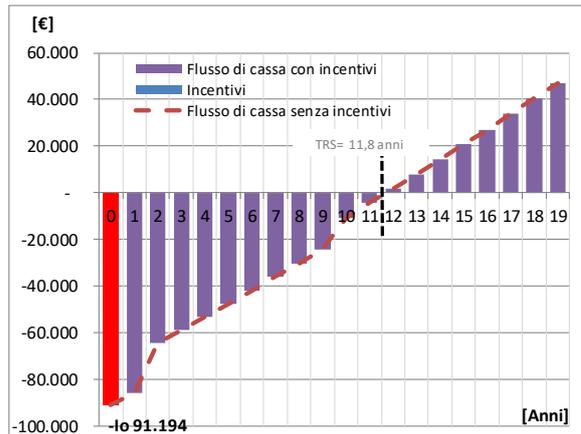
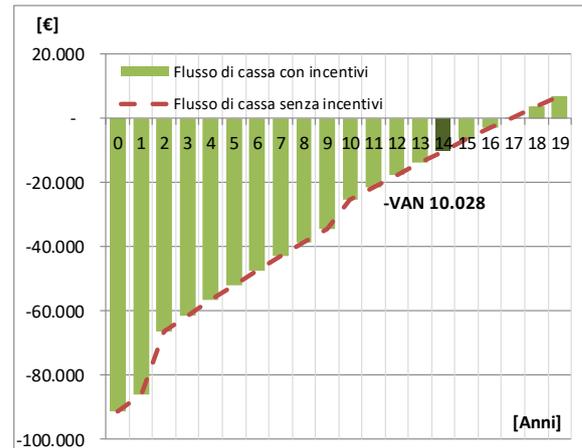


Figura 9.6 –EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'investimento è poco remunerativo, con un VAN positivo. I tempi di ritorno semplice ed attualizzato sono entrambi pari a circa 12 e 17 anni e l'indice di profitto è pari a solamente l'8%.

La spesa straordinaria al decimo anno di vita dell'impianto per la sostituzione degli inverter, che ammonta a 10.000€ circa, fa sì che il tempo di ritorno si allunghi di qualche anno, rendendo lo scenario d'investimento finanziariamente poco sostenibile. L'assenza di qualsiasi forma di incentivo contribuisce ulteriormente a rendere l'investimento economicamente e finanziariamente poco interessante.

Tuttavia, essendo il fotovoltaico una tecnologia utilizzando fonti di energia rinnovabile, l'installazione di un impianto di questo tipo contribuisce positivamente all'incremento di classe energetica dell'immobile.

Sintesi

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

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

CON INCENTIVI												
	% Δ_E	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	9%	9%	5.324 €	0	200	8.971 €	1,28	1,36	10	24.144 €	69%	2,69
EEM 2	9%	9%	5.842 €	1690,776	117,415	554.567 €	37,17	44,80	20	-316.229 €	-8%	-0,57
EEM 3	11%	12%	7.116 €	-634,041	0	88.538 €	11,79	16,93	20	6.880 €	5%	0,08
SCN 1	20%	21%	12.440 €	-634,041	200	97.509 €	7,70	8,97	20	70.682 €	12%	0,72
SCN 2	29%	30%	18.282 €	1056,735	317,415	652.076 €	24,39	31,53	20	-245.547 €	-3%	-0,38

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);
- ΔC_E 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;

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 tralasciare la convenienza economica dello stesso.

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

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: Led + fotovoltaico:** Tale scenario consiste nella realizzazione di due delle EEM precedentemente descritte. In particolare, si prevede, la sostituzione dei corpi illuminanti presenti con altri a tecnologia LED (EEM1) e l'installazione di un impianto fotovoltaico (EEM3).
- **Scenario B: Led + infissi + fotovoltaico:** Tale scenario consiste nella realizzazione di tre delle EEM precedentemente descritte. In particolare, si prevede, la sostituzione dei corpi illuminanti presenti con altri a tecnologia LED (EEM1), la sostituzione delle chiusure trasparenti (EEM2) e l'installazione di un impianto fotovoltaico (EEM3).

Scenario A: Led + Fotovoltaico

La realizzazione dello scenario 1 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 AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	7.353,28 €	1.617,72 €	8.971,00 €
EEM2 Fornitura & Posa	72.572,39 €	15.965,93 €	88.538,32 €
Costi per la sicurezza	3.074,06 €	676,29 €	3.750,36 €
Costi per la progettazione	5.228,78 €	1.150,33 €	6.379,11 €
TOTALE (I₀)	79.925,67 €	17.583,65 €	97.509,32 €
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	21.135	2.148	23.283
EEM2 O&M	21.769	2.348	24.117
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	3.588,00 €	
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 – Led + infissi

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 - consumo e.e. Illuminazione	[kWh]	62.609	31.305	50,0%
Trasmittanza	[W/m ² K]	4	1,1	72,5%
Q _{baseline}	[kWh]	532.054	478.848	10,0%
EE _{baseline}	[kWh]	106.970	59.620	44,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	107.475	96.727	10,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	49.955	27.843	44,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	157.430	124.570	20,9%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	43.865	39.479	10,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	18.194	10.141	44,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	62.059	49.619	20,0%
C _{MO}	[€]	21.135	21.769	-3,0%
C _{MS}	[€]	2.348	2.148	8,5%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	23.483	23.917	-1,8%
OPEX	[€]	85.542	73.536	14,0%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

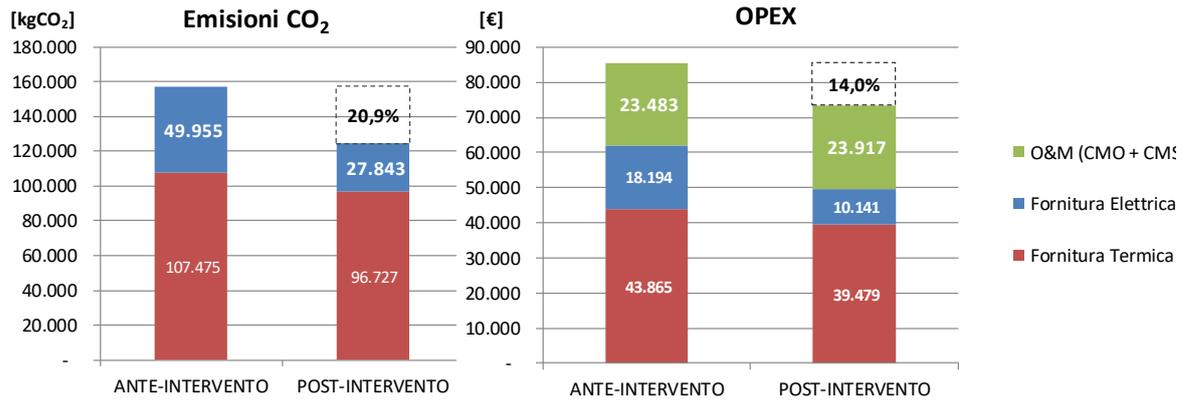
Figura 9.7 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline


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

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	97.509
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Spese straordinarie 10° anno	I_{10}	€	4.439
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	20
Incentivo annuo	B	€/anno	3.588
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	8,0	7,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	10,9	10,5
Valore attuale netto	VAN	52.974	56.424
Tasso interno di rendimento	TIR	10,0%	10,6%
Indice di profitto	IP	0,54	0,58

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

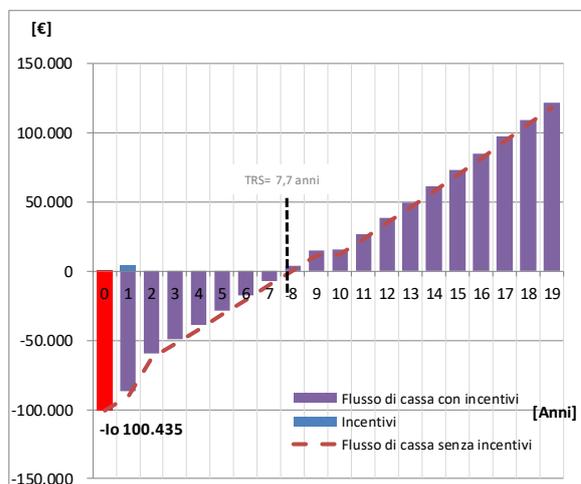


Figura 9.9 – SCN-A: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi

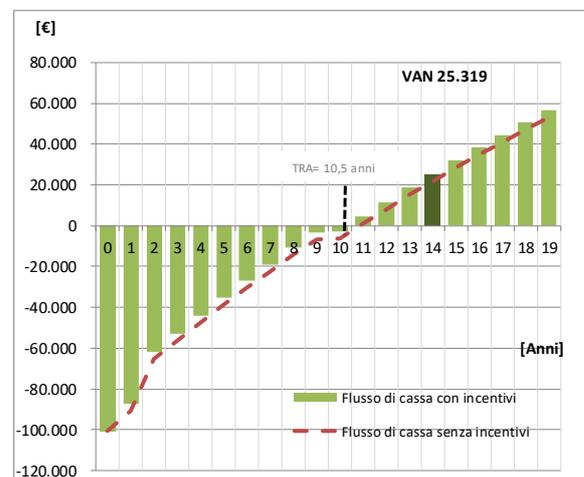


Tabella 9.12 – flussi di cassa annuali dello SCN-A– Installazione di illuminazione LED e fotovoltaico

Anno	CAPEX			RICAVI			Flusso di cassa con incentivi			
	Io	OF	Rimborso IVA	INCENTIVI	RISPARMI OPEX	Fattore di annualità	FCFO	FCC	FCA	FCCA
0	-97.509	-2.925	-			1,000	-100.435	-100.435	-100.435	-100.435
1			-	3.588	9.962	0,962	13.550	-86.885	13.029	-87.406
2			17.584	-	10.084	0,925	27.668	-59.217	25.581	-61.825
3			-	-	10.208	0,889	10.208	-49.008	9.075	-52.750
4			-	-	10.334	0,855	10.334	-38.675	8.833	-43.917
5			-	-	10.461	0,822	10.461	-28.214	8.598	-35.319
6			-	-	10.589	0,790	10.589	-17.625	8.369	-26.950
7			-	-	10.719	0,760	10.719	-6.906	8.146	-18.805
8			-	-	10.851	0,731	10.851	3.945	7.928	-10.876
9			-	-	10.984	0,703	10.984	14.929	7.717	-3.159
10	-10.245	-307	-	-	11.119	0,676	566	15.495	382	-2.777
11			-	-	11.255	0,650	11.255	26.750	7.311	4.534
12			-	-	11.393	0,625	11.393	38.143	7.116	11.651
13			-	-	11.533	0,601	11.533	49.676	6.926	18.577
14			-	-	11.674	0,577	11.674	61.350	6.742	25.319
15			-	-	11.818	0,555	11.818	73.168	6.562	31.881
16			-	-	11.963	0,534	11.963	85.131	6.387	38.268
17			-	-	12.109	0,513	12.109	97.240	6.217	44.484
18			-	-	12.258	0,494	12.258	109.497	6.051	50.535
19			-	-	12.408	0,475	12.408	121.905	5.889	56.424

Scenario B: Led + infissi + fotovoltaico

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 AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	7.353,28 €	1.617,72 €	8.971,00 €
EEM2 Fornitura & Posa	454.563,11 €	100.003,89 €	554.567,00 €
EEM3 Fornitura & Posa	72.572,39 €	15.965,93 €	88.538,32 €
Costi per la sicurezza	20.557,26 €	4.522,60 €	25.079,86 €
Costi per la progettazione	34.966,56 €	7.692,64 €	42.659,20 €
TOTALE (I₀)	534.488,79	117.587,53	652.076,32
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	21.135	2.148	23.283
EEM2 O&M	19.444	2.231	21.675
EEM3 O&M	21.769	2.348	24.117
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	78.588,00	
Durata incentivi		1	

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

Tabella 9.14 – Risultati analisi SCN-B – Led + infissi + fotovoltaico

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 - consumo e.e. Illuminazione	[kWh]	62.609	31.305	50,0%
Trasmittanza	[W/m ² K]	4	1,1	72,5%
E _{pgl nren}	[kW/m ²]	22,1	17,68	20,0%
Q _{baseline}	[kWh]	532.054	425.643	20,0%
EE _{baseline}	[kWh]	106.970	51.062	52,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	107.475	85.980	20,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	49.955	23.846	52,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	157.430	109.826	30,2%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	43.865	35.092	20,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	18.194	8.685	52,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	62.059	43.777	29,5%
C _{MO}	[€]	21.135	20.078	5,0%
C _{MS}	[€]	2.348	2.031	13,5%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	23.483	22.109	5,9%
OPEX	[€]	85.542	65.886	23,0%
Classe energetica	[-]	D	C	+1classi

019 – Edificio per uffici (ex Incurabili) - Piazza Cavour 25

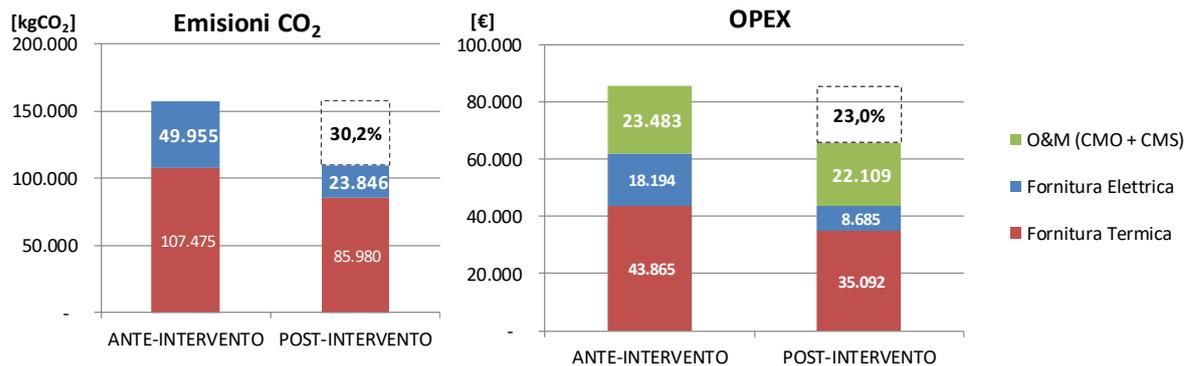
 Figura 9.10 – SCN2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline


Tabella 9.15 – Risultati dell'analisi di convenienza - Led + infissi + fotovoltaico

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I₀	€	652.076
Oneri Finanziari %I ₀	OF	[%]	3,0%
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	78.588
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	29,8	25,4
Tempo di rientro attualizzato	TRA	39,9	32,6
Valore attuale netto	VAN	-335.370	-259.804
Tasso interno di rendimento	TIR	-4,3%	-3,0%
Indice di profitto	IP	-0,51	-0,40

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

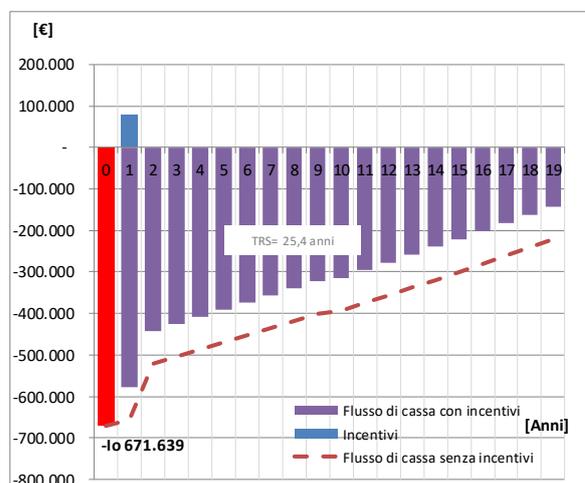


Figura 9.12 – SCN-B: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi

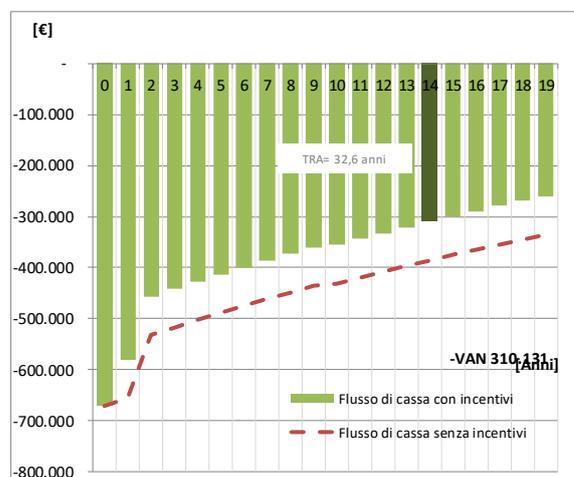


Tabella 9.16 – flussi di cassa annuali dello SCN-A– Installazione di illuminazione LED, infissi e fotovoltaico

Anno	CAPEX			RICAVI			Flusso di cassa con incentivi			
	Io	OF	Rimborso IVA	INCENTIVI	RISPARMI OPEX	Fattore di annualità	FCFO	FCC	FCA	FCCA
0	-652.076	-19.562	-			1,000	-671.639	-671.639	-671.639	-671.639
1			-	78.588	16.298	0,962	94.886	-576.753	91.236	-580.402
2			117.588	-	16.486	0,925	134.073	-442.679	123.958	-456.444
3			-	-	16.676	0,889	16.676	-426.003	14.825	-441.619
4			-	-	16.869	0,855	16.869	-409.134	14.420	-427.199
5			-	-	17.064	0,822	17.064	-392.070	14.025	-413.174
6			-	-	17.261	0,790	17.261	-374.809	13.642	-399.532
7			-	-	17.461	0,760	17.461	-357.349	13.269	-386.264
8			-	-	17.663	0,731	17.663	-339.686	12.906	-373.358
9			-	-	17.867	0,703	17.867	-321.819	12.553	-360.805
10	-10.245	-307	-	-	18.074	0,676	7.521	-314.298	5.081	-355.724
11			-	-	18.283	0,650	18.283	-296.015	11.876	-343.847
12			-	-	18.495	0,625	18.495	-277.520	11.552	-332.296
13			-	-	18.709	0,601	18.709	-258.812	11.236	-321.060
14			-	-	18.925	0,577	18.925	-239.886	10.929	-310.131
15			-	-	19.145	0,555	19.145	-220.742	10.630	-299.500
16			-	-	19.367	0,534	19.367	-201.375	10.340	-289.160
17			-	-	19.591	0,513	19.591	-181.784	10.058	-279.103
18			-	-	19.818	0,494	19.818	-161.966	9.783	-269.320
19			-	-	20.048	0,475	20.048	-141.918	9.516	-259.804

10 CONCLUSIONI

L'audit energetico ha messo in evidenza una ridotta efficienza energetica dell'immobile legata ad un basso livello di isolamento soprattutto da parte dell'involucro trasparente, caratterizzato da ingenti fenomeni di infiltrazioni di aria e agenti meteorici. La maggior parte dei consumi è da attribuire alla climatizzazione 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. La sostituzione delle chiusure trasparenti con altre di migliori prestazioni;
3. L'installazione di un impianto fotovoltaico.

La fattibilità tecnico-economica ha messo in evidenza che gli interventi riguardanti la riduzione del fabbisogno elettrico (installazione di LED e fotovoltaico), risultano essere dei buoni investimenti dal punto di vista puramente finanziario. Al contrario, il rifacimento degli infissi non è un buon investimento economico, avendo tempi di ritorno semplici ed attualizzati superiori ai 35 anni. Tuttavia, vista la necessità di intervenire a priori sull'involucro trasparente a causa dello stato di conservazione dello stesso, è stato lo stesso proposto e oggetto di studio nella presente diagnosi.

Alcuni interventi dovranno essere valutati in maniera coordinata con gli altri. Ad esempio la sostituzione del generatore potrebbe prevedere una caldaia di potenzialità inferiore laddove il carico termico di riscaldamento venga preventivamente diminuito, migliorando l'isolamento dell'involucro.

Per la valutazione e la verifica dei risparmi energetici ottenibili dagli interventi di efficientamento proposti si consiglia di installare un sistema di monitoraggio (es: contatori termici e analizzatore dei consumi sul quadro elettrico principale) per quantificare l'effettivo risparmio conseguente.

10.1 Riassunto degli indici di performance energetica

Gli indici di performance sono riassunti e riportati nell'allegato 10 Report di Benchmark.

10.2 Riassunto degli scenari di investimento e dei principali risultati

Dalle analisi effettuate risulta che solamente gli investimenti previsti nello scenario A risultano convenienti.

Nel primo scenario attraverso l'efficientamento dell'impianto di illuminazione e al nuovo impianto fotovoltaico si riesce ad ottenere un risparmio pari al 20% del consumo energetico totale, a fronte di un investimento di circa 97.500€, con un VAN conseguente pari a circa 56.400€ in una finestra temporale di 20 anni.

Nel secondo scenario, grazie alle operazioni di efficientamento proposte, si otterrebbe un risparmio del 30% circa dei consumi energetici totali, a fronte di un investimento di circa 652.000€.

Come si può vedere, i set di interventi proposti nello scenario B, nonostante non siano economicamente convenienti, sono sufficienti ad ottenere un risparmio cospicuo, arrivando ad un 30 % circa sulla fornitura del vettore elettrico. Questo consente inoltre di ottenere un miglioramento della classe energetica dell'edificio.

Per ottenere dei risparmi maggiori, e conseguentemente un aumento della classe energetica dell'immobile, si dovrebbe agire sull'involucro prevedendo, ad esempio, un cappotto perimetrale (operazione molto difficoltosa se non impossibile per la presenza dei vincoli).