

PROGETTO

DIAGNOSI ENERGETICA

“AUTOPARCO POLIZIA LOCALE” - COMUNE DI NAPOLI

Via Santa Maria del Pianto n.142

DOCUMENTO

Rapporto di Diagnosi

COMMITTENTE

COMUNE DI NAPOLI

DATA 30/10/2018

REV 02

COD. COMMESSA RIBI0611804

RESPONSABILE PROGETTO

Stefano Dotta

DOCUMENTO PRODOTTO DA

Stefano Dotta

Daniela Difazio

Vincenzo Cuzzola

Sergio Ravera

Mauro Cornaglia

Angela Baccaro

Marco Fausone

Davide Longo

Luca Galeasso



Sommario

EXECUTIVE SUMMARY	1
1 INTRODUZIONE	3
1.1 <i>Ruolo nome e qualifica del personale coinvolto</i>	3
1.2 <i>Identificazione del complesso edilizio</i>	4
1.3 <i>Metodologia di lavoro.....</i>	2
1.4 <i>Struttura del report</i>	10
2 DATI DELL'EDIFICIO	11
2.1 <i>Informazioni sul sito</i>	11
2.2 <i>Inquadramento territoriale. socio-economico e destinazione d'uso</i>	15
2.3 <i>Verifica dei vincoli interferenti sulle parti di immobile interessate dall'intervento.</i>	15
2.4 <i>Modalità di gestione e manutenzione di edifici ed impianto.....</i>	17
3 DATI CLIMATICI	18
3.1 <i>Dati climatici di riferimento</i>	18
3.2 <i>Dati climatici reali</i>	18
3.3 <i>Analisi dell'andamento dei dati climatici e profili annuali dei gradi giorno ..</i>	20
4 AUDIT DELL'EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	21
4.1 <i>Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio</i>	21
4.2 <i>Descrizione delle prestazioni energetiche dell'impianto di riscaldamento/climatizzazione invernale.....</i>	31
4.3 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto produzione acqua calda sanitaria.....</i>	38
4.4 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva.....</i>	39
4.5 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto elettrico e principali utenze elettriche</i>	41
4.6 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto illuminazione</i>	42
5 CONSUMI RILEVATI	44
5.1 <i>Consumi energetici storici per ciascun vettore e connessione alle reti gas naturale ed elettrica.....</i>	44
5.2 <i>Indicatori di performance energetica ed ambientale</i>	52
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	55

6.1	<i>Metodologia di calcolo adottata e validazione dei modelli di calcolo.....</i>	55
6.2	<i>Fabbisogni energetici e profili annuali</i>	58
6.3	<i>Profili mensili di consumo energetico.....</i>	58
7	ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO.....	60
7.1	<i>Tariffe e prezzi vettori energetici utilizzati nell'analisi</i>	60
7.2	<i>Costi relativi alla fornitura dei vettori energetici.....</i>	60
7.3	<i>Stima dei costi di gestione e manutenzione di edificio ed impianti</i>	61
7.4	<i>Baseline dei costi.....</i>	61
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA.....	62
8.1	<i>Elenco, descrizione, fattibilità, prestazioni e costi-benefici dei singoli interventi migliorativi</i>	62
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	69
8.1.1.1	<i>Coibentazione della copertura piana</i>	69
8.1.1.2	<i>Coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo</i>	73
8.1.1.3	<i>Coibentazione del pavimento su interno.....</i>	78
8.1.2	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	82
8.1.2.1	<i>Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED</i>	82
8.1.3	<i>Sistemi di controllo e gestione degli impianti elettrici e termici</i>	85
8.1.3.1	<i>Installazione sistema BACS</i>	85
8.1.4	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili.....</i>	88
8.1.4.1	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili- fotovoltaico</i>	88
8.2	<i>Interventi multipli e analisi dei miglioramenti di classe energetica</i>	90
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA	91
9.1	<i>Analisi dei costi dei singoli interventi migliorativi.....</i>	91
9.1.1	<i>Coibentazione della copertura piana</i>	91
9.1.2	<i>Coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo</i>	93
9.1.3	<i>Coibentazione del pavimento su interno.....</i>	96
9.1.4	<i>Installazione sistemi BACS.....</i>	98
9.1.5	<i>Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED</i>	99
9.1.6	<i>Installazione impianto fotovoltaico da 60 kWp</i>	101

9.2	<i>Analisi di convenienza dei singoli interventi migliorativi.....</i>	103
9.2.1	<i>Coibentazione della copertura piana.....</i>	105
9.2.2	<i>Coibentazione della copertura piana con tetto verde estensivo.....</i>	106
9.2.3	<i>Coibentazione del pavimento su interno.....</i>	107
9.2.4	<i>Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED.....</i>	108
9.2.5	<i>Installazione di un sistema BACS.....</i>	109
9.2.6	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili: installazione impianto FV</i>	110
9.3	<i>Identificazione delle soluzioni integrate d'intervento e scenari d'investimento.....</i>	111
9.3.1	<i>Scenario a).....</i>	112
9.3.2	<i>Scenario b).....</i>	115
10	CONCLUSIONI.....	118
10.1	<i>Riassunto degli indici di performance energetica.....</i>	118
10.2	<i>Riassunto degli scenari di investimento e dei principali risultati.....</i>	119
10.3	<i>Conclusioni e commenti.....</i>	121

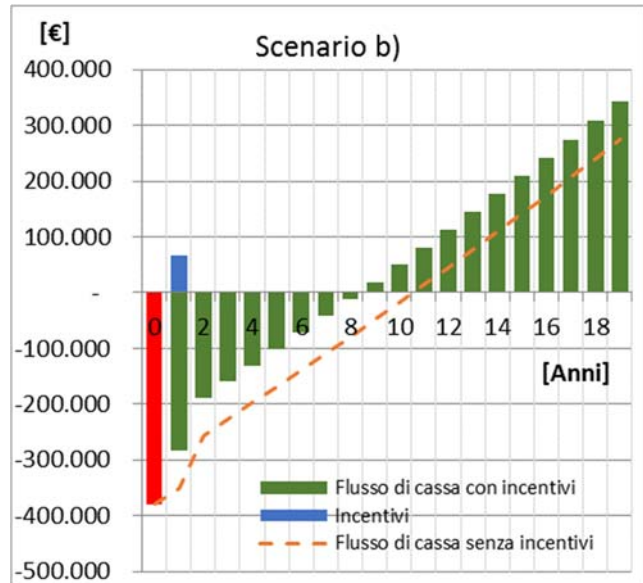
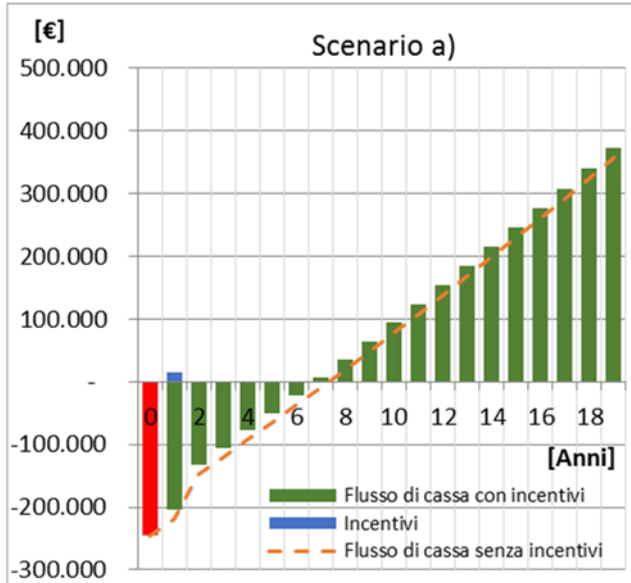
EXECUTIVE SUMMARY

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Coibentazione della copertura piana (in tabella abbreviato con Cop)
- EEM 2: Coibentazione della copertura piana con verde estensivo (in tabella abbreviato con Copv)
- EEM 3: Coibentazione del pavimento su interno (in tabella abbreviato con Pav)
- EEM 4: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED (in tabella abbreviato con LED)
- EEM 5: Installazione sistemi di Building Automation (in tabella abbreviato con BACS)
- EEM 6: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV (in tabella abbreviato con FV)
- Scenario a): efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED, utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV
- Scenario b): coibentazione della copertura piana, isolamento pavimento su esterno, efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED, installazione sistemi di building automation, utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV

	% ΔE	% ΔCO_2	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	Vita utile	TRS	TRA	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
Cop	0,4	0,5	276	231	416	74.373	30	33,4	43	-23.179	-1,5	-0,31
Cop V	0,5	0,5	281	116	416	95.076	30	37,8	46,5	-34.748	-3,4	-0,37
Pav	1,1	1,1	665	239	430	40.935	30	15,8	30,9	-1.212	4,5	-0,03
LED	20,9	20,9	12.967	766	204	38.388	8	1,7	1,9	50.028	42,4	1,3
Bacs	11,2	11,2	6.910	0	0	14.000	10	1,5	1,6	35.393	58	2,53
FV	34,0	33,9	21.058	0	0	200.145	20	9,4	13,4	54.055	8,3	0,27
SCN a	50,9	50,7	31.508	766	204	238.533	20	6,8	8,8	158.775	12,9	0,67
SCN b	51,7	51,7	32.047	998	1.050	367.841	20	8,6	11,8	113.459	9,4	0,31

Di seguito si riportano i grafici relativi ai flussi di cassa dello **Scenario a)** e **Scenario b)**.



1 INTRODUZIONE

1.1 Ruolo nome e qualifica del personale coinvolto

RUOLO	NOME e QUALIFICA
Responsabile diagnosi energetica e capo progetto	Arch. Stefano Dotta - ICIM-EGE-012854-00
Esperto Impianti	Arch. Daniela Difazio
Esperto Involucro	Arch. Sergio Ravera
Affiancamento esperti impianti e involucro nella caratterizzazione del Sistema edificio impianto	Ing. Marco Fausone
Affiancamento esperti impianti e involucro nella caratterizzazione del Sistema edificio impianto	Ing. Vincenzo Cuzzola
Affiancamento esperti impianti e involucro nella caratterizzazione del Sistema edificio impianto	Ing. Mauro Cornaglia
Affiancamento esperti impianti e involucro nella caratterizzazione del Sistema edificio impianto	Ing. Angela Baccaro
Affiancamento esperti impianti e involucro con sede operative a NAPOLI	Arch. Mario Chiurazzi
Affiancamento nelle analisi economiche degli interventi proposti	Dott. Davide Longo
Affiancamento nella definizione delle baseline di costo energetico e di O&M	Arch. Daniela Bartucca
Affiancamento nella verifica qualità	Dott. Luca Galeasso

1.2 Identificazione del complesso edilizio

L'obiettivo del presente documento è quello di riportare gli esiti della diagnosi energetica effettuata da Environment Park sull'edificio Autoparco Polizia Locale sito in via Santa Maria del Pianto n.142 a Napoli.

L'attività di audit energetico prevede l'elaborazione dei dati reperiti, rilevati e monitorati per la costruzione di un modello di simulazione energetica reale ed attendibile. Tale modello viene successivamente validato attraverso il confronto tra fabbisogni energetici teorici e i consumi reali. Il modello ricalibrato permette di indagare con maggiore precisione le eventuali criticità del sistema edificio-impianto-gestore-utenza e potrà nelle azioni successive, definire con maggiore attendibilità i tempi di ritorno degli interventi di riqualificazione energetica ipotizzati.

L'edificio è costituito da due grandi volumi che ospitano l'autorimessa della polizia locale ed alcune unità riscaldate (uffici, spogliatoi e magazzini) dislocate all'interno dei fabbricati e distribuite con differenti orientamenti. I due edifici, confinano reciprocamente attraverso una struttura a ponte al primo piano, sono stati edificati negli anni Ottanta. La struttura portante è costituita da pilastri in cemento armato e solai in latero-cemento, i tamponamenti esterni sono in tufo intonacato sui due lati. La scansione delle finestre presenti nelle facciate risulta regolare come in altri edifici industriali analoghi costruiti ad inizio secolo. La diagnosi energetica è stata realizzata esclusivamente nella porzione di edificio alimentata dalla centrale termica a metano e dagli split presenti. I locali oggetto di tale studio si trovano principalmente allocati al primo livello del fabbricato con la manica più stretta (sul fronte est) e al livello terreno nel medesimo volume sul lato nord. La copertura dell'edificio è piana e non coibentata; gli uffici situati al primo piano sono stati parzialmente riqualificati a seguito di un recente intervento sull'edificio. Si riscontra l'assenza di sottotetti in quanto le coperture sono piane e direttamente disperdenti verso l'esterno con assenza di coibentazione.

L'edificio è alimentato da un'unica centrale termica ubicata in un locale interno alla struttura. Tale centrale è costituita da un'unica caldaia murale alimentata a metano con potenza nominale al focolare di 25,8 kW, asservita alla climatizzazione invernale di una parte dell'edificio ed alla produzione di acqua calda sanitaria. Inoltre, negli uffici sono presenti unità singole split dedicate ai servizi di raffrescamento e riscaldamento di tali locali.

La struttura, al momento, viene utilizzato come Autoparco della Polizia Locale ed ospita gli spogliatoi del personale al piano terreno e gli uffici al piano primo.

Il contesto urbanistico è caratterizzato dalla presenza di numerosi edifici residenziali in maggioranza plurifamiliari di varie dimensioni geometrie ed esposizioni collegati tra loro da percorsi viari veicolari come nelle periferie delle grandi città italiane. Si riporta nell'immagine sottostante una foto aerea dell'edificio in oggetto (indicato in rosso).

IMMAGINE AEREA DEL'EDIFICIO IN OGGETTO E DEL CONTESTO URBANISTICO



1.3 Metodologia di lavoro

Per diagnosi energetica edificio-impianto s'intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia ed all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche dell'edificio e degli impianti presenti. La diagnosi energetica prevede una serie di operazioni consistenti nel rilievo ed analisi del sistema edificio-impianto in condizioni standard di esercizio e nell'analisi e valutazione economica dei consumi energetici dell'edificio. La finalità di una diagnosi energetica è quella di individuare modalità con cui ridurre il fabbisogno energetico e valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi, che vanno dalle azioni di retrofit a modelli di esercizio/gestione ottimizzati delle risorse energetiche. (ENEA, Definizione di una metodologia per l'audit energetico negli edifici ad uso residenziale e terziario)

La metodologia adottata prevede la definizione dei fabbisogni energetici per la climatizzazione invernale attraverso una dettagliata attività di diagnosi energetica redatta secondo le norme tecniche di riferimento:

UNI/TR 11428 Diagnosi energetiche – requisiti generali del servizio di diagnosi energetica;

UNI CEI EN 16247-1 Diagnosi energetiche – parte 1: requisiti generali

UNI CEI EN 16247-2 Diagnosi energetiche – parte 2 edifici

La diagnosi è inoltre conforme al livello II delle linee guida AICARR (L. Mazzarella, L. A. Piterà (2013), *Efficienza Energetica attraverso la Diagnosi ed il servizio Energia negli edifici linee guida AICARR*, ANANKE s.c. per conto di AGESI – ASSISTAL – ASSOPETROLI – ASSOENERGIA)

Tale diagnosi è stata condotta, a seguito dell'analisi dei documenti di progetto forniti dal Comune di Napoli, dei sopralluoghi effettuati, dei rilievi realizzati direttamente sull'edificio in oggetto, delle caratteristiche fisiche e dimensionali dell'involucro termico e delle caratteristiche degli impianti per la climatizzazione invernale.

A seguito delle informazioni raccolte, si è potuto costruire un modello di calcolo secondo la norma UN-TS 11300 e definire i fabbisogni energetici dello stato di fatto. L'attività di audit energetico è stata realizzata seguendo le indicazioni del Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n.102 (con particolare riferimento all'allegato 2) e le norme UNI CEI EN 16247 1-2-3 riportanti indicazioni specifiche sulla metodologia di audit e sulle caratteristiche contenutistiche dei documenti da produrre al fine di redigere la documentazione idonea all'attività in oggetto.

La costruzione del modello energetico è stata realizzata attraverso lo studio:

- dei consumi reali estrapolati dalle bollette energetiche (consumi termici);
- dei dati climatici reali forniti dalla stazione meteorologica del Centro Operativo per la Meteorologia Servizio Documentazione e Gestione dell'Informazione dell'Aeronautica Militare Italiana (COMET) di Capo di Chino. È stato eseguito il calcolo dei Gradi Giorno Reali relativi alle stagioni termiche in esame coincidenti con le stagioni di cui è stato possibile reperire le bollette o i di cui il Comune di Napoli era in possesso dei dati di consumo. I risultati ottenuti sono stati imputati sul software di calcolo nella sezione "Dati Climatici";
- delle ore e dei giorni di utilizzo degli impianti termici.

Successivamente, all'imputazione dei dati reali, sono stati calcolati i dati di consumi di combustibile del modello energetico dell'edificio, per ciascuna stagione termica analizzata.

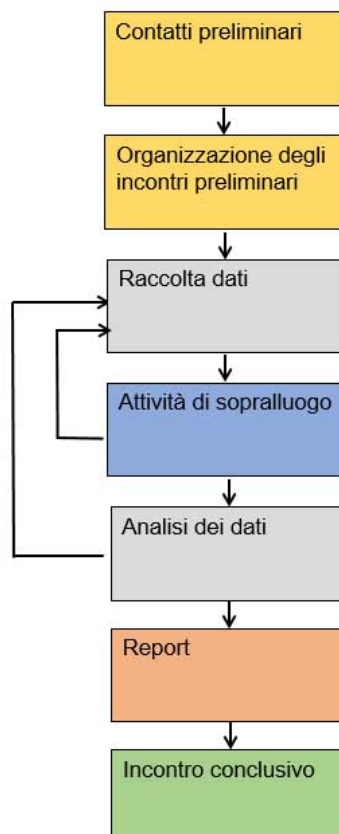
La modellizzazione è stata effettuata attraverso il software EDILCLIMA EC700 secondo le norme di calcolo UNI/TS 11300-1, UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4.

Gli audit energetici sono stati pertanto eseguiti seguendo le norme UNI attualmente in vigore di cui si riporta di seguito un elenco dettagliato.

NORMA	TITOLO
UNI EN ISO 13790	Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento
UNI/TS 11300-1	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
UNI/TS 11300-2	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
UNI/TS 11300-4	Prestazione energetica degli edifici – Utilizzo di energie rinnovabili e altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione di acqua calda sanitaria.
UNI 10339	Impianti aeraulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d’offerta, l’offerta, l’ordine e la fornitura.
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici.
UNI 10351	Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore.
UNI 10355	Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
UNI EN 12831	Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto.
UNI EN 15316-4-8	Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-8: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, riscaldamento ad aria e sistemi di riscaldamento radianti
UNI EN ISO 6946	Componenti ed elementi per l’edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 10077-1	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità.
UNI EN ISO 10211	Ponti termici in edilizia. Flussi termici e temperature superficiali. Calcoli dettagliati.
UNI EN ISO 10456	Materiali e prodotti per l’edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto.
UNI EN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
UNI EN ISO 13786	Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo

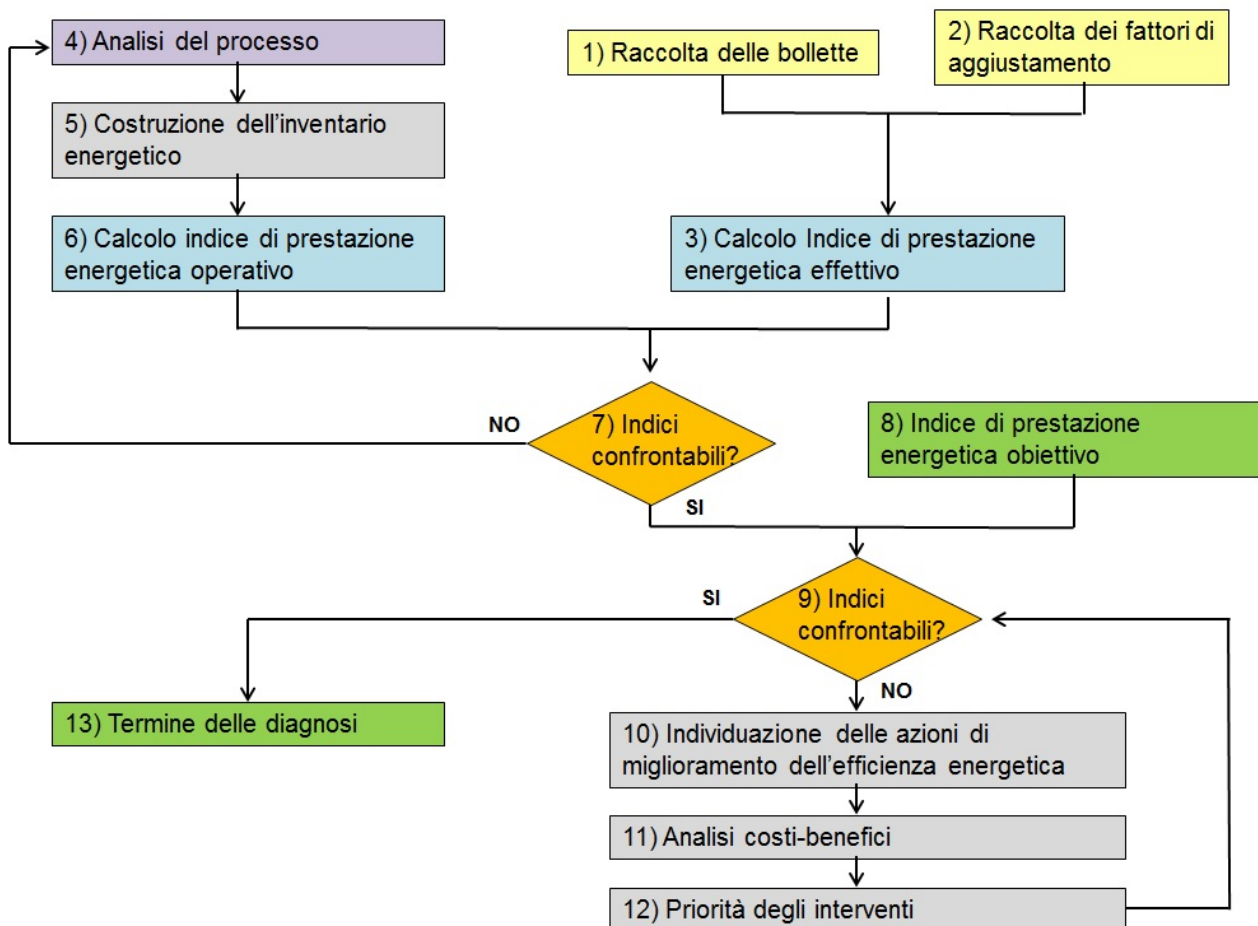
UNI EN ISO 13789	Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 13790	Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
UNI EN ISO 14683	Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento.
UNI CEI EN 16247-1	Diagnosi energetiche – parte 1: requisiti generali
UNI CEI EN 16247-2	Diagnosi energetiche – parte 2: edifici
UNI CEI EN 16247-3	Diagnosi energetiche – parte 3: processi
UNI CEI TR 11428	Diagnosi energetiche – Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica
UNI CEI EN 16212	Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)

Al fine di sintetizzare schematicamente la metodologia di lavoro adottata si riporta di seguito un algoritmo riassuntivo delle fasi del lavoro di audit eseguito come previsto dalla “Procedura di dettaglio della diagnosi energetica” riportata nella UNI EN 16247-



Azioni previste per la Diagnosi Energetica secondo la norma UNI EN 16247

Per completezza si riporta schematicamente l'algoritmo riassuntivo delle fasi di lavoro di audit eseguito come previsto dalla "Procedura di dettaglio della diagnosi energetica" riportata nella UNI CEI TR 11428 par. 4.7.



Azioni previste per la Diagnosi Energetica secondo la norma UNI CEI TR 11428

PROCEDURA DI DETTAGLIO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

Fasi di lavoro, rilievo ed indagine

1) Contatti preliminari:

Definizione delle esigenze della committenza, definizione dell'ambito di intervento, del grado di accuratezza e degli obiettivi da raggiungere.

2) Organizzazione degli incontri preliminari:

Definizione dei confini del sistema energetico e delle modalità operative di accesso, delle risorse e dei dati che devono essere forniti, delle norme di sicurezza e pianificazione del programma dei sopralluoghi.

3) Raccolta dati:

Raccolta dei dati del sistema energetico, reperimento dei documenti di progetto, funzionamento e manutenzione.

4) Attività di sopralluogo:

Ispezione dei vari aspetti del sistema energetico e del suo comportamento; identificazione delle modalità operative, del comportamento degli utenti e della loro influenza sul consumo energetico.

5) Analisi dei dati:

Costruzione del modello energetico sulla base dei dati e delle informazioni raccolte; definizione degli indicatori di prestazione energetica, confronto tra gli indici effettivi ed operativi. Identificazione e valutazione delle opportunità di risparmio energetico e degli scenari di intervento.

6) Report:

Elaborazione dei contenuti del rapporto di diagnosi energetica in funzione del campo di applicazione, obiettivi e livello di dettaglio della diagnosi.

7) Incontro conclusivo:

Consegna del rapporto di diagnosi, presentazione dei risultati ottenuti.

In occasione dei sopralluoghi le attività di reperimento/verifica dei dati sugli edifici sono state eseguite mediante un'accurata analisi strumentale invasiva e non dell'involucro termico. Di seguito una breve descrizione della strumentazione utilizzata dal gruppo di lavoro.

STRUMENTAZIONE ANALISI NON INVASIVA	DESCRIZIONE
 <p data-bbox="252 654 705 685">Bindella metrica/distanziometro laser</p>	<p data-bbox="817 474 1430 622">Al fine di definire i volumi riscaldati e le superfici disperdenti si procede alla misura delle dimensioni dei locali e dei serramenti avvalendosi di una bindella metrica e un distanziometro laser.</p>
 <p data-bbox="408 904 549 936">Spessivetro</p>	<p data-bbox="817 766 1430 878">Al fine di definire le caratteristiche dei vetri si procede alla misura dello spessore avvalendosi di uno spessivetro.</p>
 <p data-bbox="351 1236 606 1267">Macchina fotografica</p>	<p data-bbox="817 1008 1430 1205">Tale strumento viene utilizzato per registrare informazioni di interesse quali le tipologie dei componenti opachi e trasparenti, i terminali di emissione, i corpi illuminanti ed i componenti della centrale termica, con il rilievo di tutti i dati di targa.</p>

I sopralluoghi sono stati eseguiti con l'obiettivo di indagare il sistema edificio-impianto, accedendo sia alla centrale termica all'interno della quale sono stati rilevati il generatore di calore, le pompe di distribuzione, le apparecchiature, sia nei locali riscaldati e non dell'edificio in oggetto al fine di rilevarne le caratteristiche dimensionali, stratigrafiche, costruttive e di utilizzo ritenute indispensabili a svolgere una corretta attività di diagnosi energetica.



L'organizzazione dei sopralluoghi comporta una serie di attività sul campo che riguardano il reperimento di una serie di informazioni utili a redigere la diagnosi. La norma UNI CEI EN 16247-2 fornisce indicazioni specifiche sui dati più importanti da recuperare e sulle parti di edificio da visitare al fine di completare in maniera esaustiva la raccolta delle informazioni utili alla diagnosi.

Per effettuare la raccolta dei dati di sopralluogo sono state utilizzate le schede di audit previste per la diagnosi di II livello di cui all'appendice A delle LGEE – Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici – sett 2013 – elaborata da AiCARR.

Le misure di efficientamento sono state concepite nel rispetto di una gerarchia in grado di porre al primo livello interventi di riduzione degli sprechi e di ottimizzazione del sistema edificio-impianti, al secondo livello interventi mirati al miglioramento dell'efficienza dei sistemi di produzione di energia e al terzo livello interventi mirati alla produzione di energia da fonti rinnovabili.

Nel caso di soluzioni integrate è stata valutata la fattibilità finalizzata a ridurre gli sprechi agendo sull'involucro e sulle domande d'utenza, partendo dalla baseline e approdando ad un nuovo valore di baseline ridotto. Nell'ambito della valutazione di più interventi integrati sono stati valutati eventuali conflitti e/o sinergie tra diversi sistemi energetici, con lo scopo di rispondere alle esigenze di diversificazione nell'approvvigionamento energetico dell'utenza.

L'analisi degli interventi sia singoli che integrati comprende:

- la simulazione, con l'utilizzo del modello, del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione dei vari interventi proposti prima singolarmente e poi combinati tra di loro;
- L'analisi delle variazioni di classe energetica raggiungibili nelle diverse simulazioni;
- L'analisi della variazione della baseline (energetica, delle emissioni di CO2 e dei costi) a seguito della realizzazione degli interventi proposti.

Una volta esaminate le possibili soluzioni di efficientamento energetico è stata realizzata una analisi costi-benefici 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).

L'analisi economica e le valutazioni economico-finanziarie (facendo seguito a richiesta specifica della Stazione Appaltante) sono state strutturate in due specifici scenari:

- **Scenario a)** definito dal sistema di misure di efficientamento che si caratterizza per il miglior rapporto tra costi (realizzazione e gestione) e benefici (risparmio energetico ed economico)
- **Scenario b)** definito dal sistema di misure di efficientamento necessario per trasformare i fabbricati in edifici ad energia quasi zero (NZEB). Ove non possibile tale trasformazione, per questioni di natura tecnica o per un rapporto costi-benefici degli interventi palesemente inadeguato, lo scenario è stato considerato come il sistema di misure atte a garantire il più alto miglioramento di classe energetica e valutabile positivamente, sia sotto l'aspetto della fattibilità tecnica che di quella economico-finanziaria.

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 dati climatici reali e dei profili annuali dei gradi giorno.
- Una quarta parte relativa alla definizione delle prestazioni energetiche dell'involucro e degli impianti dell'edificio.
- Una quinta parte relativa ai consumi rilevati per ciascun vettore energetico e connessione alle reti gas ed elettrica.
- Una sesta parte relativa alla costruzione del modello energetico, alla metodologia adottata per la validazione e per la definizione della baseline energetica.
- Una settima parte relativa all'analisi dei costi pre-intervento ed alla stima dei costi di gestione e manutenzione.
- Un'ottava parte relativa all'identificazione delle singole misure di efficienza energetica sull'involucro e sugli impianti ed agli interventi multipli.
- Una nona parte relativa alla valutazione economico-finanziaria con analisi dei costi dei singoli interventi migliorativi con identificazione delle soluzioni integrate.
- Una decima parte dedicata alle conclusioni con riassunto delle performance di prestazione energetica, riassunto degli scenari principali di investimento e dei risultati principali.

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 Informazioni sul sito

INFORMAZIONI GENERALI	
Comune	Comune di Napoli
Nome edificio	"Autoparco Polizia Locale"
Indirizzo	Via Santa Maria del Pianto n.142
Destinazione d'uso	E.2- edifici adibiti ad uffici ed assimilabili
Contesto urbano	Semiperiferico
Anno di costruzione	Anni '80 del XX sec. (*) <i>data indicativa</i>
Descrizione generale	<p>L'edificio è costituito da due grandi volumi che ospitano l'autorimessa della polizia locale ed alcune unità riscaldate (uffici, spogliatoi e magazzini) dislocate all'interno dei fabbricati e distribuite con differenti orientamenti. I due edifici, in comunicazione tra loro attraverso un passaggio situato al primo piano, sono stati edificati negli anni Ottanta. La struttura portante è costituita da pilastri in cemento armato e solai in latero-cemento, i tamponamenti esterni sono in tufo intonacato sui due lati. La scansione delle finestre presenti nelle facciate risulta regolare come in altri edifici industriali analoghi costruiti ad inizio secolo. La copertura dell'edificio è piana e non coibentata; gli uffici situati al primo piano sono stati parzialmente riqualificati a seguito di un recente intervento sull'edificio. Si riscontra l'assenza di sottotetti in quanto le coperture sono piane, disperdenti direttamente verso l'esterno e prive di coibentazione. L'edificio è alimentato da un'unica centrale termica ubicata in un locale interno alla struttura. Tale centrale è costituita da un'unica caldaia murale alimentata a metano con potenza nominale al focolare di 25,8 kW, asservita alla climatizzazione invernale di una parte dell'edificio ed alla produzione di acqua calda sanitaria.</p> <p>Inoltre, negli uffici sono presenti unità singole split dedicate ai servizi di raffrescamento e riscaldamento di tali locali.</p>

FOTO DELL'EDIFICIO



Facciata tipo del fabbricato



Dettaglio delle tipologie di infissi presenti



Immagine interna dell'autorimessa



Dettaglio delle lampade installate



Copertura curva dell'edificio

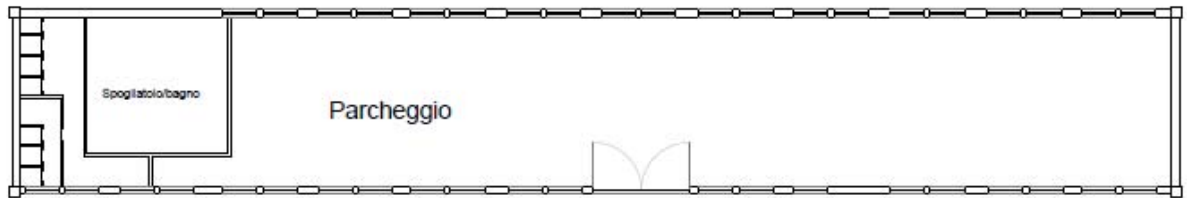


Scorcio di facciata con split

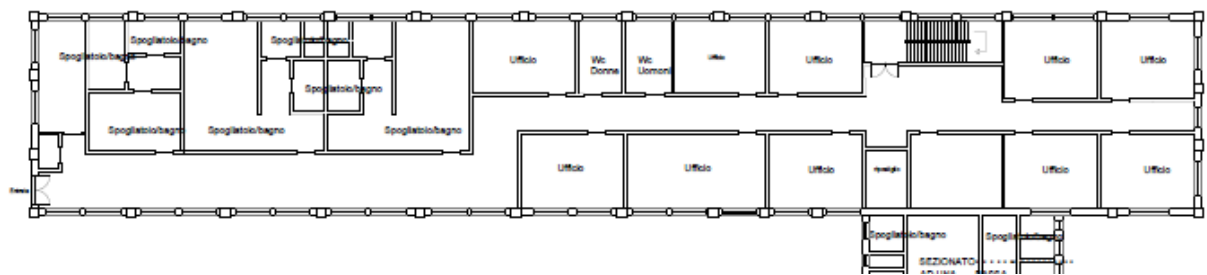
SITO DELL'INTERVENTO				
Zona climatica e GG	Zona climatica C- Gradi Giorno 1034 ai sensi della UNI 10349			
Altitudine s.l.m.	17 m			
Latitudine	40.87020 N			
Longitudine	14.28721 E			
Foto aerea				
				
In rosso l'edificio Autoparco Polizia Locale				
CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO				
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata [m ²]	Superficie disperdente involucro edilizio [m ²]	Volume lordo riscaldato [m ³]	Rapporto S/V [m ⁻¹]
2	719,86	2.507,69	4.335,84	0,58

ELABORATI GRAFICI DELL'EDIFICIO

PIANO TERRENO



PIANO PRIMO



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

L'edificio è stato costruito negli anni '80 del Novecento ed ospita l'Autoparco della Polizia Locale del Comune di Napoli. Ai sensi del DPR 412/93, ricade nella destinazione d'uso E.2 - Edifici adibiti ad uffici ed 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 dell'edificio è innanzitutto volta ad una diminuzione delle emissioni di CO₂, ma può anche essere considerata di notevole interesse collettivo al fine della sensibilizzazione l'utenza alle tematiche di interesse ambientale ed energetico. È rilevante sottolineare come la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto, comporterebbe il miglioramento delle condizioni di benessere percepite dall'utenza; la corretta manutenzione dell'edificio contribuirebbe a preservarlo al meglio in quanto bene collettivo. L'edificio oggetto della DE è costituito complessivamente da sei piani riscaldati, nei quali sono localizzati gli uffici dell'Autoparco della Polizia Locale del Comune di Napoli.

2.3 Verifica dei vincoli interferenti sulle parti di immobile interessate dall'intervento.

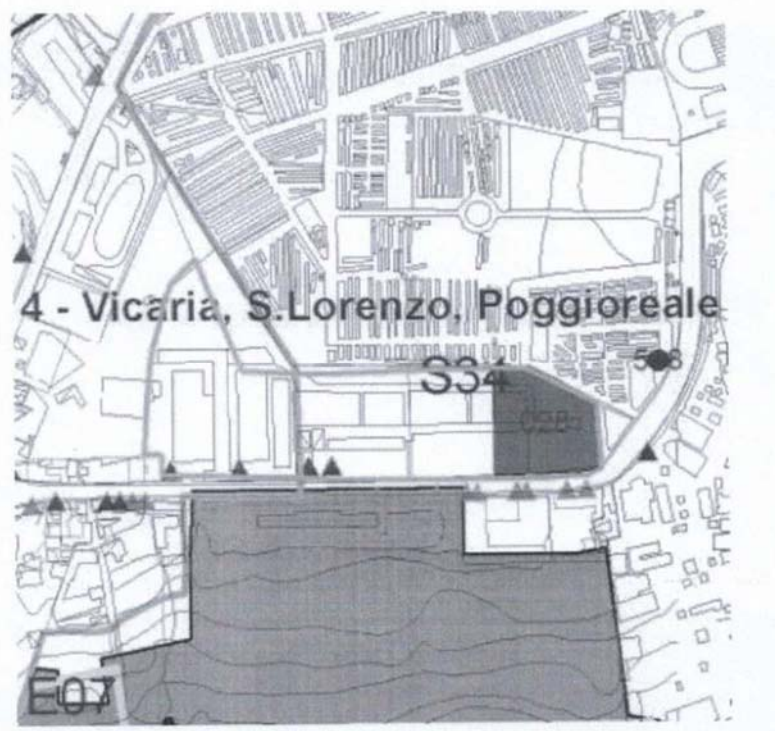
Secondo quanto riportato dall'Informativa di destinazione urbanistica fornita dalla PA non risulta che sull'edificio sussistano vincoli che possano impedire in parte o totalmente i possibili interventi di riqualificazione energetica che successivamente verranno riportati nella presente DE.

La Particella 27 del Foglio 15

- Rientra, per il 41% come risulta dalla tavola della zonizzazione, nella **zona B – agglomerati urbani di recente formazione – sottozona Bb – espansione recente** disciplinata dagli art. 31 e 33 delle norme di attuazione della variante per il centro storico, la zona orientale e la zona nord-occidentale.
- Rientra per il 59% come risulta dalla tavola per la zonizzazione, nella **zona F – parco territoriale e altre attrezzature e impianti a scala urbana e territoriale – sottozona Fd – parco cimiteriale di Poggioreale** disciplinata dagli art. 45 e 49 delle norme di attuazione della variante per il centro storico, la zona orientale e la zona nord-occidentale
- È individuata per il 58% **tra le attrezzature di quartiere come immobile destinato a istruzione, interesse comune, parcheggi**, come risulta dalla tavola n. 8 "Specificazioni" art. 56
- È classificata, come risulta dalla tavola dei vincoli geomorfologici, per il 35% **area a bassa intabilità**
- È classificata, come risulta dalla tavola dei vincoli geomorfologici, per il 65% **area stabile**
- L'immobile ricade nell'area assogettata al **Piano regolaotre cimiteriale** approvato con delibera C.C. n.3 del 1/3/05 nella zona di rispetto del cimitero di Poggioreale.
- **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 Metropolitano delle Colline di Napoli (Dpgrc n. 392 del 14.07.2004). Non sono indicati i decreti emessi ai sensi della legge n. 778/1922.

- Ricade per l'84% nel **Pua Parco Cimiteriale di Poggioreale – cimitero di nuovo impianto** approvato con delibera G.G. n. 1779 del 08/11/2010.
- Risulta classificata nel SIRET – sistema di registrazione eventi – per il 59% - S34 (S34 Parco cimiteriale di Poggioreale). Stato attuale: approvato pubblico
- Rientra nel perimetro del **centro edificato**, individuato con delibera consiliare del 04.07.1972 ai sensi dell'art. 18 della legge 865/71

Estratto di mappa



2.4 Modalità di gestione e manutenzione di edifici ed impianto

Durante la fase di sopralluogo è stato possibile rilevare gli orari di effettivo funzionamento dell'edificio, intesi come gli orari di espletamento del servizio alla cittadinanza e gli orari di effettiva presenza del personale all'interno degli uffici e autorimessa.

Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ottenuti tramite colloquio col personale amministrativo, mentre i periodi di accensione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dalla società incaricata del servizio di gestione e manutenzione degli impianti.

Nella tabella sottostante si riportano gli orari di funzionamento dell'edificio e gli orari di funzionamento degli impianti termici e di refrigerazione.

PERIODO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO IMPIANTO RAFFRESCAMENTO	ORARIO IMPIANTO RISCALDAMENTO
Dal 15 Novembre al 31 Marzo	Dal lunedì alla domenica	[-]	6.00-24.00
Dal 1 Aprile al 14 Novembre	Dal lunedì alla domenica	n/d (raffrescamento autonomo)	[-]
DESTINAZIONE D'USO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO DI UTILIZZO LOCALI	
Portineria generale	Dal lunedì alla domenica	H24	
Uffici	Dal lunedì al sabato	8.00-20.00	
Autorimessa	Dal lunedì al venerdì	H24	

Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti sono coerenti con gli orari di occupazione dell'edificio. Si rileva, soltanto, un'accensione anticipata degli impianti di riscaldamento e raffrescamento rispetto all'orario effettivo di utilizzo.

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 sottostante:

TEMPERATURE ESTERNE GIORNALIERE MEDIE MENSILI [°C] (UNI 10349:2016)											
GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUGL	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
10,6	9,4	12,0	15,3	19,5	23,4	25,5	25,4	21,5	18,1	12,0	9,7

Le 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.

Tale valore di Gradi Giorno è stato utile ai fini del processo di normalizzazione dei consumi reali dell'edificio.

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 mensile rilevata dalla stazione climatica più vicina all'edificio oggetto di analisi.

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica installata presso il Centro Operativo per la Meteorologia Servizio Documentazione e Gestione dell'Informazione dell'Aeronautica Militare Italiana (COMET) di Capo di Chino ed utilizzati nel processo di destagionalizzazione dei consumi annuali in funzione delle caratteristiche climatiche della zona.


Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centralina in quanto è ubicata in una zona limitrofa all'edificio oggetto della DE come documentato dall'immagine sottostante.


COLLOCAZIONE CETRALINA METEO CLIMATICA RISPETTO L'EDIFICIO



Qui in basso sono riportate le temperature medie mensili rilevate dalla centralina meteo utilizzata per il triennio di riferimento (2014, 2015, 2016). Con i colori si distinguono le due stagioni termiche di riferimento: in rosso corrisponde quella del riscaldamento mentre in blu quella del raffrescamento.

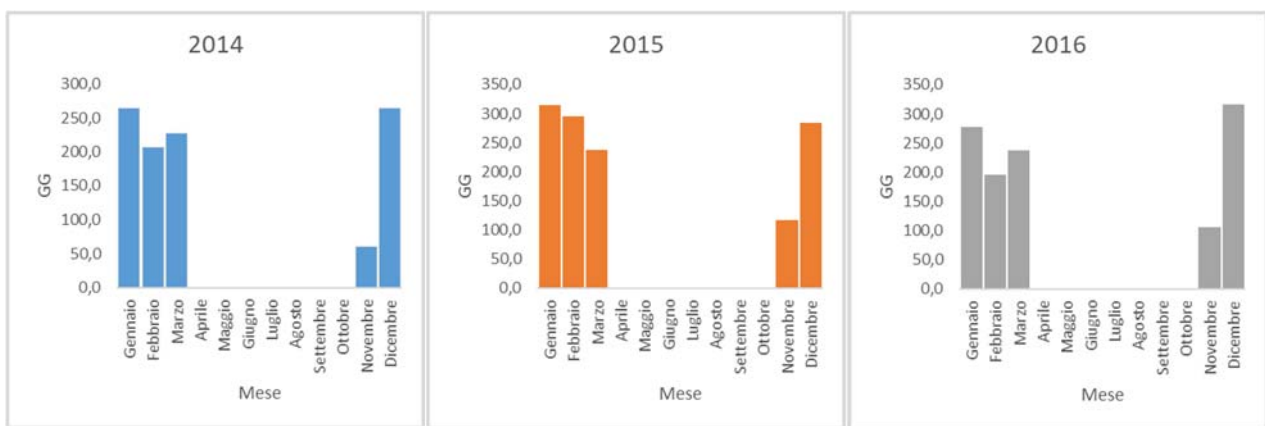
ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE MEDIE MENSILI DEL TRIENNIO DI RIFERIMENTO													
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre (1-14)	Novembre (15-30)	Dicembre
2014	11,5	12,6	12,7	15,5	18,2	23,5	24,4	25,7	22,9	19,8	18,1	16,2	11,5
2015	9,9	9,5	12,3	14,9	19,8	23,7	28,2	27,1	23,3	18,2	16,3	12,7	10,8
2016	11,1	13,3	12,3	17,1	18,6	22,9	26,3	26,0	22,3	18,4	14,4	13,4	9,8

 Stagione di riscaldamento

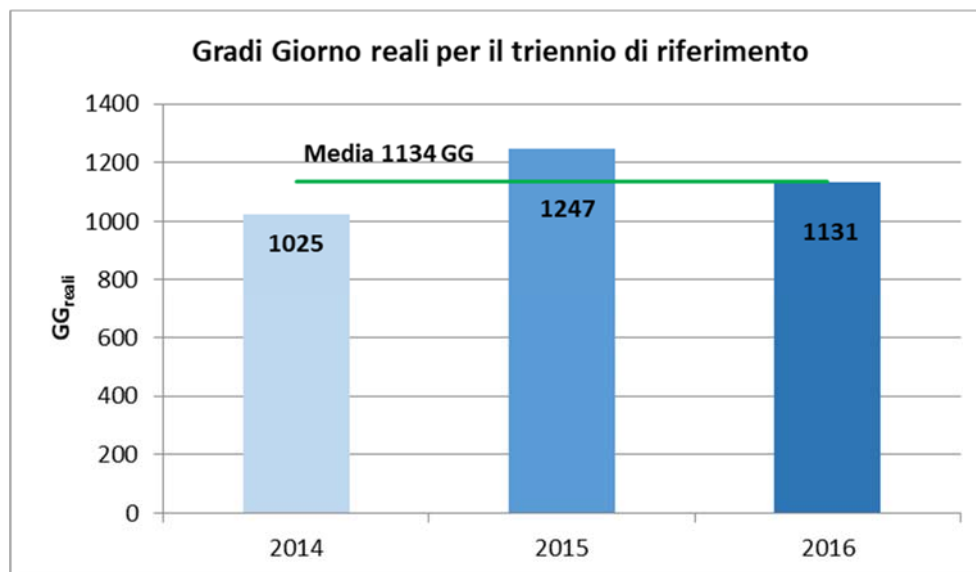
 Stagione di raffrescamento

3.3 Analisi dell'andamento dei dati climatici e profili annuali dei gradi giorno

Di seguito si riportano i valori mensili dei GG reali, calcolati in funzione delle temperature esterne medie orarie per il triennio di riferimento (2014 - 2015 – 2016), valutati come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 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. Nei grafici qui in basso sono riportate le variazioni mensili dei gradi giorno reali calcolati per ogni anno utilizzato per la validazione.



Nel grafico si riporta l'andamento dei GG rilevati dalla stazione meteo utilizzata relativi al triennio di riferimento.



4 AUDIT DELL'EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

4.1 Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio

Il modello energetico dell'edificio preso in esame è stato suddiviso in n. 5 locali termici distribuiti su due zone termiche, la prima relativa alla porzione di fabbricato in cui si trovano i servizi igienici del piano primo (alimentata da una caldaia a metano) e la seconda relativa al resto del fabbricato in cui si trovano gli uffici, gli spogliatoi dei due piani ed il corridoio di pertinenza (alimentati dagli split). L'edificio presenta strutture e tipologie costruttive analoghe in tutti i livelli costituite da pilastri in cemento armato e tamponamenti in tufo e solai in latero-cemento. La copertura è piana e disperde direttamente verso l'esterno con assenza di coibentazione. Tale tipologia costruttiva era in uso nell'edilizia industriale di inizio secolo nel territorio del Sud Italia. Il fabbricato risulta riscaldato quasi totalmente (al primo piano) ad eccezione del corpo scale e soltanto in corrispondenza degli spogliatoi al livello interrato.

I componenti trasparenti originari risultavano di forme e dimensioni regolari tra i piani con telaio metallico (senza taglio termico) e vetro singolo. Un recente intervento effettuato al primo piano dell'edificio in corrispondenza degli uffici ha portato alla sostituzione dei serramenti originari con altri ad elevate prestazioni energetiche.

L'edificio è alimentato da un'unica centrale termica ubicata in un locale interno alla struttura. Tale centrale è costituita da un'unica caldaia murale alimentata a metano con potenza nominale al focolare di 25,8 kW, asservita alla climatizzazione invernale di una parte dell'edificio ed alla produzione di acqua calda sanitaria. Inoltre, negli uffici sono presenti unità singole split dedicate ai servizi di raffrescamento e riscaldamento di tali locali.

Si riportano di seguito alcune immagini di particolari dell'involucro edilizio, rilevati durante il sopralluogo ed una descrizione sullo stato di conservazione degli elementi edilizi.

IMMAGINI DI DETTAGLIO DELL'INVOLUCRO TERMICO

Pareti verticali disperdenti ed orizzontamenti esterni



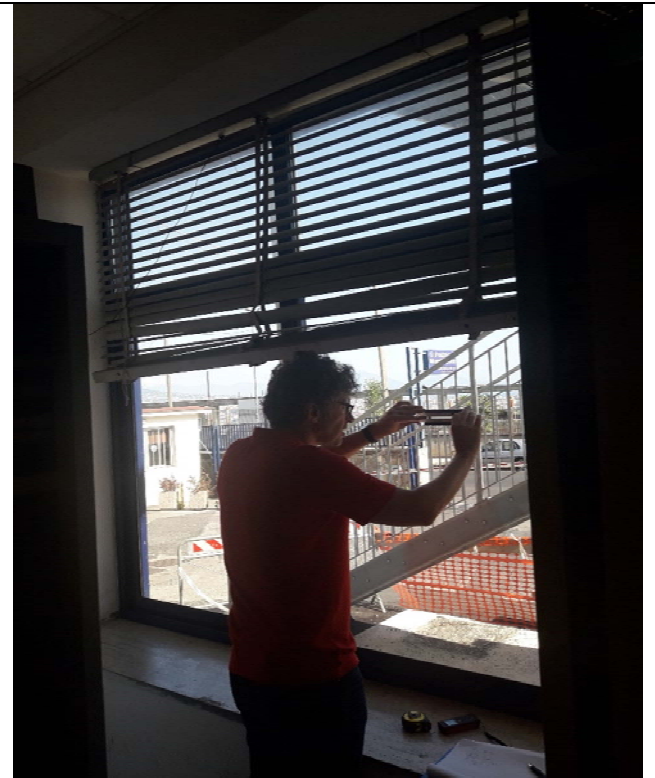
Immagine relativa alle misurazioni dell'involucro opaco



Dettaglio del solaio tra le due unità costruttive



Immagine interna del sopralluogo



Dettaglio delle misurazioni degli spessori dei vetri

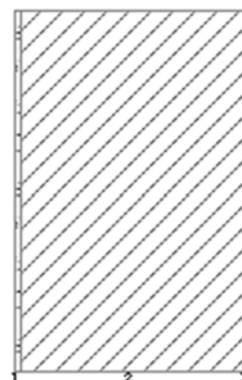
Si riportano di seguito i dettagli stratigrafici relativi alle strutture opache disperdenti dell'edificio

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *AutoParco Standard*

Codice: *M1*

Trasmittanza termica	1,459	W/m ² K
Spessore	330	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C
Permeanza	0,065	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	501	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	465	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,328	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,225	-
Sfasamento onda termica	-11,0	h

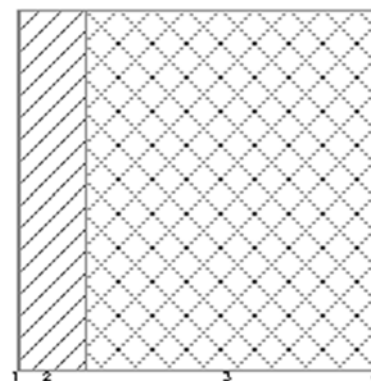


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Tufo	310,00
3	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: *AutoParco Muro con PIL*

Codice: *M2*

Trasmittanza termica	1,888	W/m ² K
Spessore	552	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C
Permeanza	0,189	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	1189	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	1185	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,178	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,094	-
Sfasamento onda termica	-13,9	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	1,00
2	Tufo	100,00
3	C.I.s. armato (1% acciaio)	450,00
4	Intonaco di cemento e sabbia	1,00

-	Resistenza superficiale esterna	-
---	---------------------------------	---

Descrizione della struttura: *AutoParco Standard su NR*

Codice: M3

Trasmittanza termica	1,295	W/m ² K
Spessore	330	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	0,0	°C
Permeanza	0,065	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	501	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	465	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,215	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,166	-
Sfasamento onda termica	-11,9	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Tufo	310,00
3	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: *Pavimento su NR*

Codice: P2

Trasmittanza termica	0,875	W/m ² K
Spessore	360	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	0,0	°C
Permeanza	0,002	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	490	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	472	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,114	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,130	-
Sfasamento onda termica	-13,2	h

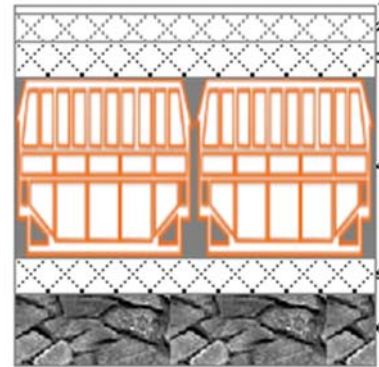


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00
2	Sottofondo di cemento magro	40,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in laterizio	250,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: *Pavimento su terreno*

Codice: P3

Trasmittanza termica	1,774	W/m ² K
Trasmittanza controterra	0,471	W/m ² K
Spessore	500	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C
Permeanza	0,002	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	1057	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	1057	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,190	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,403	-
Sfasamento onda termica	-12,7	h



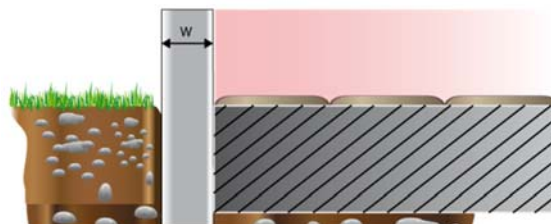
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00
2	Sottofondo di cemento magro	40,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	250,00
5	Sottofondo di cemento magro	50,00
6	Ghiaia grossa senza argilla (um. 5%)	100,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Pavimento appoggiato su terreno:

Pavimento su terreno

Codice: P3

Area del pavimento	113,85	m ²
Perimetro disperdente del pavimento	44,60	m
Spessore pareti perimetrali esterne	310	mm
Conduttività termica del terreno	1,50	W/mK



Descrizione della struttura: Copertura

Codice: S1

Trasmittanza termica	1,040	W/m ² K
Spessore	354	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C
Permeanza	0,264	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	472	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	454	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,248	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,239	-
Sfasamento onda termica	-11,6	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	4,00
2	Sottofondo di cemento magro	40,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in laterizio	250,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

Si riportano di seguito i dettagli sui componenti disperdenti dell'involucro trasparente dell'edificio.

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θ _e [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ _{tr} [W]	% Φ _{Tot} [%]
W3	T	AutoParco 003 REI 108x214	2,800	2,0	2,31	140	0,2
W8	T	AutoParco 008 190x160	4,738	2,0	112,48	10825	16,4
W9	T	AutoParco 009 207x154	2,498	2,0	15,94	774	1,2
W10	T	AutoParco 010 128x154	2,440	2,0	1,97	87	0,1
W11	T	AutoParco 011 194x210	5,354	2,0	20,95	2221	3,4
W12	T	AutoParco 012 118x235	2,800	2,0	2,77	154	0,2

A partire dalle informazioni sopradescritte, viene effettuata un'analisi preliminare dello stato di fatto. Viene ora riportata una rappresentazione delle dispersioni per tipologia edilizia.



Incidenza dispersioni dei componenti involucro



Incidenza superfici dei componenti involucro

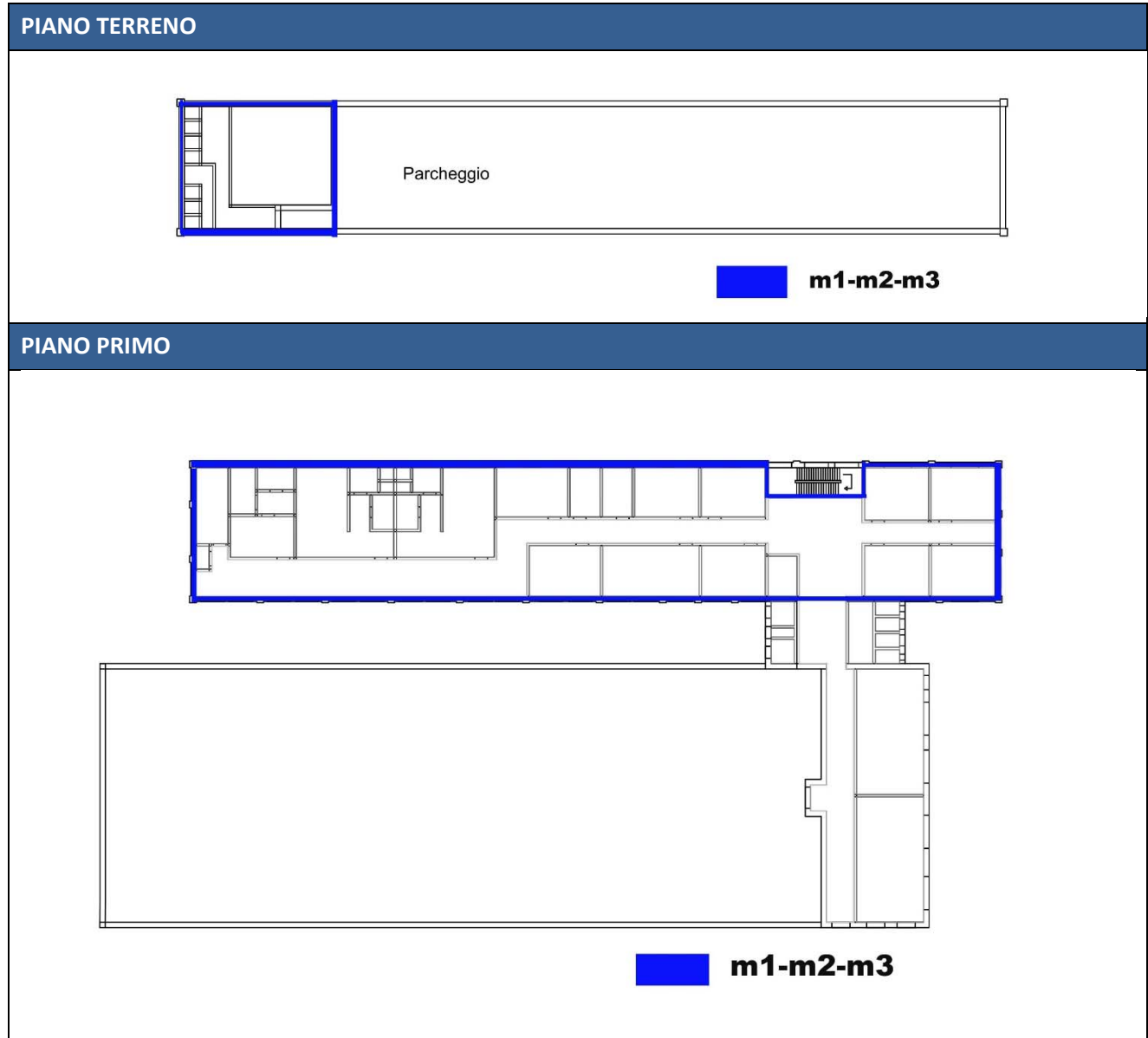
I grafici hanno lo scopo di individuare l'incidenza dei componenti sulla geometria dell'edificio e le maggiori dispersioni dei componenti sull'involucro riscaldato. Obiettivo dei grafici è l'individuazione dei deficit energetici dei vari componenti al fine di ipotizzare gli interventi maggiormente efficaci di riqualificazione energetica. Si riportano di seguito i dettagli sulle superfici disperdenti totali dell'involucro dell'edificio.

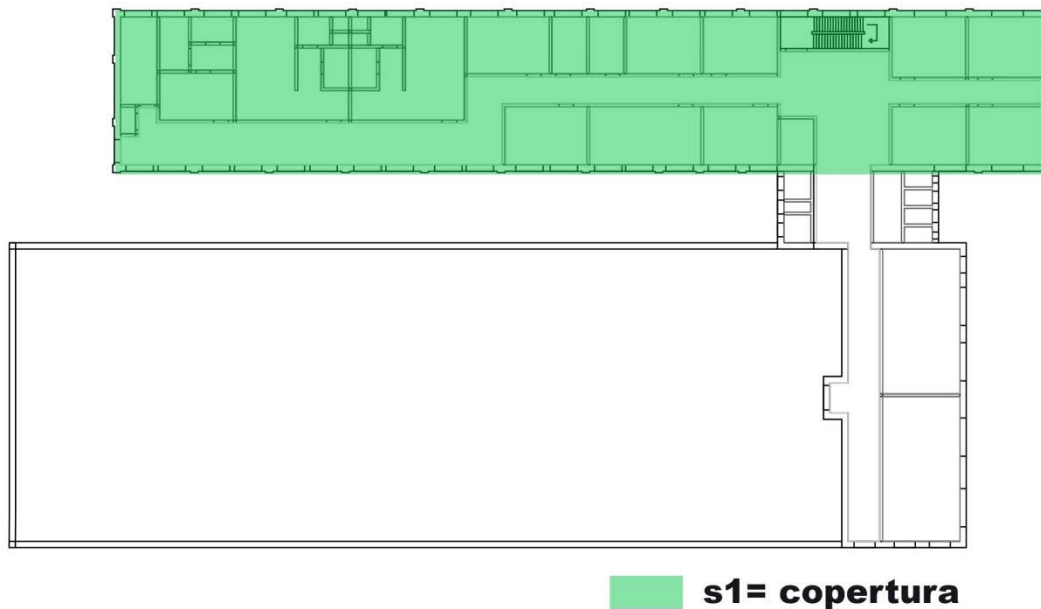
Dispersioni strutture opache:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θ_e [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ_{tr} [W]	% Φ_{Tot} [%]
M1	T	AutoParco Standard	1,466	2,0	576,65	17205	26,1
M2	T	AutoParco Muro con PIL	1,900	2,0	109,86	4241	6,4
M3	U	AutoParco Standard su NR	1,295	0,0	146,09	3784	5,7
P2	U	Pavimento su NR	0,875	0,0	665,33	11644	17,6
P3	G	Pavimento su terreno	0,471	2,0	113,85	965	1,5
S1	T	Copertura	1,043	2,0	739,49	13885	21,0

Totale: **51723** **78,4**

LOCALIZZAZIONE DELLE STRATIGRAFIE NEI PIANI



PIANTA COPERTURE


Al fine di comprendere maggiormente il comportamento dell'edificio si riportano di seguito alcuni dettagli relativi alle dispersioni dei n.5 locali termici dell'edificio in oggetto suddivisi in n.2 zone. Tali dati risultano utili a comprendere su quali parti di edificio può convenire intervenire compatibilmente con le caratteristiche delle strutture esistenti e con la fattibilità tecnica degli interventi.

Zona 1 - Impianto metano fabbisogno di potenza dei locali

Loc	Descrizione	θ_i [°C]	n [1/h]	Φ_{tr} [W]	Φ_{ve} [W]	Φ_{rh} [W]	Φ_{hl} [W]	$\Phi_{hl\ sic}$ [W]
1	AutoParco Servizi igienici P1	20,0	8,00	9750	14067	1138	24955	24955
Totale:				9750	14067	1138	24955	24955

Zona 2 - Impianto Split fabbisogno di potenza dei locali

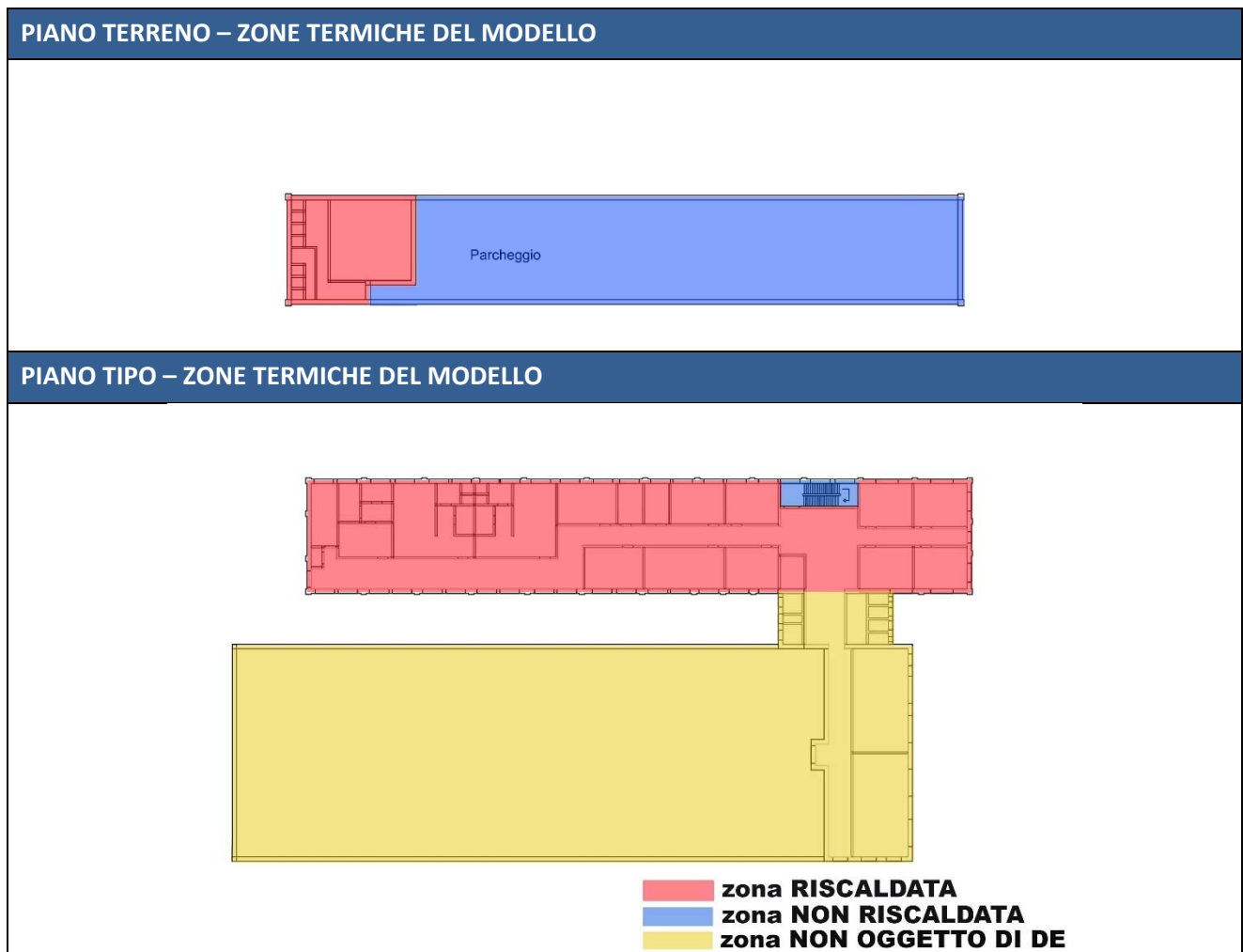
Loc	Descrizione	θ_i [°C]	n [1/h]	Φ_{tr} [W]	Φ_{ve} [W]	Φ_{rh} [W]	Φ_{hl} [W]	$\Phi_{hl\ sic}$ [W]
1	AutoParco Uffici P1	20,0	0,57	24963	3659	4106	32728	32728
2	AutoParco Corridoio P1	20,0	0,58	14714	2454	2754	19922	19922
3	AutoParco Spogliatoio PT	20,0	0,48	10226	1470	1649	13345	13345
4	AutoParco Spogliatoio P1	20,0	0,58	6349	1666	1870	9885	9885
Totale:				56252	9248	10380	75880	75880
Totale Edificio:				66002	23315	11518	100835	100835

Legenda simboli

θ_i	Temperatura interna del locale
n	Ricambio d'aria del locale
Φ_{tr}	Potenza dispersa per trasmissione
Φ_{ve}	Potenza dispersa per ventilazione
Φ_{rh}	Potenza dispersa per intermittenza
Φ_{hl}	Potenza totale dispersa
$\Phi_{hl\,sic}$	Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza

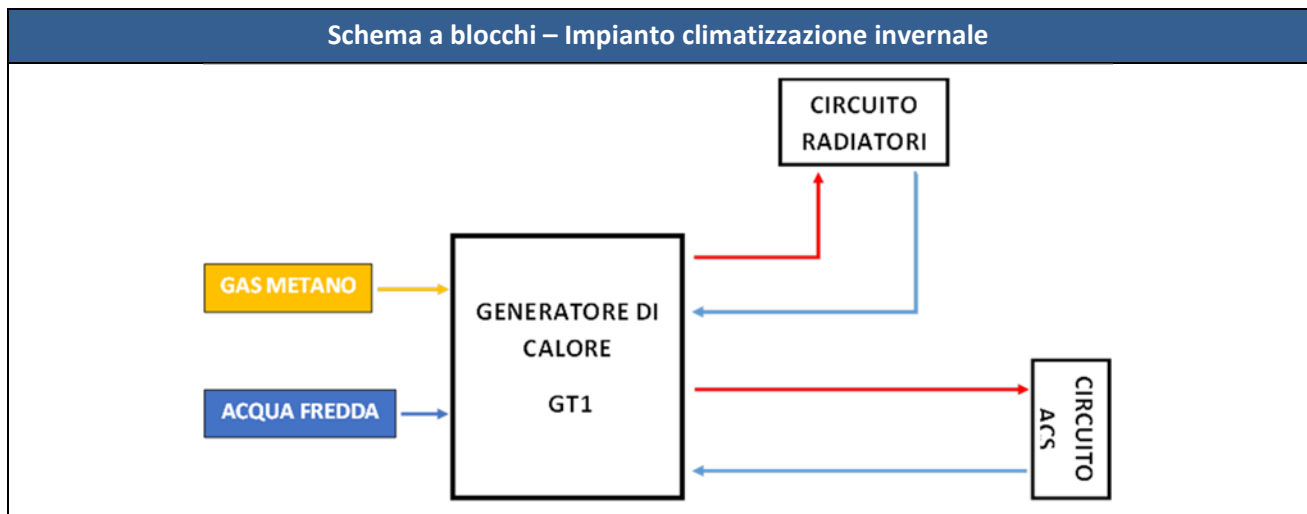
Si riportano di seguito le planimetrie dell'edificio con la localizzazione delle differenti tipologie di zone termiche considerate nell'ambito della modellazione di calcolo.

LOCALIZZAZIONE E TIPOLOGIE DI ZONE TERMICHE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE



4.2 Descrizione delle prestazioni energetiche dell'impianto di riscaldamento/climatizzazione invernale

L'impianto termico centralizzato asservito alla climatizzazione invernale dell'edificio è costituito da una caldaia murale modulante alimentata a metano con potenza termica al focolare pari a 25,8 kW.



Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una centrale termica dotata di una caldaia murale modulante Fer Digit HF24.



Riepilogo caratteristiche sottosistema di generazione

Marca	Modello	Servizio	Tipologia	Combustibile
FER	Digit HF24	Riscaldamento e ACS	Murale modulante	Metano
Potenza utile nominale	Potenza utile minima	Potenza al focolare nominale	Potenza minima al focolare	Potenza ausiliari elettrici
[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[W]
24	7,2	25,8	8,3	110

Sottosistema di accumulo

L'impianto asservito alla climatizzazione invernale degli spogliatoi e servizi igienici dispone di un serbatoio installato sul circuito di mandata dell'ACS.

Dimensioni		Coibentazione	Dislocazione	Dispersione termica	Temperatura media di accumulo
Diametro [mm]	Altezza [mm]	[mm]	[-]	[W/K]	[°C]

680	1400	70	Interno	2,126	50
-----	------	----	---------	-------	----

Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

- 1) Circuito primario di collegamento tra il sistema di generazione ed i terminali di emissione (fluido termovettore acqua);
- 2) Pompa di circolazione singola (funzionamento alternato) asservita al circuito primario dei radiatori;

Foto della centrale termica-Sottosistema di distribuzione

Dettaglio circuiti impianto termico



Le caratteristiche del circolatore a servizio dei circuiti primario sono riportate nella seguente tabella.

Circuito	Nome	Servizio	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [W]
				[W]
Primario	[-]	Mandata acqua calda radiatori	Velocità costante	100

Riepilogo caratteristiche sottosistema di distribuzione

Caratteristiche tubazioni/canalizzazioni			
Diametro [cm]	Materiale	Coibentazione	Lunghezza [m]
-	-	-	-
Tipologia fluido termovettore	Temperatura di mandata	Potenza idraulica di progetto	Potenza elettrica elettropompa
[-]	[°C]	[m ³ /h]	[W]
Acqua	70	-	100

Sottosistema di regolazione

La regolazione dell'impianto termico avviene attraverso l'impostazione degli orari di funzionamento e della curva climatica che regola la temperatura di mandata dell'impianto in base alle temperature rilevate da una sonda esterna ed una di zona, interna all'edificio. La temperatura massima di mandata del sottosistema di generazione è fissata a 70°C.

Sottosistema di emissione

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

- Radiatori su parete esterna non isolata all'interno dei servizi igienici e spogliatoi;

Sottosistema di emissione
Radiatore



Riepilogo caratteristiche sottosistema di emissione

Tipologia	Numero	Potenza ausiliari elettrici	Potenza termica terminali per zona termica
[-]	[-]	[W]	[W]
Radiatore	8	-	24.955

Si riportano di seguito le caratteristiche dell'impianto termico, relativamente ai sottosistemi di generazione, distribuzione, regolazione ed emissione, coerentemente con quanto implementato nel modello energetico.

SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE

Dati generali:

Servizio **Riscaldamento e acqua calda sanitaria**
 Tipo di generatore **Caldiaia tradizionale**
 Metodo di calcolo **Analitico**

Marca/Serie/Modello **FER DIGIT HF24**
 Potenza nominale al focolare Φ_{cn} **26,00** kW

Caratteristiche:

Perdita al camino a bruciatore acceso $P'_{ch,on}$ **4,90** %

Valore noto da costruttore o misurato

Perdita al camino a bruciatore spento $P'_{ch,off}$ **1,90** %

Valore noto da costruttore o misurato

Perdita al mantello $P'_{gn,env}$ **1,90** %

Valore noto da costruttore o misurato

Rendimento utile a potenza nominale $\eta_{gn,Pn}$ **93,30** %

Rendimento utile a potenza intermedia $\eta_{gn,Pint}$ **90,10** %

Fabbisogni elettrici:

Potenza elettrica bruciatore W_{br} **127** W

Fattore di recupero elettrico k_{br} **0,80** -

Potenza elettrica pompe circolazione W_{af} **110** W

Fattore di recupero elettrico k_{af} **0,80** -

Dati per generatori modulanti (riferiti alla potenza minima):

Potenza minima al focolare $\Phi_{cn,min}$ **7,90** kW

Perdita al camino a bruciatore acceso $P'_{ch,on,min}$ **15,00** %

Potenza elettrica bruciatore $W_{br,min}$ **24** W

Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione **Interno**

Fattore di riduzione delle perdite $k_{gn,env}$ **0,10** -

Dati per circuito

Circuito Radiatori

Intermittenza

Regime di funzionamento

Intermittente

Metodo di calcolo

UNI EN ISO 13790

Profilo di intermittenza

Tipologia di intermittenza

Funzionamento intermittente (con spegnimento)

Giorni a settimana di funzionamento intermittente

7

giorni

Ore giornaliere di spegnimento

6,0

ore

Circuito Radiatori

Caratteristiche sottosistema di emissione:

Tipo di terminale di erogazione

Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0,8$ W/m²K)

Temperatura di mandata di progetto

75,0 °C

Potenza nominale dei corpi scaldanti

24955 W

Fabbisogni elettrici

0 W

Rendimento di emissione **89,7** %

Caratteristiche sottosistema di regolazione:

Tipo **Per zona + climatica**
Caratteristiche **On off**

Rendimento di regolazione **96,0** %

Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:

Metodo di calcolo **Semplificato**
Tipo di impianto **Centralizzato con montanti non isolati correnti in traccia nel lato interno delle pareti esterne**
Posizione impianto =
Posizione tubazioni =
Isolamento tubazioni **Isolamento di spessore non necessariamente conforme alle prescrizioni del DPR n.412/93, ma eseguito con cura e protetto da uno strato di gesso, plastica o alluminio**
Numero di piani **2**
Fattore di correzione **1,00**
Rendimento di distribuzione utenza **92,9** %
Fabbisogni elettrici **100** W

4.3 Descrizione e prestazioni energetiche impianto produzione acqua calda sanitaria

Il servizio di produzione di acqua calda sanitaria è soddisfatto mediante l'impianto termico precedentemente descritto e da boiler elettrici ad accumulo da 1,2 kW, ubicati all'interno dei servizi igienici.

Sottosistema di generazione, distribuzione, accumulo, regolazione ed emissione



Riepilogo caratteristiche impianto di produzione acqua calda sanitaria

Tipologia	Numero	Potenza elettrica
[-]	[-]	[W]
Boiler elettrici ad accumulo	1	1200

4.4 Descrizione e prestazioni energetiche impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva

Il servizio di climatizzazione in regime estivo è effettuato mediante 15 unità singole split presenti solo in alcuni locali dell'edificio.



Sottosistema di generazione

Riepilogo caratteristiche principali delle due macchine frigorifere.

	Numero	Modello	Servizio	Potenza frigorifera nominale	Potenza elettrica assorbita	Rapporto di efficienza energetica EER
				[kW]	[kW]	[-]
Unità split	15	Vari	Raffrescamento/ Riscaldamento	2,65	0,82	3,23

Sottosistema di accumulo

L'impianto asservito alla climatizzazione estiva dell'edificio non presenta un serbatoio d'accumulo.

Sottosistema di distribuzione

L'impianto asservito alla climatizzazione estiva dell'edificio non presenta un sistema di distribuzione, trattandosi di unità singole e compatte.

Sottosistema di regolazione

La regolazione delle singole unità avviene puntualmente, mediante il controllo della temperatura per singolo ambiente.

Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito dalle unità interne dei singoli split.

Riepilogo caratteristiche sottosistema di emissione.

ZONA TERMICA LOCALI SPLIT		
Tipologia	Numero	Potenza ausiliari elettrici
[-]	[-]	[W]
SPLIT	15	600

4.5 Descrizione e prestazioni energetiche impianto elettrico e principali utenze elettriche

Le utenze sottese all'impianto elettrico, oltre a quelle precedentemente descritte, sono costituite essenzialmente da utenze quali PC, stampanti, sistemi di elevazione ed altri dispositivi elettrici.

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella tabella sottostante. Per completezza si riportano nuovamente gli ausiliari elettrici asserviti agli impianti di climatizzazione estiva ed invernale.

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE	POTENZA COMPLESSIVA	ORE ANNUE DI UTILIZZO
			[W]	[W]	[ore]
Uffici P1	Stampante	6	550	3300	313
Uffici P1	PC	21	300	6300	1252
Corridoio P1	Stampante	3	1130	3390	313
Autorimessa	Estrazione	4	950	3800	[-]
POMPE E AUSILIARI					
DESCRIZIONE	STATO DI CONSERVAZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	
Pompa singola velocità costante	Buono	1	1000	1000	
SPLIT	Buono	15	40	600	

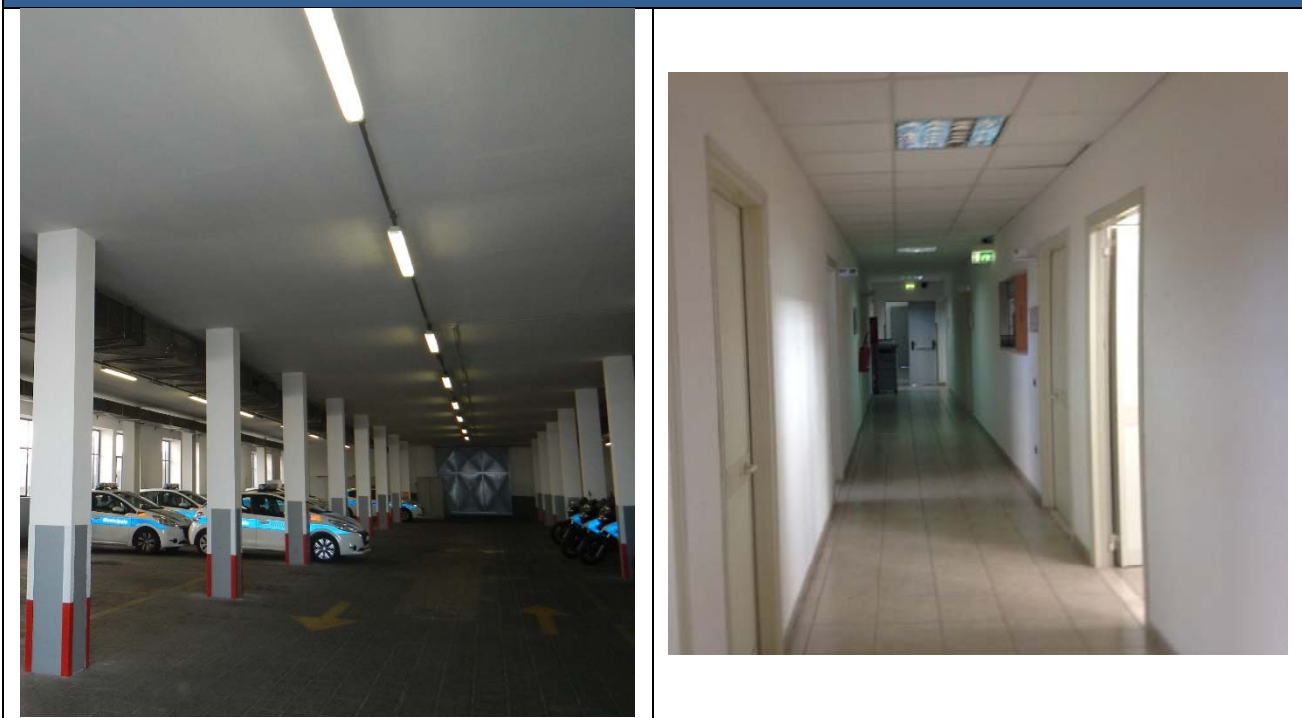
Ai fini di un'identificazione più precisa del funzionamento dei componenti impiantistici si è proceduto, in sede di sopralluogo, al rilevamento dei dati di targa dei singoli dispositivi e all'intervista dell'utenza per meglio comprenderne le modalità di utilizzo.

4.6 Descrizione e prestazioni energetiche impianto illuminazione

L'edificio è dotato di un sistema di illuminazione a lampade fluorescenti tubolari (neon) con potenza compresa tra i 18 ed i 66 W disposti al piano terra ed al primo piano. Nell'edificio è stata realizzata una ristrutturazione del sistema d'illuminazione per il quale si è provveduto a sostituire buona parte delle lampade dei parcheggi con sistemi LED.

Nell'edificio non risultano installati sistemi automatici di controllo, regolazione e attenuazione dell'illuminazione artificiale; ciascun ambiente è invece dotato di sistema manuale di accensione e spegnimento senza rilevamento automatico di presenza/assenza.

Dettaglio delle lampade a neon presenti nei locali dell'edificio



Impianto di illuminazione: Caratteristiche dei locali

OSTRUZIONI	Non sono presenti ostruzioni importanti. Gli edifici attigui sono collocati lungo i fronti laterali. Gli spazi circostanti sono costituiti da spazi aperti destinati a parcheggio.
TIPOLOGIA DI SERRAMENTI	Le superfici trasparenti non sono trattate con pellicole solari
LIVELLO DI ILLUMINAMENTO MANTENUTO	Secondo quanto riportato nelle norme, l'illuminamento mantenuto dev'essere: Uffici: alto Bagni: alto
SISTEMI DI CONTROLLO	Manuale (ON/OFF)
APPARECCHI DI EMERGENZA	SI

L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella seguente tabella.

LOCALI TERMICI	DESCRIZIONE	STATO DI CONSERVAZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
				[W]	[W]
Servizi igienici P1	Neon	Buono	24	66	1584
Uffici P1	Neon	Buono	232	18	4176
Corridoio P1	Neon	Buono	48	18	864
Spogliatoio PT	Neon	Buono	10	58	580
Spogliatoio P1	Neon	Buono	20	58	1160
Illuminazione artificiale locali non climatizzati di pertinenza dell'edificio	LED	Ottimo	145	58	8430
Illuminazione artificiale delle zone esterne di pertinenza dell'edificio	Neon	Buono	51	58	2960

Durante la fase di sopralluogo si è provveduto a rilevare anche lo stato di conservazione dei corpi illuminanti, che si presentano in buone condizioni e si è verificata la presenza di luci di emergenza nei diversi locali della struttura. Tramite colloquio col personale si è poi definita la reale modalità di utilizzo di tali sistemi e l'orario di funzionamento.

Tali contributi, implementati nel software di simulazione, definiscono l'energia totale su base annua calcolata come:

$$W = W_L + W_p$$

Dove:

W_L è l'energia necessaria a soddisfare il servizio di illuminazione richiesto

W_p è l'energia (parassita) necessaria al funzionamento in condizione di stand-by dei sistemi di controllo (con gli apparecchi di illuminazione spenti) e alla carica delle batterie degli apparecchi di illuminazione di emergenza.

È risultato che W_L è stato pari a **121.798 kWh** mentre W_p è pari a **4.758 kWh** per un totale di energia annuo pari a **49.216 kWh**.

5 CONSUMI RILEVATI

5.1 Consumi energetici storici per ciascun vettore e connessione alle reti gas naturale ed elettrica

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica.

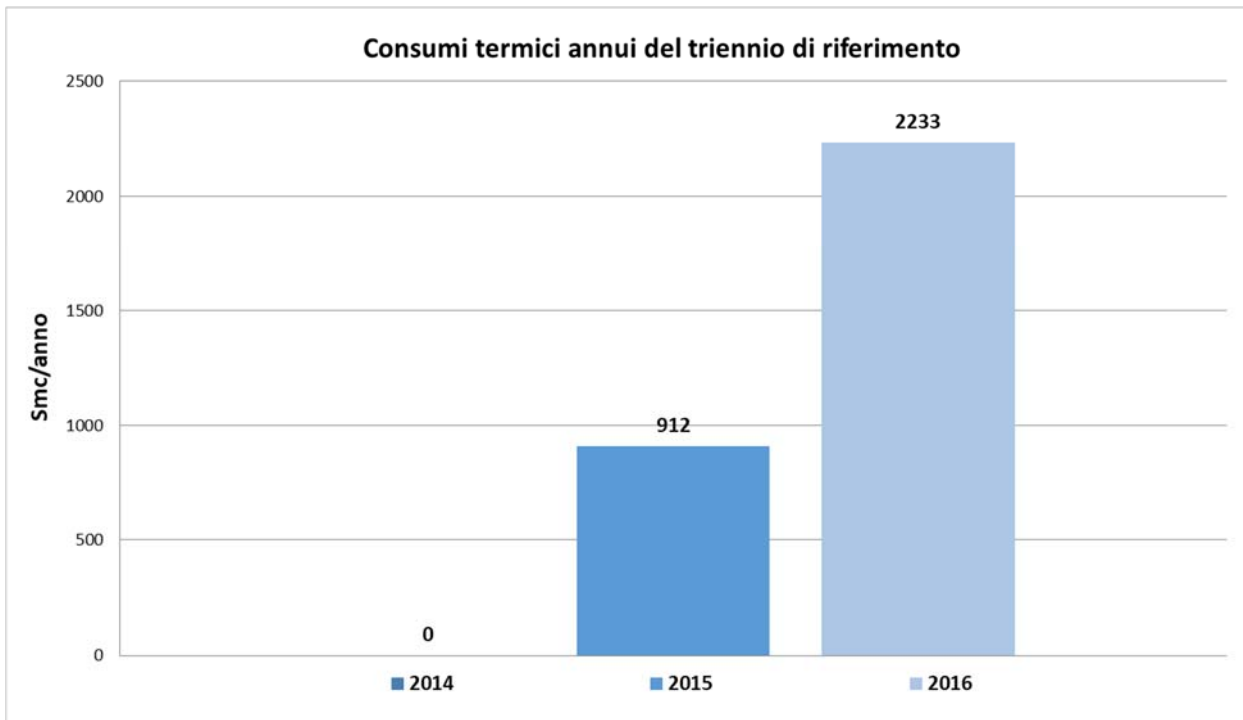
Energia termica

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

Tipo combustibile	PCI	Prezzo corrente fornitura combustibile AEEG 2° SEM. 2017
	[kWh/Sm ³]	[€/Sm ³]
Metano	9,42	0,7323

L'analisi dei consumi storici di Gas metano è avvenuta sulla base dei dati di Sm³ di metano dichiarati dalla società incaricata della gestione e manutenzione degli impianti nel triennio di riferimento e comunicati alla Stazione Appaltante (Comune di Napoli).

PDR	Utilizzo	2014	2015	2016	2014	2015	2016
		[Smc]	[Smc]	[Smc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
00352800195086	Riscaldamento	0	912	2.233	0	8.591	21.035



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.

Per effettuare tale processo di normalizzazione si sono utilizzati i GG reali del triennio di riferimento ed i GG di riferimento come valutati al Capitolo DATI CLIMATICI, 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;
- 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:

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

GG_{rif} = Gradi giorno di riferimento utilizzati nella modellazione dell'edificio, così come definiti al Capitolo 3;

- \bar{Q}_{ACS} = Consumo termico reale per ACS dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per l'ACS nel triennio di riferimento;
- \bar{Q}_{ALTRO} = Consumo termico reale per eventuali altri utilizzi dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per altri usi, nel triennio di riferimento. Tale contributo non è stato valutato in quanto i suddetti utilizzi non sono serviti da questo contatore.

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

ANNO	GG _{Reali}	GG _{rif, da} UNI 10349:2016	CONSUMO REALE.	CONSUMO REALE	CONSUMO NORMALIZZATO	CONSUMO ACS	CONSUMO ALTRO
			[Smc]	[Nmc]	[Nmc]	[Nmc]	[Nmc]
2014	1.025	1.034	0	0	0	-	-
2015	1.247	1.034	912	864	716	-	-
2016	1.131	1.034	2.233	2.114	1.933	-	-
Media	1.134	1.034	1.048	993	883	-	-

Il consumo normalizzato rispetto ai GG di normativa e utile alla validazione del modello di calcolo dell'edificio **Q_{validazione}** risulta pari a **833 Nm³/anno**.

Tale valore di consumo, basandosi su GG definiti da Normativa, non risulta coerente con i valori di GG rilevati dalla stazione climatica di riferimento per il triennio oggetto di analisi. In particolare si rileva che le tre annualità hanno anche una reciproca differenza di consumo.

Si è ipotizzato che quella del 2016 fosse la più approssimabile ad un consumo attuale. Pertanto, si è proceduto ad utilizzare l'ultima annualità come quella di confronto per il modello termico. ad una seconda normalizzazione dei consumi reali rispetto ai GG ottenuti dalla media dei GG delle tre annualità considerate, al fine di ottenere una Baseline di consumo utile alla valutazione dei risparmi conseguenti alle misure di efficientamento energetico proposte ed alle successive analisi economiche-finanziarie. Data l'eterogeneità dei consumi nel triennio, si è scelto di considerare come consumo confrontabile alle reali condizioni d'uso, la stagione 2016. Per questo la validazione termica verterà esclusivamente su questo valore.

ANNO	GG _{Reali}	GG _{Medi}	CONSUMO REALE.	CONSUMO REALE MEDIO	CONSUMO REALE MEDIO NORMALIZZATO	CONSUMO REALE MEDIO NORMALIZZATO
			[Smc]	[Smc]	[Smc]	[kWh]
2014	1.025	1.134	0	1.048	2.233	21.035
2015	1.247		912			
2016	1.131		2.233			

Il consumo normalizzato rispetto ai GG medi delle tre annualità considerate **Q_{baseline}** risulta pari a **21.035 kWh/anno**.

Energia elettrica

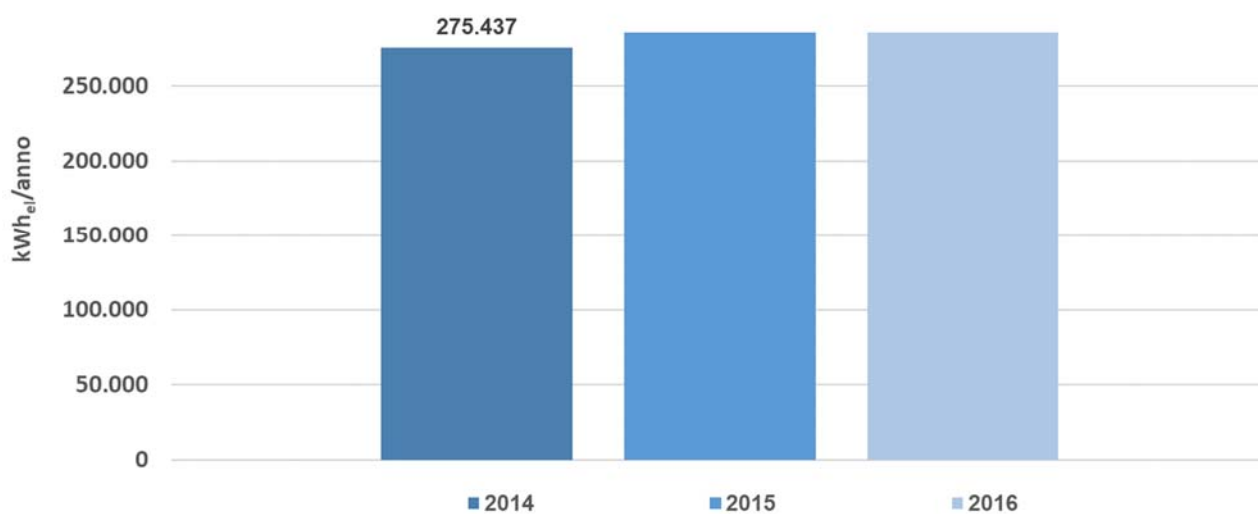
L'analisi dei consumi storici di energia elettrica è avvenuta sulla base dei kWh ottenuti dai dati trasmessi dalla società di distribuzione dell'energia elettrica riferiti al triennio di riferimento.

Tali consumi annuali sono riportati nella tabella sottostante con indicazione del POD di riferimento.

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA	PREZZO UNITARIO*
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[€/kWh]
IT001E00233115	Intero edificio	275.437	324.619	304.777	301.611	0,2
TOTALE		275.437	324.619	304.777	301.611	0,2

*Prezzo unitario del vettore energia elettrica al lordo dell'IVA

Consumi elettrici annui del triennio di riferimento



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

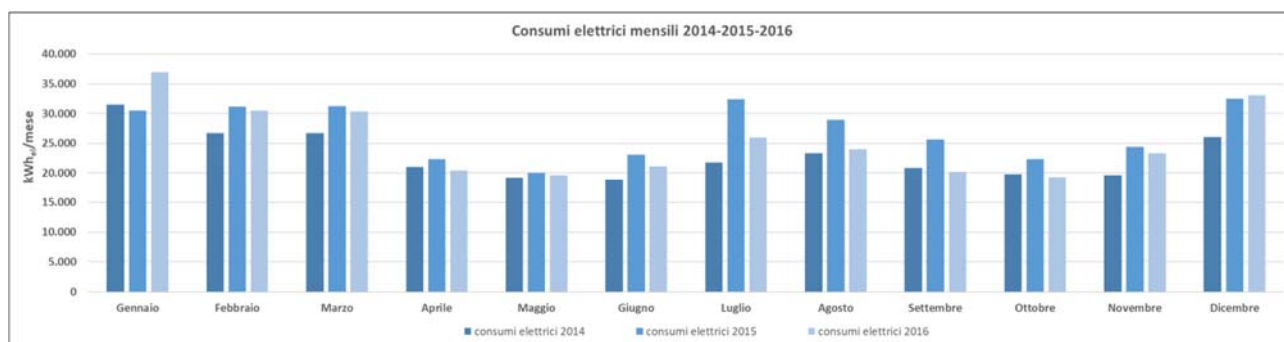
Si è pertanto definito un consumo **EEbaseline** pari a **301.611 kWh**, quello rilevato dall'Auditor nella fase di analisi dei dati di consumo.

Si riportano di seguito i consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, relativi al triennio di riferimento.

POD: IT001E00233115	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	11989	7454	12078	31521
Febbraio	9845	6800	10096	26741
Marzo	8809	7172	10734	26715
Aprile	6657	5071	9314	21042
Maggio	6105	4900	8163	19168
Giugno	7012	4361	7505	18878
Luglio	9006	5140	7603	21749
Agosto	8504	5636	9205	23345
Settembre	8209	5172	7479	20860
Ottobre	7682	4882	7191	19755
Novembre	6707	4729	8212	19648
Dicembre	9292	5875	10848	26015
Totale	99.817	67.192	108.428	275.437
POD: IT001E00234836	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	11455	7574	11469	30.498
Febbraio	12059	7892	11206	31.157
Marzo	11224	7493	12498	31.215
Aprile	7227	4973	10164	22.364
Maggio	6005	4752	9247	20.004
Giugno	8539	5300	9268	23.107
Luglio	14237	7113	11094	32.444
Agosto	10840	6441	11657	28.938
Settembre	9923	6133	9603	25.659
Ottobre	7513	5800	9000	22.313

Novembre	8483	5968	9958	24.409
Dicembre	11122	7083	14306	32.511
Totale	118.627	76.522	129.470	324.619
POD: IT001E00234836	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	12718	9052	15132	36902
Febbraio	11212	7639	11621	30472
Marzo	10626	7458	12293	30377
Aprile	6217	5109	9097	20423
Maggio	6917	4469	8257	19643
Giugno	8298	4778	8031	21107
Luglio	10832	6035	9074	25941
Agosto	9641	5346	9001	23988
Settembre	7976	4889	7358	20223
Ottobre	6817	4970	7480	19267
Novembre	9135	5581	8637	23353
Dicembre	12146	8163	12772	33081
Totale	112.535	73.489	118.753	304.777

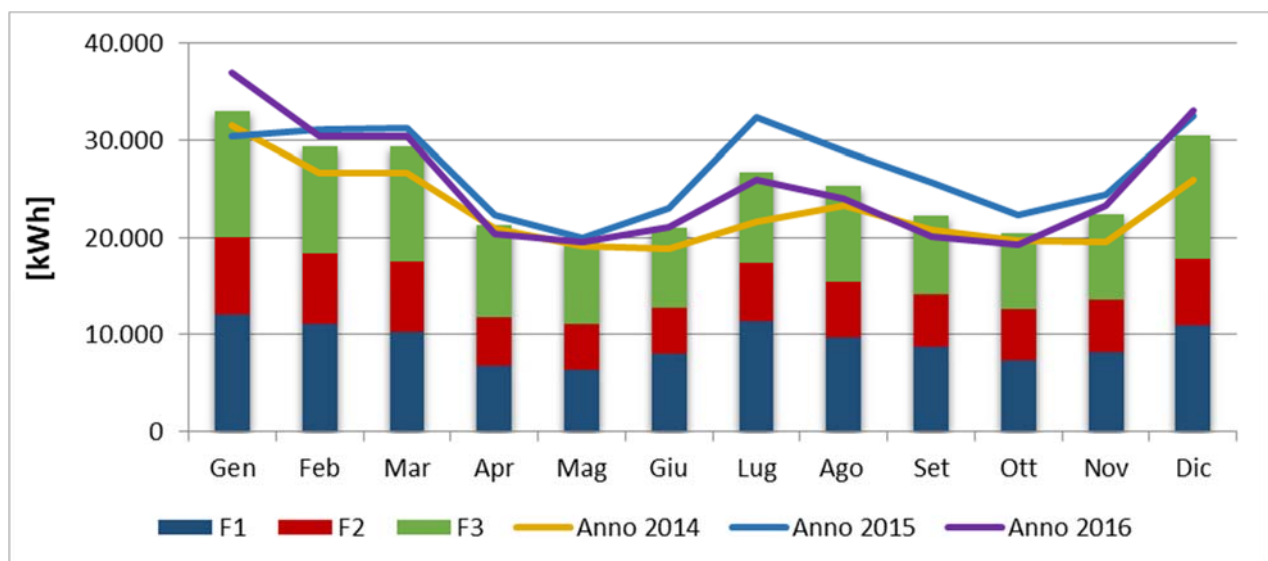
Si riporta di seguito l'andamento dei consumi elettrici mensili per il triennio di riferimento.



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.

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	12054	8027	12893	32974
Febbraio	11039	7444	10974	29457
Marzo	10220	7374	11842	29436
Aprile	6700	5051	9525	21276
Maggio	6342	4707	8556	19605
Giugno	7950	4813	8268	21031
Luglio	11358	6096	9257	26711
Agosto	9662	5808	9954	25424
Settembre	8703	5398	8147	22247
Ottobre	7337	5217	7890	20445
Novembre	8108	5426	8936	22470
Dicembre	10853	7040	12642	30536
Totale	110.326	72.401	118.884	301.611

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



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti coerenti di anno in anno. I minimi consumi si hanno nei mesi di maggio ed ottobre mentre si hanno consumi maggiori nei mesi centrali d'inverno ed estivi di luglio ed agosto. Il consumo maggiore si ha per tutti i mesi nella fascia diurna F1 e

notturne e festive F3, che rappresenta la fascia oraria di consumo dominante. Da questi dati si evince che la struttura è stata utilizzata per gli anni analizzati in modo costante.

5.2 Indicatori di performance energetica ed ambientale

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 seguente.

COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	tCO ₂ /MWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249
* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010	

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO₂, come riportato nella seguente tabella e nella figura sottostante.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[tCO ₂]
Gas naturale	21.035	0,202	4
Energia elettrica	301.611	0,467	141

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", riportati nella tabella sottostante.

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, in funzione dei fattori riportati nella seguente tabella.

	PARAMETRO	VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	864	m ²
FATTORE 2	Volume netto complessivo delle aree interne (riscaldate)	3.067	m ³
FATTORE 3	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	7.707	m ³

Nelle tabelle sottostanti sono riportati gli indicatori di performance calcolati con riferimento alla energia primaria totale ed energia primaria non rinnovabile e ai valori di conversione riportati nella tabella precedente.

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO BASELINE	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	21.035	22.087	26	7	3	5	1	1
Energia elettrica	301.611	729.899	845	238	95	163	46	18
TOTALE		751.985	870	245	98	168	47	19

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO BASELINE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	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	21.035	22.087	26	7	3	5	1	1
Energia elettrica	301.611	588.141	681	192	76	163	46	18
TOTALE		610.228	706	199	79	168	47	19

Per gli edifici con destinazione d'uso ad uffici è possibile confrontare il valore di consumo elettrico specifico con l'indicatore di benchmark dei consumi elettrici definito dalla norma UNI 13790:2008 nel prospetto G.12, pari a 20 kWh/m².

Si riporta in tabella il confronto tra il parametro di benchmark e quello di baseline da consumo reale.

Superficie utile	Indicatore di consumo medio	Indicatore di Benchmark	Risparmio sul Benchmark
[m ²]	[kWh/ m ²]	[kWh/ m ²]	[kWh/anno]
864	349	20	284.334

Da questa analisi risulta un potenziale di risparmio energetico pari a 284.334 kWh/anno confrontando i dati con i benchmark.

6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

6.1 Metodologia di calcolo adottata e validazione dei modelli di calcolo

Il modello di simulazione deve essere in grado di riprodurre in modo quanto più fedele possibile le reali condizioni operative dell'edificio negli anni per cui si dispone dei consumi, così da rendere significativo il confronto tra questi ultimi ed i fabbisogni calcolati.

La valutazione è effettuata sulla base dei dati reali raccolti: condizioni effettive di utilizzo, dati relativi all'edificio ed all'impianto reale come costruito, modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio e degli impianti.

Validazione del modello termico

È stata seguita la UNI 16212 che descrive la procedura top-down per il calcolo dei risparmi energetici derivanti da interventi di efficienza energetica. Attraverso il modello matematico creato si determina il consumo teorico di energia primaria per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria del fabbricato. Il passaggio successivo consiste in un processo bottom-up volto a validare il modello attraverso una procedura inversa che, a partire dal confronto tra consumi reali e teorici, verifichi la correttezza dei dati di input e permetta eventuali aggiustamenti tali da rendere i due consumi congruenti.

Qualora lo scostamento sia al di sotto del 5% rispetto alla media delle tre stagioni termiche esaminate, si può concludere che il modello simula correttamente il comportamento dell'edificio ed è quindi da ritenere validato ai fini delle analisi successive.

I dati climatici utilizzati per la costruzione del modello reale sono i dati meteo riportanti le temperature medie mensili stagionali rilevate dalle stazioni meteo più prossime all'edificio in oggetto ed aventi caratteristiche di contesto urbano analoghe all'area in cui è situato l'edificio.

Nel caso analizzato, i dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica installata presso il Centro Operativo per la Meteorologia Servizio Documentazione e Gestione dell'Informazione dell'Aeronautica Militare Italiana (COMET) di Capo di Chino (40° 53'N 14° 17'E Altitudine 72 m).

Il modello di calcolo viene costruito ed i risultati ottenuti dalla simulazione vengono normalizzati per tre stagioni termiche successive al fine di potere essere confrontati con i dati di consumo forniti dal Comune di Napoli.

All'interno del modello energetico si interviene inoltre con la "correzione" delle temperature interne reali di ciascuna delle zone climatiche che si sono misurate in occasione dei sopralluoghi o che vengono fornite attraverso i dati di telegestione. Le temperature reali interne vengono impostate sul modello al fine di evitare di eseguire il calcolo standard dell'edificio che come da UNI/TS 11300 verrebbe realizzato con una temperatura standard da norma di 20°C. Si interviene inoltre impostando sia le ore, sia i giorni reali di accensione dell'impianto di riscaldamento in funzione dell'occupazione effettiva dell'edificio come da schermata esemplificativa riportata di seguito.

Impianto Centralizzato - Riscaldamento

Circuiti | Accumulo e distribuzione primaria | Altri carichi | Generazione

1 di 2 | Circuito Fancoil | Fluido termovettore: Acqua

Dati generali | Sottosistemi | Temperatura media acqua

Intermittenza

Regime di funzionamento

Continuo (calcolo regolamentare) Intermittente (spegnimento o attenuazione)

Metodo di calcolo

UNI EN ISO 13790 UNI EN ISO 52016-1

Profilo di intermittenza

Spegnimento Attenuazione

Ore giornaliere di spegnimento: 11,0 h/g

Giorni a settimana di funzionamento intermittente: 5 g/sett

Temperatura interna minima regolata: 16,0 °C

Fattore correttivo per contabilizzazione

Fattore correttivo: 0,90

Fattore correttivo dell'energia utile

Fattore correttivo: 0,90

Valori mensili: 12

Locali serviti dal circuito

Zona	Locale	Descrizione
1	1	Archivio
1	2	Servizi PT
1	3	Uffici P1
1	4	Open P1
1	6	Uffici P2
1	7	Corridoio P2
2	1	Uffici P3
2	2	Corridoio P3
2	4	Uffici P4
2	5	Corridoio P4
2	7	Uffici P5
2	8	Corridoio P5

I dati reali inseriti nel software utilizzato per eseguire la diagnosi energetica contribuiscono alla definizione di un calcolo dei consumi di combustibile che si avvicinano ai valori di consumo reale riportati nelle bollette energetiche. Confrontando i risultati di calcolo del software con quelli reali di consumo termico (forniti dal Comune di Napoli) per almeno tre stagioni termiche, si devono ottenere dei risultati che non siano discordanti di più di in 5%. Nel caso in cui l'esito di tale verifica risulti positivo si considera "validato" il modello energetico costruito seguendo la metodologia ed i passaggi già precedentemente descritti.

Il modello di calcolo utilizzato deve essere validato tramite confronto con la baseline energetica, secondo la presente scala di congruità:

$$\frac{|Q_{teorico} - Q_{validazione}|}{Q_{teorico}} \times 100 \leq 5\%$$

Dove:

- $Q_{teorico}$ è il fabbisogno teorico dell'edificio, come calcolato dal software di simulazione, ed è assunto pari al fabbisogno di energia per la combustione ($Q_{gn,in}$) così come definito dalla norma UNI TS 11300 parte 2;
- $Q_{validazione}$ è il consumo reale (destagionalizzato nel caso di climatizzazione), dell'edificio, definito dalla baseline energetica.

Tale raffronto deve essere realizzato sia per il consumo termico, che per il consumo elettrico.

Si riporta di seguito il processo eseguito per la validazione del modello di calcolo, confrontato con la media dei consumi reali normalizzati rispetto ai Gradi Giorno di riferimento definiti dalla norma 10349:2016 per il Comune di Napoli pari a **1.034 GG**. Tale valore di consumo medio ottenuto da valori reali relativi al triennio di riferimento viene definito $Q_{\text{validazione}}$ e confrontato con il Q_{teorico} ottenuto da modello.

VALIDAZIONE DEL MODELLO TERMICO			
Stagione termica	Consumi REALI normalizzati rispetto ai GG _{rif} $Q_{\text{validazione}}$ [Nm ³]	Consumo CALCOLATO Q_{teorico} [Nm ³]	Congruità (%)
2014	0	1.929	-0,21%
2015	716		
2016	1.933		
Consumo medio	1.933	1.929	-0,21%

Data l'eterogeneità dei consumi forniti dalla PA, si è deciso di validare il modello termico solamente con l'ultima stagione di riscaldamento che è quella che più approssima il reale e recente consumo, Dall'analisi effettuata è emerso che il modello valutato in "Modalità adattata all'utenza" risulta validato solamente per l'ultima stagione di riscaldamento.

Validazione del modello elettrico

La validazione del modello energetico elettrico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline (EE_{baseline}) ed il fabbisogno teorico (EE_{teorico}) derivante dalla modellazione energetica.

VALIDAZIONE DEL MODELLO ELETTRICO			
Anno	EE_{baseline} [kWh/anno]	EE_{teorico} [kWh/anno]	Congruità [%]
2014	275.437	294.638	-2,37%
2015	324.619		
2016	304.777		
Consumo medio	301.611	294.638	-2,37%

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

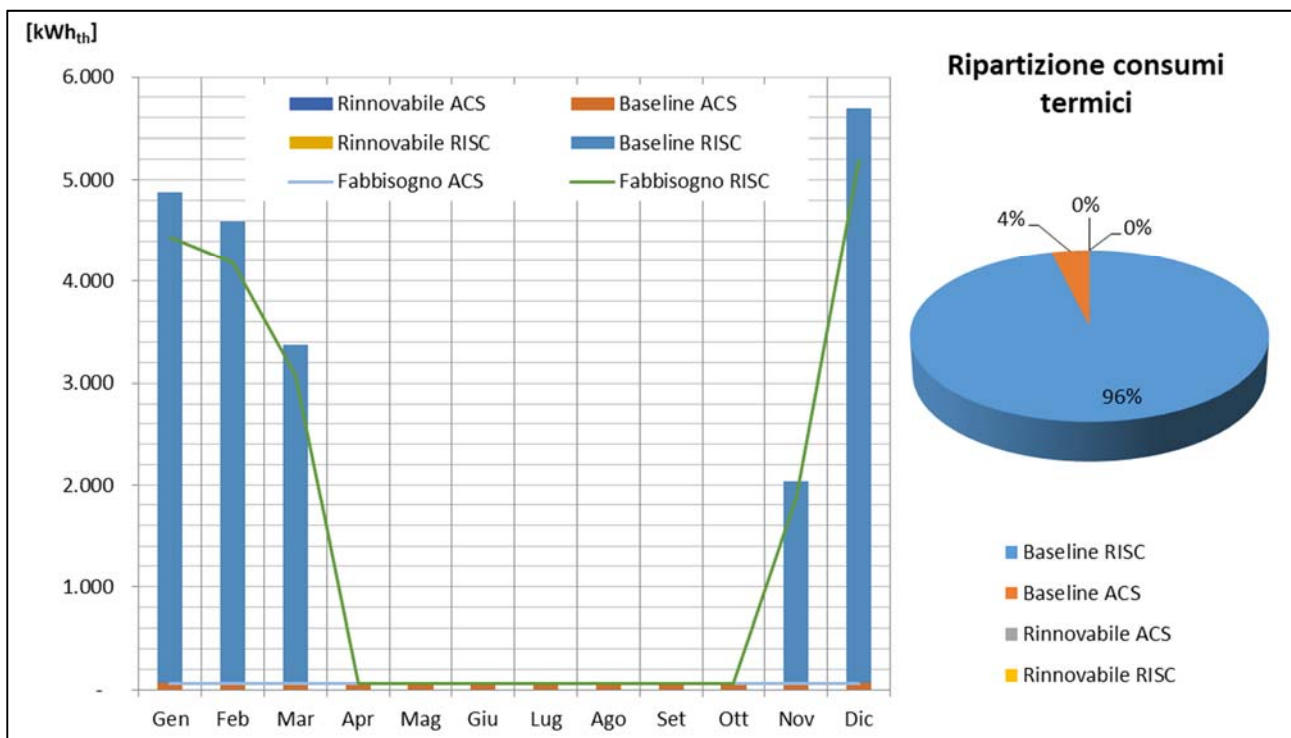
6.2 Fabbisogni energetici e profili annuali

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

6.3 Profili mensili di consumo energetico

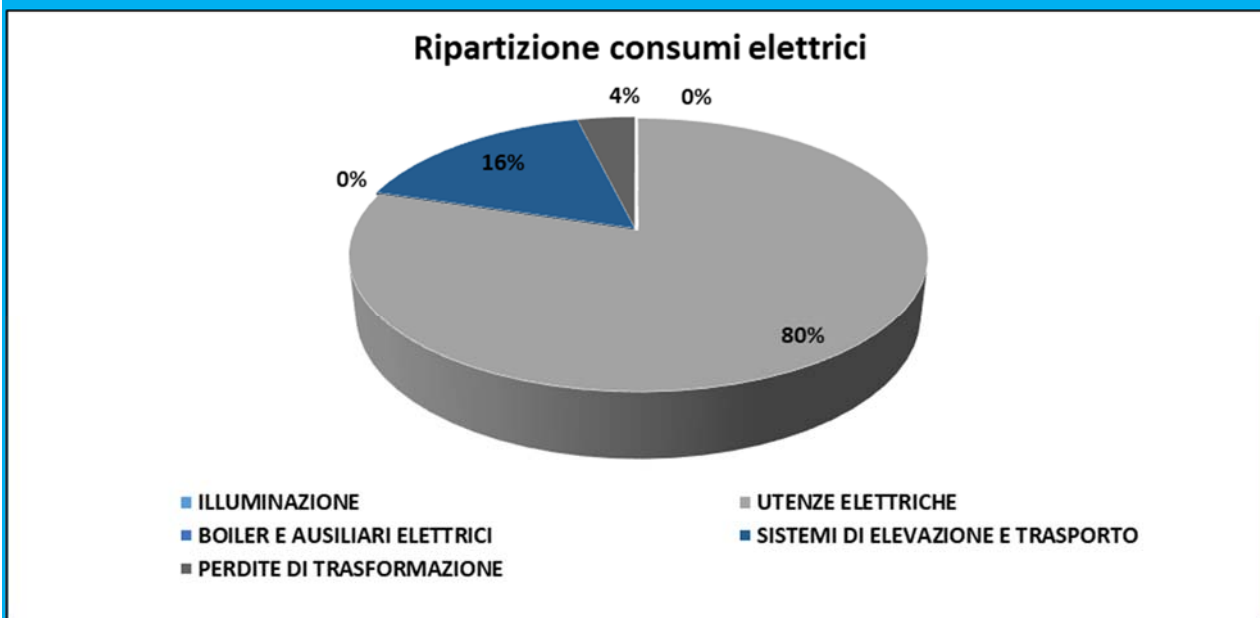
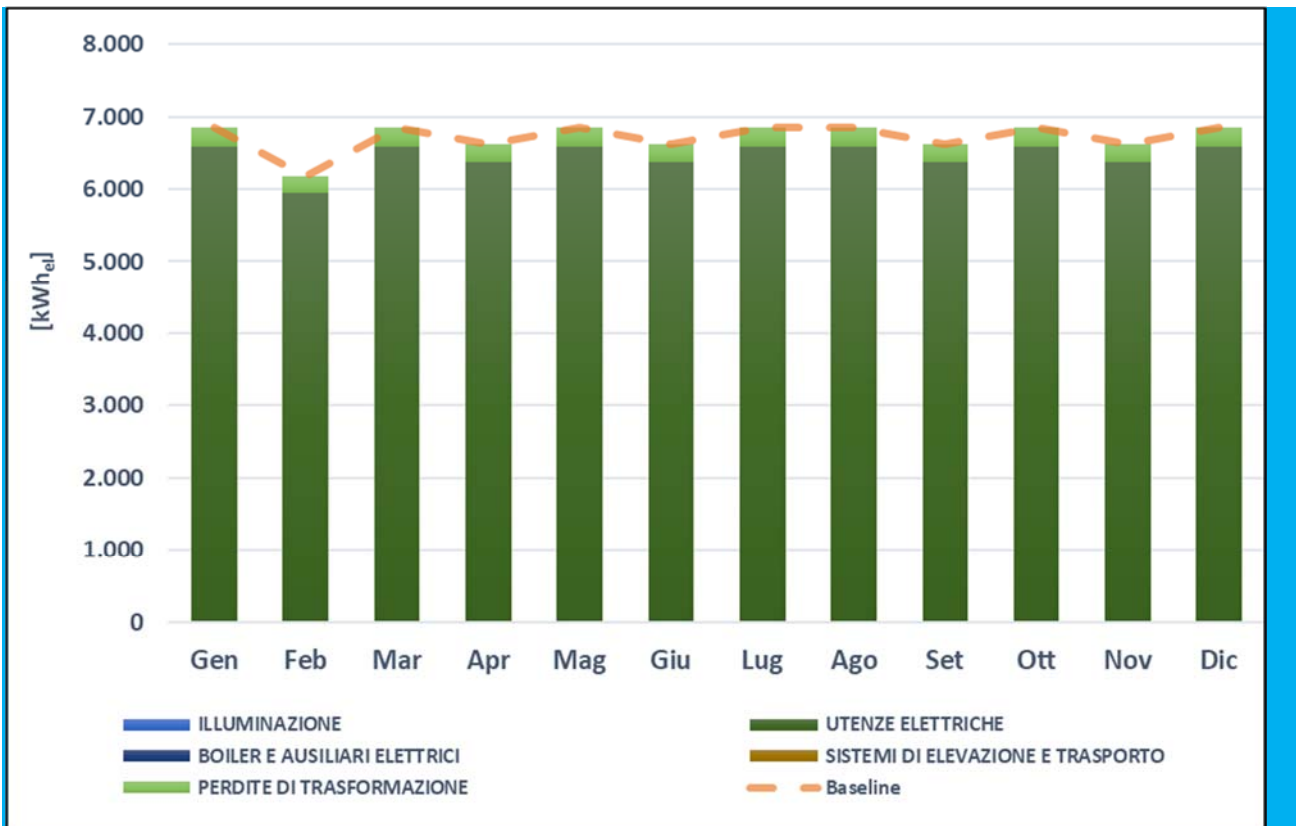
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici in funzione dei diversi utilizzi.

La ripartizione mensile dei fabbisogni energetici termici ricavati dalla modellazione è riportata nella figura sottostante



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

La ripartizione dei fabbisogni energetici elettrici ricavati dalla modellazione è riportata nella figura sottostante



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi al servizio di climatizzazione estiva e principali utenze elettriche, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti asserviti a tali sistemi.

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO

7.1 Tariffe e prezzi vettori energetici utilizzati nell'analisi

Il PDR associato all'edificio è vincolato ad un Contratto di Servizio di un ente terzo (SIRAM) che si impegna nella conduzione, gestione e manutenzione dell'impianto. Tale servizio è stipulato dalla PA e comprende della fornitura del vettore energetico. Non è stato quindi possibile effettuare un'analisi dei costi di fatturazione ma sono state messe a disposizione dell'Auditor i consumi reali e il prezzo di riferimento per fornitura del combustibile (la fonte citata è AEEG 2° SEM 2017).

Il costo unitario relativo all'energia elettrica è stato invece ipotizzato a partire dai costi unitari relativi agli altri edifici oggetto di diagnosi. Non presentandosi rilevanti differenze tra questi costi si è quindi adottato un valore medio pari a 0,20 [€/kWh].

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori riportati nella seguente tabella.

Definizione			Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore fornito dalla società di conduzione, gestione e manutenzione impianti	Cu _Q	0,078	[€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore ipotizzato	Cu _{EE}	0,20	[€/kWh]

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

7.2 Costi relativi alla fornitura dei vettori energetici

La valutazione dei costi consente l'individuazione delle tariffe utili alla realizzazione dell'analisi costi-benefici.

Nella tabella seguente sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati relativi al triennio di riferimento.

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	
2014	0	0,078	0	275.437	0,2	55.087	55.087
2015	8.591	0,078	670	324.619	0,2	64.924	65.594
2016	21.035	0,078	1.641	304.777	0,2	60.955	62.596
Media	9.875	0,078	770	301.611	0,2	60.322	61.092

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

I costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria sono stati stimati sulla base dei contratti integrati di conduzione e manutenzione con consumi rilevati confrontabili con quelli di Baseline dell'edificio in oggetto di analisi. Si è stimato che il costo della manutenzione ordinaria per gli impianti sulla base dei contratti CONSIP SIE3 nel caso specifico si attesta a 7.661 € mentre quella straordinaria è di 2.037 €. Per quanto riguarda la stima del costo della manutenzione ordinaria edile si è fatto riferimento all'Allegato 10 della convenzione CONSIP Facility Management Uffici 4 in cui il servizio di Minuto Mantenimento edile è quantificato in 1.073 euro /mq/anno, il valore della manutenzione straordinaria per le componenti edili dell'involucro è stato stimato in circa 2 euro/mq/anno.

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 **61.957 €** e un $C_{baseline}$ pari a **73.816 €**.

8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 Elenco, descrizione, fattibilità, prestazioni e costi-benefici dei singoli interventi migliorativi

Le strategie e le soluzioni ipotizzate per la riqualificazione energetica del fabbricato sono da considerarsi come un insieme di operazioni in grado di ottimizzare il “sistema edificio-impianto” i cui risultati consentiranno di:

- Ridurre le dispersioni termiche per trasmissione dell’involucro edilizio
- Migliorare l’efficienza globale dell’impianto per la climatizzazione invernale ed estiva
- Ridurre il fabbisogno elettrico e migliorare l’efficienza del servizio di illuminazione
- Ridurre le emissioni di CO₂

Di seguito si riporta una tabella esplicativa delle opportunità di intervento di cui si è valutata, preliminarmente, la fattibilità tecnica, ove questa non si ritenga verificata sono stati esplicitati i motivi ostativi alla realizzazione dell’intervento.

Le opportunità di intervento di seguito elencate rispettano le indicazioni contenute nei documenti di indirizzo dell’Agenzia per la Coesione Territoriale e della direzione Generale del comune di Napoli, quale autorità di gestione all’Organismo intermedio -Autorità Urbana , in merito all’azione 2.1.2 “Risparmio energetico negli edifici pubblici” dell’Asse 2 del Programma Operativo Nazionale “Città Metropolitane 2014-2020” (PON METRO).

VALUTAZIONE PRELIMINARE DEGLI INTERVENTI	
CHECK-UP ENERGETICO VALUTAZIONE DEGLI INTERVENTI	Convenienza:
	(B)=Bassa (M)=Media (A)=Alta
	Priorità:
	(B)=Bassa (M)=Media (A)=Alta

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
Copertura a Falde	Isolamento estradosso con isolante sottotegola	NO	Non presenti coperture a falde						
	Isolamento intradosso con controsoffitto isolato	NO	Non presenti coperture a falde						

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
	Isolamento intradosso con posa isolante a pavimento	NO	Non presenti coperture a falde						
	Controsoffitto isolato	NO	Non presenti coperture a falde						
Copertura Piana	Isolamento estradosso con tetto rovesciato	SI	Assenza isolamento						
	Isolamento estradosso con giardino pensile	SI	Assenza isolamento Impegnativo per la staticità della struttura È necessaria una verifica statica						
	Isolamento intradosso con controsoffitto isolato	SI	Possibili condense						
	Isolamento intradosso con intonaco isolante	SI	Ininfluyente ai fini dell'efficientamento						
Solaio Cantine	Isolamento intradosso con intonaco isolante	NO	Assenza di piani interrati						
	Isolamento intradosso con isolamento a lastre	NO	Assenza di piani interrati						
Muratura Esterna	Isolamento all'esterno a cappotto	SI	Intervento che risulta eccessivamente oneroso poiché si dovrebbe eseguire in tutte le facciate (e a tutta altezza) compresi i locali non riscaldati dell'autorimessa						
	Isolamento all'esterno con parete ventilata	SI	Intervento che risulta eccessivamente oneroso poiché si dovrebbe eseguire in tutte le facciate (e a tutta altezza) compresi i locali non						

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
			riscaldati dell'autorimessa						
	Isolamento all'esterno con intonaco isolante	SI	Ininfluente ai fini dell'efficientamento						
	Isolamento in cassa vuota con materiale sfuso	NO	Assenza di intercapedini						
	Isolamento all'interno controparte isolata	SI	Possibili condense/Riduzione spazi interni						
	Isolamento all'interno intonaco isolante	SI	Possibili condense/ininfluente ai fini energetici						
Serramenti	Sostituzione serramento	NO	Intervento recentemente realizzato						
	Posa vetrocamera	NO	Ininfluente ai fini dell'efficientamento						
	Sostituzione serramento su telaio esistente	NO	Intervento recentemente realizzato						
	Isolamento cassonetto	NO	Assenza di cassonetti						
Sistemi di schermatura e/o ombreggiamento	Installazione tende tecniche	SI	Scarsi benefici energetici						
	Installazione schermature solari esterne regolabili (mobili)	SI	Scarsi benefici energetici/eccessivo costo						
	Applicazioni pellicole a controllo solare	SI	Scarsi benefici energetici						
	Installazione meccanismi automatici di regolazione e controllo	SI	Ininfluente ai fini dell'efficientamento						
Rete di Distribuzione	Coibentazioni tubazioni	NO	Tubazioni già isolate efficacemente						

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
	Modifica circuito di distribuzione	NO	Non necessario						
	Creazione di un circuito autonomo	NO	Non necessario						
Terminali di emissione	Sostituzione terminali di emissione	NO	Terminali in buone condizioni						
	Installazione valvole termostatiche	SI	Non presenti						
Sistemi efficienti di illuminazione	Installazione di lampade a LED	SI	Presenza di lampade poco efficienti						
	Installazione sensori di rilevamento presenza	SI	Necessari in quanto assenti						
Sistemi di building automation	Installazione sistemi di building automation	SI	Necessari in quanto assenti						

MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA DEI SISTEMI DI PRODUZIONE DI ENERGIA									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
Centrale Termica	Sostituzione generatore/i di calore	NO	Generatore di recente sostituzione						
	Sostituzione bruciatore/i	NO	Generatore di recente sostituzione						
	Installazione generatore autonomo acqua calda	NO	Boiler elettrici già presenti						
	Sostituzione sistema di regolazione	NO	Già presente						
	Coibentazione tubazioni e collettori	NO	Già presente						

MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA DEI SISTEMI DI PRODUZIONE DI ENERGIA									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
	Coibentazioni serbatoi di accumulo	NO	Già coibentate						
Sistemi di climatizzazione estiva	Sostituzione macchine frigorifere	NO	Non presenti						
	Efficientamento sistema di distribuzione	NO	Non presenti						
Sistemi di ventilazione meccanica controllata	Installazione di sistemi di ventilazione meccanica controllata	NO	Non necessario						
	Efficientamento sistemi di ventilazione meccanica controllata	NO	Non necessario						

PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
Centrale Termica	Installazione pompa di calore	SI	Buone opportunità di risparmio energetico						
Sistemi di generazione da fonti rinnovabili	Installazione collettori solari per riscaldamento e/o produzione ACS	SI	Poco conveniente considerata la modalità di utilizzo dell'edificio						
	Installazione impianto fotovoltaico	SI	Ampia copertura piana e buone opportunità di risparmio energetico						

Si riporta di seguito l'elenco delle misure di efficienza energetica individuate come tecnicamente fattibili ed in linea con le indicazioni contenute nei documenti di indirizzo dell'ACT e della direzione Generale del comune di Napoli, quale Autorità di gestione

all'Organismo intermedio – Autorità urbana, in merito **all'azione 2.1.2 "Risparmio energetico negli enti pubblici " dell'Asse 2 del programma Operativo Nazionale "Città Metropolitane 2014-2020 (PON METRO)**

In particolare ogni intervento rispetta le seguenti condizioni:

- È conforme alle disposizioni normative e di pianificazione/programmazione nazionale regionale e comunale esistenti per lo specifico settore di intervento ed in particolare coerenti con il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES)
- Garantisce un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziario 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
- Rappresentano soluzioni in linea con i più aggiornati standard di mercato
- Sono replicabili
- Garantiscono a meno di impedimenti tecnici un miglioramento della classe energetica dell'edificio post- operam
- Prevedono, ove possibile, il superamento dei requisiti minimi stabiliti dalla normativa sul rendimento energetico




Le misure individuate sono:

- EEM 1: Coibentazione della copertura piana(in tabella abbreviato con Cop)
- EEM 2: Coibentazione della copertura piana con verde estensivo (in tabella abbreviato con Copv)
- EEM 3: Coibentazione del pavimento su interno (in tabella abbreviato con Pav)
- EEM 4: Sostituzione infissi (in tabella abbreviato con Inf)
- EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED (in tabella abbreviato con LED)
- EEM 6: Installazione sistemi di Building Automation (in tabella abbreviato con BACS)
- EEM 7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV (in tabella abbreviato con FV)

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Coibentazione della copertura piana (in tabella abbreviato con Cop)	Vincoli non presenti		
EEM 2: Coibentazione della copertura piana con verde estensivo (in tabella abbreviato con Copv)	Vincoli non presenti		
EEM 3: Coibentazione del pavimento su interno (in tabella abbreviato con Pav)	Vincoli non presenti		
EEM 4: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED (in tabella abbreviato con LED)	Vincoli non presenti		
EEM 5: Installazione sistemi di Building Automation (in tabella abbreviato con BACS)	Vincoli non presenti		
EEM 6: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV (in tabella abbreviato con FV)	Vincoli non presenti		

Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

Per ogni misura di efficienza energetica sarà descritta la fattibilità tecnica sia dal lato operativo che delle prestazioni ottenibili. Sarà confrontato il consumo ante e post intervento in termini energetici, in emissioni di CO₂ e di fornitura di energia (C_E) per i vettori energetici impiegati. Per ultimo sarà computato il costo della manutenzione ordinaria (C_{MO}) e straordinaria (C_{MS}) fornito dalla stazione appaltante. Tali costi sono indispensabili per una corretta valutazione economica.

8.1.1 *Involucro edilizio*

8.1.1.1 *Coibentazione della copertura piana*

Fattibilità tecnica

La misura prevede di coibentare la copertura del terrazzo con l'impiego di polistirene XPS ad elevata densità (sp=12cm) e getto di completamento 4cm con finitura finale all'estradosso in guaina impermeabilizzante.

L'efficientamento della copertura consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro opaco portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali dell'ultimo livello dell'edificio.

Si precisa che i materiali individuato per tale intervento devono essere intesi come un compromesso tra le indicazioni contenute nei documenti di indirizzo dell'ACT e della direzione Generale del comune di Napoli, quale Autorità di gestione all'Organismo intermedio – Autorità urbana, in merito **all'azione 2.1.2 "Risparmio energetico negli enti pubblici " dell'Asse 2 del programma Operativo Nazionale "Città Metropolitane 2014-2020 (PON METRO),** in particolare:

- Garantire un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziario 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 ove possibile l'utilizzo di materiali ecosostenibili naturali

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'orizzontamento a seguito dei lavori di riqualificazione risulterà efficiente sotto l'aspetto energetico e garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti alla struttura in oggetto.

Descrizione dei lavori

L'intervento consiste nella fornitura e posa di pannelli in XPS ad alta densità tipo "Styrodur" dello spessore di 12 cm. La posa dell'isolante potrà avvenire direttamente al di sopra del manto impermeabilizzante già esistente, al di sopra dello strato isolante verrà poi realizzato un getto di pendenza in cls su cui verrà realizzato il nuovo manto impermeabilizzante. Laddove fossero presenti delle piastrelle di finitura queste dovranno essere rimosse e posate al di sopra dell'impermeabilizzazione in seguito alla realizzazione di uno strato in sabbia di allettamento.

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

Riduzione costi di manutenzione

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di coibentazione delle coperture piana calpestabile è stata stimata sulla base dell'incidenza della superficie del componente di involucro interessato dall'intervento rispetto al totale delle superfici disperdenti. In particolare la riduzione riguarderà soltanto il costo della manutenzione ordinaria e straordinaria edile (C_{MO_E} e C_{MS_E})

La riduzione dei costi è giustificata dal fatto che la coibentazione copertura piana eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali il ripristino delle guaine impermeabilizzanti presenti sulla copertura in quanto realizzata nuova.

OPEX post intervento

Il termine inglese OPERating EXPense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

La realizzazione dell'intervento di coibentazione copertura piana riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

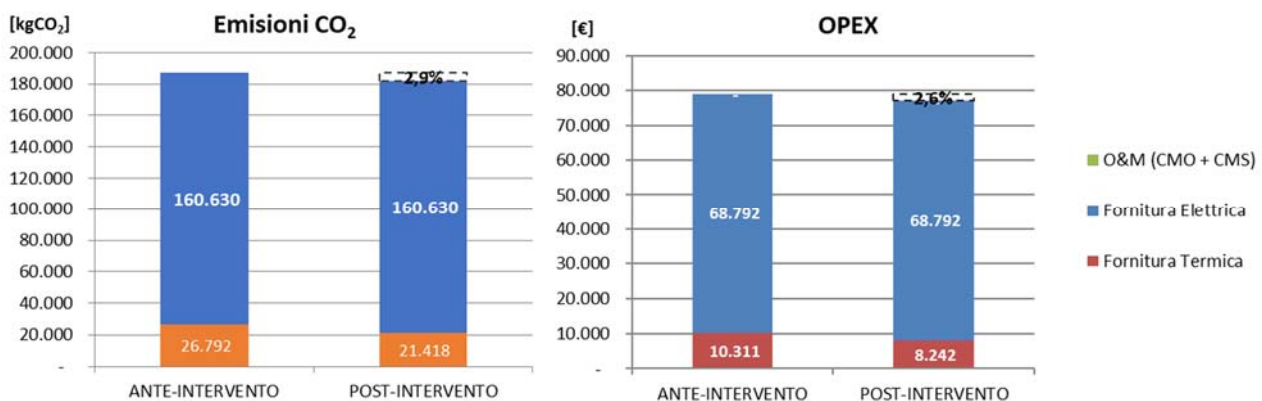
Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali del nuovo componente d'involucro proposto nella misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Isolamento di coperture (...) di edifici esistenti dotati di climatizzazione". Per la tipologia d'intervento si identifica nella Tabella 4 del documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" il valore limite massimo di trasmittanza termica per Zona Climatica C che corrisponde a 0,27 W/m²K. Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo dell'incentivo. Si rimanda alla pagina successiva la tabella delle caratteristiche prestazionali della nuova stratigrafia.

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	19.174	15.934	16,9%
$EE_{teorico}$	[kWh]	294.638	294.638	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	21.035	17.480	16,9%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	301.611	301.611	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	4.249	3.531	16,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	140.852	140.852	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	145.101	144.383	0,5%

Fornitura Termica, C_Q	[€]	1.635	1.359	16,9%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	60.322	60.322	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	61.957	61.681	0,4%
C_{MO_I}	[€]	7.661	7.661	0,0%
C_{MO_E}	[€]	773	541	30,0%
C_{MS_I}	[€]	2.037	2.037	0,0%
C_{MS_E}	[€]	1.387	971	30,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	11.858	11.210	5,5%
OPEX	[€]	73.816	72.891	1,3%
Classe energetica	[-]	B	B	0 classi

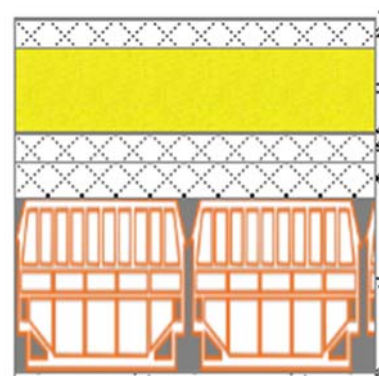


Di seguito viene riportata la stratigrafia della copertura successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

Descrizione della struttura: *Solaio*

Codice: *S1*

Trasmittanza termica	0,239	W/m ² K
Spessore	516	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C
Permeanza	0,174	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	542	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	524	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,010	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,043	-
Sfasamento onda termica	-15,8	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	2,00
2	Sottofondo di cemento magro	40,00
3	polistirene XPS VERDE (Styrodur)	120,00
4	Impermeabilizzazione con bitume	4,00
5	Sottofondo di cemento magro	40,00
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
7	Soletta in laterizio	250,00
8	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

8.1.1.2 *Coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo*

Fattibilità tecnica

La misura prevede di realizzare al di sopra della coibentazione della copertura piana calpestabile con l'impiego di polistirene XPS ad elevata densità (sp=12cm) e getto di completamento 4cm con finitura finale all'estradosso in guaina impermeabilizzante un sistema di finitura a verde estensivo .

L'efficientamento della copertura consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro opaco portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali dell'ultimo livello dell'edificio.

Si precisa che i materiali individuati per tale intervento devono essere intesi come un compromesso tra le indicazioni contenute nei documenti di indirizzo dell'ACT e della direzione Generale del comune di Napoli, quale Autorità di gestione all'Organismo intermedio – Autorità urbana, in merito all'azione **2.1.2 “Risparmio energetico negli enti pubblici “ dell'Asse 2 del programma Operativo Nazionale “Città Metropolitane 2014-2020 (PON METRO)**, in particolare:

- Garantire un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziario 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 ove possibile l'utilizzo di materiali ecosostenibili naturali ricorso a verde orizzontale e verticale per incrementare le performance passive e soluzioni di recupero acqua piovana

Si precisa che la fattibilità tecnica di tale intervento prevedendo un sovraccarico delle strutture esistenti tra i 120 ed i 150 kg/mq, potrà essere confermata soltanto a seguito di opportune verifiche strutturali

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'orizzontamento a seguito dei lavori di riqualificazione risulterà efficiente sotto l'aspetto energetico e garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti alla struttura in oggetto, inoltre l'aggiunta di un sistema a verde estensivo sull'estradosso della copertura i cui vantaggi riguardano un maggiore accumulo e ritenzione delle acque piovane, abbattimento delle polveri, aumento dell'inerzia termica della struttura tetto migliorando il microclima esterno presente sia sul tetto sia in generale del quartiere riducendo il fenomeno dell'isola di calore. L'obiettivo dell'inverdimento estensivo è quello di realizzare una vegetazione naturale con carichi ridotti e interventi di manutenzione ridotti al minimo. Le principali piante impiegate sono sedum. Gli inverdimenti estensivi richiedono poca manutenzione: ciò non significa che ne siano del tutto esenti. L'eliminazione delle piante infestanti e la concimazione sono parte del programma di manutenzione. L'irrigazione per

vegetazioni di sedum ormai stabilizzate in genere non è necessaria. In base alle zone climatiche potrebbe essere necessaria un'irrigazione di emergenza per la fase iniziale e per i periodi di lunga siccità. Dopo due, tre cicli vegetativi, al raggiungimento della crescita definitiva, la manutenzione si riduce a confronto dei primi periodi dove ci sono molte aree scoperte. Si consigliano due manutenzioni all'anno, una in primavera e una in autunno.

Descrizione dei lavori

L'intervento consiste nella fornitura e posa di pannelli in XPS ad alta densità tipo "Styrodur" dello spessore di 12 cm. La posa dell'isolante potrà avvenire direttamente al di sopra del manto impermeabilizzante già esistente, al di sopra dello strato isolante verrà poi realizzato un getto di pendenza in cls su cui verrà realizzato il nuovo manto impermeabilizzante. Laddove fossero presenti delle piastrelle di finitura queste dovranno essere rimosse e posate al di sopra dell'impermeabilizzazione in seguito alla realizzazione di uno strato in sabbia di allettamento. La posa dell'isolante deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche. Il tetto verde estensivo sarà realizzato attraverso la posa di una serie di strati con separazione degli elementi funzionali come strato di vegetazione, filtro e accumulo, in particolare:

1 inverdimento

2 strato di vegetazione in genere realizzato attraverso la posa di una miscela di materiale minerale con ridotte quantità di sostanze organiche per inverdimenti estensivi multistrato secondo le direttive EN Spessore 8 cm

3 strato filtrante in tessuto speciale in polipropilene

4 strato di accumulo idrico e di drenaggio in HDPE

5 strato protettivo in fibre PES e PP di grande efficacia

6 strato separatore in pellicola di polietilene resistente al bitume

Riduzione costi di manutenzione

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di coibentazione delle coperture piane calpestabile con tetto verde è stata stimata sulla base dell'incidenza della superficie del componente di involucro interessato dall'intervento rispetto al totale delle superfici disperdenti. In particolare la riduzione riguarderà soltanto i costi della manutenzione ordinaria e straordinaria edile (C_{MO_E} e C_{MS_E}). La riduzione dei costi è giustificata dal fatto che la coibentazione coperture piane con tetto verde eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali il ripristino delle guaine impermeabilizzanti presenti sulla copertura in quanto realizzata nuova.

OPEX post intervento

Il termine inglese OPERating EXPense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

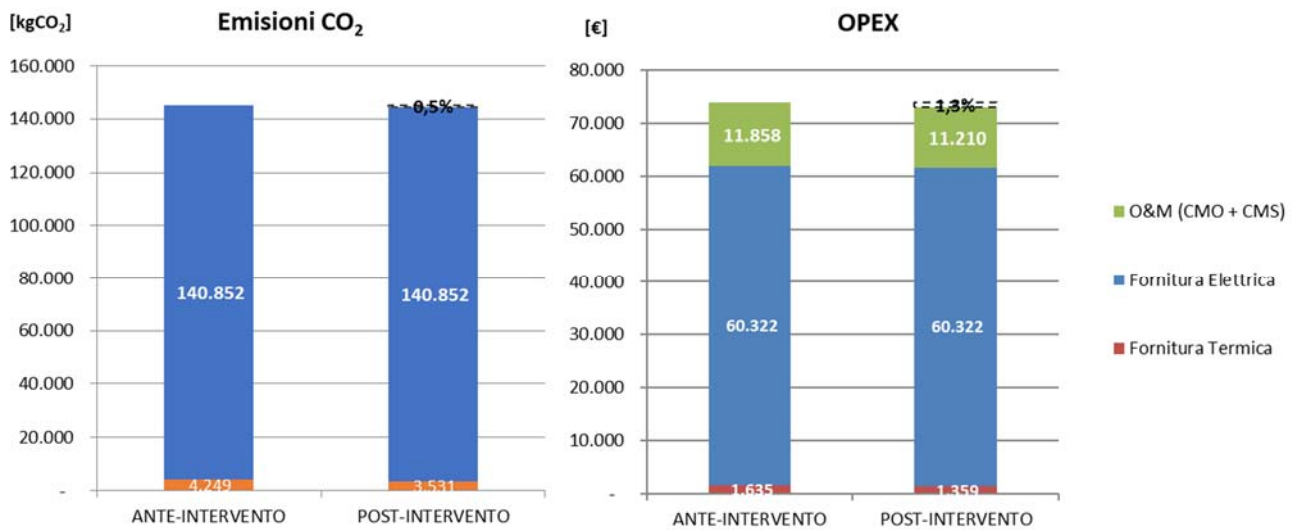
La realizzazione dell'intervento di coibentazione copertura piana con tetto verde riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali del nuovo componente d'involucro proposto nella misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Isolamento di coperture (...) di edifici esistenti dotati di climatizzazione". Per la tipologia d'intervento si identifica della Tabella 4 del documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" il valore limite massimo di trasmittanza termica per Zona Climatica C che corrisponde a 0,27 W/m²K. Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo dell'incentivo. Si rimanda alla pagina successiva la tabella delle caratteristiche prestazionali della nuova stratigrafia.

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q _{teorico}	[kWh]	19.174	15.884	17,2%
EE _{teorico}	[kWh]	294.638	294.638	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	21.035	17.425	17,2%
EE _{Baseline}	[kWh]	301.611	301.611	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	4.249	3.520	17,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	140.852	140.852	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	145.101	144.372	0,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	1.635	1.355	17,2%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	60.322	60.322	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	61.957	61.677	0,5%
C _{MO_I}	[€]	7.661	7.661	0,0%
C _{MO_E}	[€]	773	657	15,0%
C _{MS_I}	[€]	2.037	2.037	0,0%
C _{MS_E}	[€]	1.387	971	30,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	11.858	11.326	4,5%
OPEX	[€]	73.816	73.003	1,1%
Classe energetica	[-]	B	B	0 classi

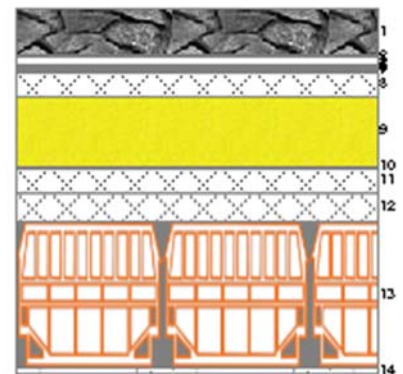


Di seguito viene riportata la stratigrafia della copertura successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

Descrizione della struttura: *Solaio*

Trasmittanza termica	0,226 W/m ² K
Spessore	615 mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0 °C
Permeanza	0,134 10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	669 kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	651 kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,004 W/m ² K
Fattore attenuazione	0,018 -
Sfasamento onda termica	-21,5 h

Codice: *S1*



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Strato di vegetazione	80,00
2	Strato filtrante	2,00
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	12,00
4	strato di accumulo idrico e di drenaggio	2,00
5	Strato protettivo	2,00
6	Strato separatore	1,00
7	Impermeabilizzazione con bitume	2,00
8	Sottofondo di cemento magro	40,00
9	polistirene XPS VERDE (Styrodur)	120,00
10	Impermeabilizzazione con bitume	4,00

11	Sottofondo di cemento magro	<i>40,00</i>
12	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<i>50,00</i>
13	Soletta in laterizio	<i>250,00</i>
14	Intonaco di cemento e sabbia	<i>10,00</i>
-	Resistenza superficiale interna	-

8.1.1.3 *Coibentazione del pavimento su interno*

Fattibilità tecnica

La misura prevede di coibentare il pavimento su autorimessa in latero-cemento dall'interno con lana di roccia (sp=12cm) e finitura in cartongesso (sp=2cm).

L'efficientamento dell'orizzontamento consente di ridurre le dispersioni dell'involucro opaco portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo dell'intero edificio.

Si precisa che i materiali individuato per tale intervento devono essere intesi come un compromesso tra le indicazioni contenute nei documenti di indirizzo dell'ACT e della direzione Generale del comune di Napoli, quale Autorità di gestione all'Organismo intermedio – Autorità urbana, in merito all'azione 2.1.2 "Risparmio energetico negli enti pubblici " dell'Asse 2 del programma Operativo Nazionale "Città Metropolitane 2014-2020 (PON METRO), in particolare:

- Garantire un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziario 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 ove possibile l'utilizzo di materiali ecosostenibili naturali

Caratteristiche funzionali e tecniche

I solai a seguito dei lavori risulteranno efficienti sotto l'aspetto energetico e garantiranno una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti. Il cappotto contribuirà inoltre a garantire un miglioramento dell'estetica del fabbricato che a seguito dell'intervento si presenterà con delle facciate completamente rinnovate

Descrizione dei lavori

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

Durante la posa dovranno essere rispettate alcune condizioni minime:

- la posa in opera dovrà essere effettuata a temperature dell'aria e del supporto comprese tra +5°C e +30°C
- le superfici devono essere pulite ed in caso contrario si dovrà procedere alla rimozione di polvere, sporco, tracce di disarmante, parti sfarinanti ed incoerenti, ecc. mediante lavaggio con acqua pulita a bassa pressione (max 200 bar)
- Verificare la planarità del supporto ed eventualmente livellare con malta d'intonaco o in alternativa con intonaco premiscelato impastato con miscela e acqua in rapporto 1:3. In corrispondenza di sporgenze specifiche, tipo cordoli in cls o elementi di laterizio fuori piombo, asportare le parti in eccesso

Le fasi di posa prevedono:

- FASE 1 Partenza con realizzazione della zoccolatura
- FASE 2 stesura del collante
- FASE 3 posa del pannello isolante
- FASE 4 tassellatura
- FASE 5 esecuzione spigoli ed angoli
- FASE 6 rasatura con rete
- FASE 7 posa del pannello di cartongesso

Riduzione costi di manutenzione

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di coibentazione del pavimento su interno è stata stimata sulla base dell'incidenza della superficie del componente di involucro interessato dall'intervento rispetto al totale delle superfici disperdenti. In particolare la riduzione riguarderà soltanto il costo della manutenzione ordinaria e straordinaria edile (C_{MO_E} e C_{MS_E} .)

La riduzione dei costi è giustificata dal fatto che la coibentazione del pavimento su interno eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali il ripristino degli intonaci e le tinteggiature in quanto realizzata nuova.

OPEX post intervento

Il termine inglese OPerating EXpense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

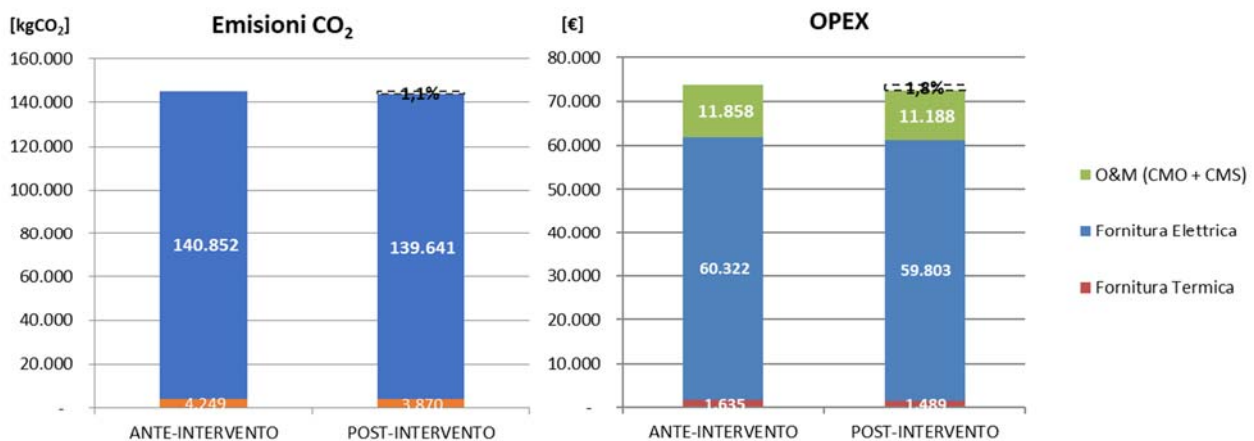
La realizzazione dell'intervento di coibentazione del pavimento su interno riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

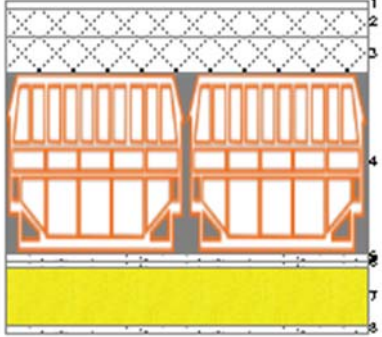
Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali del nuovo componente d'involucro proposto nella misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato". Per la tipologia d'intervento si identifica nella Tabella 4 del documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" il valore limite massimo di trasmittanza termica per Zona Climatica C che corrisponde a $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo dell'incentivo. Si rimanda alla pagina successiva la tabella delle caratteristiche prestazionali della nuova stratigrafia.

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	19.174	17.465	8,9%
$EE_{teorico}$	[kWh]	294.638	292.104	0,9%
$Q_{baseline}$	[kWh]	21.035	19.159	8,9%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	301.611	299.017	0,9%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	4.249	3.870	8,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	140.852	139.641	0,9%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	145.101	143.511	1,1%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	1.635	1.489	8,9%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	60.322	59.803	0,9%
Fornitura Energia, C_E	[€]	61.957	61.293	1,1%
C_{MO_I}	[€]	7.661	7.661	0,0%
C_{MO_E}	[€]	773	533	31,0%
C_{MS_I}	[€]	2.037	2.037	0,0%
C_{MS_E}	[€]	1.387	957	31,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	11.858	11.188	5,6%
OPEX	[€]	73.816	72.481	1,8%
Classe energetica	[-]	B	B	0 classe



Di seguito viene riportata la stratigrafia della copertura successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

Descrizione della struttura: <i>Pavimento su NR</i>			Codice: <i>P2</i>
Trasmittanza termica	0,275	W/m ² K	
Spessore	460	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	0,0	°C	
Permeanza	0,002	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	518	kg/m ²	
Massa superficiale (senza intonaci)	474	kg/m ²	
Trasmittanza periodica	0,011	W/m ² K	
Fattore attenuazione	0,041	-	
Sfasamento onda termica	-15,9	h	

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00
2	Sottofondo di cemento magro	40,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in laterizio	250,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
6	Intonaco plastico per cappotto	10,00
7	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	80,00
8	Intonaco plastico per cappotto	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

8.1.2 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

8.1.2.1 Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED

Fattibilità tecnica

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sistema di illuminazione si può ottenere mediante la sostituzione degli attuali corpi illuminanti con un sistema di illuminazione a LED.

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'attuale sistema di illuminazione è costituito da tubi al neon con potenza variabile tra i 18 ed i 58 W. Si propone di efficientare tale sistema mediante l'installazione di lampade tubolari a LED in tutti i locali della struttura, dove il sistema di illuminazione non è stato rinnovato. Le nuove lampade a LED, di potenza variabile tra i 10 ed i 25 W garantiscono prestazioni ed efficienza più elevate, oltre che una migliore qualità del livello di illuminamento.

Le lampade a LED rispetto alle attuali lampade a fluorescenza garantiscono maggiore durata di vita, un maggior flusso luminoso a parità di potenza elettrica assorbita, minor calore sviluppato e accensione a freddo.

Descrizione dei lavori

Il criterio principale da seguire per la sostituzione di apparecchi illuminanti a tubi fluorescenti esistenti con apparecchi a LED è quello di utilizzare solo apparecchi a LED con le medesime caratteristiche illuminotecniche e di ingombro degli apparecchi illuminanti esistenti, in modo da non modificare la distribuzione dei corpi illuminanti dettata dai calcoli illuminotecnici di progetto né essere costretti a modificare le strutture interne.

Riduzione costi di manutenzione

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED è stata stimata sulla base dell'incidenza dell'impianto di illuminazione sul resto degli impianti presenti nell'edificio. In particolare la riduzione riguarderà soltanto i costi della manutenzione ordinaria e straordinaria impianti ($C_{MO,I}$ e $C_{MS,I}$.)

La riduzione dei costi è giustificata dal fatto che l'efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali la sostituzione di lampade (i LED hanno una durata molto superiore alle lampade a fluorescenza o incandescenza) o la sostituzione di elementi obsoleti e non più funzionanti in quanto realizzati nuovi.

OPEX post intervento

Il termine inglese OPERating EXPense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

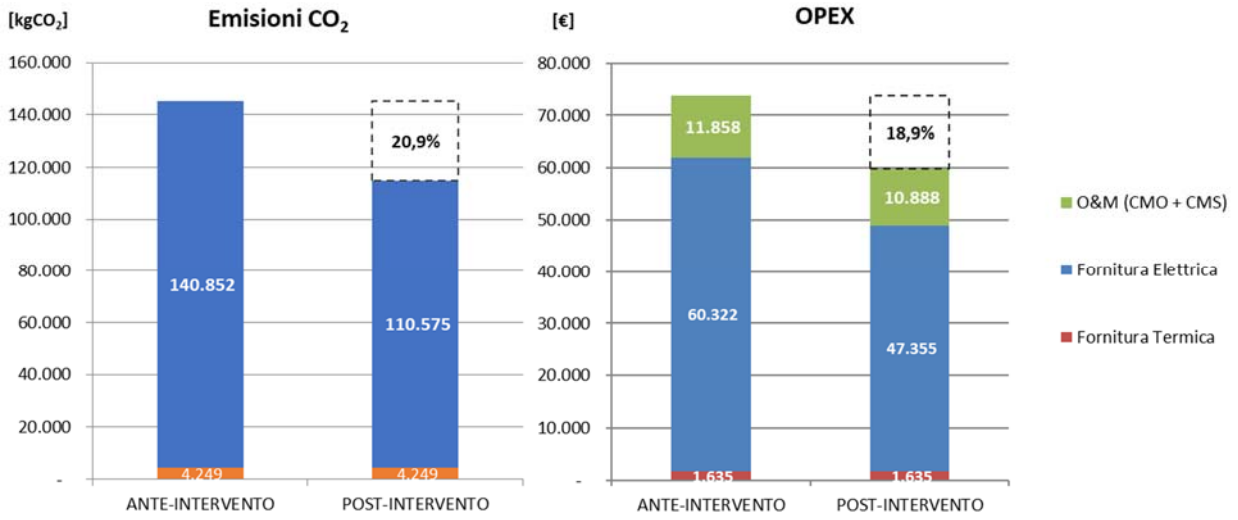
La realizzazione dell'intervento di efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali della misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Sostituzione di sistemi per l'illuminazione d'interni e delle pertinenze esterne degli edifici esistenti con sistemi efficienti di illuminazione". Per la tipologia d'intervento si identifica come richieste prestazionali che le lampade installate non devono superare il 50% della potenza sostituita. Altri requisiti sono: l'indice di resa cromatica (IRC) >80 per gli interni e >60 per gli esterni, efficienza luminosa di 80 lm/W, compatibilità elettromagnetica e la conformità ai criteri di sicurezza e smog sull'inquinamento luminoso.

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	19.174	19.174	0,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	294.638	231.303	21,5%
$Q_{baseline}$	[kWh]	21.035	21.035	0,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	301.611	236.777	21,5%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	4.249	4.249	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	140.852	110.575	21,5%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	145.101	114.824	20,9%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	1.635	1.635	0,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	60.322	47.355	21,5%
Fornitura Energia, C_E	[€]	61.957	48.991	20,9%
C_{MO_I}	[€]	7.661	6.895	10,0%
C_{MO_E}	[€]	773	773	0,0%
C_{MS_I}	[€]	2.037	1.833	10,0%
C_{MS_E}	[€]	1.387	1.387	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	11.858	10.888	8,2%
OPEX	[€]	73.816	59.879	18,9%
Classe energetica	[-]	B	B	0 classe



8.1.3 Sistemi di controllo e gestione degli impianti elettrici e termici

8.1.3.1 Installazione sistema BACS

L'installazione di un sistema BACS è stata valutata in quanto rientra pienamente nelle indicazioni contenute nei documenti di indirizzo dell'ACT e della direzione Generale del comune di Napoli, quale Autorità di gestione all'Organismo intermedio – Autorità urbana, in merito all'azione 2.1.2 "Risparmio energetico negli enti pubblici " dell'Asse 2 del programma Operativo Nazionale "Città Metropolitane 2014-2020 (PON METRO)

In particolare tale intervento contiene al suo interno:

- sistemi intelligenti di controllo e gestione degli impianti elettrici e termici
- sistema di monitoraggio che consenta la puntuale misurabilità degli impatti degli interventi ai fini della valutazione dei risultati
- garantisce qualità e integrazione dei sistemi di rilevazione/controllo dei consumi energetici

Fattibilità tecnica

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sistema edificio-impianto si può ottenere mediante l'installazione di sistemi di building automation, che consentono di gestire, in modo autonomo e automatico, gli impianti tecnologici di un intero edificio, controllando che tutte le funzioni siano regolarmente svolte e integrandole in caso contrario.

L'edificio oggetto di analisi non presenta elementi ostativi all'installazione di suddetti sistemi.

Caratteristiche funzionali e tecniche

I sistemi di automazione e regolazione (BACS) forniscono efficaci funzioni di regolazione dei dispositivi per il riscaldamento, raffrescamento ed illuminazione, che conducono al miglioramento dell'efficienza operativa ed efficienza energetica. Tali sistemi sono poi integrati da funzioni di gestione tecnica dell'edificio (TBM) utili a fornire informazioni sull'esercizio, la manutenzione, i servizi e la gestione degli edifici e da un sistema di monitoraggio (EMS) con lo scopo di migliorare la prestazione energetica gestendo e monitorando in modo sistematico l'utilizzo dell'energia ed il confort termico.

Descrizione dei lavori

L'intervento proposto prevede le seguenti operazioni:

- Installazione sistema di monitoraggio dei consumi energetici EMS
- Installazione sensori di rilevamento presenza per sistema di illuminazione nei servizi igienici ed uffici
- Installazione sistemi di attenuazione luci in autorimessa

- Installazione sistema di controllo di luce diurna negli uffici
- Installazione sistema di rilevamento guasti, diagnostica e supporto alla diagnosi dei guasti
- Installazione pannello elettronico di controllo del sistema BACS e TBM

Riduzione costi di manutenzione

Non si prevede una riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di installazione del sistema BACS.

OPEX post intervento

Il termine inglese OPerating EXpense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

La realizzazione dell'intervento di installazione del sistema BACS riducendo i costi energetici consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

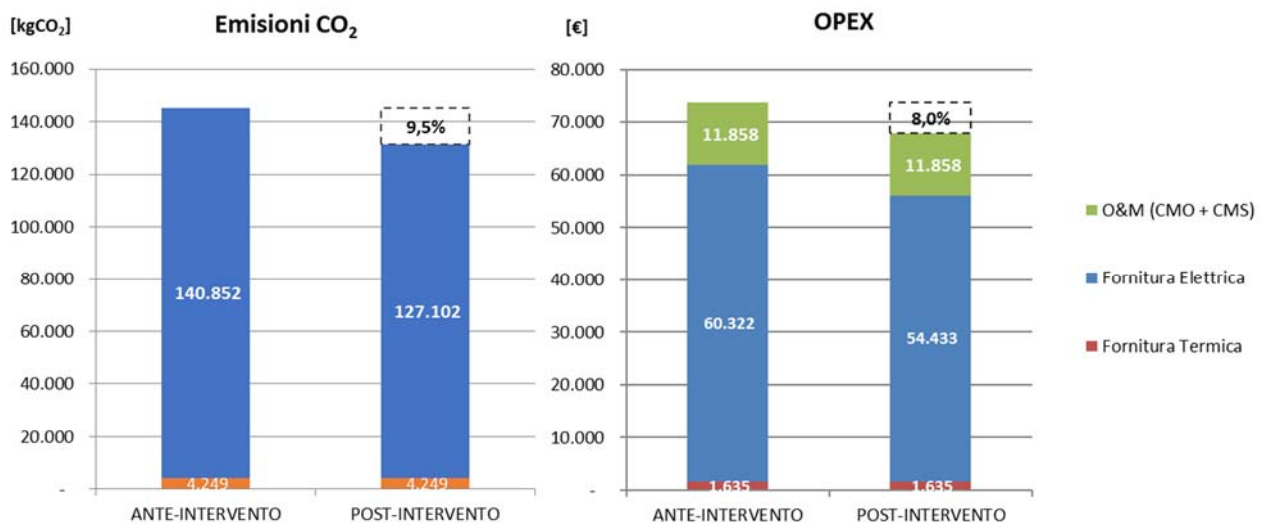
Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali della misura di efficienza energetica proposta. Nel caso in questione trattasi di "Installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico (building automation) degli impianti termici ed elettrici degli edifici, ivi compresa l'installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore". Per la tipologia d'intervento si identifica nel documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" il requisito di classe B di efficienza per i sistemi di Building Automation. Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo.

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	19.174	19.174	0,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	294.638	265.875	9,8%
$Q_{baseline}$	[kWh]	21.035	21.035	0,0%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	301.611	272.167	9,8%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	4.249	4.249	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	140.852	127.102	9,8%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	145.101	131.351	9,5%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	1.635	1.635	0,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	60.322	54.433	9,8%

Fornitura Energia, C_E	[€]	61.957	56.069	9,5%
C _{MO}	[€]	7.661	7.661	0,0%
C _{MO_E}	[€]	773	773	0,0%
C _{MS_I}	[€]	2.037	2.037	0,0%
C _{MS_E}	[€]	1.387	1.387	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	11.858	11.858	0,0%
OPEX	[€]	73.816	67.927	8,0%
Classe energetica	[-]	C	-	-



8.1.4 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

8.1.4.1 Impianto di generazione da fonti rinnovabili- fotovoltaico

Fattibilità tecnica

La misura prevede l'installazione di moduli fotovoltaici sulla copertura dell'edificio. Si è tenuto conto dell'esposizione e dell'effettiva superficie utile disponibile al netto delle ombre dei corpi (alberi o strutture murali) disposti in prossimità.

La valutazione energetica di tale scenario di intervento è avvenuta considerando un nuovo valore di baseline ridotto, che include i seguenti interventi di primo livello: installazione di illuminazione LED.

Caratteristiche funzionali e tecniche

Il dimensionamento e l'installazione dell'impianto fotovoltaico consente di coprire buona parte dei consumi elettrici dell'edificio. Come si è visto l'assorbimento maggiore è nelle ore diurne, momento in cui è possibile ottenere anche la massima produzione (unica variabile sarebbe poi l'aspetto climatico). La potenza disponibile è stata ipotizzata secondo alcune caratteristiche al contorno quali l'orientamento, l'inclinazione dei pannelli e le superfici disponibili. La massima potenza nominale si ottiene con un'esposizione diretta del pannello al Sole, con un irraggiamento nominale di 1000 Watt/metro quadro, 25°C di temperatura, posizione perpendicolare ai raggi del sole, e assenza di ombreggiamenti. Nella realtà i pannelli producono energia anche in condizioni di luce indiretta e con irraggiamento inferiore, ma in misura molto minore.

Nell'edificio in questione si è ipotizzato di installare un impianto fotovoltaico di 60 kWp.

Riduzione costi di manutenzione

Non si prevede una riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti all'installazione di un impianto FV.

OPEX post intervento

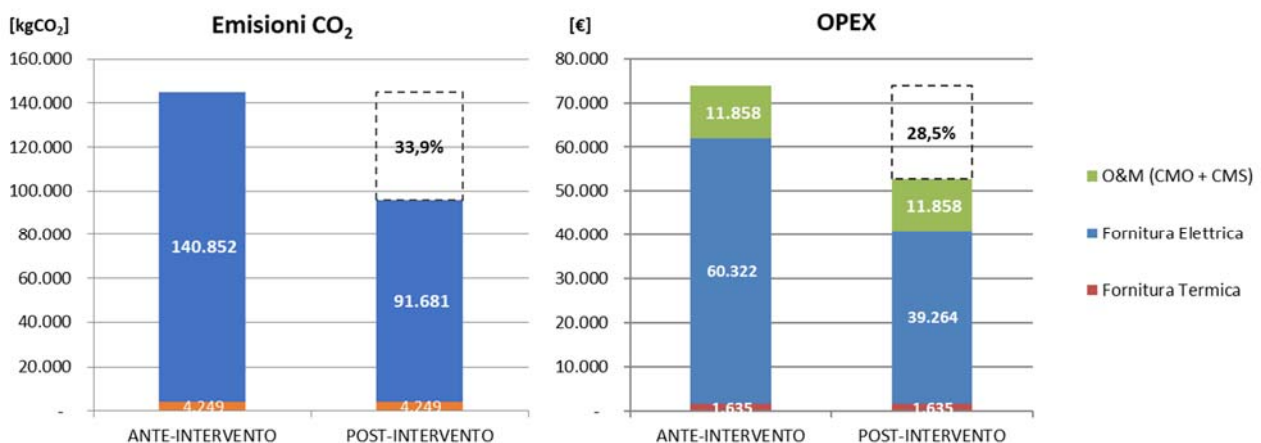
Il termine inglese OPERating EXPense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

La realizzazione dell'impianto Fotovoltaico riducendo i costi energetici consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q _{teorico} *	[kWh]	19.174	19.174	0,0%
EE _{teorico} *	[kWh]	231.303	150.556	34,9%
Q _{baseline}	[kWh]	21.035	21.035	0,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	301.611	196.320	34,9%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	4.249	4.249	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	140.852	91.681	34,9%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	145.101	95.930	33,9%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	1.635	1.635	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	60.322	39.264	34,9%
Fornitura Energia, C_E	[€]	61.957	40.899	34,0%
C _{MO_I}	[€]	7.661	7.661	0,0%
C _{MO_E}	[€]	773	773	0,0%
C _{MS_I}	[€]	2.037	2.037	0,0%
C _{MS_E}	[€]	1.387	1.387	0,0%
O&M (C_{MO} + C_{MS})	[€]	11.858	11.858	0,0%
OPEX	[€]	73.816	52.757	28,5%
Classe energetica	[-]	B	A2	2 classi

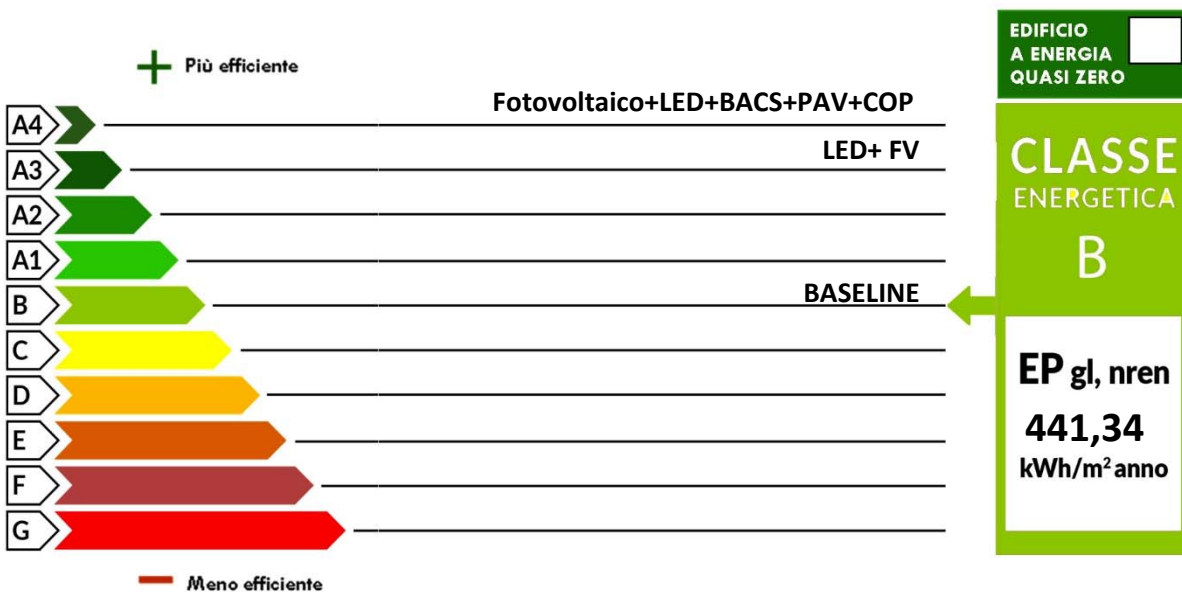
*Baseline ridotta che include interventi di 1° Livello



8.2 Interventi multipli e analisi dei miglioramenti di classe energetica

Le singole misure di efficienza energetica sono state valutate singolarmente e poi combinate tra loro al fine di individuare gli interventi necessari al miglioramento di una o più classi energetiche fino a raggiungere, se tecnicamente fattibile la condizione di NZEB.

I risultati di questa analisi sono stati sintetizzati e rappresentati nella tabella seguente, in cui si riportano le combinazioni di interventi che garantiscono il miglioramento di una o più classi energetiche rispetto a quella dello stato di fatto.



VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

Le analisi economiche per determinare il valore degli interventi sono state effettuate attraverso la redazione di computi metrici utilizzando i prezzi unitari riportati nel Prezzario Opere Pubbliche della Regione Campania.

Nel caso in cui il Prezzario Regione Campania fosse stato sprovvisto delle voci necessarie si è fatto riferimento a prezzi unitari riportati all'interno di altri prezzari regionali o camerali di regioni o province ove tali voci erano contemplate. Le fonti alternative utilizzate sono state: Prezzario Regionale Lazio, Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016.

9.1 Analisi dei costi dei singoli interventi migliorativi

9.1.1 Coibentazione della copertura piana

Si riporta l'analisi dei costi relativi alla coibentazione della copertura piana calpestabile dell'edificio, che consiste nella coibentazione della copertura stessa con polistirene XPS e getto di completamento.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 200 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella a seguire sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40 calcolato sul costo specifico sostenuto e sulla superficie oggetto di intervento di 740 m².

Si precisa che per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/m ² cm]	[€/m ² cm]	[€]	[%]	[€]
A 11.01.2.f.1	Isolamento termico in estradosso di coperture piane a terrazzo o inclinate eseguito, mediante posa a secco, con pannelli rigidi di materiale isolante su piano di posa già preparato, compreso tiro in alto del materiale, realizzato con pannelli in: polistirene espanso estruso (XPS) densità 33-35 kg/mc, conducibilità termica $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ spessore 3 cm	Prezzario Regione Lazio	740	m2	€ 27,40	€ 24,91	€18.432,73	22%	€ 22.487,93
A 11.01.2.f.2	per ogni cm in più	Prezzario Regione Lazio	5180	m2	€ 4,54	€ 4,13	21.379,27	22%	€ 26.082,71
E.07.00.10.a	Massetto sottile di sottofondo in preparazione del piano di posa della impermeabilizzazione dello spessore di almeno 2 cm, tirata con regolo per la livellazione della superficie con malta fine di calce a pozzolana, su superfici orizzontali	Prezzario Regione Campania	740	m2	€ 13,09	€ 11,90	€ 8.806,00	22%	€10.743,32
E.12.15.10.b	Manto impermeabile prefabbricato costituito da membrane bituminose polimero elastometrica flessibilità a freddo -25°C, applicata a fiamma s massetto di sottofondo, da pagarsi a parte, di superfici orizzontali o inclinate, previo trattamento con idoneo primer bituminoso, con sovrapposizione dei sormonti di 8 cm in senso longitudinale e di almeno 15 cm alle testate dei teli: armata in filo continuo di poliestere non tessuto spessore 4 mm	Prezzario Regione Campania	740	m2	€ 10,11	€ 9,19	€ 6.801,27	22%	€ 8.297,55
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.662,58	22%	€ 2.028,35
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3.879,35	22%	€ 4.732,81
	TOTALE (I₀ – EEM1)						60.961,20	22%	74.372,66
	Incentivi	[Conto termico]							€ 29.749,07
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 29.749,07

9.1.2 Coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo

Si riporta l'analisi dei costi relativi alla coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo dell'edificio, che consiste nella coibentazione della copertura stessa con polistirene XPS e getto di completamento impermeabilizzazione e sistema multistrato per tetti verdi estensivi.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevede che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 200 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella seguente tabella sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40% calcolato sul costo specifico sostenuto e sulla superficie oggetto di intervento di 740 m².

Si riporta l'analisi dei costi relativi alla coibentazione del terrazzo con polistirene XPS e getto di completamento e verde estensivo precisando che per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/m ² cm]	[€/m ² cm]	[€]	[%]	[€]
A 11.01.2.f.1	Isolamento termico in estradosso di coperture piane a terrazzo o inclinate eseguito, mediante posa a secco, con pannelli rigidi di materiale isolante su piano di posa già preparato, compreso tiro in alto del materiale, realizzato con pannelli in: polistirene espanso estruso (XPS) densità 33-35 kg/mc, conducibilità termica $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ spessore 3 cm	Prezzario Regione Lazio	740	m2	€ 27,40	€ 24,91	€ 18.432,73	22%	€ 22.487,93
A 11.01.2.f.2	per ogni cm in più	Prezzario Regione Lazio	5180	m2	€ 4,54	€ 4,13	€ 21.379,27	22%	€ 26.082,71
E.07.00.10.a	Massetto sottile di sottofondo in preparazione del piano di posa della impermeabilizzazione dello spessore di almeno 2 cm, tirata con regolo per la livellazione della superficie con malta fine di calce a	Prezzario Regione Campania	740	m2	€ 13,09	€ 11,90	€ 8.806,00	22%	€ 10.743,32

	pozzolana, su superfici orizzontali									
E.12.15.10.b	Manto impermeabile prefabbricato costituito da membrane bituminose polimero elastometrica flessibilità a freddo -25°C, applicata a fiamma s massetto di sottofondo, da pagarsi a parte, di superfici orizzontali o inclinate, previo trattamento con idoneo primer bituminoso, con sovrapposizione dei sormonti di 8 cm in senso longitudinale e di almeno 15 cm alle testate dei teli: armata in filo continuo di poliestere non tessuto spessore 4 mm	Prezzario Regione Campania	740	m2	€ 10,11	€ 9,19	€ 6.801,27	22%	€ 8.297,55	
NP	Fornitura di copertura a verde pensile secondo norma UNI 11235 su solaio isolato, costituita da Sistema tecnologico multistrato composto da: -foglio antiradice in cloruro di polivinile morbido (PVC-P), resistente agli olii e alle sostanze bituminose con spessore pari a circa 0,8 mm saldato al solaio caldo o a freddo; feltro di accumulo idrico e di protezione meccanica, in fibra di polipropilene con inserto di rinforzo; -elementi modulari di accumulo, drenaggio e aerazione in polietilene riciclato termoformato con incavi per l'accumulo idrico, aperture per l'aerazione e la diffusione della pressione di vapore e rete multidirezionale di canali per il drenaggio sulla faccia inferiore; e -telo filtrante, in geotessile non tessuto in polietilene/polipropilene incrudito a caldo, ad elevata resistenza meccanica con uno spessore di ca. 1,0 mm e infine il Substrato per inverdimenti pensili. Esclusa la vegetazione. Escluso l'impianto di irrigazione e la vegetazione. Sistema tecnologico necessario per copertura a verde pensile estensivo con elementi modulari di acumulo sp. ca. 2,5cm.	-	740	m2	€ 23,06	€ 20,96	€ 15.513,09	22%	€ 18.925,97	
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 2.127,97	22%	€ 2.596,12	

	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 4.965,27	22%	€ 6.057,62
	TOTALE (I₀ – EEM1)						78.025,60	22%	95.191,23
	Incentivi	[Conto termico]							€ 38.076,49
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 38.076,49

9.1.3 Coibentazione del pavimento su interno

Si riporta l'analisi dei costi relativi alla coibentazione del pavimento su interno con controsoffitto isolato con pannelli in lana di roccia.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 200 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella a seguire sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40% calcolato sul costo specifico sostenuto e sulla superficie oggetto di intervento di 665 m².

Si precisa che per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/m ² cm]	[€/m ² cm]	[€]	[%]	[€]
A12003a	Isolanti termici in fibre minerali, per pareti e tetti in intercapedine, realizzati mediante pannelli isolanti in fibre di vetro [MW – EN 13162], pannelli rigidi, aventi le seguenti caratteristiche: Densità [kg/m ³]: ρ ≥ 100. Conduttività [W/(m*K)]: λ ≤ 0.040. Resistenza alla diffusione del vapore: μ = 1. Calore specifico [J/(kg*K)]: c = 1030. Reazione al fuoco, Euroclasse: A1 – A2s1d0. Sono compresi: i pannelli; i tagli, da eseguire con idonea attrezzatura, e gli sfridi; la pulizia a lavoro finito; il carico, il trasporto e lo scarico a rifiuto del materiale di risulta. Non sono compresi eventuali listelli e contro listelli in legno (da compensare a parte). È inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita: spessore cm 5	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	665	m2	€ 14,20	€ 12,91	€ 8.584,55	22%	€ 10.473,15

A12003b	per ogni cm in più	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	3325	m2	€ 2,13	€ 1,94	€ 6.438,41	22%	€ 7.854,86
A15002a	Controsoffitto in lastre di cartongesso reazione al fuoco Euroclasse A1, s1-d0, fissate mediante viti autopercoranti ad una struttura costituita da profilati in lamiera di acciaio zincato dello spessore di 6/10 mm ad interasse di 600 mm, comprese la stessa struttura e la stuccatura dei giunti: spessore lastra 12,5 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	665	m2	€ 23,23	€ 21,12	€14.043,59	22%	€ 17.133,18
P.03.10.20.a	Trabatello mobile in tubolare, completo di ritti, piani di lavoro, ruote e aste di stabilizzazione A due ripiani, altezza utile di lavoro 5,4 m	Prezzario Regione Campania	100	m	€ 15,80	€ 14,36	€ 1.436,36	22%	€ 1.752,36
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 915,09	22%	€ 1.116,41
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 2.135,20	22%	€ 2.604,95
	TOTALE (I₀ – EEM1)						€ 33.553	22%	€ 40.935
	Incentivi	[Conto termico]							€ 16.373,96
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 16.373,96

9.1.4 Installazione sistemi BACS

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 25 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 50.000 €. Nella tabella sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40% sul costo d'intervento, calcolato verificando il costo specifico sostenuto sulla superficie oggetto di intervento di 2.100 m².

Si precisa che per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
NP	Installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico degli impianti termici ed elettrici, sistema di interconnessione tra regolatori e sistema di controllo centralizzato al fine di dotare l'edificio di un sistema di automazione regolazione e gestione tecnica (BACS e TBM) in classe di efficienza B secondo norma UNI EN 15232	-	1	cad	€ 6.500,00	€ 5.909,09	€ 5.909,09	22%	€ 7.209,09
NP	Installazione di sistema di monitoraggio e visualizzazione all'utenza dei consumi dell'edifici (EMS)	-	1	cad	€ 5.000,00	€ 4.545,45	€ 4.545,45	22%	€ 5.545,45
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 313,64	22%	€ 382,64
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 731,82	22%	€ 892,82
	TOTALE (I₀- EEM1)						€ 11.500	22%	€ 14.030
	Incentivi	[Conto termico]							€ 5.612,00
	Durata incentivi								5
	Incentivo annuo								€ 5.612,00

9.1.5 Efficiamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 35 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 70.000 €. Nella tabella 9.4 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40% sul costo d'intervento, calcolato verificando il costo specifico sostenuto sulla superficie oggetto di intervento di 1.350 m².

Si precisa che per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari.

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
A01144 c	Rimozione di plafoniera per lampade fluorescenti, inclusi gli oneri della rimozione dei sostegni a muro o a soffitto e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio nell'ambito del cantiere, escluso l'onere di carico, trasporto e scarico a discarica autorizzata: 4x18W	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	70	cad	€ 11,30	€ 10,27	€ 719,09	22%	€ 877,29
A01144 g	Rimozione di plafoniera per lampade fluorescenti, inclusi gli oneri della rimozione dei sostegni a muro o a soffitto e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio nell'ambito del cantiere, escluso l'onere di carico, trasporto e scarico a discarica autorizzata: 2x58W	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	53	cad	€ 13,03	€ 11,85	€ 627,81	22%	€ 765,93
A01146	Trasporto a discarica controllata secondo il DLgs 13 gennaio 2003, n. 36 dei materiali di risulta provenienti da demolizioni, previa caratterizzazione di base ai sensi del DM 27 settembre 2010, con autocarro di portata fino a 50 q, compresi carico, viaggio di andata e ritorno e scarico con esclusione degli oneri di discarica	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	5	m ³	€ 46,14	€ 41,95	€ 209,73	22%	€ 255,87

D03104a	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismaticizzato internamente, installata 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 69' mm, 20 W, 1.620 lm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	140	cad	€ 124,50	€ 113,18	€ 15.845,45	22%	€19.331,45
D03067a	Lampade a LED alimentazione 230 V c.a.: tubolari T8, attacco G13, fascio luminoso 270° potenza 9 W, temperatura di colore 4000K o 6500 K, 900 lm lunghezze 600 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	280	cad	€ 14,56	€ 13,24	€ 3.706,18	22%	€ 4.521,54
D03104d	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismaticizzato internamente, installata a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada lunghezza 1.600 mm, 56 W, 9.070 lm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	53	cad	€ 115,65	€ 105,14	€ 5.572,23	22%	€ 6.798,12
D03067d	Lampade a LED alimentazione 230 V c.a.: tubolari T8, attacco G13, fascio luminoso 270° potenza 25 W, temperatura di colore 4000 K o 6500 K, 2.200 lm, lunghezza 1.500 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	106	cad	€ 19,97	€ 18,15	€ 1.924,38	22%	€ 2.347,75
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 858,15	22%	€ 1.046,94
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 2.002,34	22%	€ 2.442,86
	TOTALE (I₀ - EEM1)						€ 31.465	22%	€ 38.388
	Incentivi	[Conto termico]							€15.355,10
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€15.355,10

9.1.6 Installazione impianto fotovoltaico da 60 kWp

Si precisa che per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
					[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
							[€]	[%]	[€]
D07001c	Modulo fotovoltaico a struttura rigida con celle al silicio monocristallino di forma quadrata o pseudoquadrata colore blu, efficienza del modulo > 14%, tensione massima di sistema 1.000 V, completo di cavi con connettori MC3 e scatola di giunzione IP 65 con diodi di by-pass, involucro in classe II con struttura sandwich e telaio in alluminio anodizzato, certificazione IEC 61215, garanzia di prestazione del 90% in 12 anni e dell'80% in 25 anni; cablaggio e fornitura in opera di struttura di supporto modulare in alluminio anodizzato inclusi: 66 celle, potenza di picco 260 W, dimensioni 160 x 110 x 5 cm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	230	cad	€ 636,11	€ 578,28	€133.004,82	22%	€162.265,88
D07009f	Inverter monofase bidirezionale per impianti connessi in rete (grid connected), conversione DC/AC realizzata con tecnica PWM e ponte a IGBT, trasformatore toroidale in uscita, filtri EMC in ingresso ed in uscita, controllore di isolamento in c.c., dispositivo di distacco automatico dalla rete, conforme Direttiva ENEL DK 5940, range di tensione MPPT 260-520 V, tensione di uscita 230 V c.a. ± 15% con frequenza 50 Hz e distorsione armonica < 3%, efficienza > 90%, display a cristalli liquidi, interfaccia seriale, in contenitore metallico installato a parete con grado di protezione IP 65, certificazione CEI 11-20, compresa l'attivazione dell'impianto: potenza	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	10	cad	€ 1.774,82	€ 1.613,47	€ 16.134,73	22%	€19.684,37

	nominale 6000 VA, fattore di potenza pari a 1								
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 4.474,19	22%	€ 5.458,51
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 10.439,77	22%	€ 12.736,52
	TOTALE (I₀ – EEM1)						€ 164.054	22%	€ 200.145

9.2 Analisi di convenienza dei singoli interventi migliorativi

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 SCNa e SCNb;

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

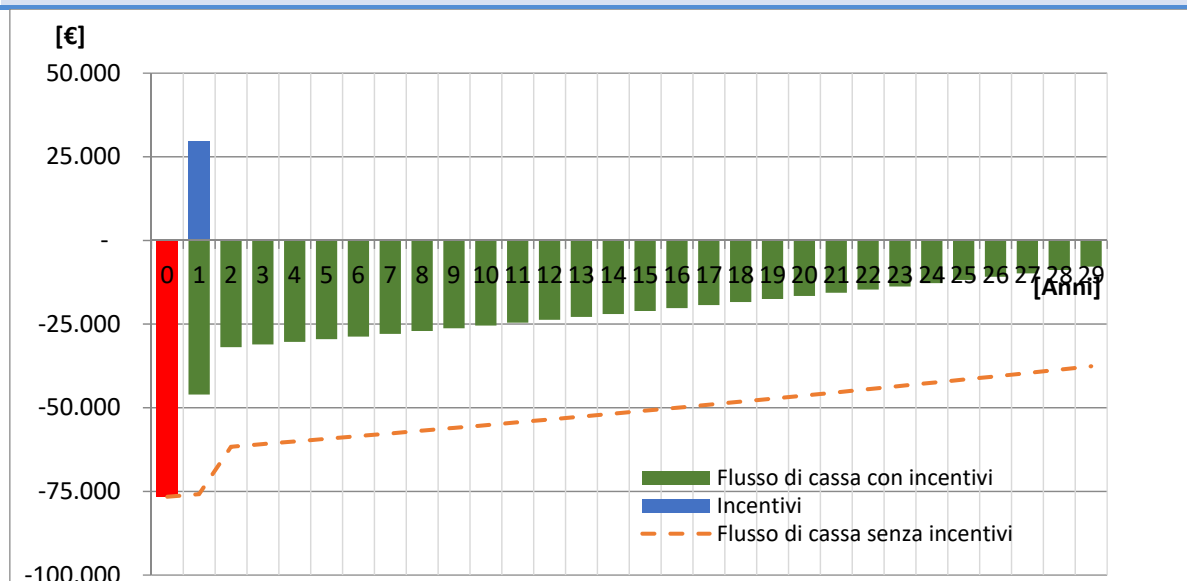
Analogamente la rappresentazione grafica dei flussi di cassa cumulati attualizzati permetterà la visualizzazione del TRA e del VAN.

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

9.2.1 Coibentazione della copertura piana

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

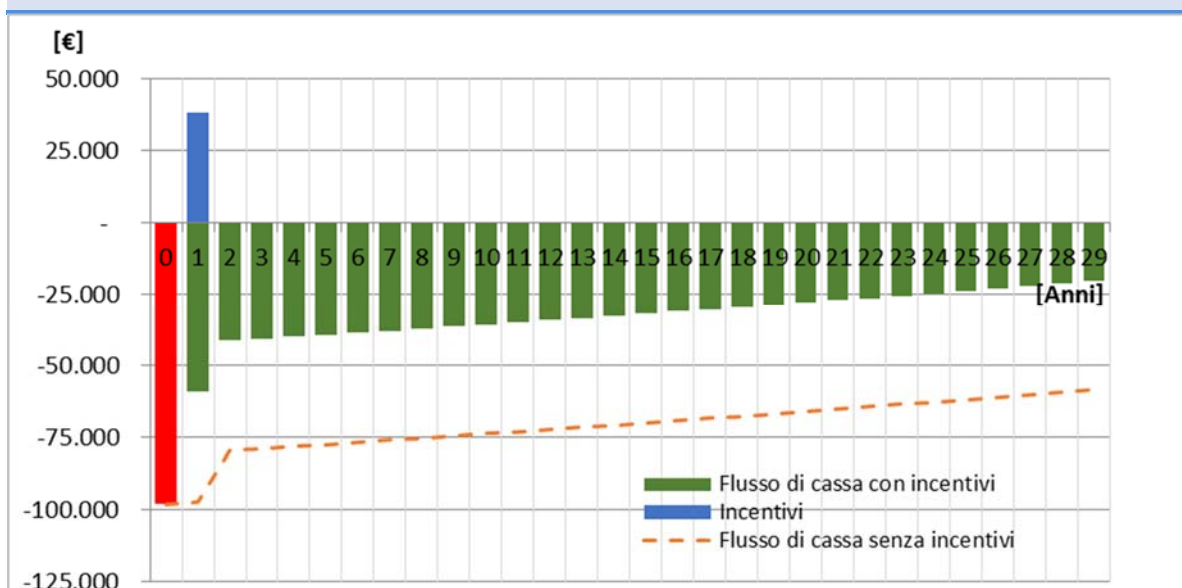
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	74.373
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	29.749
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	58,9	33,4
Tempo di rientro attualizzato	TRA	91,6	43,0
Valore attuale netto	VAN	-51.511	-23.179
Tasso interno di rendimento	TIR	-4,9%	-1,5%
Indice di profitto	IP	-0,69	-0,31



9.2.2 Coibentazione della copertura piana con tetto verde estensivo

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

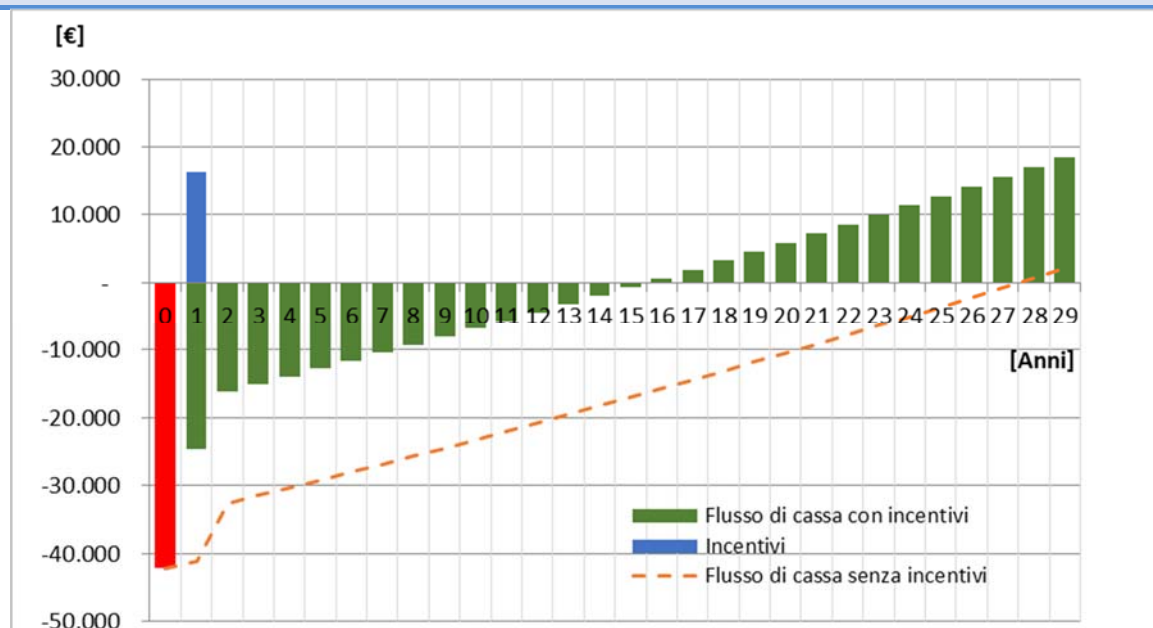
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	95.076
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	38.076
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	74,1	37,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	109,1	46,5
Valore attuale netto	VAN	-71.011	-34.748
Tasso interno di rendimento	TIR	-6,7%	-3,4%
Indice di profitto	IP	-0,75	-0,37



9.2.3 Coibentazione del pavimento su interno

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

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	40.935
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	16.374
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	27,5	15,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	49,9	30,9
Valore attuale netto	VAN	-16.807	-1.212
Tasso interno di rendimento	TIR	0,4%	4,5%
Indice di profitto	IP	-0,41	-0,03

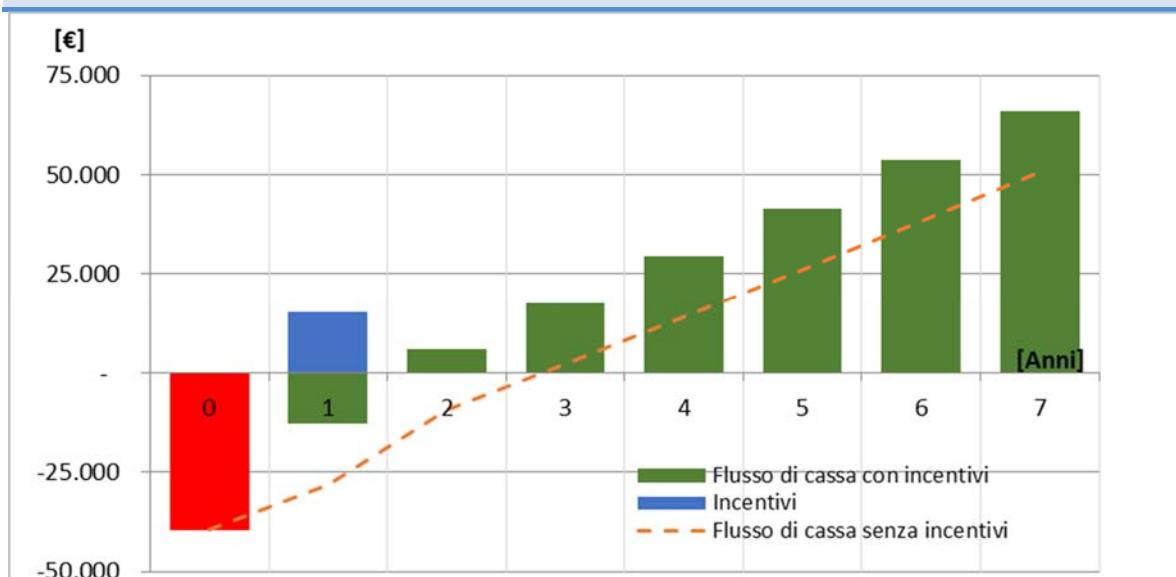


9.2.4 Efficiamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED

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

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	38.388
Oneri Finanziari % l_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	15.355
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%

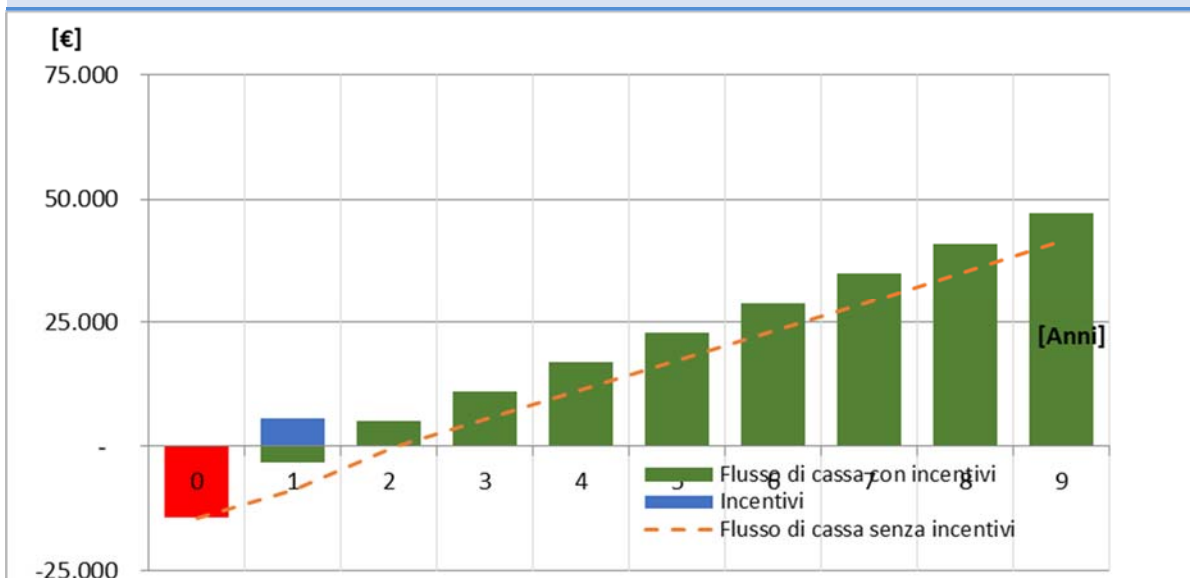
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	2,8	1,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	3,3	1,9
Valore attuale netto	VAN	35.404	50.028
Tasso interno di rendimento	TIR	27,2%	42,4%
Indice di profitto	IP	0,92	1,30



9.2.5 Installazione di un sistema BACS

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

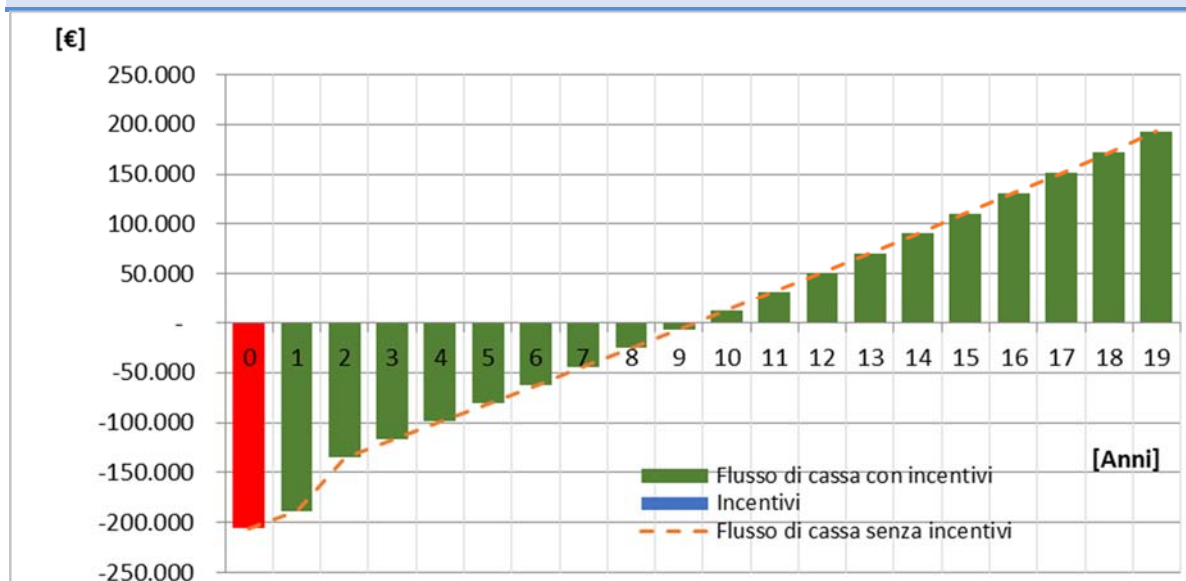
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	14.000
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	10
Incentivo annuo	B	€/anno	5.600
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	2,2	1,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	2,4	1,6
Valore attuale netto	VAN	30.059	35.393
Tasso interno di rendimento	TIR	42,5%	58,0%
Indice di profitto	IP	2,15	2,53



9.2.6 Impianto di generazione da fonti rinnovabili: installazione impianto FV

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

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	200.145
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	-
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	9,4	9,4
Tempo di rientro attualizzato	TRA	13,4	13,4
Valore attuale netto	VAN	54.055	54.055
Tasso interno di rendimento	TIR	8,3%	8,3%
Indice di profitto	IP	0,27	0,27



9.3 Identificazione delle soluzioni integrate d'intervento e scenari d'investimento

Al fine di identificare la combinazione di misure di efficienza energetica che garantisce il miglior rapporto tra costi e benefici, è stata implementata un'analisi di *Cost Optimal*, utile ad individuare gli interventi che presentano il miglior compromesso tra prestazioni energetiche raggiungibili e tempo di ritorno semplice dell'investimento.

Le misure di efficienza energetica sono state confrontate sulla base di un indice di prestazione energetica definito BEI (*Building Energy Index*) e del tempo di ritorno semplice TRS.

Il tempo di ritorno semplice dei singoli interventi è definito come:

$$TRS = \frac{I_0}{\overline{FC}}$$

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.

Si precisa che l'analisi dei flussi di cassa è stata effettuata tenendo conto del contributo degli incentivi.

L'indice BEI identifica invece il fabbisogno energetico annuo dell'edificio espresso in kWh/(m² anno) e calcolato come somma del fabbisogno di energia termica [kWh] e fabbisogno di energia elettrica [kWh], rapportati alla superficie utile dell'edificio [m²]. Tali fabbisogni sono stati ricavati dalla modellazione energetica dei singoli interventi e si riferiscono quindi a consumi teorici.

Confrontando i parametri sopra descritti è stato possibile individuare gli interventi che garantiscono il miglior rapporto costi-benefici.

Essi corrispondono all'efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED ed installazione di impianto fotovoltaico.

Le misure di efficienza energetica proposte sono state aggregate in modo da comporre i due scenari:

- scenario a) definito dal sistema di misure di efficientamento che si caratterizza per il miglior rapporto tra costi (realizzazione e gestione) e benefici (risparmio energetico ed economico)
- scenario b) definito dal sistema di misure di efficientamento necessario per trasformare i fabbricati in edifici ad energia quasi zero (NZEB). Ove non sia possibile tale trasformazione, per questioni di natura tecnica o per un rapporto costi-benefici degli interventi palesemente inadeguato, lo scenario dovrà considerare il sistema di misure atte a garantire il più alto miglioramento di classe energetica raggiungibile e valutabile positivamente, sia sotto l'aspetto della fattibilità tecnica che di quella economico-finanziaria.

9.3.1 Scenario a)

Lo **Scenario a)** è definito dal sistema di misure di efficientamento che si caratterizza per il miglior rapporto tra i costi (realizzazione e gestione) e benefici (risparmio energetico ed economico) su un piano temporale di 20 anni.

In seguito ad una analisi di *Cost Optimal* si è scelto di unire quelle misure che garantissero dei risparmi sia in termini energetici che economici (come somma dei costi sulla fornitura dei vettori energetici e di realizzazione dell'intervento) e che corrispondono a:

- EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED
- EEM 7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	19.174	19.174	0,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	294.638	140.738	52,2%
$Q_{baseline}$	[kWh]	21.035	21.035	0,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	301.611	144.069	52,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	4.249	4.249	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	140.852	67.280	52,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	145.101	71.529	50,7%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	1.635	1.635	0,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	60.322	28.814	52,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	61.957	30.449	50,9%
C_{MO_I}	[€]	7.661	6.895	10,0%
C_{MO_E}	[€]	773	773	0,0%
C_{MS_I}	[€]	2.037	1.833	10,0%
C_{MS_E}	[€]	1.387	1.387	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	11.858	10.888	8,2%
OPEX	[€]	73.816	41.337	44,0%
Classe energetica	[-]	B	A3	3 classi

Si riportano in basso l'elenco delle voci di costo e dell'incentivo per lo scenario a).

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AI 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM5 Sost. Lampade LED	29.943	8.445	38.388
EEM7 Installazione FV	156.133	44.032	200.145
TOTALE (I₀)	186.76	52.477	238.533

VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA) [€]	C _{MS} (IVA INCLUSA) [€]	C _M (IVA INCLUSA) [€]
O&M	8.434	3.424	11.858
TOTALE (C_M)	8.434	3.424	11.858

VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Incentivi	[Conto termico]	15.355
Durata incentivi		1
Incentivo annuo		15.355

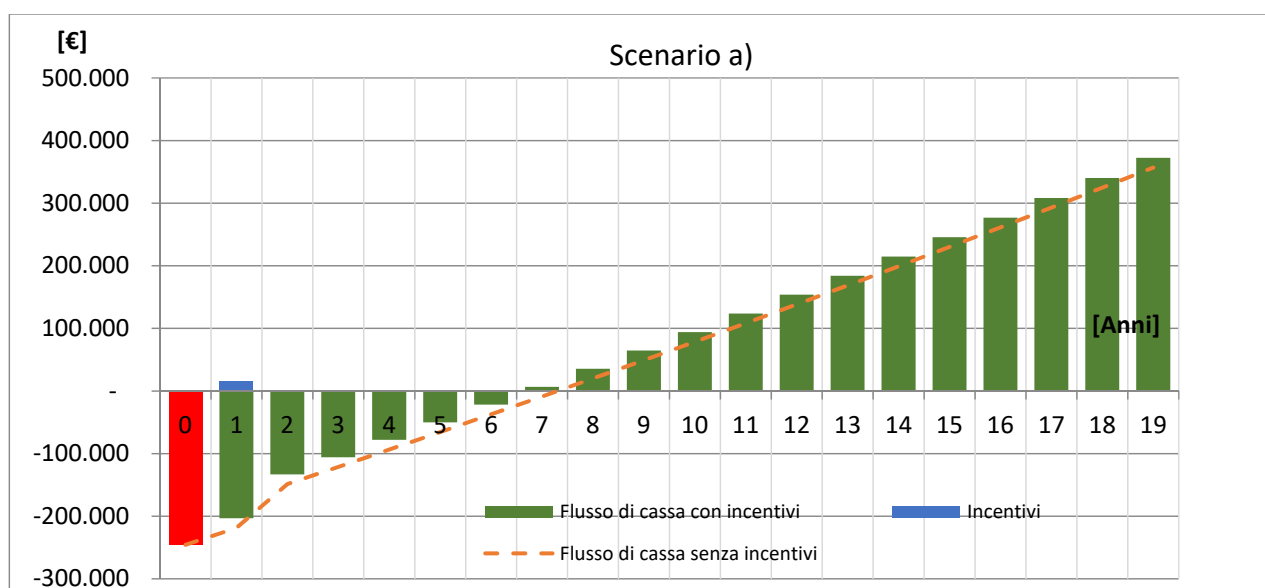
Nota: Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 35 €/m² per i LED.

L'analisi di convenienza effettuata per lo **Scenario a)** porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€	238.533
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	15.355
Durata incentivo	n _B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	7,4	6,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	9,6	8,8
Valore attuale netto	VAN	144.151	158.775
Tasso interno di rendimento	TIR	11,9%	12,9%
Indice di profitto	IP	0,60	0,67

Si riportano in forma tabellare e grafica i dati numerici riferibili ai flussi di cassa dello Scenario analizzato.

ANNO	I ₀	INCENTIVI	FLUSSO DI CASSA SENZA INCENTIVI	FLUSSO DI CASSA CON INCENTIVI
0	-238.533	-	-245.689	-245.689
1	-	15.355	-218.801	-203.446
2	-	-	-148.630	-133.275
3	-	-	-121.202	-105.847
4	-	-	-93.500	-78.145
5	-	-	-65.520	-50.165
6	-	-	-37.261	-21.906
7	-	-	-8.719	6.636
8	-	-	20.108	35.463
9	-	-	49.224	64.579
10	-	-	78.630	93.985
11	-	-	108.331	123.686
12	-	-	138.329	153.684
13	-	-	168.627	183.982
14	-	-	199.228	214.583
15	-	-	230.134	245.489
16	-	-	261.350	276.705
17	-	-	292.878	308.233
18	-	-	324.721	340.076
19	-	-	356.883	372.238



9.3.2 Scenario b)

Dovendo proporre uno scenario NZEB è stato necessario implementare anche quelle misure di efficienza energetica che non riuscivano a garantire un sufficiente rapporto costo-beneficio ma che erano importanti per ragioni di qualità del fabbricato post intervento e delle condizioni di benessere ambientale.

Nonostante ciò non è stato possibile trasformare l'edificio in NZEB e così come specificato nel capitolato, lo scenario ha però soddisfatto il requisito del raggiungimento della miglior classe energetica possibile sia sotto l'aspetto della fattibilità tecnica e sia economico-finanziaria. L'orizzonte temporale per cui si è realizzata tale analisi è di 20 anni.

Le misure coinvolte in questo scenario sono:

- EEM 1: Coibentazione della copertura piana
- EEM 3: Coibentazione del pavimento su interno
- EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED
- EEM 6: Installazione sistemi di Building Automation
- EEM 7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	19.174	13.121	31,6%
$EE_{teorico}$	[kWh]	294.638	140.631	52,3%
$Q_{baseline}$	[kWh]	21.035	14.394	31,6%
$EE_{baseline}$	[kWh]	301.611	143.959	52,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	4.249	2.908	31,6%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	140.852	67.229	52,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	145.101	70.137	51,7%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	1.635	1.119	31,6%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	60.322	28.792	52,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	61.957	29.911	51,7%
C_{MO_I}	[€]	7.661	6.895	10,0%
C_{MO_E}	[€]	773	541	30,0%
C_{MS_I}	[€]	2.037	1.833	10,0%
C_{MS_E}	[€]	1.387	541	61,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	11.858	9.810	17,3%
OPEX	[€]	73.816	39.721	46,2%
Classe energetica	[-]	B	A4	4 classi

Si riportano in basso l'elenco delle voci di costo e dell'incentivo per lo scenario b).

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA Al 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM1 Coib. Copertura	58.011	16.362	74.373
EEM3 Coib. Pavimento su interno	31.929	9.006	40.935
EEM5 Sost. Lampade LED	29.943	8.445	38.388
EEM6 Install. BACS	10.920	3.080	14.000
EEM7 Install. FV	156.133	44.032	200.145
TOTALE (I_b)	286.936	80.925	367.841

VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA) [€]	C _{MS} (IVA INCLUSA) [€]	C _M (IVA INCLUSA) [€]
O&M	8.202	2.577	10.780
TOTALE (C_M)	8.202	2.577	10.780

VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Incentivi	[Conto termico]	67.078
Durata incentivi		1
Incentivo annuo		67.078

Nota: Incentivo calcolato secondo le regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal Conto Termico 2.0 relative alle misure di efficienza considerate.

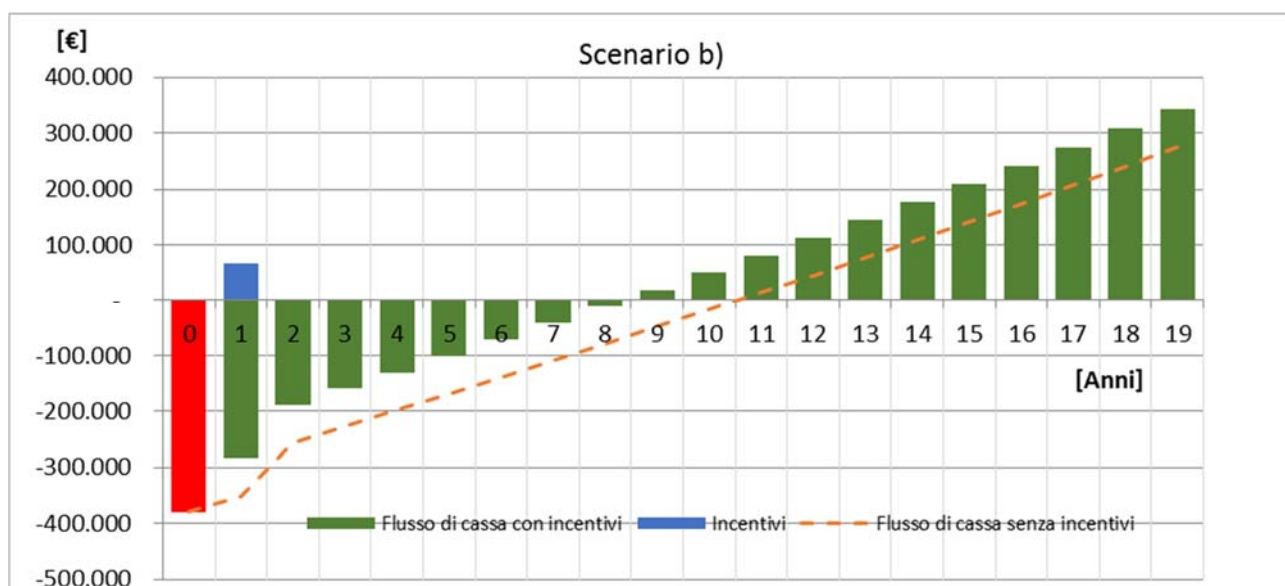
L'analisi di convenienza effettuata per lo **Scenario b)** porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€	367.841
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	67.078
Durata incentivo	n _B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	10,6	8,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	15,7	11,8
Valore attuale netto	VAN	49.575	113.459
Tasso interno di rendimento	TIR	6,7%	9,4%

Indice di profitto	IP	0,13	0,31
--------------------	----	------	------

Si riportano in forma tabellare e grafica i dati numerici riferibili ai flussi di cassa dello Scenario analizzato.

ANNO	I ₀	INCENTIVI	FLUSSO DI CASSA SENZA INCENTIVI	FLUSSO DI CASSA CON INCENTIVI
0	-367.841	-	-378.876	-378.876
1	-	67.078	-350.650	-283.572
2	-	-	-255.810	-188.732
3	-	-	-227.016	-159.938
4	-	-	-197.935	-130.857
5	-	-	-168.563	-101.485
6	-	-	-138.897	-71.819
7	-	-	-108.935	-41.857
8	-	-	-78.672	-11.594
9	-	-	-48.108	18.970
10	-	-	-17.237	49.841
11	-	-	13.942	81.020
12	-	-	45.433	112.511
13	-	-	77.239	144.317
14	-	-	109.362	176.440
15	-	-	141.808	208.886
16	-	-	174.577	241.655
17	-	-	207.674	274.752
18	-	-	241.103	308.181
19	-	-	274.865	341.943



10 CONCLUSIONI

Dai risultati della diagnosi energetica emerge che l'edificio che ospita l'autoparco della Polizia Municipale sito in via Santa Maria del Pianto a Napoli presenta varie possibilità di efficientamento. Tale obiettivo potrebbe essere raggiunto attraverso la realizzazione di misure di efficientamento energetico con tempi di ritorno semplici piuttosto contenuti considerando la possibilità di accedere agli incentivi previsti per le PA dal "Conto Termico". Sono stati inoltre simulati alcuni scenari su medio lungo periodo prevedendo interventi aggregati i cui costi/benefici potrebbero essere appetibili per un intervento che vede il coinvolgimento di investitori privati ed ESCo.

Nei paragrafi seguenti sono riportate le conclusioni del processo di audit attraverso:

riassunto degli indici di performance energetica

- lista delle raccomandazioni ed opportunità di risparmio energetico con la stima della loro fattibilità tecnico – economica;
- programma di attuazione delle raccomandazioni proposte;
- potenziali interazioni fra le raccomandazioni proposte;
- proposta di un piano di misure e verifiche per accertare i risparmi energetici conseguiti dopo l'implementazione delle raccomandazioni.

10.1 Riassunto degli indici di performance energetica

Si riportano di seguito gli indici di prestazione energetica conseguenti all'attuazione degli scenari ottimali **Scenario a)** e **Scenario b)**.

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA	U.M.	ANTE INTERVENTO		Scenario a)		Scenario b)		
		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	
Globale	EP _{gl}	kWh/m ² anno	438	570	74	221	56	189
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/m ² anno	67	109	38	88	25	60
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/m ² anno	1	1	1	1	1	1
Ventilazione	EP _v	kWh/m ² anno	-	-	-	-	-	-
Raffrescamento	EP _c	kWh/m ² anno	27	33,5	0	14	0	14

illuminazione artificiale	EP _L	kWh/ mq anno	343	425,5	35	118	30	115
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/ mq anno	-	-	-	-	-	-
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2e} q	kg/mq anno	82	101	14	16,2	10,7	12,3

10.2 Riassunto degli scenari di investimento e dei principali risultati

Sulla base delle analisi tecnico-economiche effettuate sulle singole misure di efficienza energetica è stato possibile definire un elenco di interventi prioritari oltre che due possibili scenari aggregati.

L'elenco delle priorità è stato definito sulla base del valore di TRS raggiunto. Le misure di efficienza energetica con un valore minore saranno le prime che si suggerisce di realizzare mentre quelle con TRS più alto dovranno essere realizzate in seguito.

Inoltre le opportunità di intervento sono state definite sulla base delle fattibilità tecniche ed economiche, privilegiando gli interventi mirati alla riduzione degli sprechi e ottimizzazione del sistema edificio-impianti, rispetto a quelli finalizzati al miglioramento dell'efficienza dei sistemi di produzione di energia ed alla produzione di energia da fonti rinnovabile.

Gli interventi mirati alla riduzione degli sprechi e ottimizzazione del sistema edificio-impianti simulati sono stati:

- EEM 1: Coibentazione della copertura piana (in tabella abbreviato con Cop)
- EEM 2: Coibentazione della copertura piana con verde estensivo (in tabella abbreviato con Copv)
- EEM 3: Coibentazione del pavimento su interno (in tabella abbreviato con Pav)
- EEM 4: Sostituzione infissi (in tabella abbreviato con Inf)
- EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED (in tabella abbreviato con LED)
- EEM 6: Installazione sistemi di Building Automation (in tabella abbreviato con BACS)

Gli interventi mirati alla produzione di energia da fonti rinnovabili sono stati:

- EEM 7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV (in tabella abbreviato con FV)

Successivamente sono stati individuati due scenari di interventi aggregati su cui sono state calcolati gli indicatori economici **Scenario a)** e **Scenario b)**.

Interventi previsti nello **Scenario a)**:

- EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED
- EEM 7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto

Interventi previsti nello **Scenario b)**:

- EEM 1: Coibentazione della copertura piana
- EEM 3: Coibentazione del pavimento su interno
- EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED (in tabella abbreviato con LED)
- EEM 6: Installazione sistemi di Building Automation (in tabella abbreviato con BACS)
- EEM 7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto

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

	% ΔE	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	Vita utile	TRS	TRA	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
Cop	0,4	0,5	276	231	416	74.373	30	33,4	43	-23.179	-1,5	-0,31
Cop V	0,5	0,5	281	116	416	95.076	30	37,8	46,5	-34.748	-3,4	-0,37
Pav	1,1	1,1	665	239	430	40.935	30	15,8	30,9	-1.212	4,5	-0,03
LED	20,9	20,9	12.967	766	204	38.388	8	1,7	1,9	50.028	42,4	1,3
Bacs	11,2	11,2	6.910	0	0	14.000	10	1,5	1,6	35.393	58	2,53
FV	34,0	33,9	21.058	0	0	200.145	20	9,4	13,4	54.055	8,3	0,27
SCN a	50,9	50,7	31.508	766	204	238.533	20	6,8	8,8	158.775	12,9	0,67
SCN b	51,7	51,7	32.047	998	1.050	367.841	20	8,6	11,8	113.459	9,4	0,31

10.3 Conclusioni e commenti

In conclusione è possibile ipotizzare che sia i singoli interventi simulati che gli scenari aggregati riportati nel presente Rapporto di Diagnosi potranno essere realizzati attraverso investimenti propri del Comune di Napoli in particolare nell'ambito del Programma Operativo Nazionale "Città Metropolitane 2014-2020" denominato PON METRO in quanto pienamente rispondenti agli obiettivi ed alle indicazioni riportate nell'azione 2.1.2 "risparmio energetico negli edifici pubblici".

Tutti gli interventi possono contribuire, infatti sia alla riduzione dei consumi energetici che alla conseguente riduzione delle emissioni di CO₂ intervenendo sia sull'involucro termico sia sulla sostituzione degli impianti di raffrescamento, riscaldamento e illuminazione oltre che sull'installazione di sistemi di monitoraggio e controllo dei consumi energetici che potranno, abbinati a sistemi di telecontrollo, consentire una migliore gestione energetica dell'edificio stesso.

Anche gli interventi che consentiranno di coprire parte del fabbisogno energetico attraverso la produzione di energia da fonti rinnovabili sono pienamente in linea con le richieste dell'azione 2.1.2.

Si precisa inoltre che le soluzioni proposte, in particolare per la riqualificazione energetica dell'involucro opaco sono il risultato della combinazione di due obiettivi principali.

- Garantire un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziario 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 ove possibile l'utilizzo di materiali ecosostenibili naturali

E' possibile prevedere rispetto a quanto proposto delle soluzioni migliorative dal punto di vista della sostenibilità ambientale utilizzando materiali maggiormente "ecologici", tuttavia tali soluzioni prevedono una maggiorazione dei costi che inevitabilmente ridurrebbero il livello di sostenibilità economico/finanziario.

Si precisa comunque che ogni intervento non prevede l'utilizzo di materiali pericolosi per la salute degli operatori e degli utenti dell'edificio e che una volta realizzati potranno migliorare la qualità ed in confort interno.