

PROGETTO

DIAGNOSI ENERGETICA

**“Comune di Napoli, Servizi attività tecniche - Polizia
Municipale - Centro per l’Impiego”**

Via Diocleziano n.330

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>	6
1.4 <i>Struttura del report.....</i>	15
2 DATI DELL'EDIFICIO.....	16
2.1 <i>Informazioni sul sito.....</i>	16
2.2 <i>Inquadramento territoriale, socio-economico e destinazione d'uso</i>	23
2.3 <i>Verifica dei vincoli interferenti sulle parti di immobile interessate dall'intervento.</i>	23
2.4 <i>Modalità di gestione e manutenzione di edifici ed impianto</i>	25
3 DATI CLIMATICI	27
3.1 <i>Dati climatici di riferimento.....</i>	27
3.2 <i>Dati climatici reali.....</i>	27
3.3 <i>Analisi dell'andamento dei dati climatici e profili annuali dei gradi giorno ..</i>	29
4 AUDIT DELL'EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI.....	30
4.1 <i>Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio</i>	30
4.2 <i>Descrizione delle prestazioni energetiche dell'impianto di riscaldamento/climatizzazione invernale</i>	50
4.3 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto produzione acqua calda sanitaria</i>	51
4.4 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva</i>	52
4.5 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto elettrico e principali utenze elettriche</i>	59
4.6 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto illuminazione.....</i>	61
5 CONSUMI RILEVATI.....	65
5.1 <i>Consumi energetici storici per ciascun vettore e connessione alle reti gas naturale ed elettrica.....</i>	65
5.2 <i>Indicatori di performance energetica ed ambientale</i>	69
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO	72

6.1	<i>Metodologia di calcolo adottata e validazione dei modelli di calcolo</i>	72
6.2	<i>Fabbisogni energetici e profili annuali</i>	75
6.3	<i>Profili mensili di consumo energetico</i>	75
7	ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO	77
7.1	<i>Tariffe e prezzi vettori energetici utilizzati nell'analisi</i>	77
7.2	<i>Costi relativi alla fornitura dei vettori energetici</i>	77
7.3	<i>Stima dei costi di gestione e manutenzione di edificio ed impianti</i>	77
7.4	<i>Baseline dei costi</i>	78
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	79
8.1	<i>Elenco, descrizione, fattibilità, prestazioni e costi-benefici dei singoli interventi migliorativi</i>	79
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	86
8.1.1.1	<i>Coibentazione della copertura calpestabile</i>	86
8.1.1.2	<i>Coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo</i> 90	
8.1.1.3	<i>Pellicole a controllo solare</i>	95
8.1.2	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	98
8.1.2.1	<i>Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED</i>	98
8.1.2.2	<i>Sistemi di Building Automation</i>	101
8.1.3	<i>Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva ed invernale</i>	104
8.1.3.1	<i>Rifacimento centrale termofrigio, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio</i>	104
8.1.4	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili</i>	107
8.1.4.1	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili- fotovoltaico</i>	107
8.2	<i>Interventi multipli e analisi dei miglioramenti di classe energetica</i>	109
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA	110
9.1	<i>Analisi dei costi dei singoli interventi migliorativi</i>	110
9.1.1	<i>Coibentazione della copertura calpestabile</i>	110
9.1.2	<i>Coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo</i> 112	
9.1.3	<i>Pellicole a controllo solare</i>	115
9.1.4	<i>Installazione sistemi BACS</i>	117

9.1.5	<i>Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED</i>	118
9.1.6	<i>Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva ed invernale</i>	120
9.1.6.1	<i>Rifacimento centrale termofrigio, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio</i>	120
9.1.7	<i>Installazione impianto fotovoltaico da 25 kWp</i>	124
9.2	<i>Analisi di convenienza dei singoli interventi migliorativi</i>	126
9.2.1	<i>Coibentazione della copertura calpestabile</i>	128
9.2.2	<i>Coibentazione della copertura piana con tetto verde estensivo</i>	129
9.2.3	<i>Applicazione di sistemi di schermatura solare</i>	130
9.2.4	<i>Installazione sistema BACS</i>	131
9.2.5	<i>Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED</i>	132
9.2.6	<i>Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva ed invernale</i>	133
9.2.7	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili: installazione impianto FV</i>	134
9.3	<i>Identificazione delle soluzioni integrate d'intervento e scenari d'investimento</i>	135
9.3.1	<i>Scenario a)</i>	136
9.3.2	<i>Scenario b)</i>	139
10	CONCLUSIONI	143
10.1	<i>Riassunto degli indici di performance energetica</i>	143
10.2	<i>Riassunto degli scenari di investimento e dei principali risultati</i>	144
10.3	<i>Conclusioni e commenti</i>	146



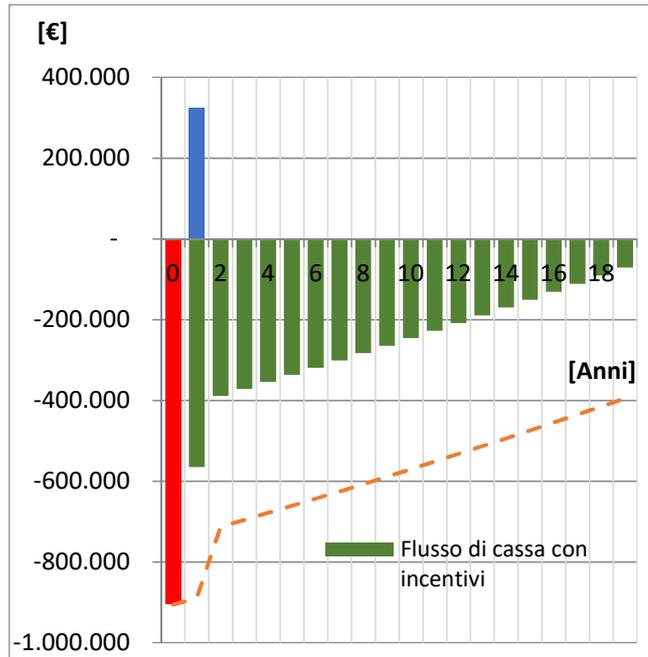
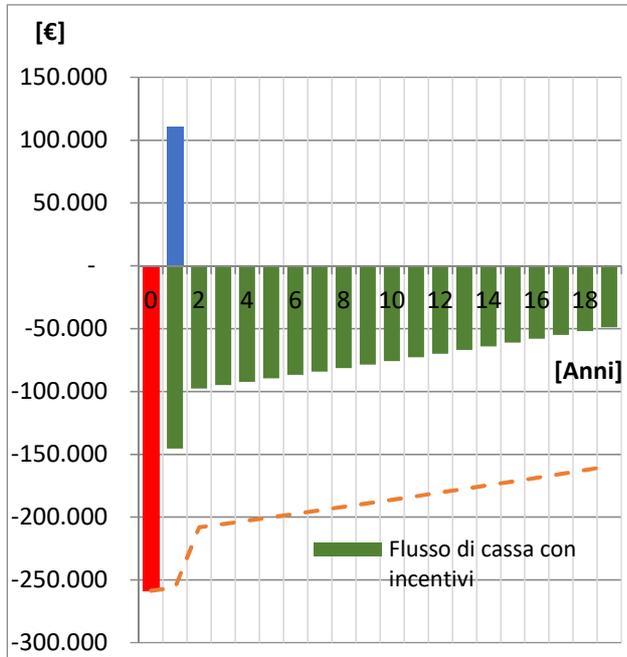
EXECUTIVE SUMMARY

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Coibentazione della copertura (in tabella abbreviato con Cop)
- EEM 2: Coibentazione della copertura con tetto verde (in tabella abbreviato con Copv)
- EEM 3: Utilizzo di pellicole solari (in tabella abbreviato con Pel)
- EEM 4: Realizzazione di sistemi di Building Automation (in tabella abbreviato con BACS)
- EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED (in tabella abbreviato con LED)
- EEM 6: rifacimento centrale termofrigio, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio (in tabella abbreviato con Termofrigio)
- EEM 7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV (in tabella abbreviato con FV)
- Scenario a): rifacimento centrale termofrigio, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio
- Scenario b): coibentazione della copertura, applicazione pellicole solari, efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED, rifacimento centrale termofrigio, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio, 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	0,8	451	835	1.501	110.911	30	19,8	34,5	-14.843	2,7	-0,13
Copv	0	0,8	452	835	1.501	138.876	30	24,5	37,4	-28.409	1,3	-0,20
Pel	12,3	12,3	6.726	688	1.236	258.762	30	14,6	27,8	3.939	5,3	0,02
BACS	8,8	8,8	4.847	0	0	57.950	10	6,7	8,8	1.457	5,9	0,03
LED	10	9,9	7.940	0	0	95.100	8	12,9	14,4	-77.113	-16,3	-0,46
Termofrigio	-5,6	-5,6	-3.083	3.934	2.275	258.762	15	20	22,4	-85.210	-8,7	-0,34
FV	13,4	13,4	7.361	0	0	89.658	20	11,9	18,6	1.825	5,3	0,02
SCN a	-5,6	-5,6	3.083	3.934	2.275	258.762	20	24,7	28,7	-78.578	-	-
											4,8%	0,31%
SCN b	25,9	25,9	14.244	3.934	2.276	879.465	20	21,7	26,9	-232.562	-	-
											1,5%	0,26%

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 su un edificio per uffici sito in via Diocleziano 330, sede del Centro dell'Impiego, Servizio Attività Tecniche (Uffici Urbanistici del Comune di Napoli) e sede della Polizia Municipale.

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 uno sviluppo in pianta regolare che si estende su sei piani fuori terra.

Il riscaldamento è realizzato in modo autonomo tramite l'ausilio di stufe elettriche per via dell'assenza di un impianto di riscaldamento centralizzato. Presenta un impianto caldo/freddo solamente l'Ufficio di Collocamento mentre per gli altri piani sono installati dei sistemi di emissioni esclusivi per il solo raffrescamento.

Il fabbricato risalente agli anni '80 del XX secolo ha un livello seminterrato e possiede una sezione in pianta regolare con gli uffici disposti lungo i muri esterni mentre i servizi e corridoi sono nel lato interno senza aperture verso l'esterno. I piani regolari si ritrovano fino al quinto f.t. ai quali si aggiunge un alloggio disposto al piano copertura (6 f.t). I tamponamenti sono realizzati in facciata continua attraverso la disposizione ordinata di moduli cellulari, costituiti da cellule prefabbricate contenenti sia il profilo in alluminio sia la parte di tamponamento, cieca od opaca. L'edificio ha una lunghezza dominante ed è in ardenza con un altro edificio in continuità architettonica. Si sviluppa su tre orientamenti, tante quali sono le facciate esposte, che corrispondono a SE-SO-NO. La scala di accesso principale non è riscaldata e si sviluppa lungo tutti gli interpiani. Esistono altri due vani scala di cui uno interno e compreso tra ambienti riscaldati ed un altro condiviso con l'edificio in aderenza. Si riscontra l'assenza di sottotetti in quanto le coperture sono piane e disperdenti verso l'esterno.

L'edificio è alimentato da un'unica centrale costituita da gruppi frigo ubicata sul tetto dell'edificio. Tale centrale presenta delle difficoltà sul funzionamento ed è alimentato con corrente elettrica con potenza frigorifera nominale di 239 kW, non di recente installazione, ed asservita alla climatizzazione estiva di alcune porzioni dell'edificio (Sud-Ovest e Sud-Est). Tali macchine non sono in buone condizioni e non riescono a garantire il livello di set-point estivo di comfort. Sono assenti sistemi di generazione per il riscaldamento.

Il Centro per l'impiego è climatizzato in autonomia con delle pompe di calore (split).

Il servizio di produzione di acqua calda sanitaria è invece soddisfatto mediante boiler elettrici ubicati nei servizi igienici di ciascun piano dell'edificio.

La struttura, al momento, viene utilizzato come sede della Polizia Municipale e dell'Ufficio di collocamento a piano terra mentre nei piani superiori sono collocati gli uffici comunali proposti all'urbanistica.

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. Sul lato Nord ed a ridosso della proprietà insiste la linea della seconda metro. Si riporta nell'immagine sottostante una foto aerea dell'edificio in oggetto (indicato in rosso).



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 dalle stazioni meteorologiche ARPA più prossime agli edifici oggetto di audit ed aventi caratteristiche di contesto urbano analoghe all'area in cui è situato l'edificio. 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. I risultati ottenuti sono stati imputati sul software di calcolo nella sezione "Dati Climatici");
- delle temperature interne rilevate nei vari locali di pertinenza dei fabbricati;
- 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.

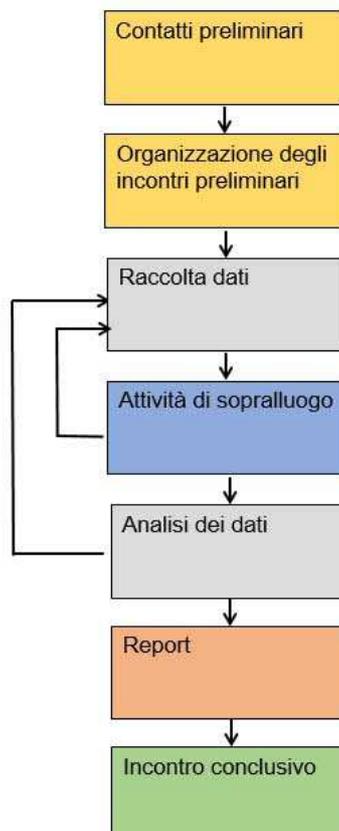
La modellizzazione è stata effettuata attraverso il software EDILCLIMA EC700 secondo le norme di calcolo UNI/TS 11300-1, UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4.

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

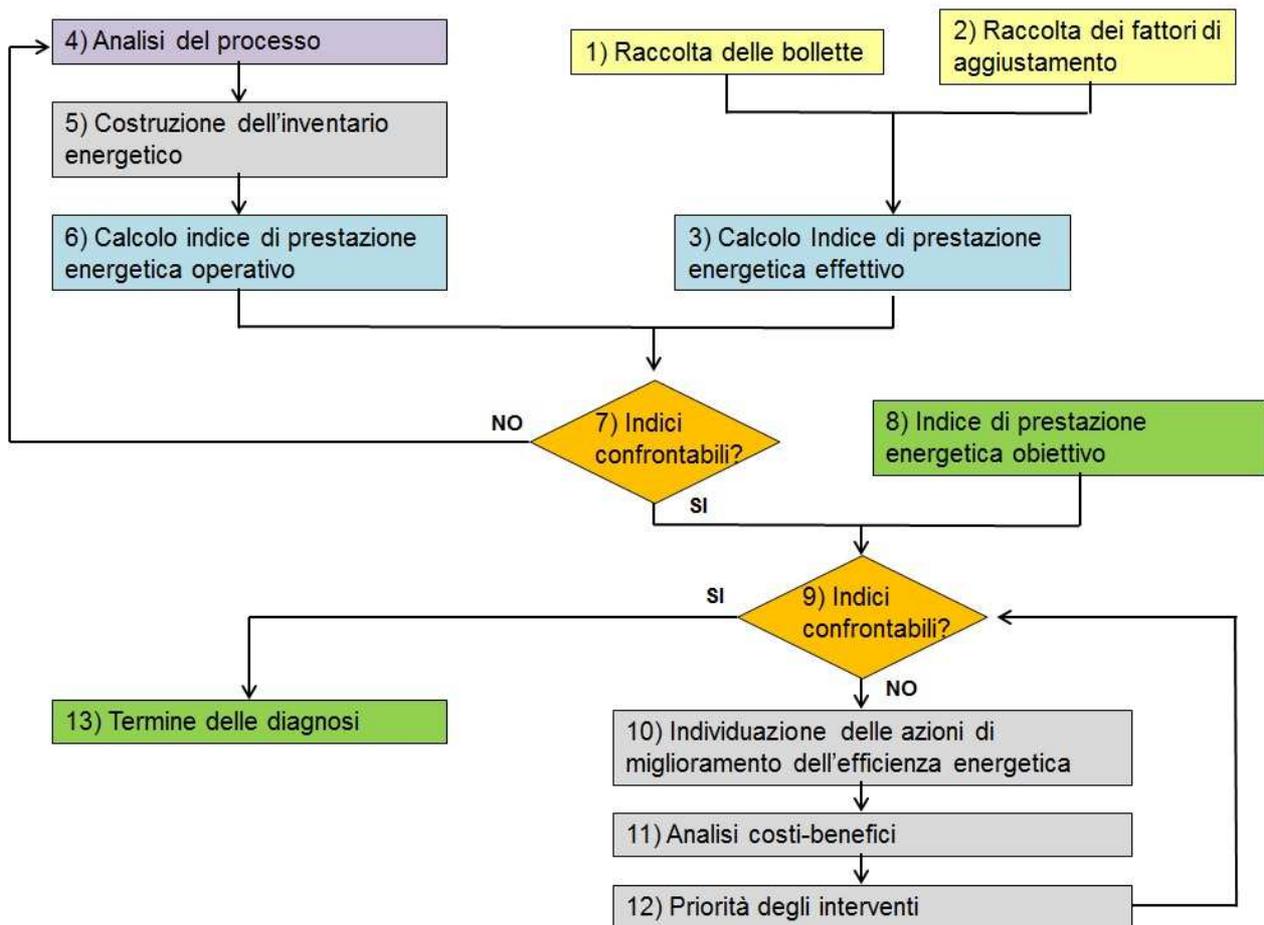
UNI EN ISO 13789	Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 13790	Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
UNI EN ISO 14683	Ponti 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="252 651 703 680">Bindella metrica/distanziometro laser</p>	<p data-bbox="818 472 1433 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="408 902 549 931">Spessivetro</p>	<p data-bbox="818 763 1433 869">Al fine di definire le caratteristiche dei vetri si procede alla misura dello spessore avvalendosi di uno spessivetro.</p>
 <p data-bbox="352 1234 604 1263">Macchina fotografica</p>	<p data-bbox="818 1003 1433 1198">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, accedendovi per rilevare le pompe di calore ed i gruppi frigo e per l'assenza di un generatore termico sono state censite le stufette elettriche. Sono state rilevate 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.



IMMAGINI DEI SOPRALLUOGHI



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	"Comune di Napoli-Servizi attività tecniche, Polizia Municipale, Centro per l'Impiego"
Indirizzo	Via Diocleziano 330
Destinazione d'uso	E.2- edifici adibiti ad uffici ed assimilabili
Contesto urbano	Semiperiferico
Anno di costruzione	Anni '80 del XX secolo (*) <i>data indicativa</i>
Descrizione generale	<p>L'edificio è costituito da uno sviluppo in pianta regolare che si estende su sei piani fuori terra.</p> <p>Il fabbricato risalente agli anni '80 ha un livello seminterrato e possiede una sezione in pianta regolare con i locali uffici disposti lungo i muri esterni mentre i servizi e corridoi sono disposti nel lato interno senza aperture verso l'esterno. I piani con distribuzione regolare si ritrovano fino al quinto f.t. ai quali si aggiunge un alloggio disposto al piano copertura (6 f.t). I tamponamenti sono realizzati in facciata continua attraverso la disposizione ordinata di moduli cellulari, costituiti da cellule prefabbricate contenenti sia il profilo in alluminio sia la parte di tamponamento, cieca od opaca. L'edificio ha una lunghezza dominante ed è in ardenza con un altro edificio in continuità architettonica. Si sviluppa su tre orientamenti, che corrispondono alle facciate esposte SE-SO-NO. La scala di accesso principale non è riscaldata e si sviluppa lungo tutti gli interpiani. Esistono altri due vani scala di cui uno interno e compreso tra ambienti riscaldati ed un altro condiviso con l'edificio in aderenza. Si riscontra l'assenza di sottotetti in quanto le coperture sono piane e disperdenti verso l'esterno.</p> <p>L'edificio è alimentato da un'unica centrale costituita da gruppi frigo ubicata sul tetto dell'edificio. Tale centrale presenta delle difficoltà sul funzionamento ed è alimentato con corrente elettrica con potenza frigorifera nominale di 239 kW, non di recente installazione, ed asservita alla climatizzazione estiva di alcune porzioni dell'edificio (Sud-Ovest e Sud-Est). Tali macchine</p>

	<p>non sono in buone condizioni e non riescono a garantire il livello di set-point estivo di comfort. Sono assenti sistemi di generazione per il riscaldamento.</p> <p>Il Centro per l'impiego è climatizzato in autonomia con delle pompe di calore (split).</p> <p>Il servizio di produzione di acqua calda sanitaria è invece soddisfatto mediante boiler elettrici ubicati nei servizi igienici di ciascun piano dell'edificio.</p>
--	---

FOTO DELL'EDIFICIO



Facciata continua dell'edificio



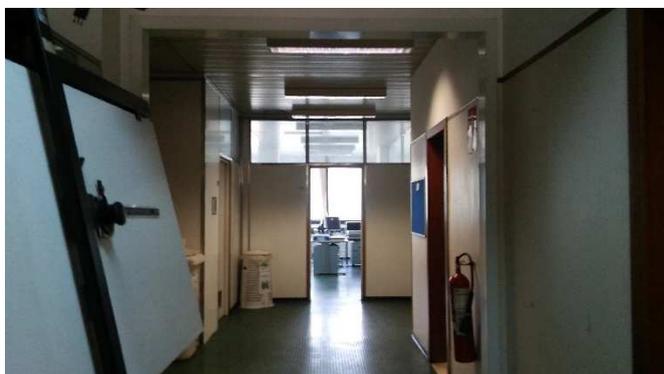
Ufficio tipo



Immagine facciata Sud Ovest



Immagine facciata Nord Ovest



Corridoio interno



Piano Copertura

SITO DELL'INTERVENTO	
Zona climatica e GG	Zona climatica C- Gradi Giorno 1034 ai sensi della UNI 10349
Altitudine s.l.m.	18 m
Latitudine	40° 49'
Longitudine	14° 10'
Foto aerea	



In rosso l'edificio IX Municipalità Soccavo-Pianura

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]
6	4.583,24	4.477,12	26.287	0,17

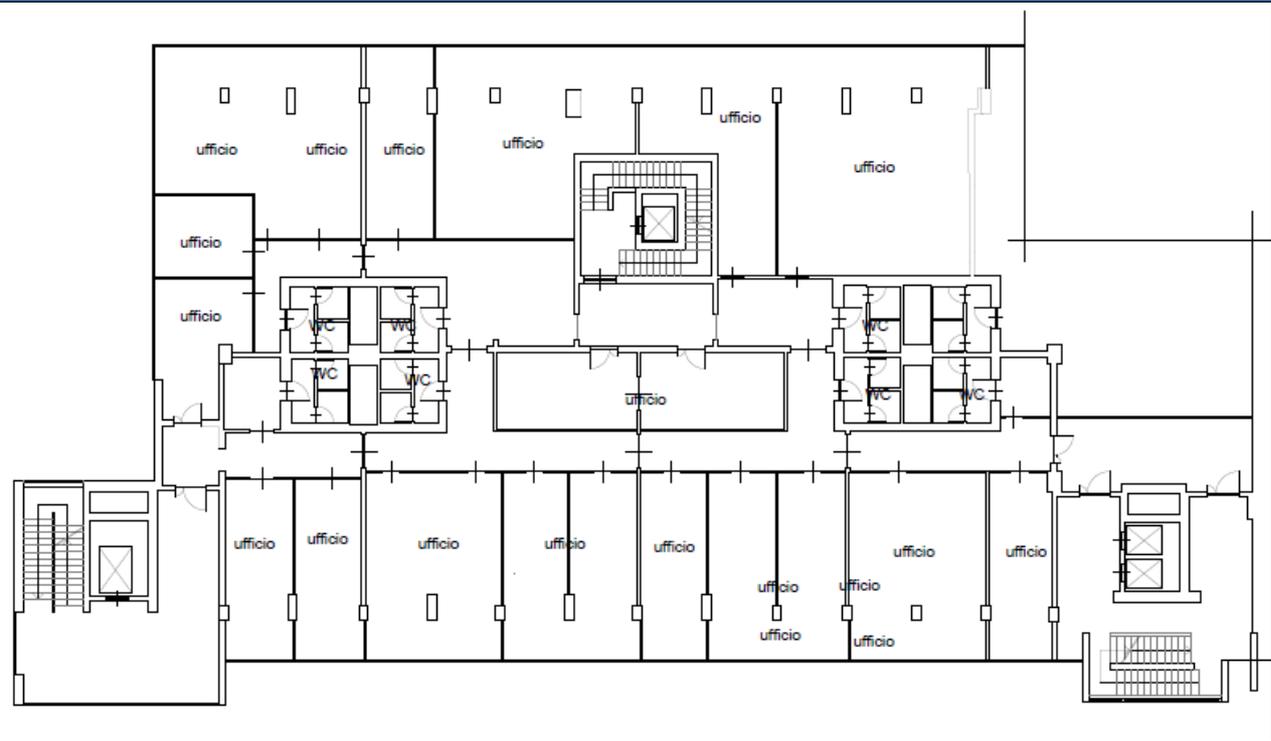
(*) Il riscaldamento è realizzato da stufette elettriche, perché è assente l'impianto centralizzato.

ELABORATI GRAFICI DELL'EDIFICIO

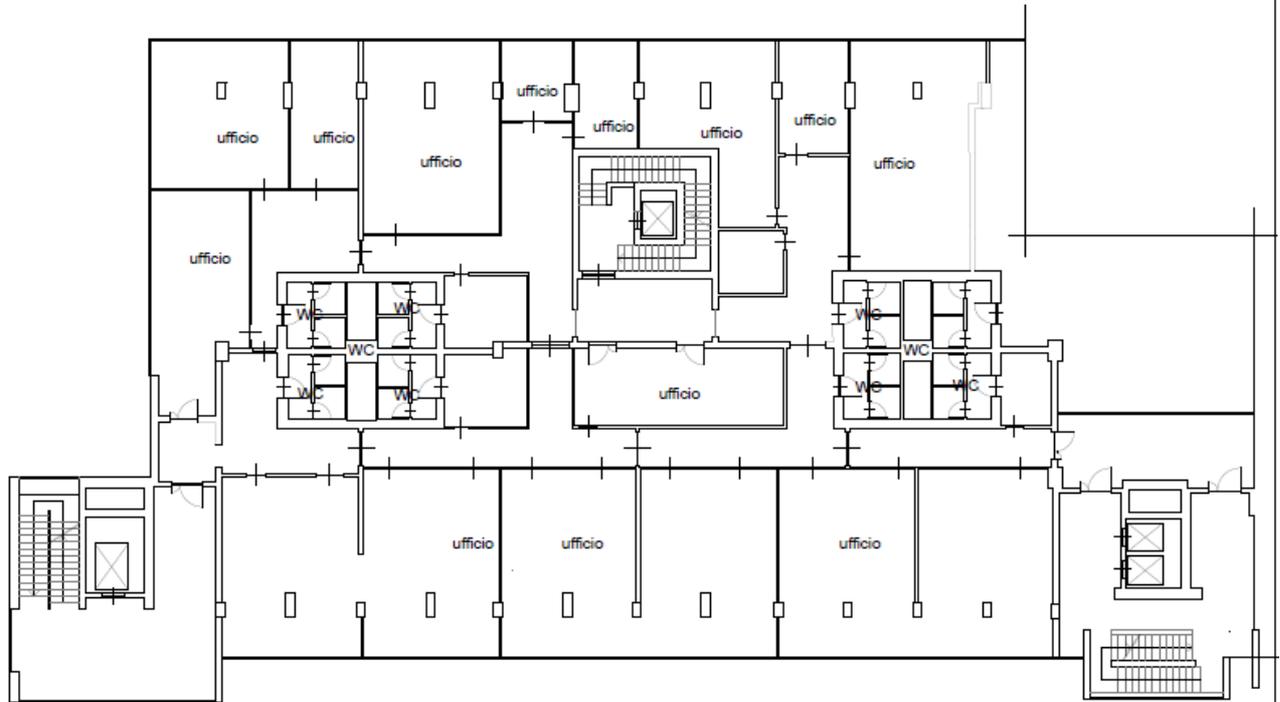
PIANO TERRENO



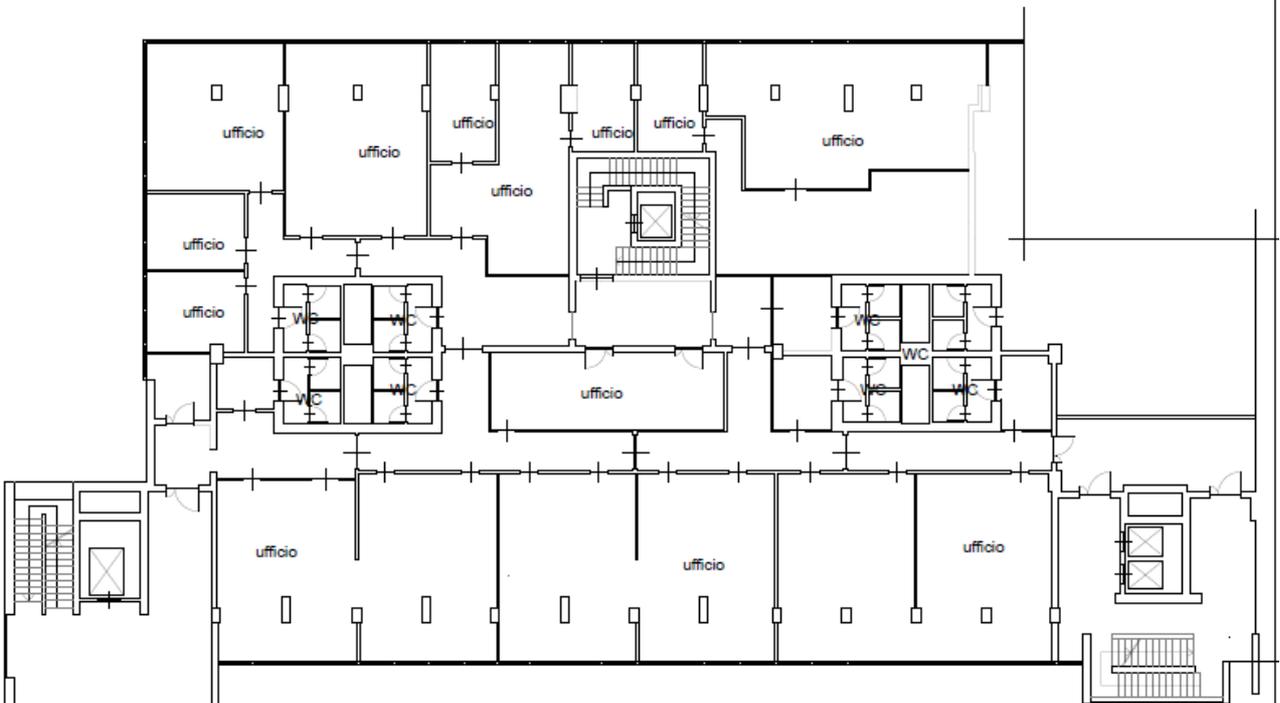
PIANO PRIMO



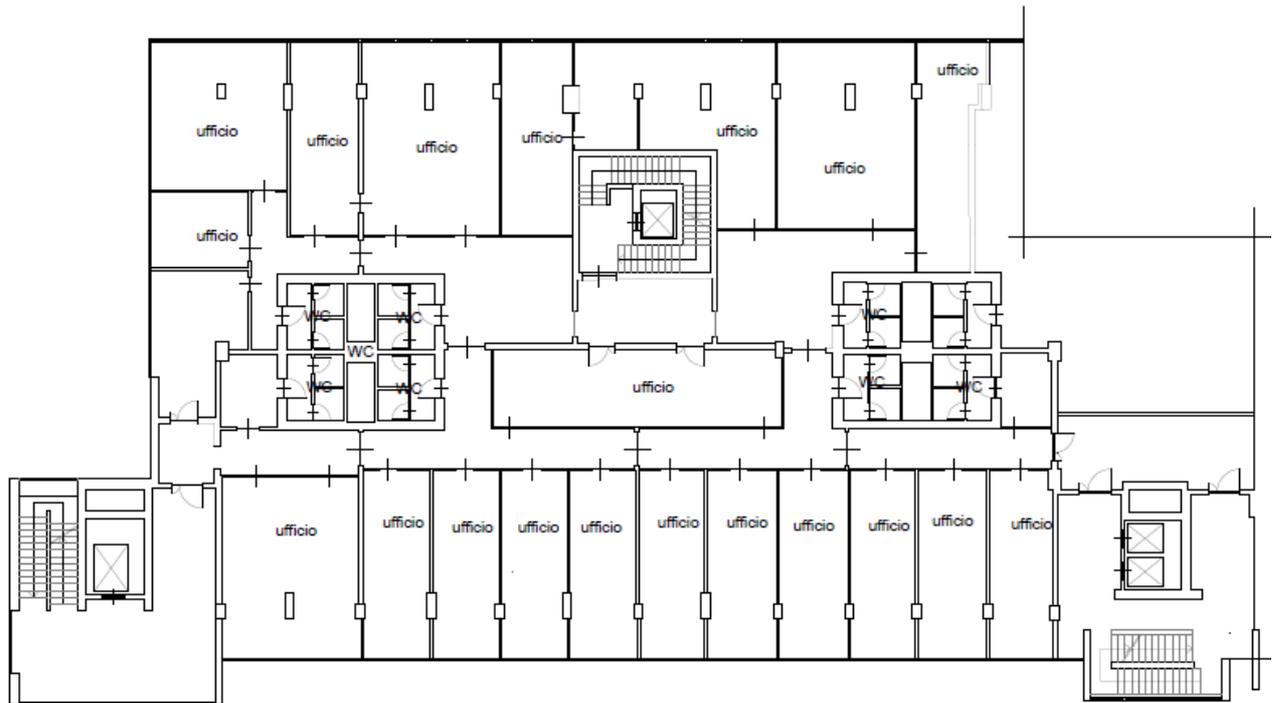
PIANO SECONDO



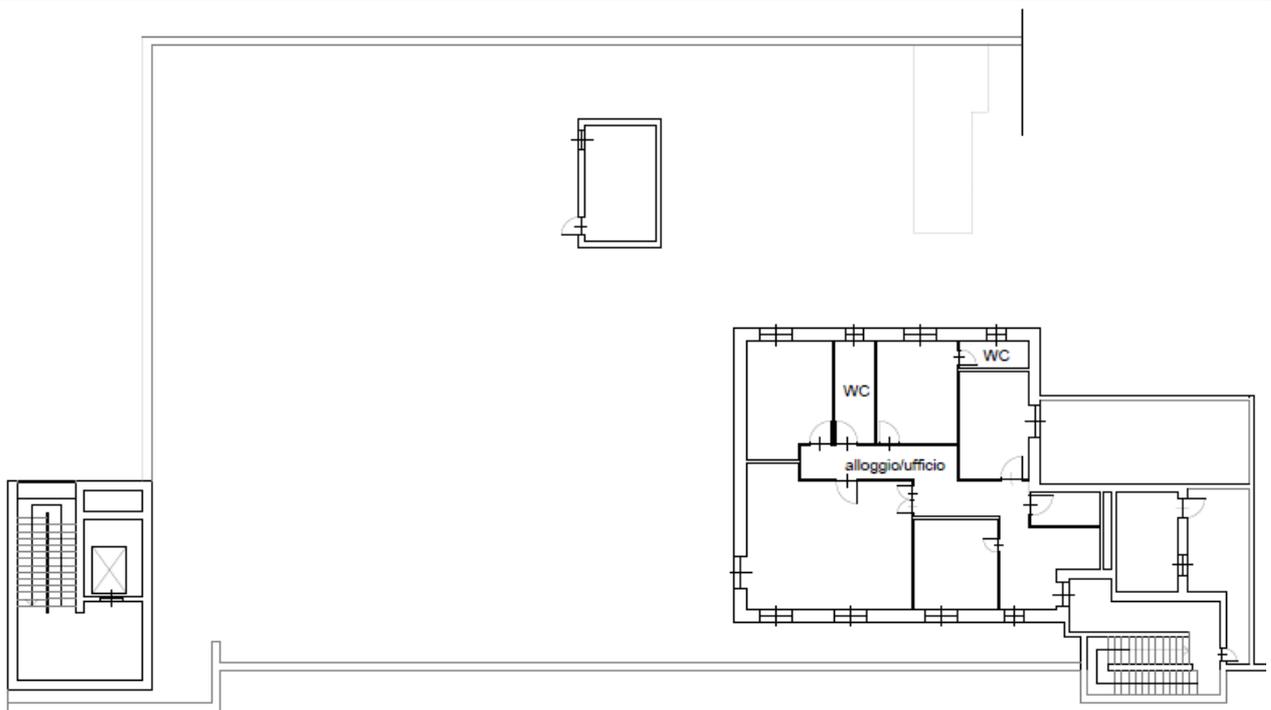
PIANO TERZO



PIANO QUARTO



PIANO COPERTURA



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

L'edificio è stato costruito negli anni '80 ed ospita gli uffici del Comune di Napoli, Servizi attività tecniche, Polizia Municipale e Centro per l'Impiego. 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 (ripristinando la componente d'emissione al fine di garantire il servizio di riscaldamento diffuso ed omogeneo in tutta la struttura) 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 ospitante i servizi comunali oggetto della DE è costituito complessivamente da sei piani riscaldati.

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

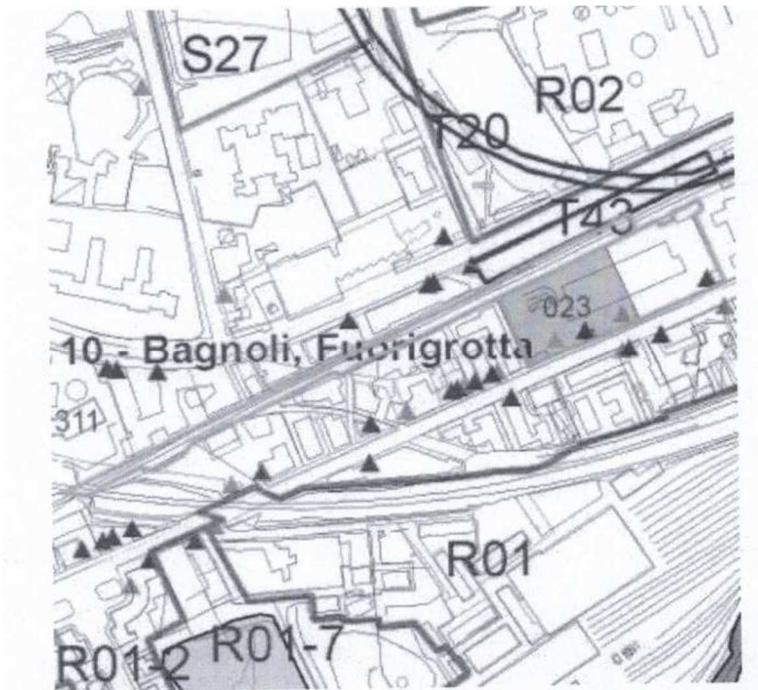
Secondo quanto riportato dall'Informativa di destinazione urbanistica fornita dalla PA non risulta che sull'edificio sussistano vincoli che possano impedire in parte o totalmente i possibili interventi di riqualificazione energetica che successivamente verranno riportati nella presente DE.

La Particella 154 del Foglio 205

- Rientra, come risulta dalla tavola della zonizzazione, nella **zona nB – agglomerati urbani di recente formazione** disciplinata dall'art. 8 delle norme di attuazione della variante per la zona occidentale.
- Rientra nell'**Ambito "4 – Diocleziano"** disciplinato dall'art. 26.
- È classificata, come risulta dalla tavola dei vincoli geomorfologici, **area stabile**.
- **Non rientra nel perimetro delle zone vincolate dal Dlgs n.42/2004** parte terza, né nei perimetri dei piani territoriali paesistici "Agnano Camaldoli" (DM 06.11.1995) e "Posillipo" (DM 14.12.1995), né nella perimetrazione del Parco Regionale dei Campi Flegrei (Dpgrc n. 782 del 13.11.2003), né nella perimetrazione del Parco Regionale Metropolitano delle Colline di Napoli (Dpgrc n. 392 del 14.07.2004). Non sono indicati i decreti emessi ai sensi della legge n. 778/1922.
- Rientra nell'area della **Pianificazione di Emergenza per il rischio vulcanico Campi Flegrei – Zona Rossa** di cui al CPCM del 24.06.2016
- Rientra nel perimetro del **centro edificato**, individuato con delibera consiliare del 04.07.1972 ai sensi dell'art. 18 della legge 865/71.

La Particella 749 del Foglio 205

- Rientra per il 3%, come risulta dalla tavola della zonizzazione, nella **sede stradale** disciplinata secondo zona/ambito delle norme di attuazione della variante per la zona occidentale.
- Rientra per il 97%, come risulta dalla tavola della zonizzazione, nella **zona nB – agglomerati urbani di recente formazione** disciplinata dall'art. 8 delle norme di attuazione della variante per la zona occidentale.
- Rientra nell'**Ambito "4 – Diocleziano"** disciplinato dall'art. 26.
- È classificata, come risulta dalla tavola dei vincoli geomorfologici, **area stabile**.
- **Non rientra nel perimetro delle zone vincolate dal Dlgs n.42/2004** parte terza, né nei perimetri dei piani territoriali paesistici "Agnano Camaldoli" (DM 06.11.1995) e "Posillipo" (DM 14.12.1995), né nella perimetrazione del Parco Regionale dei Campi Flegrei (Dpgrc n. 782 del 13.11.2003), né nella perimetrazione del Parco Regionale Metropolitano delle Colline di Napoli (Dpgrc n. 392 del 14.07.2004). Non sono indicati i decreti emessi ai sensi della legge n. 778/1922.
- Rientra nell'area della **Pianificazione di Emergenza per il rischio vulcanico Campi Flegrei – Zona Rossa** di cui al CPCM del 24.06.2016
- L'area ricadeva per il 29% nella prima perimetrazione del **sito potenzialmente inquinato di interesse nazionale di Bagnoli – Coroglio**, modificato con D.M. 08/08/2014 G.U. n. 195 del 23/08/2014; qualora l'area ricada nei siti individuati nel Piano regionale di bonifica di cui alla delibera di consiglio regionale della Campania n.777 del 25.10.2013 (adottato con DGRC n. 129 del 27.05.2013 – BURC 30/2013) deve essere applicata la procedura di cui all'art. 242 del Dlgs 152/2006 s.m.i (competenza regionale).
- rientra nel perimetro del **centro edificato**, individuato con delibera consiliare del 04.07.1972 ai sensi dell'art. 18 della legge 865/71.



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 della struttura.

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 FUNZIONAMENTO IMPIANTO RISCALDAMENTO
Dal 15 Novembre al 31 Marzo	Dal lunedì al venerdì	[-]	[-]
Dal 1 Aprile al 14 Novembre	Dal lunedì al venerdì	7.00-18.00	[-]
DESTINAZIONE D'USO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO DI UTILIZZO LOCALI	
Uffici comunali	Dal lunedì al venerdì	7.30-21.00	
Ufficio collocamento	Dal lunedì al venerdì	8.00-16.00	

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.

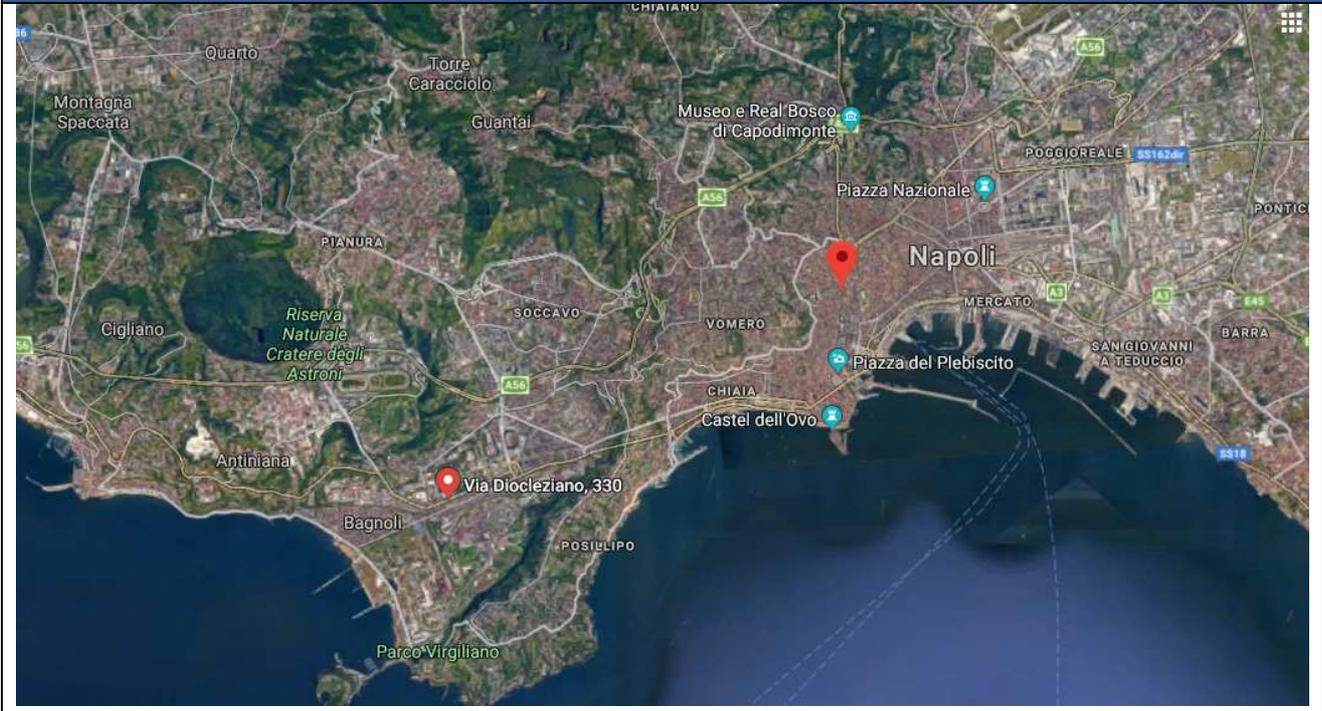
3.2 Dati climatici reali

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 Interdipartimentale di Ricerca LUPT dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, sito in via Toledo n.402 (40° 50'N 14° 15'E Altitudine 56 m) 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 CENTRALINA 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 raffreddamento.

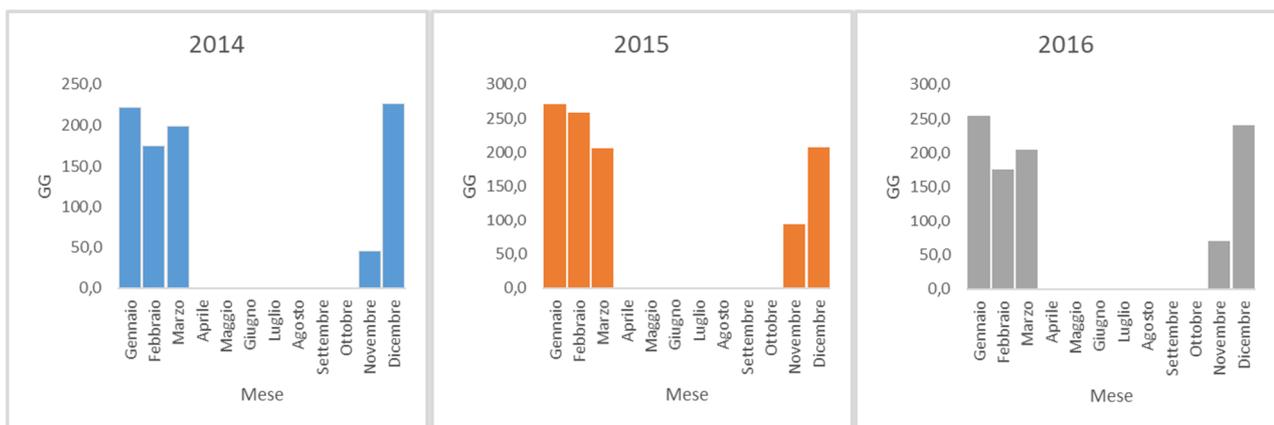
ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE MEDIE MENSILI DEL TRIENNIO DI RIFERIMENTO													
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre (1-14)	Novembre (15-30)	Dicembre
2014	12,9	13,8	13,6	16,2	18,8	24,1	24,9	26,0	23,4	20,8	18,7	17,2	12,7
2015	11,3	10,8	13,4	15,4	20,6	24,4	28,6	27,9	24,2	19,3	17,9	14,2	13,3
2016	11,8	14,0	13,4	18,0	19,2	23,6	26,8	26,4	23,2	19,7	16,0	15,6	12,3

 Stagione di riscaldamento

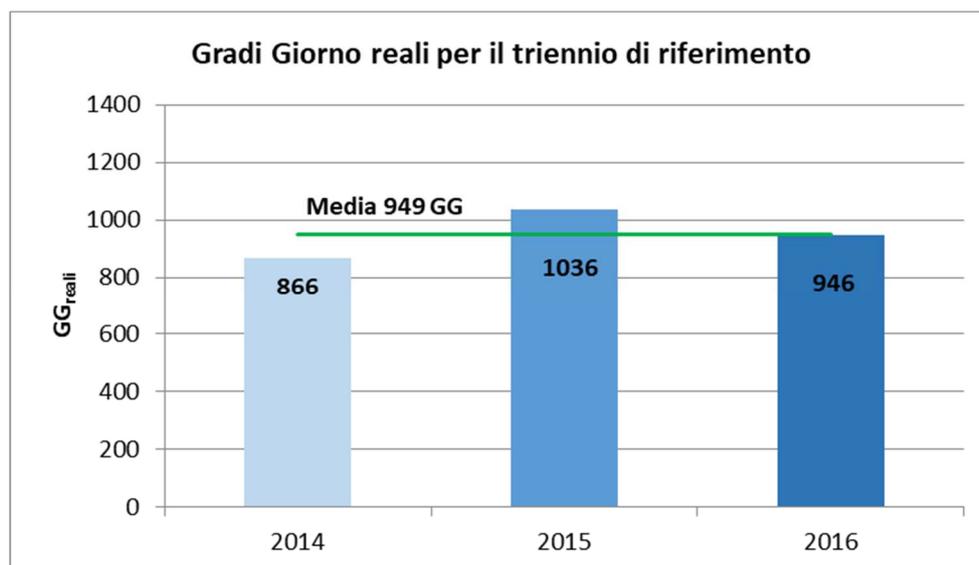
 Stagione di raffreddamento

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.28 locali termici distribuiti su tre zone termiche, la prima relativa alla porzione di fabbricato dei piani terreno corrispondenti agli uffici del Centro di Collocamento (Zona Split), la seconda corrisponde agli uffici che godono dei fancoil come sistema di emissione e che corrispondono a quelli esposti a Sud-Ovest e Sud-Est (zona Fancoil) mentre l'ultima zona non ha terminali di emissione, per i quali vi è un considerevole uso delle stufette elettriche (Zona senza impianti). L'edificio presenta strutture e tipologie costruttive analoghe in tutti i livelli costituite da una struttura a pilastri in cemento armato con solai in latero cemento e tamponamenti perimetrali realizzati con pacchetti modulari costituiti da triplo vetro ed applicati sulla facciata in modo continuo e senza discontinuità. Tali moduli sono costituiti da una parte opaca, che fa da sottofinestra, ed una parte vetrata che definisce l'involucro trasparente. I servizi igienici ed i corridoi si sviluppano internamente al fabbricato collegando i tre vani scala confinanti. Il fabbricato non risulta riscaldato a livello centralizzato e presenta solo alcune esposizioni raffrescate da fancoil. I corpi scala non sono climatizzati così come il piano interrato. L'involucro superiore è caratterizzato dalla presenza di solai orizzontali disperdenti calpestabili non coibentati.

I componenti trasparenti risultano di forme e dimensioni regolari tra i piani e hanno telaio metallico (senza taglio termico) e in triplo vetro.

I tramezzi interni sono di tipo prefabbricato e presentano all'interno della lana di roccia.

L'edificio è alimentato da un'unica centrale costituita da gruppi frigo ubicata sul tetto dell'edificio. Tale centrale presenta delle difficoltà sul funzionamento ed è alimentata con corrente elettrica con potenza frigorifera nominale di 239 kW, non di recente installazione, ed asservita alla climatizzazione estiva di alcune porzioni dell'edificio (Sud-Ovest e Sud-Est). Tali macchine non sono in buone condizioni e non riescono a garantire il livello di set-point estivo di comfort. Sono assenti sistemi di generazione per il riscaldamento.

Il Centro per l'impiego è climatizzato in autonomia con delle pompe di calore di potenza frigorifera complessiva i 35,9 kW e potenza calorifica di 34,88 kW.

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 al pacchetto modulare



Dettaglio dell'intradosso del solaio dell'interrato



Immagine della copertura esterna disperdente



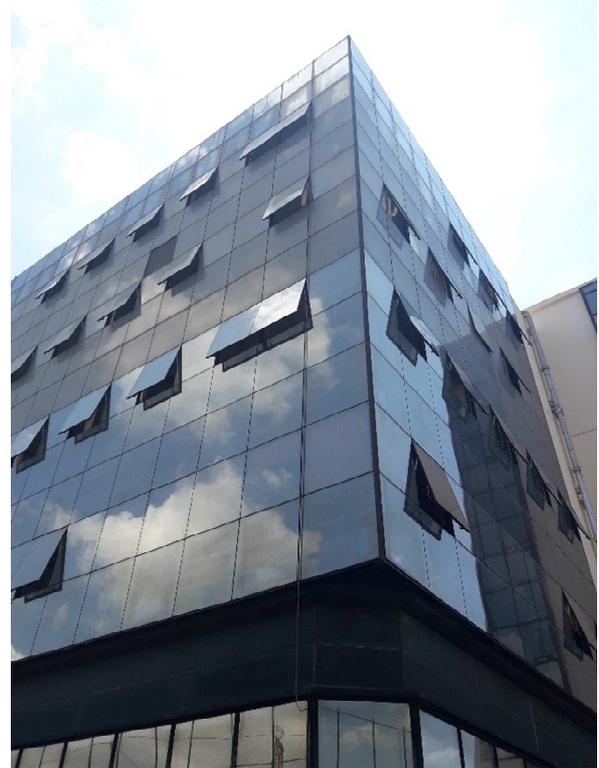
Dettaglio della controsoffittatura

IMMAGINI DI DETTAGLIO SULLO STATO DI CONSERVAZIONE DEGLI ELEMENTI EDILIZI

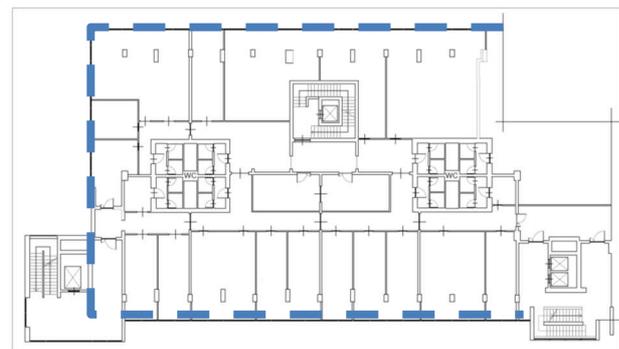
Degrado dello strato esterno dell'involucro opaco



Immagine relativa al degrado della parte più esterna del vetro di facciata



Dettaglio dell'alterazione sul lato corto del cavedio



Pianta piano tipo, identificazioni delle aree prevalenti di degrado

Descrizione stato di degrado:

Il personale ha evidenziato la mancata manutenzione dell'involucro dovuta alla scarsa pulizia dei vetri che inficiano l'efficienza delle pellicole solari. È possibile che per alcuni piani siano state rimosse senza sostituirle.

IMMAGINI DI DETTAGLIO SULLO STATO DI CONSERVAZIONE DEGLI ELEMENTI EDILIZI

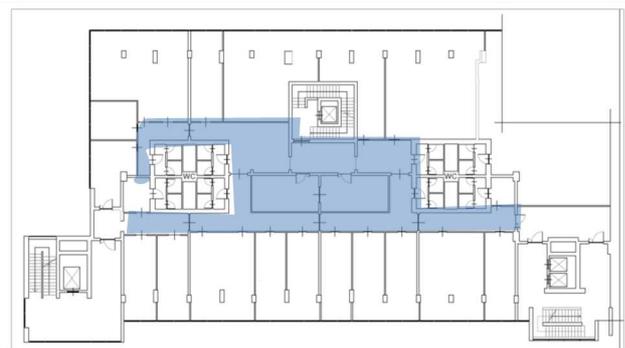
Immagini Di Dettaglio Delle Partizioni Interne



Immagine relativa al degrado delle partizioni interne.



Immagine relativa al degrado delle partizioni interne.



Descrizione stato di degrado:

in sede di sopralluogo si è evidenziato in più punti e diffuso su tutti piani, lo scivolamento del pacchetto d'isolante all'interno del tramezzo occupando la porzione vetrata e trasparente. Tale problema è diffuso principalmente lungo le vie di distribuzione (corridoi).

IMMAGINI DI DETTAGLIO SULLO STATO DI CONSERVAZIONE DEGLI ELEMENTI EDILIZI

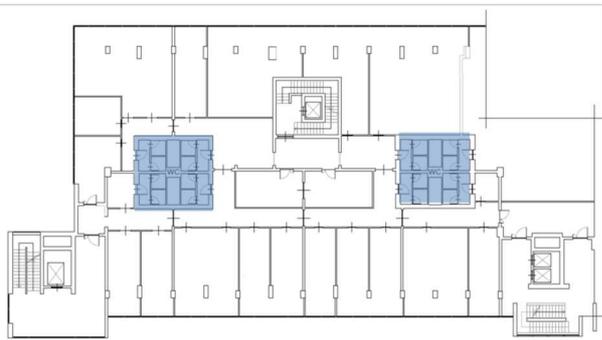
Immagini Di Dettaglio delle perdite/infiltrazioni d'acqua



Immagine relativa al degrado dell'interrato



Immagine relativa al degrado dovuto ad infiltrazioni



Descrizione stato di degrado:

in sede di sopralluogo si è evidenziato, laddove è stato possibile ispezionare, la presenza di efflorescenze di muffa dovute probabilmente alla perdita ed all'infiltrazione dell'acqua nelle parti strutturali dell'edificio. È stato anche visionato l'interrato che ha presentato una diffusa presenza di acqua su l pavimento. Attraverso le interviste tale problema è riconosciuto.

IMMAGINI DI DETTAGLIO SULLO STATO DI CONSERVAZIONE DEGLI ELEMENTI IMPIANTISTICI

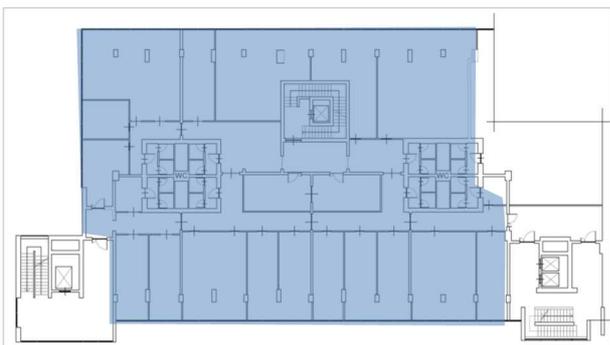
Immagini di dettaglio dei sistemi di emissione



Immagine relativa ai sistemi di ventilazione dismessi.



Immagine relativa alla vetustà dei fancoil.



Descrizione stato di degrado:

in sede di sopralluogo si è evidenziata la mancanza di un sistema di riscaldamento evidentemente presente nel passato e per il quale sono visibili tutt'ora alcuni i terminali di emissione ad aria applicati sui controsoffitti. Sono presenti altri terminali di tipo i fancoil i quali funzionano esclusivamente per raffrescare, in modo inefficace e non garantendo i minimi livelli di comfort ambientale. Sono collocati esclusivamente in alcuni locali dell'edificio, in particolare quelli esposti a sud ovest e sud est. Tale situazione è presente in tutti i piani tranne la porzione del piano terra corrispondente all'ufficio di collocamento il quale provvede in propria autonomia alla climatizzazione dei locali.

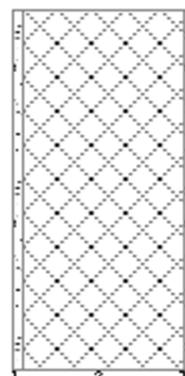
Si riportano di seguito i dettagli stratigrafici relativi alle strutture opache disperdenti dell'edificio

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

Descrizione della struttura: *muro CA VANO SCALE C 25 cm*

Codice: *M1*

Trasmittanza termica	2,468	W/m ² K
Spessore	250	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	19,0	°C
Permeanza	9,337	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	582	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	528	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,641	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,260	-
Sfasamento onda termica	-7,7	h



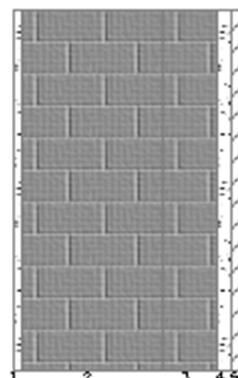
Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<i>15,00</i>
2	C.I.s. di sabbia e ghiaia (pareti interne)	<i>220,00</i>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<i>15,00</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: *SF standard senza vetro PT UFFICI*

Codice: *M2*

Trasmittanza termica	1,065	W/m ² K
Spessore	320	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C
Permeanza	60,976	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	316	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	262	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,436	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,410	-
Sfasamento onda termica	-8,7	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Blocco semipieno	195,00
3	Blocco semipieno	75,00
4	Malta di calce o di calce e cemento	20,00
5	Muratura in pietra naturale	20,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: *muro standard con pannello OPACO*

Codice: M4

Trasmittanza termica	2,287	W/m ² K
Spessore	100	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C
Permeanza	200,000	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	42	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	42	kg/m ²
Trasmittanza periodica	2,738	W/m ² K
Fattore attenuazione	1,197	-
Sfasamento onda termica	-1,1	h



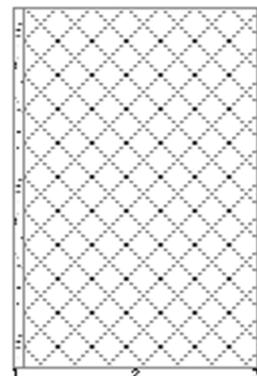
Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Pannello truciolare con leganti in cemento	20,00
2	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm ² /m	73,00
3	Vetro per finestre	7,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: *Muro CA 35 cm*

Codice: *M5*

Trasmittanza termica	2,087	W/m ² K
Spessore	350	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C
Permeanza	6,447	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	694	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	640	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,440	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,211	-
Sfasamento onda termica	-10,5	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<i>15,00</i>
2	C.I.s. di sabbia e ghiaia (pareti interne)	<i>320,00</i>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<i>15,00</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: *Traversa acciaio*

Codice: *M6*

Trasmittanza termica	1,720	W/m ² K
Spessore	220	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C
Permeanza	0,000	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	796	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	796	kg/m ²
Trasmittanza periodica	1,098	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,638	-
Sfasamento onda termica	-3,8	h



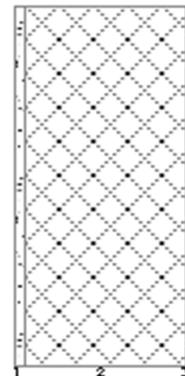
Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Pannello in legno compensato	20,00
2	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	100,00
3	Acciaio inossidabile, austenitico	100,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: *Muro CA VANO SC_D 25 cm*

Codice: *M9*

Trasmittanza termica	2,468	W/m ² K
Spessore	250	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	17,9	°C
Permeanza	9,337	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	582	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	528	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,641	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,260	-
Sfasamento onda termica	-7,7	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	15,00
2	C.I.s. di sabbia e ghiaia (pareti interne)	220,00
3	Intonaco di cemento e sabbia	15,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

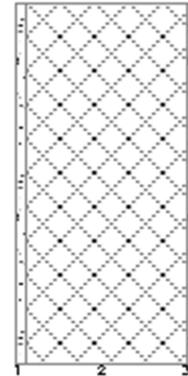
Descrizione della struttura: *Copia di muro CA VANO SC_E 25 cm*

Codice: *M10*

Trasmittanza termica	2,468	W/m ² K
Spessore	250	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	8,3	°C
Permeanza	9,337	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	582	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	528	kg/m ²

Trasmittanza periodica **0,641** W/m²K
 Fattore attenuazione **0,260** -

Sfasamento onda termica **-7,7** h



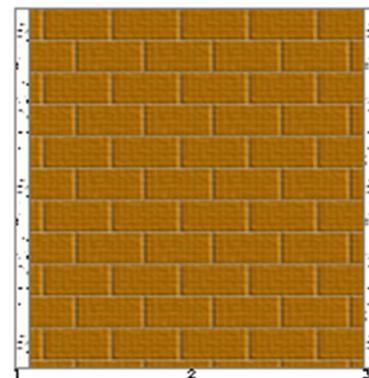
Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	15,00
2	C.l.s. di sabbia e ghiaia (pareti interne)	220,00
3	Intonaco di cemento e sabbia	15,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: *Muro Alloggio*

Codice: M14

Trasmittanza termica **0,682** W/m²K
 Spessore **550** mm
 Temperatura esterna (calcolo potenza invernale) **2,0** °C
 Permeanza **50,378** 10⁻¹²kg/sm²Pa
 Massa superficiale (con intonaci) **472** kg/m²
 Massa superficiale (senza intonaci) **408** kg/m²
 Trasmittanza periodica **0,059** W/m²K
 Fattore attenuazione **0,087** -
 Sfasamento onda termica **-16,5** h



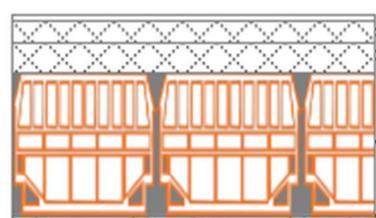
Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	20,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	510,00
3	Intonaco di gesso e sabbia	20,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: *Pavimento su ESTERNO*

Codice: P4

Trasmittanza termica	1,168	W/m ² K
Spessore	290	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C
Permeanza	0,002	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	397	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	379	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,335	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,286	-
Sfasamento onda termica	-9,6	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00
2	Sottofondo di cemento magro	30,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
4	Soletta in laterizio	200,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: *Pavimento su INTERR*

Codice: P6

Trasmittanza termica	1,017	W/m ² K
Spessore	290	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	18,0	°C
Permeanza	0,002	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	397	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	379	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,221	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,218	-
Sfasamento onda termica	-10,7	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00
2	Sottofondo di cemento magro	30,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
4	Soletta in laterizio	200,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: *Solaio su terrazzo*

Codice: S1

Trasmittanza termica	1,126	W/m ² K
Spessore	315	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C
Permeanza	0,212	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	413	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	395	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,347	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,310	-
Sfasamento onda termica	-10,3	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	5,00
2	Sottofondo di cemento magro	30,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
4	Soletta in laterizio	230,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

Descrizione della struttura: *Copertura*

Codice: S2

Trasmittanza termica	1,122	W/m ² K
Spessore	315	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C
Permeanza	0,212	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa

Massa superficiale (con intonaci)	413	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	395	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,347	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,310	-
Sfasamento onda termica	-10,3	h



Stratigrafia:

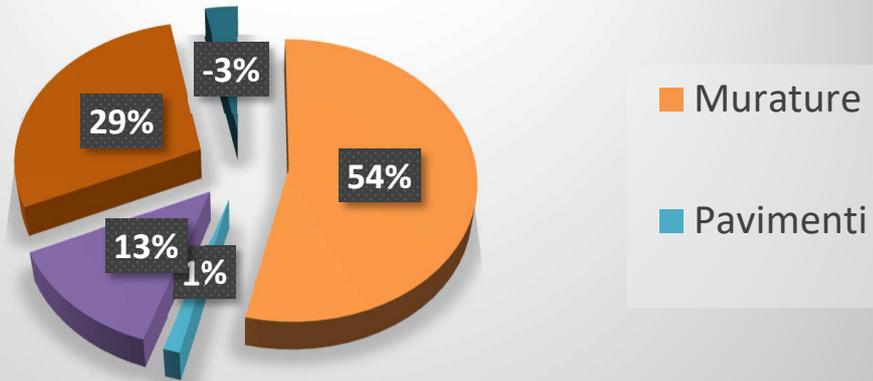
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	5,00
2	Sottofondo di cemento magro	30,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
4	Soletta in laterizio	230,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

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} [%]
W1	T	via diocleziano 001 147x290	3,669	2,0	190,97	13990	9,8
W2	U	via diocleziano 002 108x114 porta opaca	1,600	8,3	9,85	184	0,1
W4	U	via diocleziano 004 REI 140x203	2,200	17,9	25,58	116	0,1
W10	T	via diocleziano 010 147x164	2,612	2,0	527,28	27556	19,3
W11	T	via diocleziano 011 145x220	4,533	2,0	3,19	312	0,2
W12	T	via diocleziano 012 85x140	4,807	2,0	4,76	453	0,3
W13	T	via diocleziano 013 146x138	4,190	2,0	10,07	851	0,6
W15	T	via diocleziano 015 185x270	4,302	2,0	4,26	346	0,2

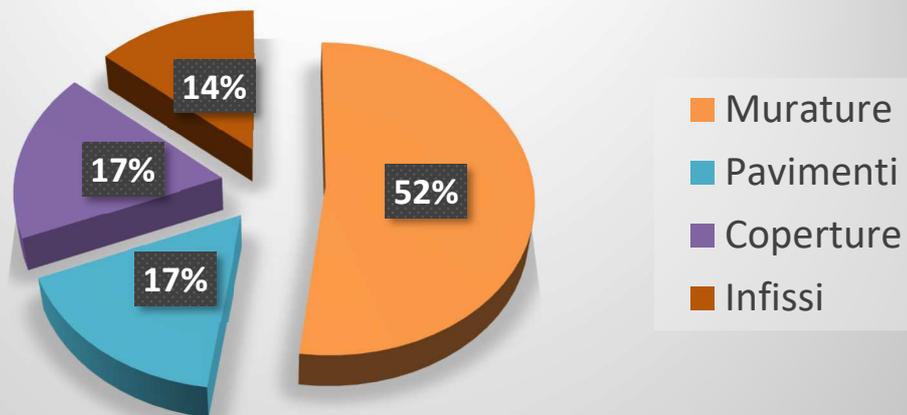
A partire dalle informazioni sopradescritte, viene effettuata un'analisi preliminare dello stato di fatto. Viene ora riportata una rappresentazione delle dispersioni per tipologia edilizia.

Ripartizione delle dispersioni



Incidenza dispersioni dei componenti involucro

Incidenza delle superfici disperdenti



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.

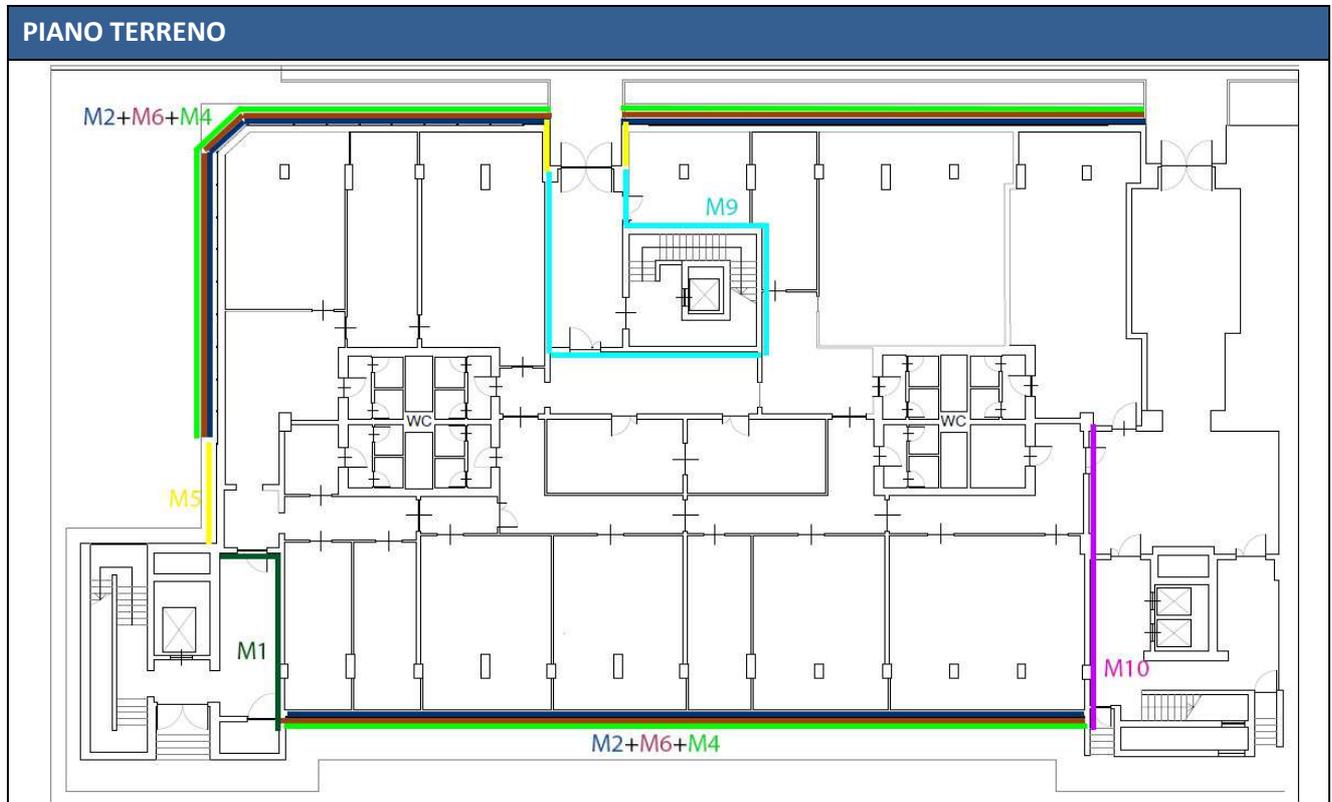
È importante sottolineare che la componente associata a murature si riferisce per la maggior parte alla porzione vetrata ma opaca dell'involucro termico. Per infissi si intende esclusivamente la superficie corrispondente alla parte trasparente del serramento.

Si riportano di seguito i dettagli sulle superfici disperdenti totali dell'involucro dell'edificio.

Dettaglio delle dispersioni per trasmissione dei componenti

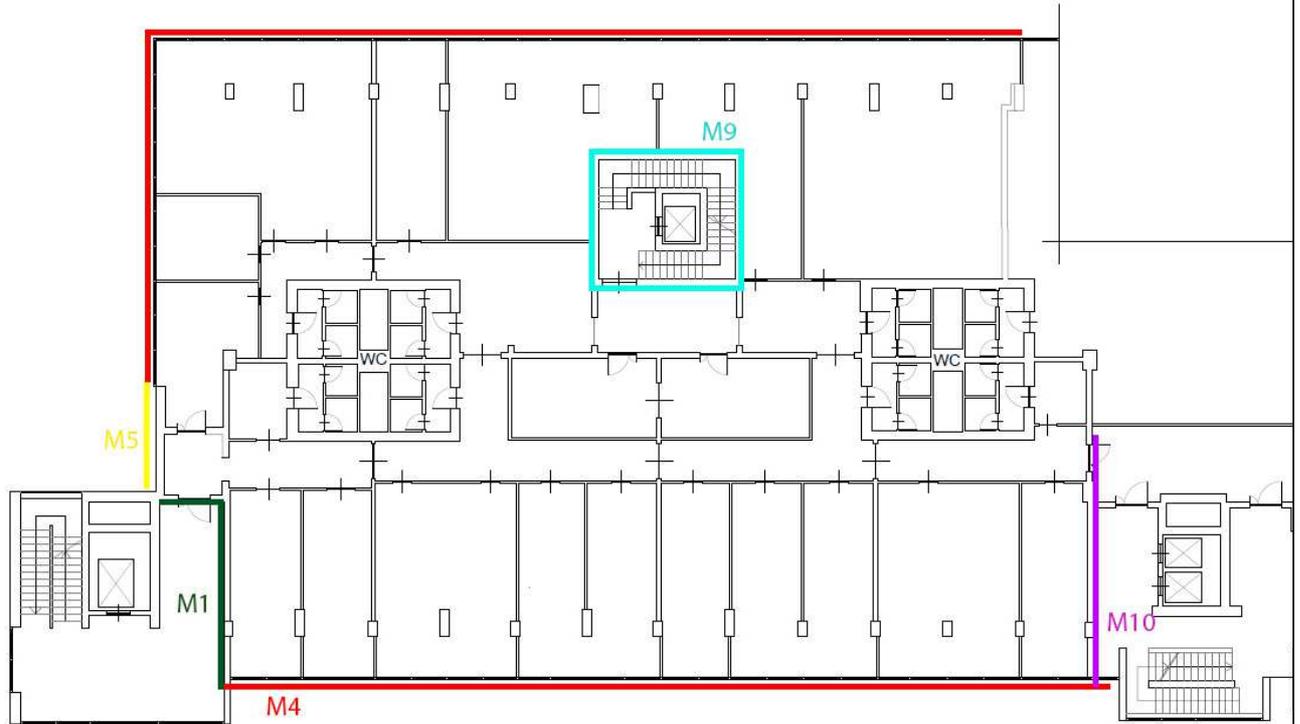
Dispersioni strutture opache:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θ_e [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ_{tr} [W]	% Φ_{Tot} [%]
M1	A	muro CA VANO SCALE C 25 cm	2,468	19,0	287,40	709	0,5
M2	T	SF standard senza vetro PT UFFICI	1,069	2,0	111,95	2388	1,7
M4	T	muro standard con pannello OPACO	2,303	2,0	1157,45	53333	37,4
M5	T	Muro CA 35 cm	2,101	2,0	140,80	5693	4,0
M6	T	Traversa acciaio	1,730	2,0	136,59	4691	3,3
M9	U	Muro CA VANO SC_D 25 cm	2,468	17,9	664,80	3387	2,4
M10	U	Copia di muro CA VANO SC_E 25 cm	2,468	8,3	319,64	9219	6,5
M14	T	Muro Alloggio	0,683	2,0	138,08	1904	1,3
P4	T	Pavimento su ESTERNO	1,172	2,0	6,33	134	0,1
P6	A	Pavimento su INTERR	1,017	18,0	933,64	1900	1,3
S1	T	Solaio su terrazzo	1,126	2,0	804,65	16310	11,4
S2	T	Copertura	1,126	2,0	190,24	3856	2,7

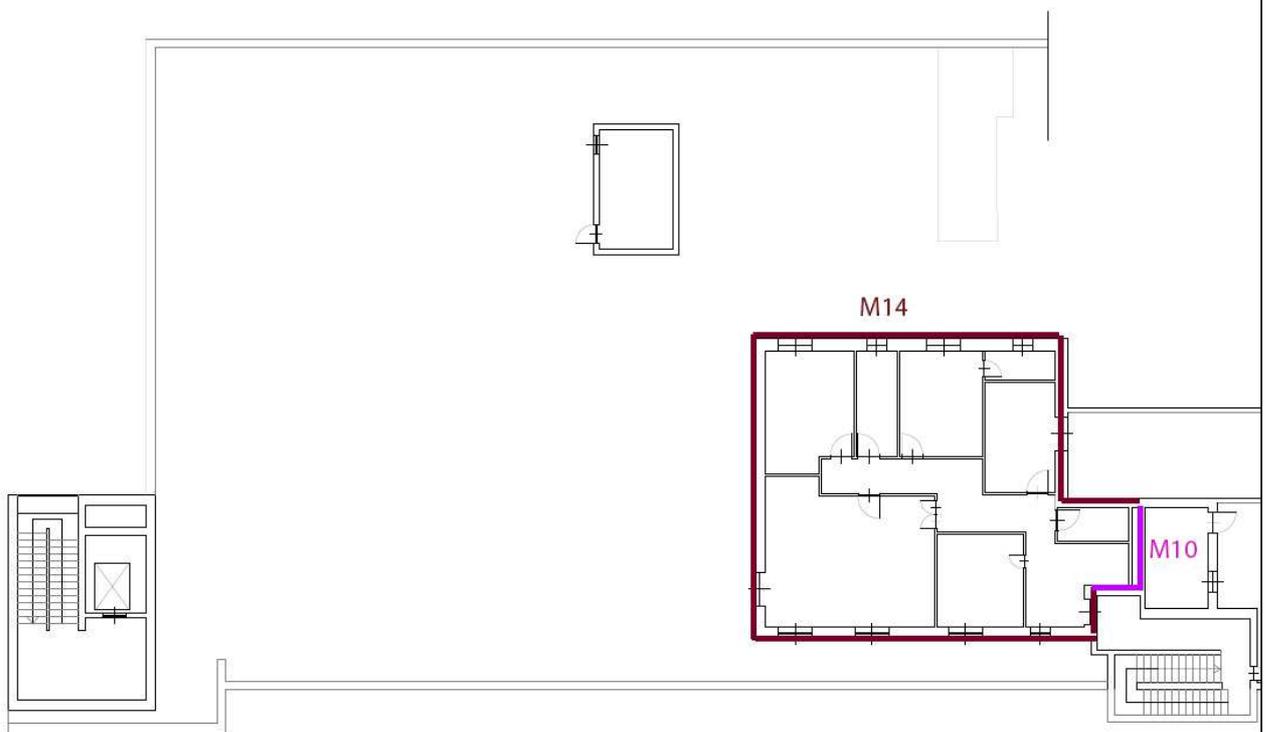
 Totale: **103525** **72,6**
LOCALIZZAZIONE DELLE STRATIGRAFIE NEI PIANI




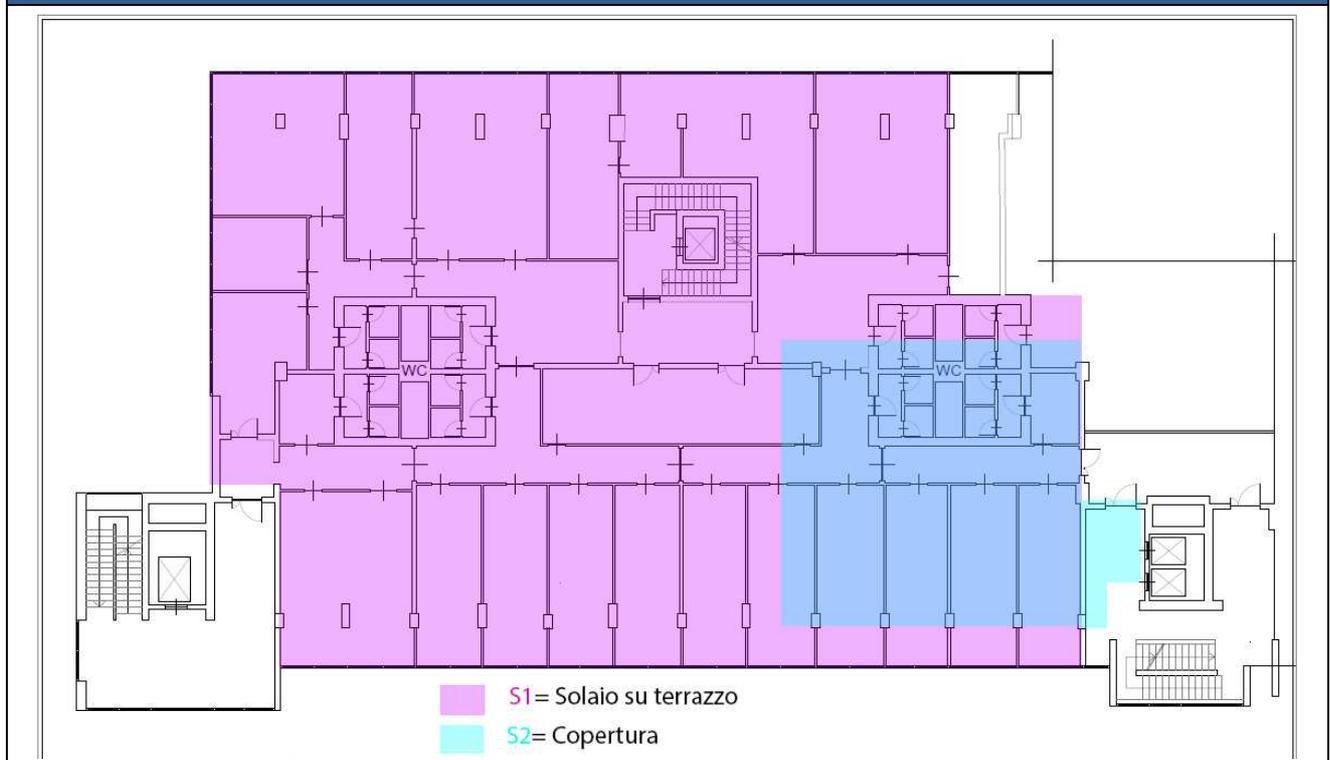
PIANO TIPO



PIANO COPERTURA



PIANTA COPERTURE



Al fine di comprendere maggiormente il comportamento dell'edificio si riportano di seguito alcuni dettagli relativi alle dispersioni dei n.27 locali termici dell'edificio in oggetto suddivisi in n.3 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 - ZONA PT-P1-P2 fabbisogno di potenza dei locali

Loc	Zona	Descrizione	θ_i [°C]	Φ_{tr} [W]	Φ_{ve} [W]	Φ_{rh} [W]	Φ_{hl} [W]	Φ_{hl} [W]	sic
1	7	P Rialzato, Ufficio Collocamento	20	1509,1	6953	3709	5724	16387	
1	8	PR Bagni Ufficio collocamento	20	126,4	64	6069	480	6613	
2	8	PR Corridoio Ufficio collocamento	20	319,9	530	786	1214	2530	
3	8	PR Uffici collocamento	20	465,9	5020	1145	1767	7932	
4	8	PR Corridoio Vlgili	20	514,9	1744	24716	1953	28413	
5	8	PR Bagni Vlgili	20	218	114	10465	827	11406	
6	8	P1 Uffici	20	1350,7	7914	4097	6322	18334	
7	8	P1 Bagni	20	305,5	0	927	1430	2357	
8	8	P1 Corridoio	20	789,6	1100	2395	3696	7191	
9	8	P2 Uffici	20	1141,4	7643	3462	5343	16448	

10	8	P3 Uffici	20	1340,9	7786	4067	6276	18130
11	8	P4 Uffici	20	1292,2	12988	3920	6049	22956
12	8	P2 Bagni	20	383,9	0	18429	1797	20226
13	8	P3 Bagni	20	380,3	0	18253	1780	20033
14	8	P4 Bagni	20	311,8	1292	14964	1459	17715
15	8	P2 Corridoio	20	940	1186	2851	4400	8438
16	8	P3 Corridoio	20	739,2	1055	2242	3460	6757
17	8	P4 Corridoio	20	880	4190	2669	4119	10979
1	9	PR Uffici SE	20	1643,4	11793	4039	6234	22066
2	9	P1 Uffici SE	20	1266,6	8825	3842	5929	18595
3	9	P1 Uffici SO	20	502,7	5913	1525	2353	9790
4	9	P2 Uffici SE	20	1399	9619	4243	6549	20411
5	9	P2 Uffici SO	20	364,2	5179	1105	1705	7989
6	9	P3 Uffici SE	20	1414	9623	4289	6619	20531
7	9	P3 Uffici SO	20	361	5179	1095	1690	7963
8	9	P4 Uffici SE	20	1372,4	13372	4163	6424	23959

Totale Edificio: **22289,6** **142629** **152858** **100833** **396321**

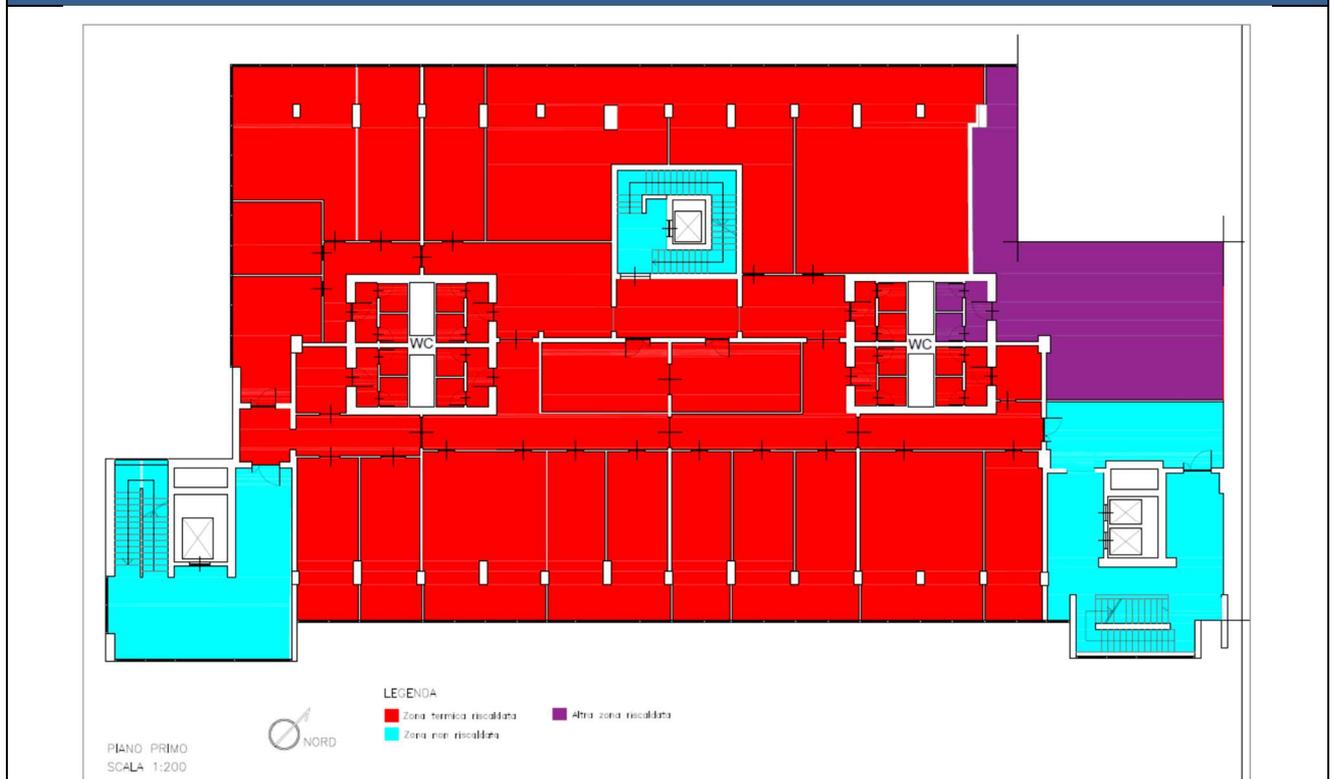
Legenda simboli

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

PIANO TERRENO – ZONE TERMICHE DEL MODELLO



PIANO TIPO – ZONE TERMICHE DEL MODELLO



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

Non è presente l'impianto termico centralizzato asservito alla climatizzazione invernale dell'edificio. Tale servizio viene svolto da numerose stufette (circa una a persona) installate in ogni ufficio.

L'unico impianto presente è quello degli uffici di collocamento a piano terra ed è costituito da n.7 pompe di calore che garantiscono sia il servizio di riscaldamento che quello di raffrescamento

Riepilogo caratteristiche principale della pompa di calore (si riferiscono a valori di potenza totali).

	Marca	Modello	Servizio	Potenza frigorifera nominale	Potenza elettrica assorbita	Rapporto di efficienza energetica EER
				[kW]	[kW]	[-]
Macchina 2	NST	MSH-18HRDN1	Riscaldamento	34,88	18,90	3,41

Impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva

Pompa di calore Ufficio di collocamento



4.3 Descrizione e prestazioni energetiche impianto produzione acqua calda sanitaria

Il servizio di produzione di acqua calda sanitaria è soddisfatto mediante 14 boiler elettrici ad accumulo da 1,2 kW, ubicati all'interno dei servizi igienici di ciascun piano.

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	14	1200

4.4 Descrizione e prestazioni energetiche impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva

Il servizio di climatizzazione in regime estivo è effettuato mediante una macchina frigorifera ubicata sulla copertura piana dell'edificio e da ventilconvettori reversibili come terminali di emissione.



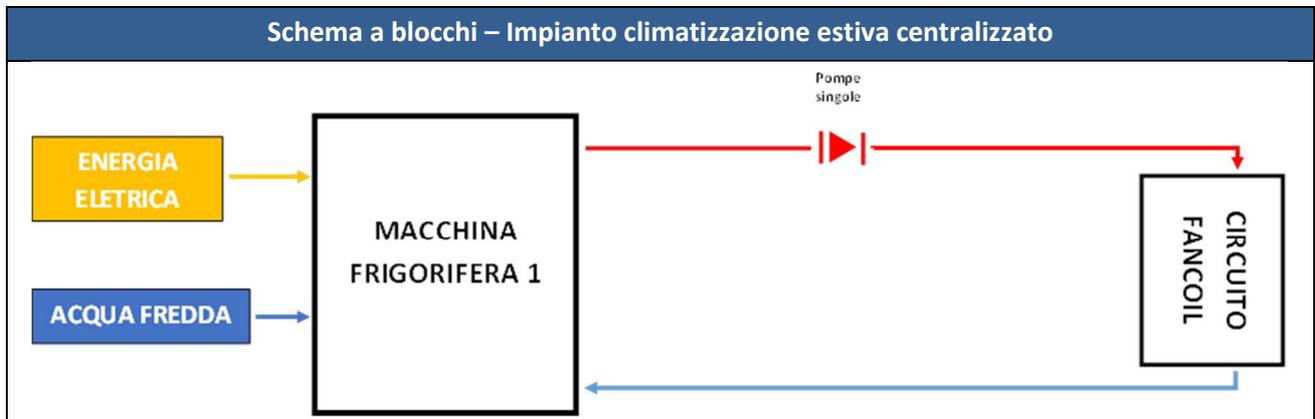
Impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva

Pompa di calore Ufficio di collocamento



Targa dell'unità esterna





Sottosistema di generazione

Riepilogo caratteristiche principale della macchina frigorifera.

	Marca	Modello	Servizio	Potenza frigorifera nominale	Potenza elettrica assorbita	Rapporto di efficienza energetica EER
				[kW]	[kW]	[-]
Macchina 1	Merelli Clima	CAS 228	Raffrescamento	239	85,9	2,78

L'impianto identificato come "Macchina 1" è asservito alla climatizzazione estiva del piano terreno sino all'ultimo, compreso l'alloggio al piano copertura.

Riepilogo caratteristiche principale della pompa di calore

	Marca	Modello	Servizio	Potenza frigorifera nominale	Potenza elettrica assorbita	Rapporto di efficienza energetica EER
				[kW]	[kW]	[-]
Macchina 2	NST	MSH- 18HRDN1	Raffrescamento	35,9	18,90	3,21

L'impianto identificato come "Macchina 2" è asservito esclusivamente alla climatizzazione estiva dell'ufficio di Collocamento al piano terreno.

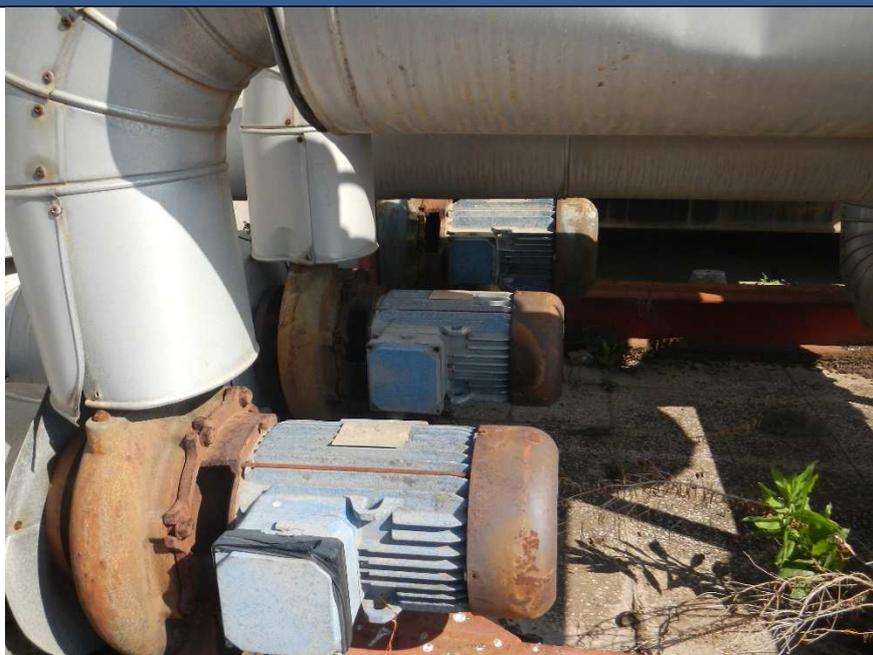
Sottosistema di distribuzione

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) N° 6 Pompe di circolazione singole a velocità costante asservite al circuito primario dei fancoil;

Foto della centrale termica-Sottosistema di distribuzione

Pompe di circolazione



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	7	-	1650

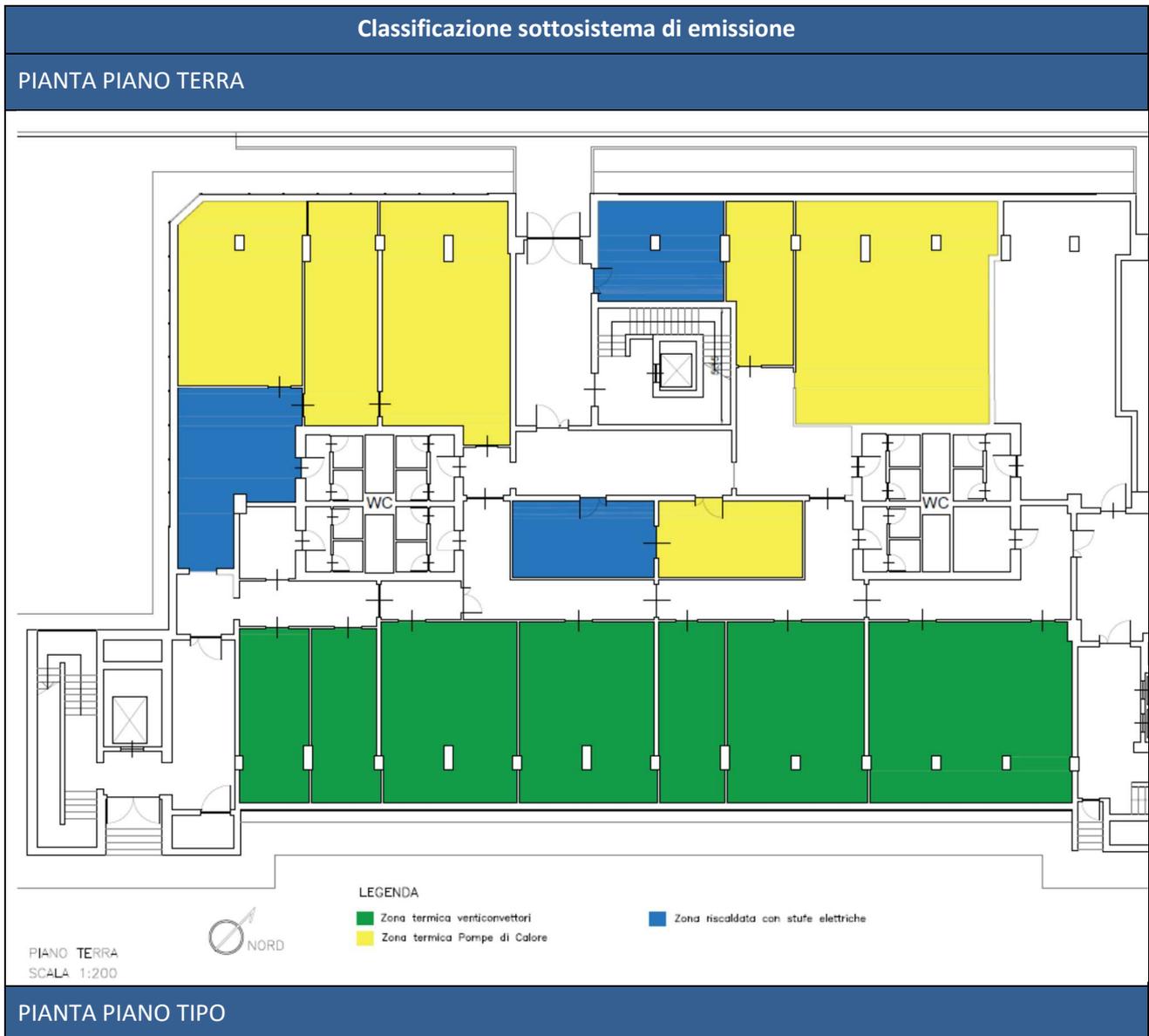
Sottosistema di regolazione

La regolazione dell'impianto termico avviene attraverso l'impostazione degli orari di funzionamento e mediante le valvole di zona installate all'interno degli uffici di ciascun piano.

Sottosistema di emissione

A causa dell'assenza dell'impianto di riscaldamento tutti i terminali di emissione disponibili sono asserviti all'impianto di raffrescamento ed esclusivamente ad alcune negli uffici esposti a S-E e S-O. Tutti gli altri locali, quali servizi igienici e corridoi non presentano sistemi di emissione.

Si riporta in basso una rappresentazione grafica del sottosistema di emissione disponibile nei locali. Per maggiore chiarezza si consiglia di guardare gli allegati grafici.





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

- Fancoil all'interno dei locali adibiti ad uffici.

Sottosistema di emissione	
Fancoil tipo 1	Fancoil tipo 2



Riepilogo caratteristiche sottosistema di emissione

ZONA TERMICA IMPIANTO CENTRALIZZATO		
Tipologia	Numero	Potenza ausiliari elettrici
[-]	[-]	[W]
Fancoil PR	11	60
Fancoil PA	12	60
Fancoil P1	14	60
Fancoil P2	15	60
Fancoil P3	20	90
Fancoil P4	17	200

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.

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE	POTENZA COMPLESSIVA	ORE ANNUE DI UTILIZZO
			[W]	[W]	[ore]
P Rialzato, Ufficio Collocamento	PC	18	250	4500	1518
	STAMPANTE	9	50	450	506
	STUFE	4	1500	6000	[-]
PR Uffici collocamento	STAMPANTE	1	50	50	506
P1 Uffici	PC	6	250	1500	2024
	STAMPANTE	6	50	300	506
	STUFA	3	1500	4500	[-]
	VENTILATORE	1	100	100	540
P2 Uffici	STAMPANTI	8	50	400	506
	PC	10	250	2500	2024
	STUFA	4	1500	6000	[-]
P3 Uffici	VENTILATORE	1	100	100	540
	PC	3	250	750	2024
	STUFA	1	1500	1500	[-]
P4 Uffici	VENTILATORE	3	100	300	540
	VENTILATORE	4	100	400	540
	PC	9	250	2250	2024
	STUFA	5	1500	7500	[-]
PR Uffici SE	STAMPANTE	4	50	200	506
	STAMPANTE	21	50	1050	506
	VENTILATORE	6	100	600	540
	PC	21	250	5250	2024
P1 Uffici SE	STUFA	4	1500	6000	[-]
	PC	5	250	1250	2024
	VENTILATORE	1	100	100	540
	STAMPANTI	3	50	150	506

P2 Uffici SE	STAMPANTE (2 PLOTTER)	5	590	2950	506
	PC	9	250	2250	2024
	STUFA	5	1500	7500	[-]
P2 Uffici SO	PLOTTER	1	590	590	506
P3 Uffici SE	PC	14	250	3500	2024
	STAMPANTE (2 GRANDI)	9	50	450	506
	STUFA	1	1500	1500	[-]
	VENTILATORE	3	100	300	540
P3 Uffici SO	PC	2	250	500	2024
	STAMPANTE	1	50	50	506
	VENTILATORE	1	100	100	540
	STUFA	9	1500	13500	[-]
P4 Uffici SE	VENTILATORE	8	100	800	540
	PC	14	250	3500	2024
	STAMPANTE	10	50	500	506
	STUFE	3	1500	4500	[-]
P4 Uffici SO	PC	3	250	750	2024
	STAMPANTE	2	50	100	506
	STUFA	1	1500	1500	[-]
Locale ascensore	Ascensore	1	12000	12000	[-]
	Ascensore	1	1250	1250	[-]
POMPE E AUSILIARI					
DESCRIZIONE	STATO DI CONSERVAZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	
Pompa singola a velocità costante	Obsoleto	6	1.650	9.900	

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 36W ai piani primo, secondo, terzo, quarto, quinto e da un sistema LED al piano terreno nei locali adibiti ad archivio e servizi igienici.

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 circostanti sono collocati lungo Via Diocleziano. Gli spazi circostanti sono costituiti da spazi aperti destinati a parcheggio.
TIPOLOGIA DI SERRAMENTI	Le superfici trasparenti sono trattate con delle pellicole per schermare il sole. Sono in una condizione obsoleta e sono state parzialmente eliminate.
LIVELLO DI ILLUMINAMENTO MANTENUTO	Secondo quanto riportato nelle norme, l'illuminamento mantenuto dev'essere: Uffici: medio Bagni: basso Corridoi: medio
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]
P Rialzato, Ufficio Collocamento	Neon	Buono	268	18	4824
PR Bagni Ufficio collocamento	Neon	Buono	20	18	360
PR Corridoio Ufficio collocamento	Neon	Buono	40	18	720
PR Uffici collocamento	Neon	Buono	60	36	2160
PR Corridoio Vigili	Neon	Buono	40	18	720
PR Bagni Vigili	Neon	Buono	17	18	306
P1 Uffici	Neon	Buono	43	36	1548
P1 Bagni	Neon	Buono	37	18	666
P1 Corridoio	Neon	Buono	42	36	1512
P2 Uffici	Neon	Buono	49	36	1764
P3 Uffici	Neon	Buono	43	36	1548
P4 Uffici	Neon	Buono	55	36	1980
P2 Bagni	Neon	Buono	37	18	666
P3 Bagni	Neon	Buono	37	18	666
P4 Bagni	Neon	Buono	37	18	666
P2 Corridoio	Neon	Buono	31	36	1116
P3 Corridoio	Neon	Buono	30	36	1080
P4 Corridoio	Neon	Buono	32	36	1152
PR Uffici SE	Neon	Buono			0
P1 Uffici SE	Neon	Buono	60	36	2160
P1 Uffici SO	Neon	Buono	21	36	756
P2 Uffici SE	Neon	Buono	43	36	1548
P2 Uffici SO	Neon	Buono	13	36	468
P3 Uffici SE	Neon	Buono	48	36	1728
P3 Uffici SO	Neon	Buono	17	36	612
P4 Uffici SE	Neon	Buono	60	36	2160
P4 Uffici SO	Neon	Buono	36	36	1296

LOCALI TERMICI	DESCRIZIONE	STATO DI CONSERVAZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
				[W]	[W]
Alloggio Copertura	Neon	Buono	53	36	1908
SCALE	Neon	Buono	40	36	1440

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:

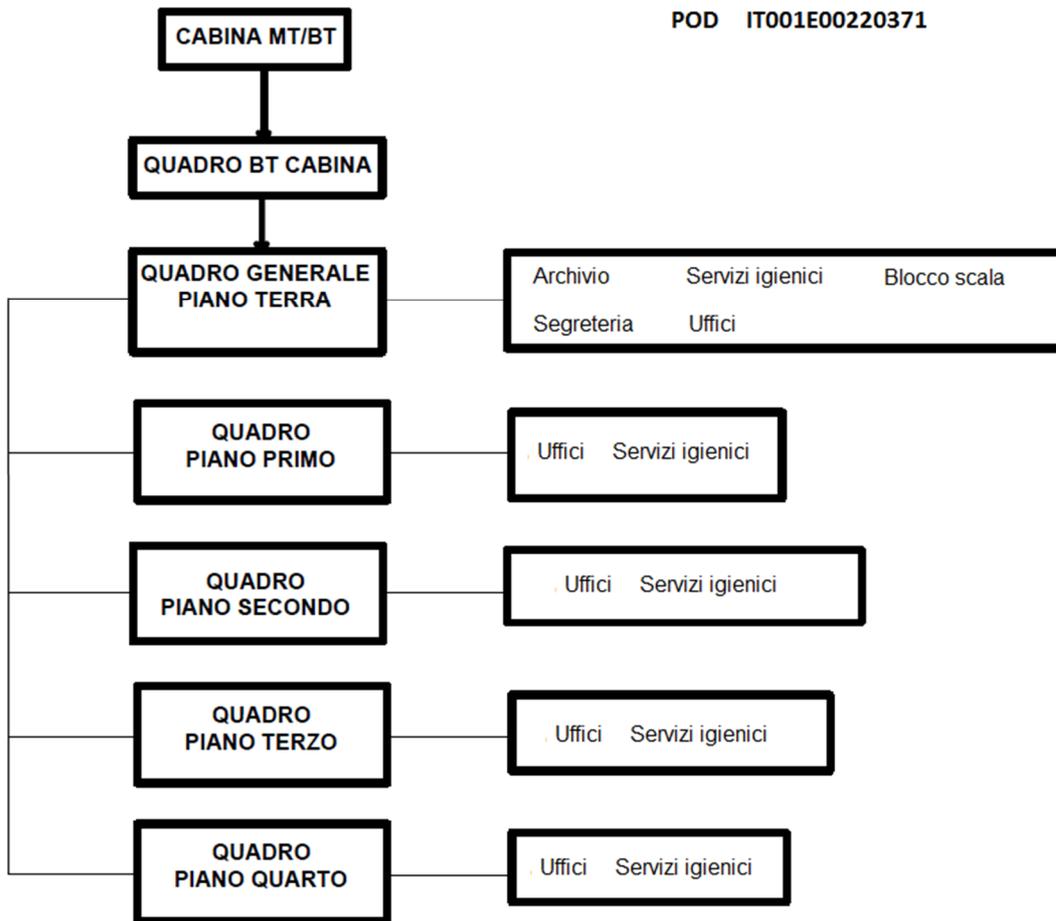
W_L è l'energia necessaria a soddisfare il servizio di illuminazione richiesto

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 **43.649 kWh** mentre W_p è pari a **5.567 kWh** per un totale di energia annuo pari a **49.216 kWh**

Schema a blocchi – Impianto elettrico

POD IT001E00220371



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 analizzato è stato il seguente:

- Energia elettrica.

Energia elettrica

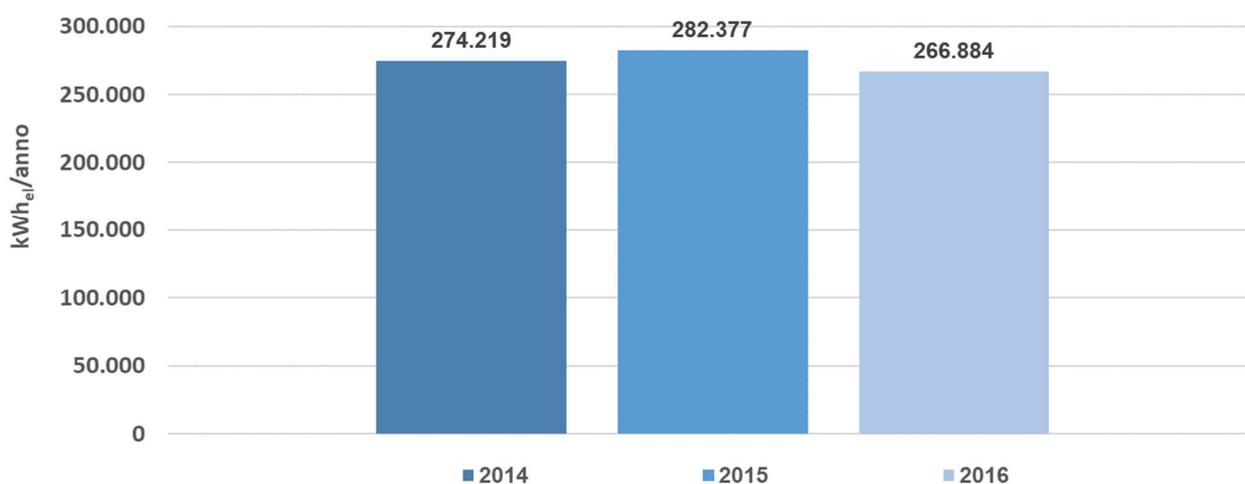
L'analisi dei consumi storici di energia elettrica è avvenuta sulla base dei kWh ottenuti dai dati trasmessi dalla società di distribuzione dell'energia elettrica riferiti al triennio di riferimento.

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]
IT001E00220371	Intero edificio	274.219	282.377	266.884	274.493	0,2
TOTALE		274.219	282.377	266.884	274.493	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.

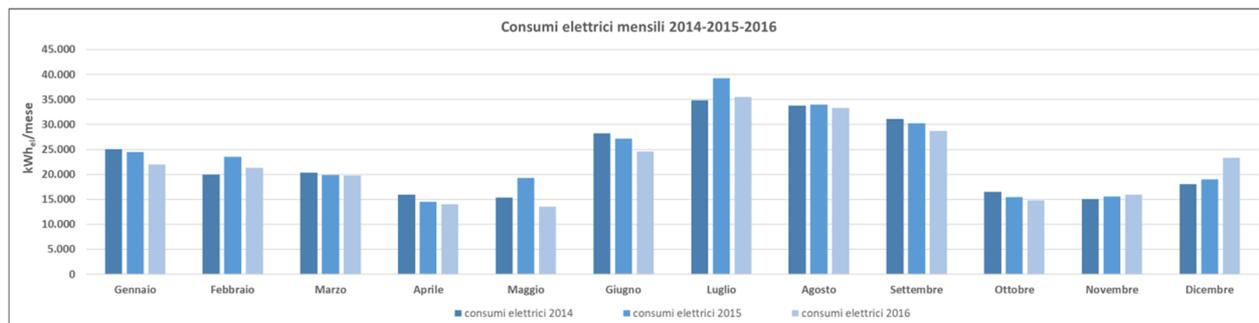
Si è pertanto definito un consumo **EEbaseline** pari a **274.493 kWh**, quello rilevato dall'Auditor nella fase di analisi dei dati di consumo.

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

POD: IT001E00220371	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	17.518	3.404	4.111	25.033
Febbraio	13.855	2.808	3.268	19.931
Marzo	13.367	3.091	3.933	20.391
Aprile	9.607	2.531	3.774	15.912
Maggio	9.174	2.693	3.496	15.363
Giugno	16.801	5.782	5.595	28.178
Luglio	22.227	6.902	5.681	34.810
Agosto	19.344	7.443	7.044	33.831
Settembre	19.580	6.178	5.372	31.130
Ottobre	10.367	2.631	3.508	16.506
Novembre	9.358	2.339	3.394	15.091
Dicembre	11.932	2.565	3.546	18.043
Totale	173.130	48.367	52.722	274.219
POD: IT001E00220371	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	16.731	3.553	4.200	24.484
Febbraio	16.762	3.178	3.599	23.539
Marzo	14.068	2.532	3.303	19.903
Aprile	9.393	1.973	3.120	14.486
Maggio	11.086	3.686	4.535	19.307
Giugno	16.565	5.158	5.404	27.127
Luglio	25.178	7.822	6.252	39.252

Agosto	20.032	6.822	7.150	34.004
Settembre	19.498	5.769	4.980	30.247
Ottobre	9.623	2.664	3.134	15.421
Novembre	10.136	2.312	3.119	15.567
Dicembre	13.416	2.336	3.288	19.040
Totale	182.488	47.805	52.084	282.377
POD: IT001E00220371	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	15.169	3.111	3.682	21.962
Febbraio	14.321	3.106	3.903	21.330
Marzo	13.074	2.844	3.843	19.761
Aprile	8.203	2.414	3.433	14.050
Maggio	8.329	2.095	3.099	13.523
Giugno	14.727	4.793	5.082	24.602
Luglio	21.390	7.754	6.390	35.534
Agosto	20.263	6.829	6.222	33.314
Settembre	17.851	5.876	4.997	28.724
Ottobre	85.12	2.722	3.521	14.755
Novembre	10.088	2.482	3.418	15.988
Dicembre	14.890	3.726	4.725	23.341
Totale	166.817	47.752	52.315	266.884

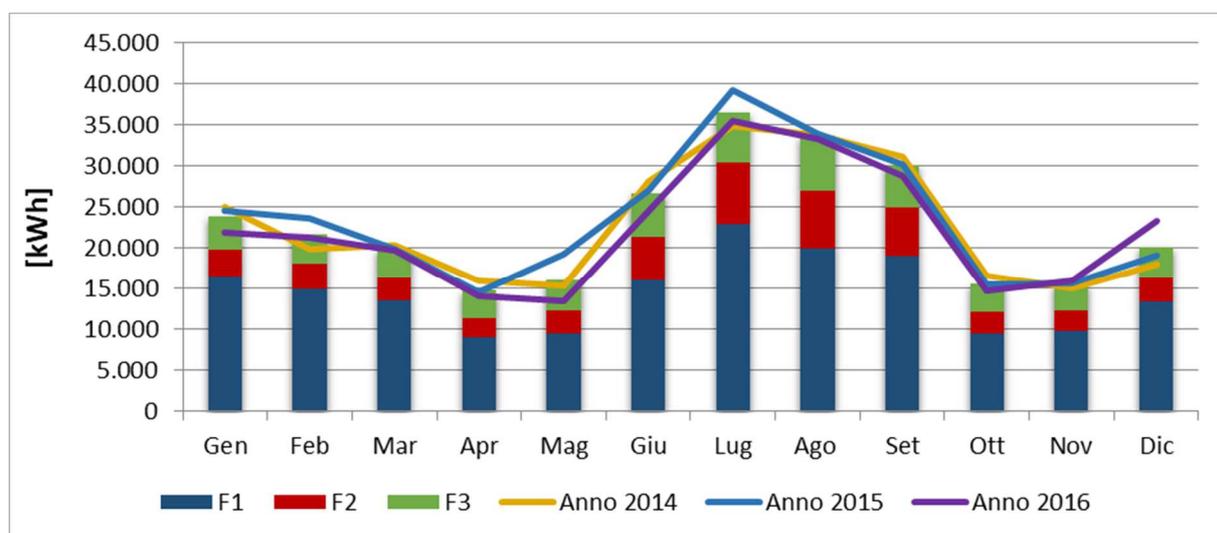
Si riporta di seguito l'andamento dei consumi elettrici mensili per il triennio di riferimento.



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	16.473	3.356	3.998	23.826
Febbraio	14.979	3.031	3.590	21.600
Marzo	13.503	2.822	3.693	20.018
Aprile	9.068	2.306	3.442	14.816
Maggio	9.530	2.825	3.710	16.064
Giugno	16.031	5.244	5.360	26.636
Luglio	22.932	7.493	6.108	36.532
Agosto	19.880	7.031	6.805	33.716
Settembre	18.976	5.941	5.116	30.034
Ottobre	9.501	2.672	3.388	15.561
Novembre	9.861	2.378	3.310	15.549
Dicembre	13.413	2.876	3.853	20.141
Totale	174.145	47.975	52.374	274.493

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 aprile-maggio ed ottobre-novembre 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, 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]
Energia elettrica	274.493	0,467	128

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	$F_{P,ren}$	$F_{P,ren}$	$F_{P,tot}$
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	4.583	m ²
FATTORE 2	Volume netto complessivo (aree interne riscaldate)	22.289	m ³
FATTORE 3	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	26.287	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]
Energia elettrica	274.493	664.274	145	30	25	28	6	5
TOTALE		664.274	145	30	25	28	6	5

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]
Energia elettrica	274.493	535.262	117	24	20	28	6	5
TOTALE		535.262	117	24	20	28	6	5

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]
4.583	60	20	182.829

Da questa analisi risulta un potenziale di risparmio energetico pari a 182.829 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 Interdipartimentale di Ricerca LUPT dell'Università degli Studi di Napoli Federico II sito in via Toledo n.402 (40° 50'N 14° 15'E Altitudine 56 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.

Nell'edificio non è presente un impianto di riscaldamento centralizzato per cui non è stato possibile modellare l'edificio per la 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	274.219	275.321	0,30%
2015	282.377		
2016	266.884		
Consumo medio	274.493	275.321	0,30%

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

6.2 Fabbisogni energetici e profili annuali

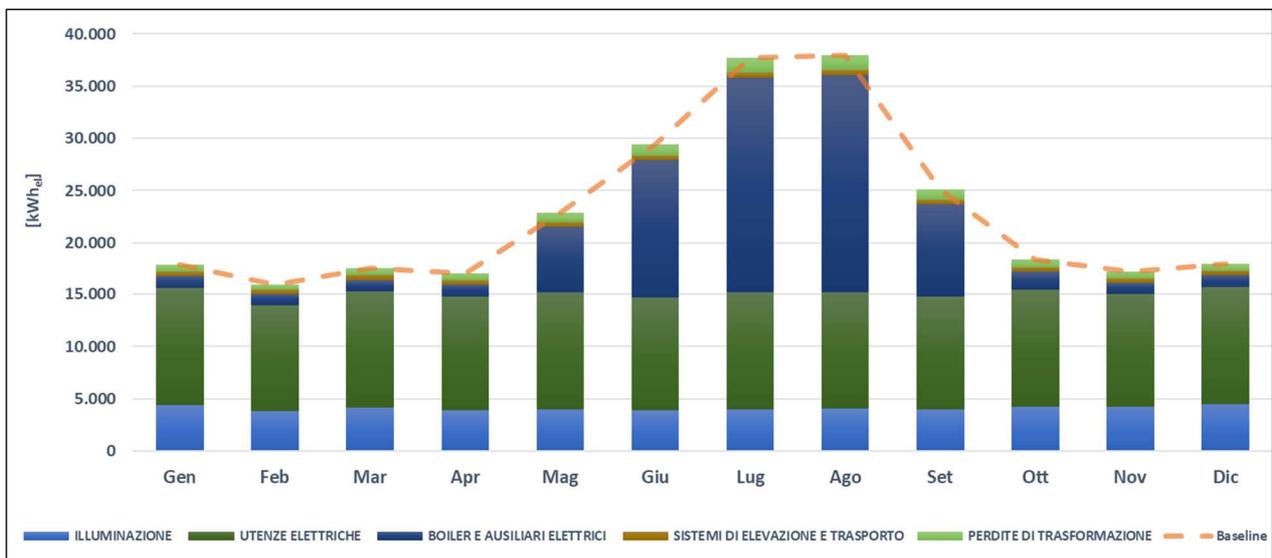
Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si è reso necessario predisporre i risultati della modellazione energetica nella forma di un bilancio energetico che descriva l'andamento dei flussi energetici caratteristici dell'edificio in modo da valutare in maniera puntuale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

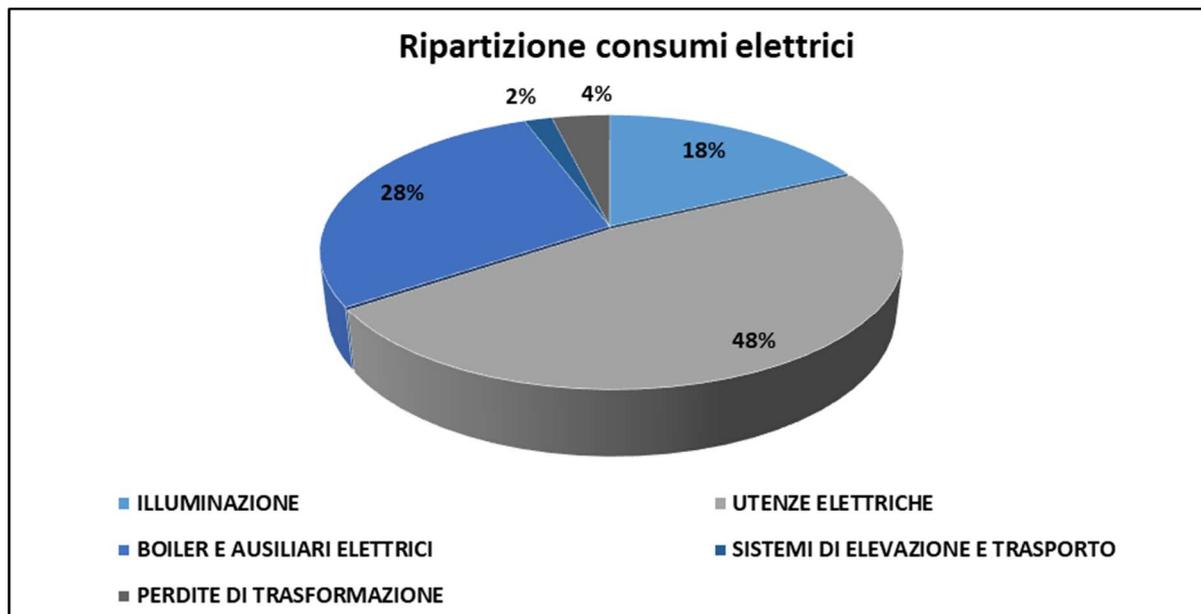
6.3 Profili mensili di consumo energetico

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

Nell'edificio in oggetto non è presente l'impianto di riscaldamento e non vi è alcun utilizzo termico dell'energia. L'unico impianto presente è quello di raffrescamento che incide sul fabbisogno elettrico.

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

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 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 ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]
2014	274.219	0,20	54.844	54.844
2015	282.377	0,20	56.475	56.475
2016	266.884	0,20	53.377	53.377
Media	274.493	0,20	54.899	54.899

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 (del solo servizio di raffrescamento) si attesta a 6.197 € mentre quella straordinaria è di 1.549 €. 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 **54.898 €** e un $C_{baseline}$ pari a **76.394 €**.

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 sono presenti coperture a falde						
	Isolamento intradosso con controsoffitto isolato	NO	Non sono 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 sono presenti coperture a falde						
	Controsoffitto isolato	NO	Non sono 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/interferenze con impianti esistenti						
	Isolamento intradosso con intonaco isolante	SI	Ininfluente ai fini dell'efficientamento						
Solaio Cantine	Isolamento intradosso con intonaco isolante	SI	Forte presenza di umidità/Ininfluente ai fini dell'efficientamento						
	Isolamento intradosso con isolamento a lastre	SI	Presenza di impianti Forte umidità						
Muratura Esterna	Isolamento all'esterno a cappotto	NO	Facciata continua vetrata						
	Isolamento all'esterno con parete ventilata	NO	Facciata continua vetrata						
	Isolamento all'esterno con intonaco isolante	NO	Facciata continua vetrata						
	Isolamento in cassa vuota con materiale sfuso	SI	Piccola intercapedine nel modulo vetrato di facciata						
	Isolamento all'interno controparte isolata	SI	Possibili condense/ Riduzione spazi interni						
	Isolamento all'interno intonaco isolante	NO	Nessuna sup. intonacabile Facciata continua vetrata						

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
Serramenti	Sostituzione serramento	NO	Implica sostituzione dei moduli di facciata, non conveniente, impossibilità architettonica per continuità con edificio in aderenza						
	Posa vetrocamera	SI	Presenza di triplo vetro in quasi tutti i piani, sostituire laddove non presente						
	Sostituzione serramento su telaio esistente	NO	Serramento integrato in facciata						
	Isolamento cassonetto	NO	Cassonetti assenti						
Sistemi di schermatura e/o ombreggiamento	Installazione tende tecniche	SI	Scarsi benefici energetici						
	Installazione schermature solari esterne regolabili (mobili)	NO	Di difficile inserimento su facciata continua						
	Applicazioni pellicole a controllo solare	SI	Teoricamente già presenti, possibile sostituzione						
	Installazione meccanismi automatici di regolazione e controllo	SI	Ininfluenza ai fini dell'efficientamento						
Rete di Distribuzione	Coibentazioni tubazioni	NO	Tubazioni già isolate efficacemente						
	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	NO	Non ci sono radiatori						

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
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 non presente. Valutata installazione di nuovo impianto termico						
	Sostituzione bruciatore/i	NO	Generatore non presente. Valutata installazione di nuovo impianto termico						
	Installazione generatore autonomo acqua calda	NO	Non necessario						
	Sostituzione sistema di regolazione	NO	Impianto termico non presente attualmente						
	Coibentazione tubazioni e collettori	NO	Impianto termico non presente attualmente						
	Coibentazioni serbatoi di accumulo	NO	Impianto termico non presente attualmente						
Sistemi di climatizzazione estiva	Sostituzione macchine frigorifere	SI	Chiller obsoleti						
	Efficientamento sistema di distribuzione	SI	Impianto obsoleto						

MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA DEI SISTEMI DI PRODUZIONE DI ENERGIA									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
Sistemi di ventilazione meccanica controllata	Installazione di sistemi di ventilazione meccanica controllata	SI	Possibilità di ridurre le perdite per ventilazione e aumentare il benessere degli occupanti						
	Efficientamento sistemi di ventilazione meccanica controllata	NO	Impianto non presente						

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	NO	Impianto ACS autonomo con boiler elettrici						
	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
- EEM 2: Coibentazione della copertura con tetto verde
- EEM 3: Utilizzo di pellicole solari
- EEM 4: Realizzazione di sistemi di Building Automation
- EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED
- EEM 6: rifacimento centrale termofrigio, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio
- EEM 7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto 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	Vincolo non presente		
EEM 2: Coibentazione della copertura con tetto verde	Vincolo non presente		
EEM 3: Utilizzo di pellicole solari	Vincolo non presente		
EEM 4: Realizzazione di sistemi di Building Automation	Vincolo non presente		
EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED	Vincolo non presente		
EEM 6: rifacimento centrale termofrigio, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio	Vincolo non presente		
EEM 7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV	Vincolo non presente		

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 calpestabile*

Fattibilità tecnica

La misura prevede di coibentare la 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.

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 10 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 coperture 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 coperture piana riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX

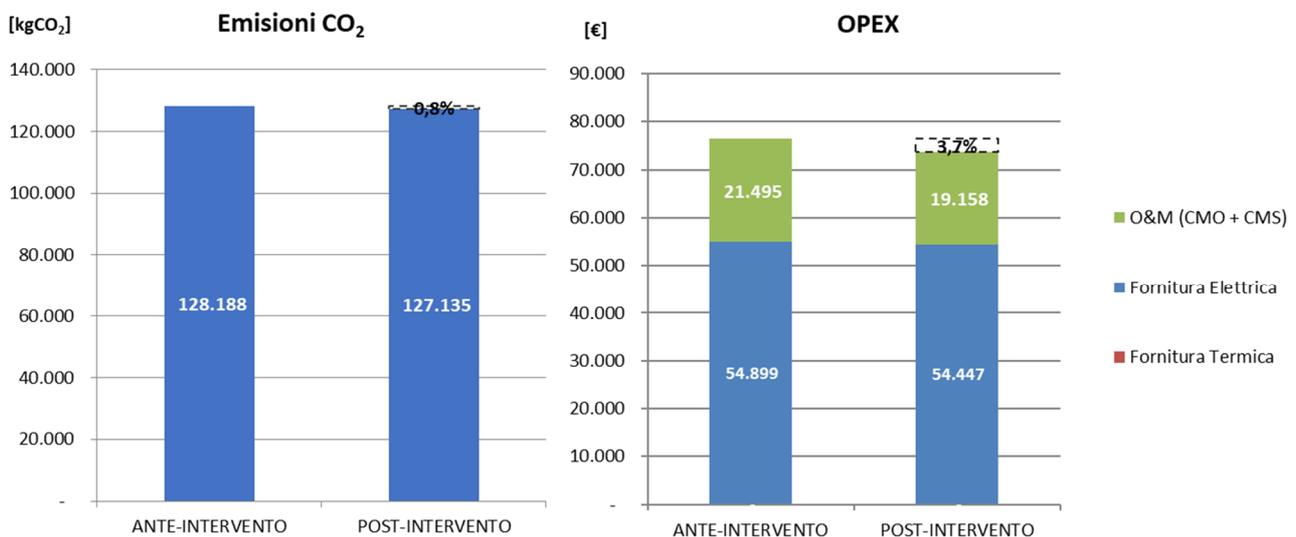
Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

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.

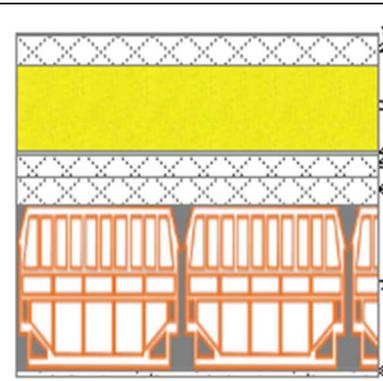
Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	-	-	
$EE_{teorico}$	[kWh]	275.321	273.058	0,8%
$Q_{baseline}$	[kWh]	-	0	0
$EE_{Baseline}$	[kWh]	274.493	272.237	0,8%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	-	-	
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	128.188	127.135	0,8%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	128.188	127.135	0,8%
Fornitura Termica, C_q	[€]	-	-	

Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	54.899	54.447	0,8%
Fornitura Energia, C_E	[€]	54.899	54.447	0,8%
C _{MO_I}	[€]	6.197	6.197	0,0%
C _{MO_E}	[€]	4.918	4.082	17,0%
C _{MS_I}	[€]	1.549	1.549	0,0%
C _{MS_E}	[€]	8.831	7.330	17,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	21.495	19.158	10,9%
OPEX	[€]	76.394	73.605	3,7%
Classe energetica	[-]	A1	A1	0 classi



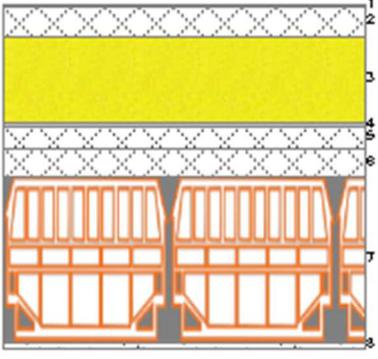
Di seguito viene riportata la stratigrafia della copertura successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

Descrizione della struttura: <i>Solaio su terrazzo</i>			Codice: S1
Trasmittanza termica	0,244	W/m ² K	
Spessore	480	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C	
Permeanza	0,105	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	511	kg/m ²	
Massa superficiale (senza intonaci)	493	kg/m ²	
Trasmittanza periodica	0,014	W/m ² K	
Fattore attenuazione	0,058	-	
Sfasamento onda termica	-15,1	h	

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	5,00
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
3	polistirene XPS VERDE (Styrodur)	120,00
4	Impermeabilizzazione con bitume	5,00
5	Sottofondo di cemento magro	30,00
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
7	Soletta in laterizio	230,00
8	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

Descrizione della struttura: Copertura
Codice: S2

Trasmittanza termica	0,242	W/m ² K	
Spessore	486	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C	
Permeanza	0,070	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	519	kg/m ²	
Massa superficiale (senza intonaci)	501	kg/m ²	
Trasmittanza periodica	0,013	W/m ² K	
Fattore attenuazione	0,055	-	
Sfasamento onda termica	-15,3	h	

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	5,00
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
3	polistirene XPS VERDE (Styrodur)	120,00
4	Impermeabilizzazione con bitume	5,00
5	Sottofondo di cemento magro	30,00
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
7	Soletta in laterizio	230,00
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=10cm) 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 10 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 calpestabili 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.

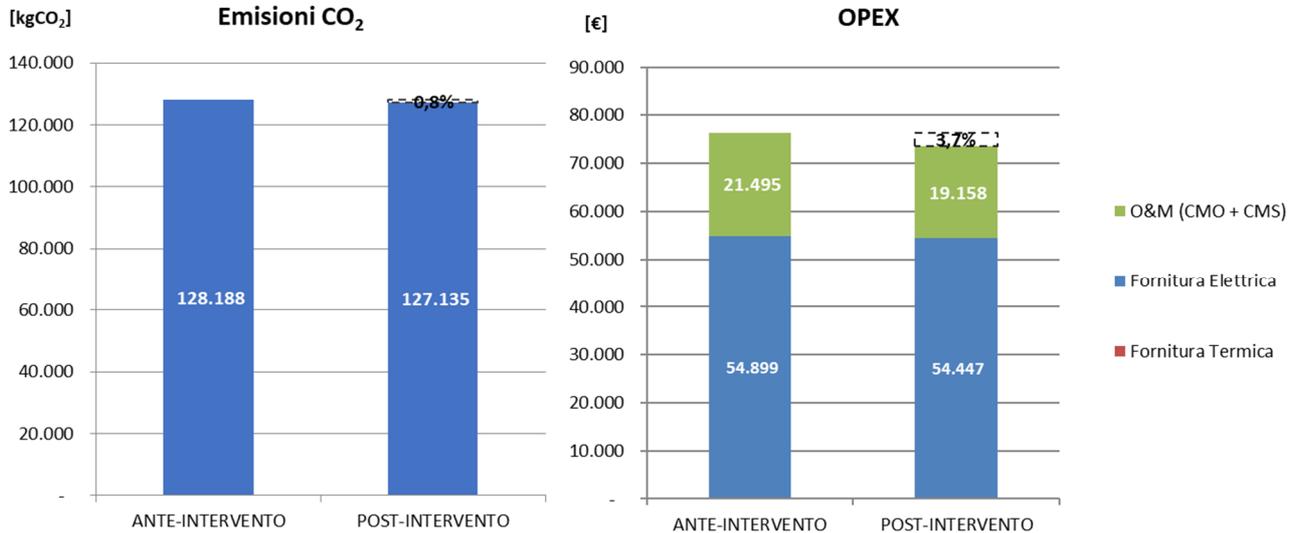
La realizzazione dell'intervento di coibentazione copertura piana con tetto verde riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

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 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]	-	-	
EE _{teorico}	[kWh]	275.321	273.054	0,8%
Q _{baseline}	[kWh]	-	0	0
EE _{Baseline}	[kWh]	274.493	272.233	0,8%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	-	-	
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	128.188	127.133	0,8%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	128.188	127.133	0,8%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	-	-	
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	54.899	54.447	0,8%
Fornitura Energia, C_E	[€]	54.899	54.447	0,8%
C _{MO_I}	[€]	6.197	6.197	0,0%
C _{MO_E}	[€]	4.918	4.623	6,0%
C _{MS_I}	[€]	1.549	1.549	0,0%
C _{MS_E}	[€]	8.831	8.302	6,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	21.495	20.670	3,8%
OPEX	[€]	76.394	75.117	1,7%
Classe energetica	[-]	A1	A1	0 classi

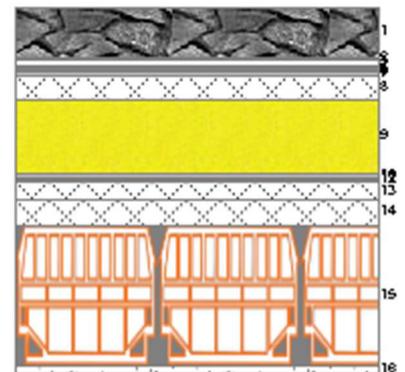


Di seguito viene riportata la stratigrafia della copertura successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

Descrizione della struttura: Copertura

Trasmittanza termica	0,229	W/m ² K
Spessore	585	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C
Permeanza	0,063	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	646	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	628	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,004	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,019	-
Sfasamento onda termica	-21,0	h

Codice: S2



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	5,00

8	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
9	polistirene XPS VERDE (Styrodur)	120,00
10	Impermeabilizzazione con bitume	5,00
11	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	1,00
12	Impermeabilizzazione con bitume	5,00
13	Sottofondo di cemento magro	30,00
14	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
15	Soletta in laterizio	230,00
16	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

8.1.1.3 Pellicole a controllo solare

Fattibilità tecnica

Si ipotizza l'inserimento di pellicole a controllo solare su tutte le superfici vetrate dell'edificio al fine di ridurre il guadagno termico attraverso l'involucro trasparente.

L'inserimento di una pellicola a controllo solare, che per continuità di facciata sarà di tipo riflettente, consente di ridurre l'irraggiamento solare incidente sull'involucro trasparente, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico e visivo, all'assenza di abbagliamento luminoso e alla riduzione dei consumi elettrici per la climatizzazione estiva.

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

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'inserimento di una pellicola a controllo solare richiede la valutazione delle prestazioni energetiche dello stato di conservazione della finestra esistente, al fine di individuare la fattibilità tecnica e la convenienza economica dell'intervento.

Tale misura può ridurre la trasmissione luminosa del vetro in modo significativo (fino al 70%). La resa cromatica ed il colore della pellicola devono essere scelti in funzione in relazione alla funzione dell'edificio, alla compatibilità estetica con la facciata e con l'intorno costruito anche in assenza di vincoli architettonici specifici presenti sull'edificio come nel presente caso.

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.

La manutenzione deve essere realizzata con tecniche e prodotti compatibili con la resistenza chimica, fisica e meccanica del materiale e devono essere seguite le procedure di pulizia indicate dai produttori.

Riduzione costi di manutenzione

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi applicazione di pellicole a controllo solare 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 realizzazione degli interventi applicazione di pellicole a controllo solare eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali la regolazione dei serramenti 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 realizzazione delle pellicole a controllo solare 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

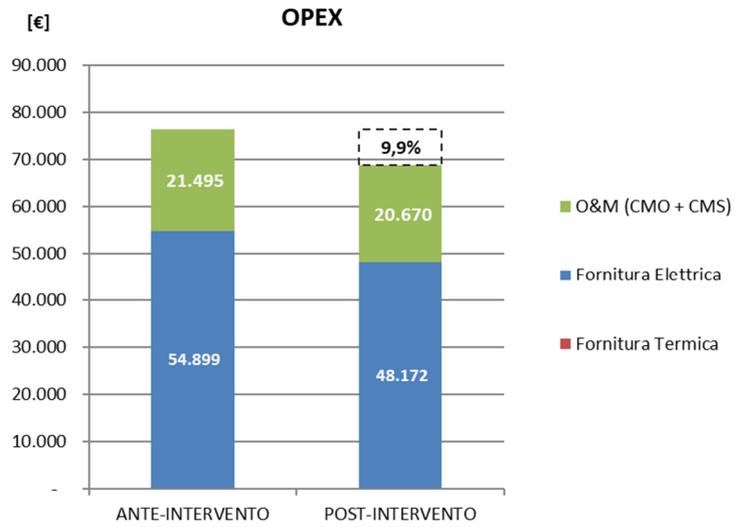
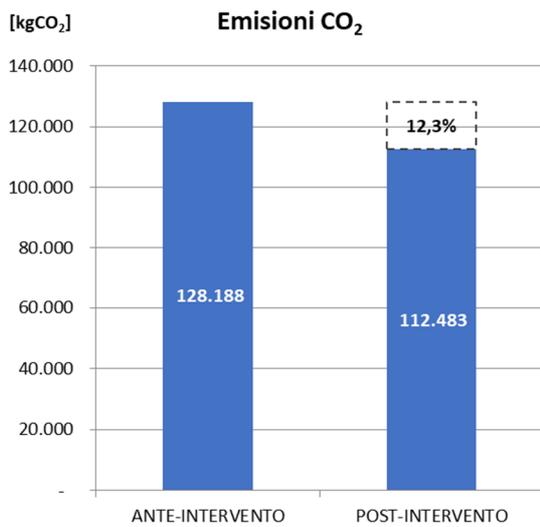
Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali della misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Installazione di sistemi di schermatura". Per la tipologia d'intervento si identifica come richiesta prestazionale la classe 3 o superiore secondo la norma UNI EN 14501. Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo dell'incentivo.

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	-	-	
$EE_{teorico}$	[kWh]	275.321	241.589	12,3%
$Q_{baseline}$	[kWh]	-	0	0
$EE_{baseline}$	[kWh]	274.493	240.862	12,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	-	-	
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	128.188	112.483	12,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	128.188	112.483	12,3%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	-	-	
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	54.899	48.172	12,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	54.899	48.172	12,3%



C _{MO_I}	[€]	6.197	6.197	0,0%
C _{MO_E}	[€]	4.918	4.623	6,0%
C _{MS_I}	[€]	1.549	1.549	0,0%
C _{MS_E}	[€]	8.831	8.302	6,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	21.495	20.670	3,8%
OPEX	[€]	76.394	68.843	9,9%
Classe energetica	[-]	A1	A1	0 classi



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 36 W. Si propone di efficientare tale sistema mediante l'installazione di lampade tubolari a LED in tutti i locali della struttura.

Le nuove lampade a LED, di potenza variabile tra i 10 ed i 20 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 e 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.

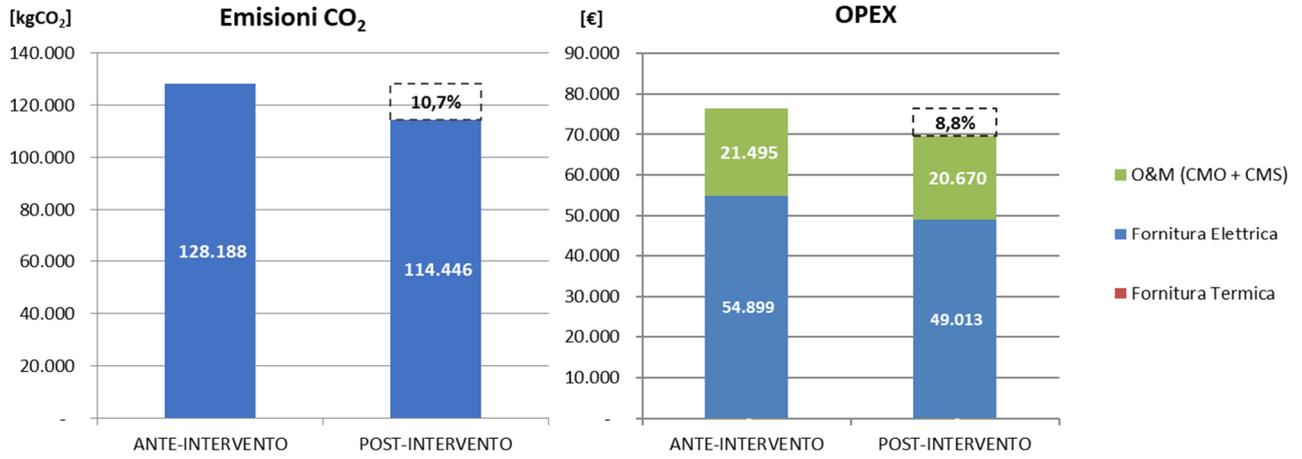
Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

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.

Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo dell'incentivo.

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	-	-	
$EE_{teorico}$	[kWh]	275.321	245.805	10,7%
$Q_{baseline}$	[kWh]	-	0	0
$EE_{baseline}$	[kWh]	274.493	245.066	10,7%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	-	-	
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	128.188	114.446	10,7%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	128.188	114.446	10,7%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	-	-	
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	54.899	49.013	10,7%
Fornitura Energia, C_E	[€]	54.899	49.013	10,7%
C_{MO_I}	[€]	6.197	5.825	6,0%
C_{MO_E}	[€]	4.918	4.918	0,0%
C_{MS_I}	[€]	1.549	1.456	6,0%
C_{MS_E}	[€]	8.831	8.831	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	21.495	21.030	2,2%
OPEX	[€]	76.394	70.043	8,3%
Classe energetica	[-]	A1	A1	+0 classi



8.1.2.2 Sistemi di Building Automation

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 di cronotermostati ambiente con comunicazione ad onde convogliate
- Installazione sistema di controllo pompe multistadio
- Installazione di sistema di controllo automatico dell'impianto termico con partenza/arresto ottimizzato
- Installazione sensori di rilevamento presenza per sistema di illuminazione nei servizi igienici ed uffici
- 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.

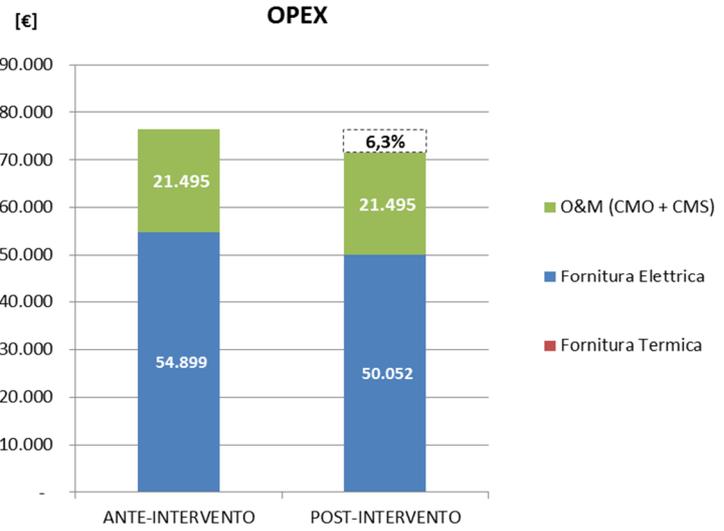
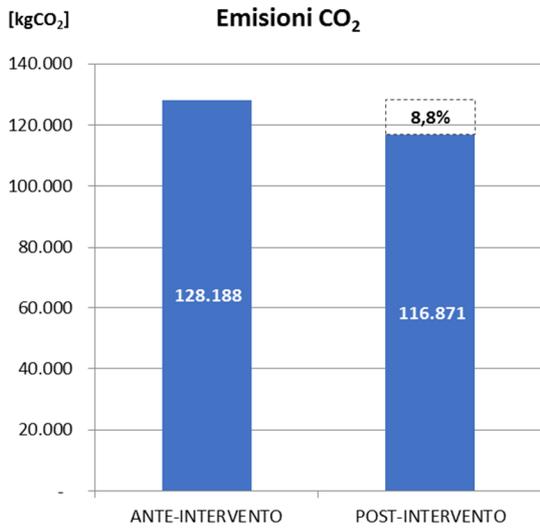
La realizzazione dell'intervento di installazione del sistema BACS riducendo i costi energetici consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

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]	-	-	
$EE_{teorico}$	[kWh]	275.321	251.015	8,8%
$Q_{baseline}$	[kWh]	-	0	0
$EE_{Baseline}$	[kWh]	274.493	250.260	8,8%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	-	-	
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	128.188	116.871	8,8%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	128.188	116.871	8,8%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	-	-	
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	54.899	50.052	8,8%
Fornitura Energia, C_E	[€]	54.899	50.052	8,8%
C_{MO_I}	[€]	6.197	6.197	0,0%
C_{MO_E}	[€]	4.918	4.918	0,0%
C_{MS}	[€]	1.549	1.549	0,0%
C_{MS_E}	[€]	8.831	8.831	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	21.495	21.495	0,0%
OPEX	[€]	76.394	71.547	6,3%
Classe energetica	[-]	A1	A1	+0 classi



8.1.3 Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva ed invernale

8.1.3.1 Rifacimento centrale termofrigo, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio

Fattibilità tecnica

Considerate le caratteristiche impiantistiche dei sistemi di climatizzazione estiva ed invernale parzialmente presenti, si è rilevata la possibilità di intervenire, per migliorare le prestazioni energetiche del sistema di climatizzazione, sulla sostituzione delle attuali macchine frigorifere con chiller di nuova generazione e sostituendo la pompa di calore ormai inattiva perché obsoleta caratterizzati da una maggiore efficienza. Insieme a tali sostituzioni si aggiungono due serbatoi di accumulo e la rigenerazione del sottosistema di distribuzione.

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'attuale impianto di climatizzazione estiva è costituito da due macchine frigorifere installate rispettivamente negli anni 90 da circa 240 kW, ormai obsolete. Si propone la sostituzione con una macchina frigo ed una pompa di calore di nuova generazione aventi prestazioni più efficienti e consumi ridotti.

Descrizione dei lavori

L'intervento prevede i seguenti lavori:

- Rimozione attuale macchina frigorifera
- Fornitura in opera di refrigeratore/pompa di calore con condensatore raffreddato ad acqua
- Sostituzione unità trattamento aria
- Installazione pompe gemellari ad alta efficienza con inverter

Riduzione costi di manutenzione

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di rifacimento centrale termofrigo attraverso la sostituzione di 2 UTA è stata stimata sulla base dell'incidenza dell'impianto di generazione 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 il rifacimento centrale termofrigo attraverso la sostituzione di 2 UTA ridurrà negli anni successivi gli interventi di manutenzione 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.

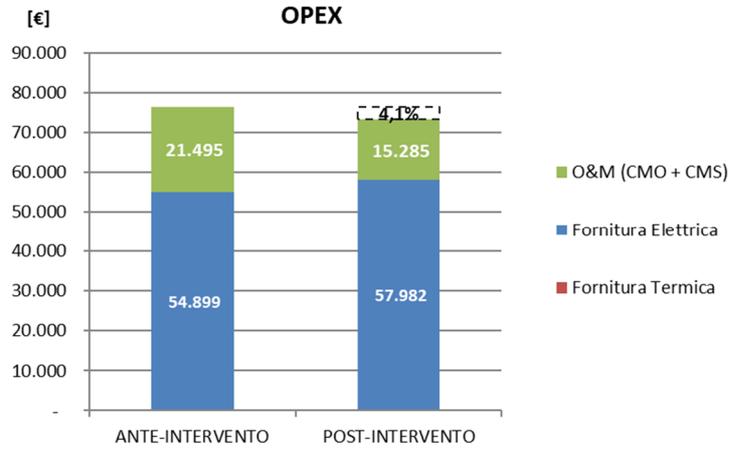
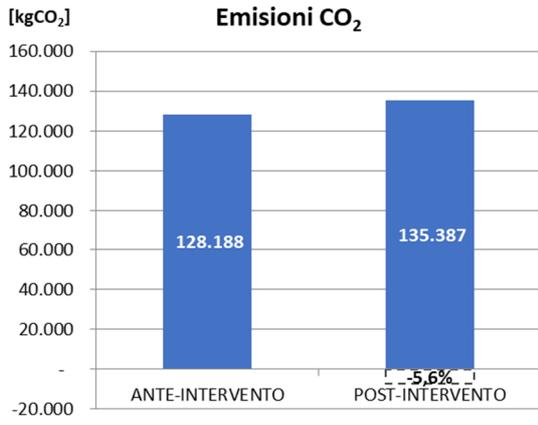
La realizzazione dell'intervento di rifacimento centrale termofrigido attraverso la sostituzione di 2 UTA riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

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 proposta. Nel caso in questione trattasi di "Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale, anche combinati per la produzione di acqua calda sanitaria, dotati di pompe di calore (...)". Per la tipologia d'intervento si identifica nel come requisito principale nel documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" un rendimento minimo di soglia COP in funzione del tipo di pompa di calore (che nel caso di aria/acqua è pari a 4,1 per potenza termica utile minori di 35 kWt e 3,8 per quelle maggiori di 35 kWt). A seconda della potenza è obbligatorio l'installazione delle valvole termostatiche, se non presenti. 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]	-	-	
EE _{teorico}	[kWh]	275.321	290.782	-5,6%
Q _{baseline}	[kWh]	-	0	0
EE _{baseline}	[kWh]	274.493	289.908	-5,6%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO2]	-	-	
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO2]	128.188	135.387	-5,6%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO2]	128.188	135.387	-5,6%
Fornitura Termica, CQ	[€]	-	-	
Fornitura Elettrica, CEE	[€]	54.899	57.982	-5,6%
Fornitura Energia, CE	[€]	54.899	57.982	-5,6%
CMO	[€]	6.197	3.099	50,0%
CMO_E	[€]	4.918	4.082	17,0%
CMS_I	[€]	1.549	775	50,0%
CMS_E	[€]	8.831	7.330	17,0%
O&M (CMO + CMS)	[€]	21.495	15.285	28,9%
OPEX	[€]	76.394	73.266	4,1%
Classe energetica	[-]	A1	A1	+0 classi



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 l'intervento di secondo livello: rifacimento centrale termofrigio, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio.

Caratteristiche funzionali e tecniche

Il dimensionamento e l'installazione dell'impianto fotovoltaico consente di coprire i 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 25 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

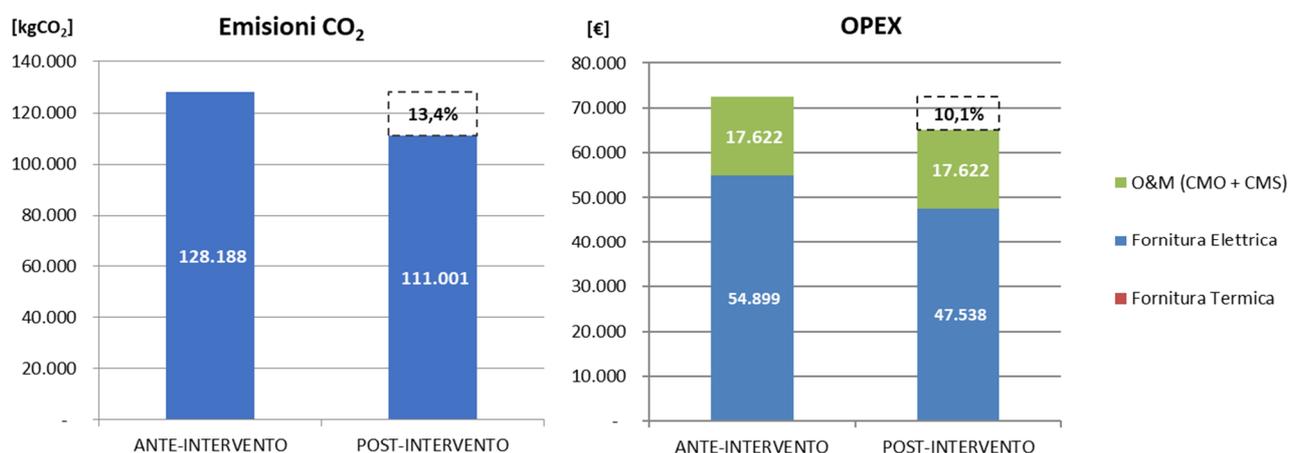
Il termine inglese OPERating EXPense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

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]	-	-	
EE _{teorico} *	[kWh]	290.782	251.795	13,4%
Q _{baseline}	[kWh]	-	0	0
EE _{Baseline}	[kWh]	274.493	237.690	13,4%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	-	-	
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	128.188	111.001	13,4%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO ₂]	128.188	111.001	13,4%
Fornitura Termica, CQ	[€]	-	-	
Fornitura Elettrica, CEE	[€]	54.899	47.538	13,4%
Fornitura Energia, CE	[€]	54.899	47.538	13,4%
CMO_I	[€]	3.099	3.099	0,0%
CMO_E	[€]	4.918	4.918	0,0%
CMS_I	[€]	775	775	0,0%
CMS_E	[€]	8.831	8.831	0,0%
O&M (CMO + CMS)	[€]	17.622	17.622	0,0%
OPEX	[€]	72.521	65.160	10,1%
Classe energetica	[-]	A1	A2	+1 classi

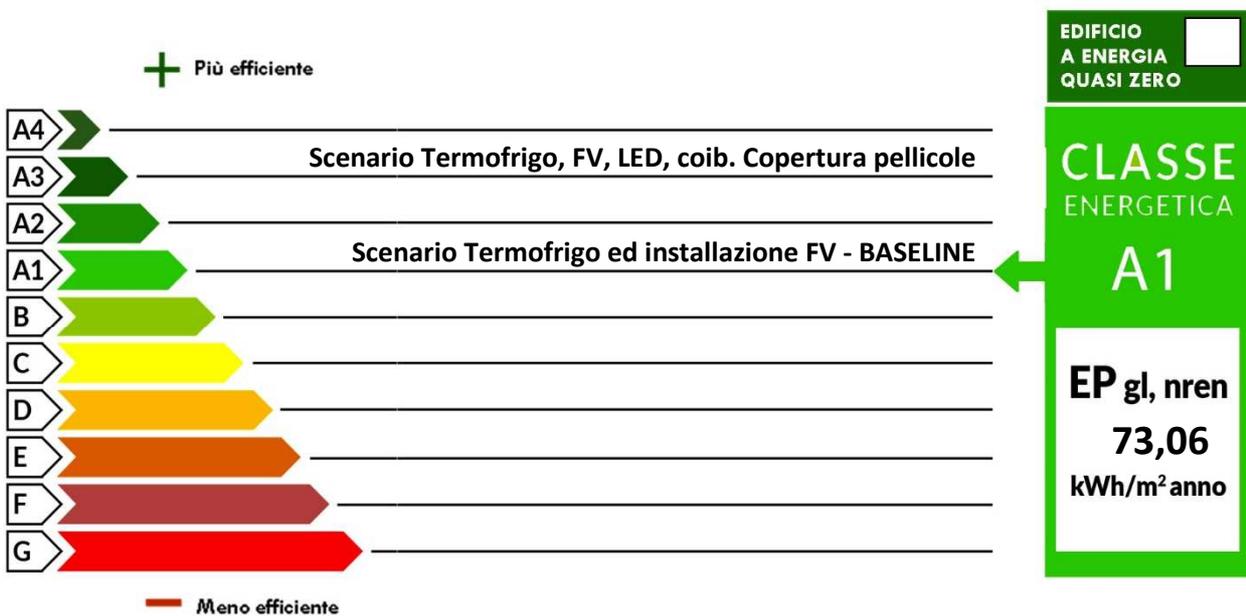
*Baseline ridotta che include interventi di 2° Livello



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 calpestabile*

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 seguente tabella sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40% calcolato sul costo specifico sostenuto e sulla superficie oggetto di intervento di 994 m².

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 sulla stratigrafia interessata

Si precisa tuttavia che durante l'intervento sarà necessario prevedere lo smontaggio ed il rimontaggio del gruppo frigo attualmente installato sulla copertura. Nel caso in cui si preveda anche l'efficientamento energetico di tale impianto (vedi par.8.1.3.1. e 9.1.6.1.) non è necessario prevedere costi aggiuntivi a quelli qui sotto riportati, nel caso in vece tale intervento venisse effettuato singolarmente allora sarà necessario quantificare in modo più esatto tale intervento accessorio che in via preliminare può essere quantificato in circa tra 5 e 10 mila euro.

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	994	m2	€ 27,40	€ 24,91	€ 24.759,64	22%	€ 30.206,76
A 11.01.2.f.2	per ogni cm in più	Prezzario Regione Lazio	8946	m2	€ 4,54	€ 4,13	€36.922,58	22%	€ 45.045,55
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	994	m2	€ 13,09	€ 11,90	11.828,60	22%	€ 14.430,89
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	994	m2	€ 10,11	€ 9,19	€ 9.135,76	22%	€11.145,63
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 2.479,40	22%	€ 3.024,86
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 5.785,26	22%	€ 7.058,02
	TOTALE (I₀ – EEM1)						90.911,24	22%	110.911,71
	Incentivi	[Conto termico]							€ 44.364,69
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 44.364,69

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 994 m². Si riporta l'analisi dei costi relativi alla coibentazione del terrazzo con polistirene XPS e getto di completamento e verde estensivo.

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 sulla stratigrafia interessata

Si precisa tuttavia che durante l'intervento sarà necessario prevedere lo smontaggio ed il rimontaggio del gruppo frigo attualmente installato sulla copertura. Nel caso in cui si preveda anche l'efficientamento energetico di tale impianto (vedi par.8.1.3.1. e 9.1.6.1.) non è necessario prevedere costi aggiuntivi a quelli qui sotto riportati, nel caso in vece tale intervento venisse effettuato singolarmente allora sarà necessario quantificare in modo più esatto tale intervento accessorio che in via preliminare può essere quantificato in circa tra 5 e 10 mila euro

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	Prezzario Regione Lazio	994	m2	€ 27,40	€ 24,91	€ 24.759,64	22%	€ 30.206,76

	espanso estruso (XPS) densità 33-35 kg/mc, conducibilità termica $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ spessore 3 cm								
A 11.01.2.f.2	per ogni cm in più	Prezzario Regione Lazio	8946	m2	€ 4,54	€ 4,13	€ 36.922,58	22%	€ 45.045,55
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	994	m2	€ 13,09	€ 11,90	€ 11.828,60	22%	€ 14.430,89
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	994	m2	€ 10,11	€ 9,19	€ 9.135,76	22%	€ 11.145,63
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	-	994	m2	€ 23,06	€20,96	€ 20.837,85	22%	€25.422,18

	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 accumulo sp. ca. 2,5cm.								
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 3.104,53	22%	€ 3.787,53
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 7.243,91	22%	€ 8.837,57
	TOTALE (I₀ - EEM1)						113.832,88	22%	138.876,11
	Incentivi	[Conto termico]							€ 55.550,45
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 55.550,45

9.1.3 Pellicole a controllo solare

Si riportata l'analisi dei costi relativi all'applicazione di pellicole solari sui serramenti esistenti. 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 150€/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 30.000 €. Nella seguente tabella sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al massimo della quota incentivabile pari a 30.000 €.

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 nel caso in cui tale intervento si affianchi la sostituzione dei serramenti esistenti, nel caso in cui le pellicole venissero applicate sui vetri esistenti è necessario verificare con un'indagine più approfondita la presenza di vetri danneggiati, i quali dovranno necessariamente essere sostituiti.

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
					[€/m ² cm]	[€/m ² cm]	[€]	[%]	[€]
NP	fornitura e posa in opera di pellicole neutre per esterno compresi gli sfridi, la pulizia specifica con eventuale rimozione del silicone esistente, l'installazione, la sigillatura perimetrale delle lastre esterne con silicone neutro, pulizia finale e consegna lavori	-	1875	m2	€ 83,66	€ 76,05	€142.602,27	22%	€ 173.974,77
P.03.10.35.a	Ponteggio completo, fornito e posto in opera, con mantovane, basette supporti agganci, tavolato, fermapiede, schermature e modulo scala, realizzato con l'impiego di tubi e giunti e/o manicotti spinottati, compresi ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte, valutato per metro quadrato di superficie asservita per il 1° mese o frazione	Prezzario Regione Campania	1.875	m2	€ 24,46	€ 22,24	€ 41.693,18	22%	€ 50.865,68

NP	rimozione pellicole esistenti	-	1.875	m2	€ 5,00	€ 4,55	€ 8.522,73	22%	€ 10.397,73
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 5.784,55	22%	€ 7.057,15
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€13.497,27	22%	€ 16.466,67
	TOTALE (I₀ - EEM3)						€ 212.100	22%	€ 258.762
	Incentivi	[Conto termico]							€ 30.000,00
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 30.000,00

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% calcolato sul costo totale di intervento.

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	€40.500,00	€36.818,18	€ 36.818,18	22%	€ 44.918,18
NP	Installazione di sistema di monitoraggio e visualizzazione all'utenza dei consumi dell'edifici (EMS)	-	1	cad	€ 7.000,00	€ 6.363,64	€6.363,64	22%	€7.763,64
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€1.295,45	22%	€ 1.580,45
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3.022,73	22%	€ 3.687,73
	TOTALE (I₀- EEM1)						€ 47.500	22%	€ 57.950
	Incentivi	[Conto termico]							€ 23.180,00
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 23.180,00

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 massimo della quota incentivabile pari a 40.000 €

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 a	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: 1x18W	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	532	cad	€ 8,52	€ 7,75	€ 4.120,58	22%	€ 5.027,11
A01144 d	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: 1x36W	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	776	cad	€ 10,07	€ 9,15	€ 7.103,93	22%	€ 8.666,79
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	10	m ³	€ 46,14	€ 41,95	€ 419,45	22%	€ 511,73

D03103a	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.: monolampada lunghezza 69' mm, 10 W, 1.620 lm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	133	cad	€ 96,19	€ 87,45	€ 11.630,25	22%	€ 14.188,90
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 lunghezz 600 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	532	cad	€ 14,56	€ 13,24	€ 7.041,75	22%	€ 8.590,93
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.: monolampada lunghezza 1.300 mm, 18 W, 2.920 lm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	776	cad	€ 115,65	€ 105,14	€ 81.585,82	22%	€ 99.534,70
D03067d	Lampade a LED alimentazione 230 V c.a.: tubolari T8, attacco G13, fascio luminoso 270° potenza 18 W, temperatura di colore 4000K o 6500 K, 1.930 lm lunghezz 1.200 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	776	cad	€ 19,97	€ 18,15	€ 14.087,93	22%	€ 17.187,27
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 3.779,69	22%	€ 4.611,22
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 8.819,28	22%	€ 10.759,52
	TOTALE (I₀- EEM5)						€ 138.589	22%	€ 169.078
	Incentivi	[Conto termico]							€ 40.000,00
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 40.000,00

9.1.6 Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva ed invernale

9.1.6.1 Rifacimento centrale termofrigido, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio

È stata fornita dalla stazione appaltante un elenco di lavorazioni di un intervento di riqualificazione dell'impianto di climatizzazione invernale ed estiva. Per poter valutare la fattibilità economico-finanziaria si è cercato di ricostruire il computo a noi fornito in modo da poter definire un costo e calcolarne poi l'incentivo. Tale incentivo è derivato dalla potenza termica nominale da installare calcolato secondo la zona termica dell'edificio in oggetto e da alcuni parametri standard. È risultato che l'incentivo risultate è pari a 110.423 €.

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 ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
NP	Fornitura in opera di refrigeratore/pompa di calore con condensatore raffreddato ad acqua, funzionante con refrigerante R134A, compressore bi-vite, scambiatore a piastre, completo di quadro elettrico premontato a bordo macchina, alimentazione elettrica 400 V-3-50Hz, dato in opera completo di saracinesche in ghisa a flusso avviato, controflange, bulloni guarnozioni, manometri, termometri, giunti antivibranti, con esclusione dei collegamenti elettrici e della coibentazione delle tubazioni della seguente potenzialità: resa frigorifera 281 kW; assorbimento elettrico 71 Kw; resa termica 303 kW	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	2	cad	€70.000,00	€ 63.636,36	€127.272,73	22%	€155.272,73

E03018d	<p>Unità trattamento aria costituita da un involucro di pannelli in lamiera zincata con interposta lana minerale di spessore 3 cm, completa di: presa aria esterna in acciaio zincato con alette multiple; filtri rigenerabili di spessore 5 cm; batterie di scambio termico a tubi di rame e lamelle in alluminio; bacinella di raccolta condensa con foro e tappo di scarico; batteria di riscaldamento a due ranghi (temperatura fluido scaldante 70-80 °C); batteria di raffreddamento a sette ranghi (temperatura acqua refrigerata 7-12 °C); sezione di umidificazione a setti evaporanti alveolari di spessore 10 cm, con pompa di ricircolo e separatore di gocce; sezione ventilante con ventilatore centrifugo a doppia aspirazione con pale in avanti equilibrate staticamente e dinamicamente; motore elettrico a quattro poli con protezione IP 44, alimentato a 230/400 V - 50 Hz; compresa la posa in opera consistente negli allacci alla canalizzazione esistente ed alle tubazioni poste entrambe nell'ambito della centrale o nelle immediate vicinanze della stessa unità, con esclusione degli apparati di termoregolazione, assemblaggio delle varie sezioni, trasporto e tiro del materiale e l'onere di eventuali opere murarie: portata 11.500 m³/h, 950/850 giri/min, pot. batteria riscaldamento 147,6 kW, pot. batteria raffreddamento 121,4 kW, pressione statica utile 20 mm c.a.</p>	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	2	cad	€13.199,97	€ 11.999,97	€23.999,95	22%	€29.279,93
E03194f	<p>Silenziatore da canale per nuovi impianti di trasporto aria, sezione rettangolare con setti fonoassorbenti, realizzato in lamiera, spessore minimo 1 mm, materiale fonoassorbente in lana minerale con densità non inferiore</p>	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	4	cad	€ 1.008,18	€ 916,53	€ 3.666,11	22%	€ 4.472,65

	a 60 kg/m ³ , setti regolarmente spazati inseriti all'interno di un telaio in lamiera zincata, posto in opera completo di flange di collegamento: spessore setti 200 mm, lunghezza 900 mm, passaggio aria 100 mm, per le seguenti dimensioni del canale: 1.200 x 900 mm								
E03185g	Serranda tagliafuoco a pala unica, certificata REI 120, cassa lunghezza 300 mm e flangia da 40 mm, completa di fusibile tarato a 72° e disgiuntore, otturatore in cartongesso e comando manuale, data in opera a perfetta regola d'arte con esclusione delle opere murarie e del collegamento equipotenziale, delle dimensioni di: altezza 500 mm: base 800 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	4	cad	€ 344,69	€313,35	€ 1.253,42	22%	€ 1.529,17
C.04.20.20.e	Elettropompa gemellare per acqua calda e refrigerata, esecuzione monoblocco in linea con rotore immerso, 2800 1/min, caratteristica variabile, temperatura d'impiego -10/+110°C, PN 6, grado di protezione IP 55, fornita e posta in opera. Sono compresi i raccordi a tre pezzi, oppure controflange con guarnizioni e bulloni. Sono esclusi i collegamenti elettrici. Portata min/med/max Q(mc/h). Prevalenza corrispondente non inferiore a: H(bar). Diametro nominale: DN(mm) Q = 0,0/8,0/16,0 H = 1,05/0,77/0,23 DN = 50 mm	Prezzario Regione Campania	10	cad	€ 1.143,76	€ 1.039,78	€10.397,82	22%	€12.685,34
E.19.10.20.a	Profilati in acciaio per travature reticolari, laminati a caldo e sagomati a freddo, assemblati con nodi di tipo bullonato o saldato, completi di piastre di attacco, taglio a misura, gli sfridi, le forature, i calastrelli, i bulloni di adeguata classe, compresi il tiro e il calo dei materiali, i ponti di servizio fino a 4 m dal piano di appoggio, gli oneri relativi ai controlli di legge, e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte, a qualsiasi altezza o	Prezzario Regione Campania	800	Kg	€ 3,01	€ 2,74	€ 2.189,09	22%	€ 2.670,69

	profondità. Sono esclusi i trattamenti protettivi e le verniciature che verranno pagati a parte								
E02098f	Bollitore ad accumulo, verticale, in acciaio zincato a bagno caldo, per produzione d'acqua calda, con scambiatore a grande superficie di scambio in rame estraibile, funzionante con acqua termo, acqua surriscaldata o vapore, con copertura esterna in PVC e isolamento termico in lana di roccia o schiuma poliuretanica, in opera: 3.000 l	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	2	cad	€ 5.033,84	€ 4.576,22	€ 9.152,44	22%	€11.165,97
E02103e	Saracinesca flangiata corpo piatto in ghisa sferoidale GS-40, PN 10, con cuneo gommato e volantino in lamiera stampata, in opera compresa la saldatura delle controflange a collarino a norme UNI EN 1092 completa di bulloni, controdadi e guarnizioni: diametro 100 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	16	cad	€ 385,84	€ 350,76	€ 5.612,22	22%	€ 6.846,91
E02117i	Filtro raccoglitore d'impurità del tipo a Y, PN 16, realizzato in ghisa grigia GG-25, con cestello in acciaio inox, attacchi flangiati in opera completo di controflange, bulloni e guarnizioni, dei seguenti diametri: 100 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	4	cad	€285,13	€ 259,21	€1.036,84	22%	€ 1.264,94
E02120f	Giunto di dilatazione antivibrante in gomma EPDM, flangiato PN 10/16, in opera: diametro 100 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	4	cad	€186,27	€169,34	€ 677,35	22%	€ 826,36
NP	fornitura in opera di impianto elettrico CTF comprendente Q.E. generale e quadri di manovra secondari	-	1	cad	€ 2.000,00	€ 1.818,18	€ 1.818,18	22%	€ 2.218,18
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 5.612,28	22%	€ 6.846,99
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€13.095,33	22%	€15.976,30
	TOTALE (I₀ – EEM1)						€ 205.784	22%	€251.056
	Incentivi	Conto termico							110.423
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								110.423

9.1.7 Installazione impianto fotovoltaico da 25 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	96	cad	€ 636,11	€ 578,28	€ 55.515,05	22%	€ 67.728,37
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	7	cad	€ 1.774,82	€ 1.613,47	€ 11.294,31	22%	€ 13.779,06

	nominale 6000 VA, fattore di potenza pari a 1								
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 2.004,28	22%	€ 2.445,22
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 4.676,66	22%	€ 5.705,52
	TOTALE (I₀ – EEM7)						€ 73.490	22%	€ 89.658

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, 15 anni per lo SCN1, o, 25 anni per SCN2;

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

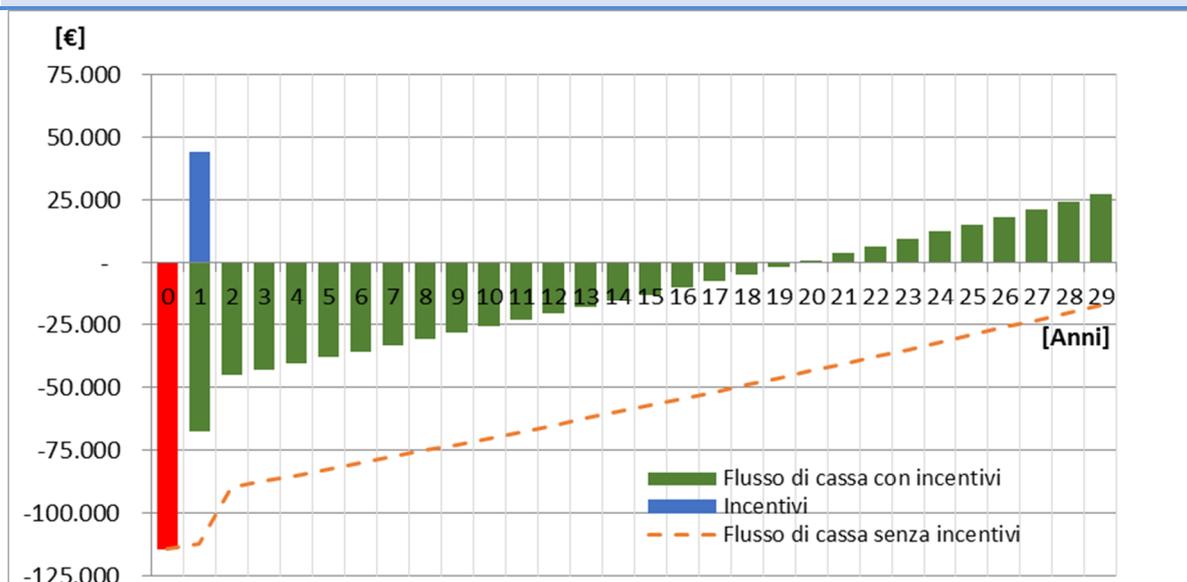
Analogamente la rappresentazione grafica dei flussi di cassa cumulati attualizzati permetterà la visualizzazione del TRA e del VAN.

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

9.2.1 Coibentazione della copertura calpestabile

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

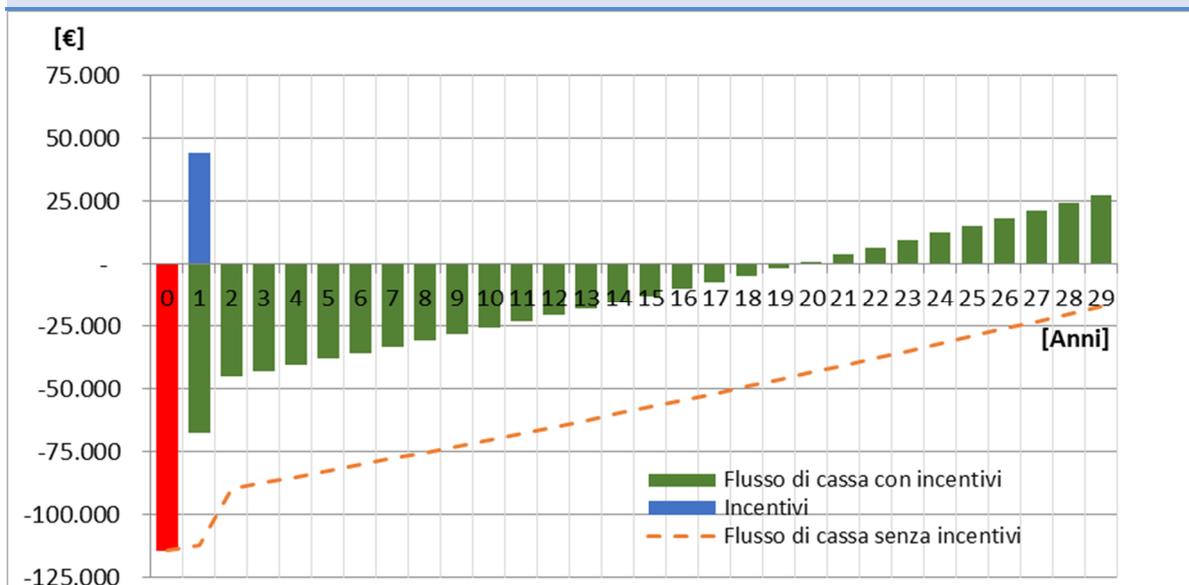
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	110.911
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	44.365
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	35,3	19,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	60,0	34,5
Valore attuale netto	VAN	-	- 14.843
Tasso interno di rendimento	TIR	-1,2%	2,7%
Indice di profitto	IP	-0,51	-0,13



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:

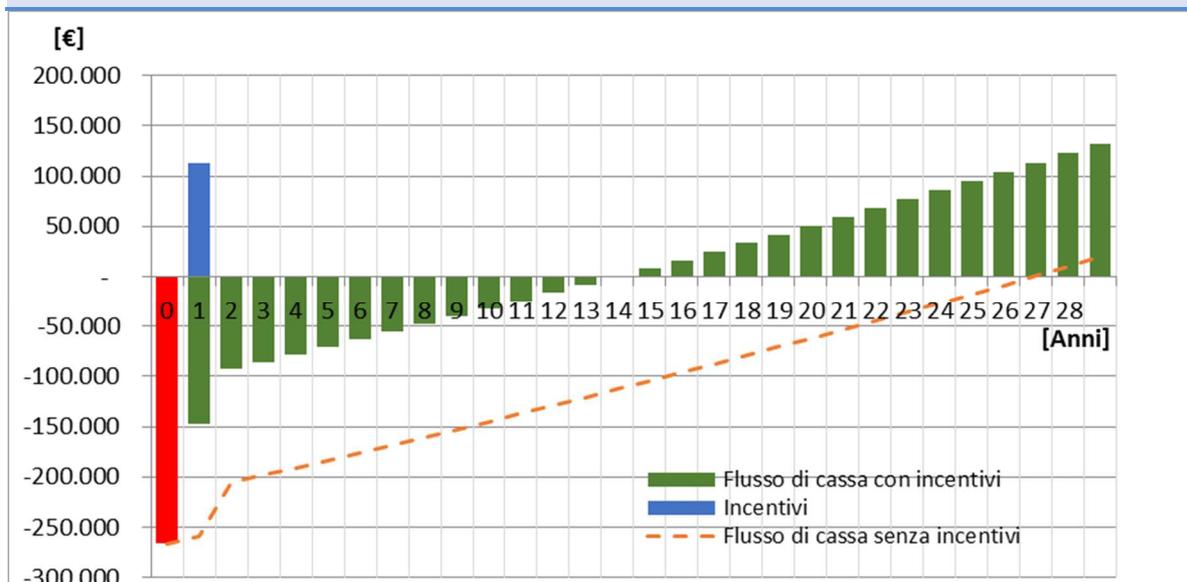
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	138.876
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	55.550
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	42,0	24,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	69,5	37,4
Valore attuale netto	VAN	-81.314	-28.409
Tasso interno di rendimento	TIR	-2,5%	1,3%
Indice di profitto	IP	-0,59	-0,20



9.2.3 Applicazione di sistemi di schermatura solare

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

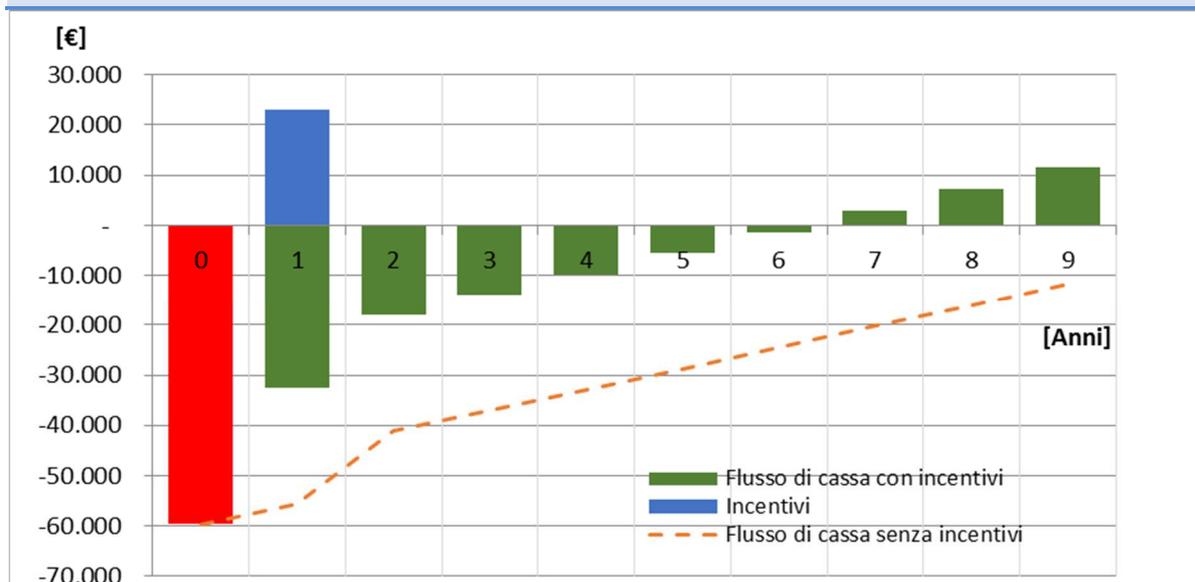
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	258.762
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	112.500
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	26,9	14,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	49,0	27,8
Valore attuale netto	VAN	-103.204	3.939
Tasso interno di rendimento	TIR	0,5%	5,3%
Indice di profitto	IP	-0,40	0,02



9.2.4 Installazione 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	€	57.950
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	23.180
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	12,4	12,4	6,7
Tempo di rientro attualizzato	15,3	15,3	8,8
Valore attuale netto	-20.619	-20.619	1.457
Tasso interno di rendimento	-4,6%	-4,6%	5,9%
Indice di profitto	-0,36	-0,36	0,03

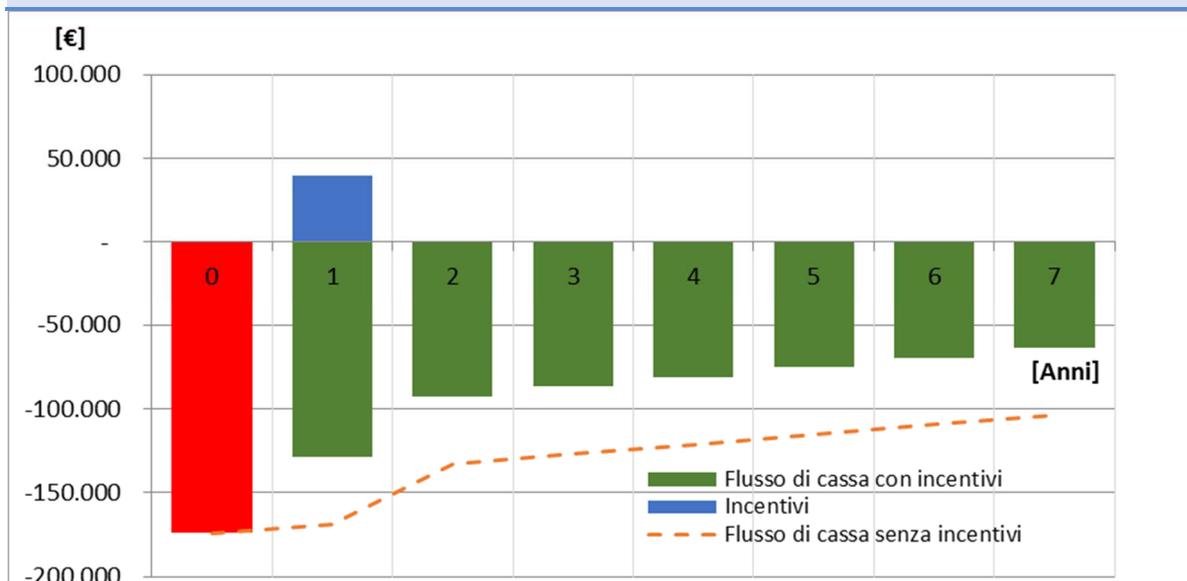


9.2.5 Efficiamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED

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	€	169.078
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	40.000
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%

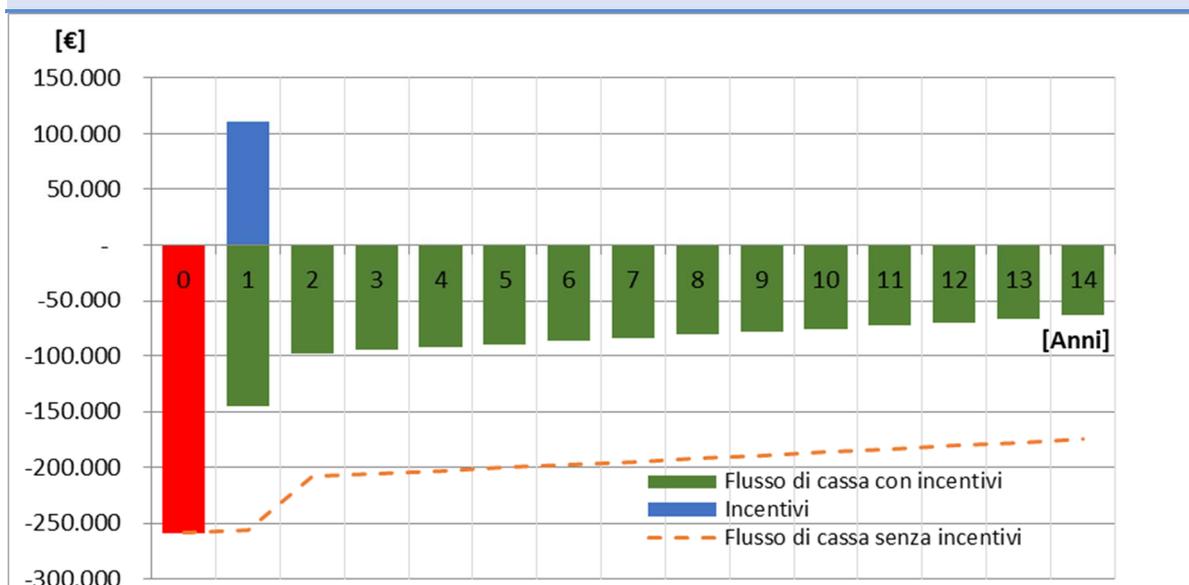
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	20,4	12,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	23,6	14,4
Valore attuale netto	VAN	-115.208	-77.113
Tasso interno di rendimento	TIR	-22,8%	-16,3%
Indice di profitto	IP	-0,68	-0,46



9.2.6 Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva ed invernale

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	€	251.056
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	110.423
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	46,2	20,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	56,9	22,4
Valore attuale netto	VAN	-190.375	-85.210
Tasso interno di rendimento	TIR	-16,3%	-8,7%
Indice di profitto	IP	-0,76	-0,34

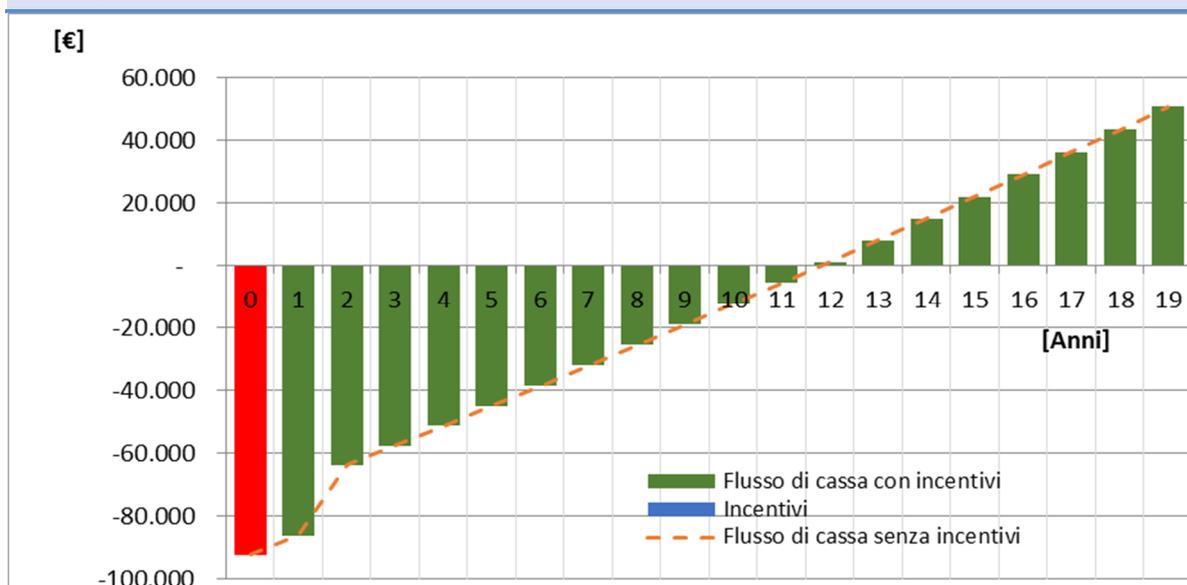


9.2.7 Impianto di generazione da fonti rinnovabili: installazione impianto FV

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	€	89.658
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	20
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	11,9	11,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	18,6	18,6
Valore attuale netto	VAN	1.825	1.825
Tasso interno di rendimento	TIR	5,3%	5,3%
Indice di profitto	IP	0,02	0,02



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.

La scelta dello scenario a è ricaduta sulla proposta di riqualificazione energetica del sistema impiantistico di riscaldamento e raffrescamento già presenti nella struttura. Tali interventi sono stati già pianificati dalla PA per la quale si è deciso di verificare la convenienza economica. C'è però da sottolineare che il modello di partenza sembra già per se molto efficiente ma questo è dovuto al fatto che solo una ridotta parte della superficie è realmente climatizzata. Allo stato del sopralluogo risultavano climatizzate solamente alcune porzioni e dalle interviste si è rilevato che l'impianto di riscaldamento non è funzionante. Per cui la validazione del modello è stata realizzata su dei consumi palesemente sottodimensionati rispetto quello che è il reale fabbisogno e necessità per mantenere i locali in una condizione di comfort ambientale.

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

- scenario a) quello previsto delle misure di efficienza energetiche previste per l'edificio in oggetto ed in programma per la PA
- 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 dalla pianificazione di efficienza energetica programmata dal PA per l'edificio in oggetto di Audit energetico ed è stato simulato su un piano temporale di 20 anni. Sono però da sottolineare le premesse del paragrafo precedente.

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 6: rifacimento centrale termofrigio, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	-	-	
$EE_{teorico}$	[kWh]	275.321	290.782	-5,6%
$Q_{baseline}$	[kWh]	-	0	0
$EE_{Baseline}$	[kWh]	274.493	289.908	-5,6%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	-	-	
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	128.188	135.387	-5,6%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	128.188	135.387	-5,6%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	-	-	
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	54.899	57.982	-5,6%
Fornitura Energia, C_E	[€]	54.899	57.982	-5,6%
C_{MO_I}	[€]	6.197	3.099	50,0%
C_{MO_E}	[€]	4.918	4.082	17,0%
C_{MS_I}	[€]	1.549	775	50,0%
C_{MS_E}	[€]	8.831	7.330	17,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	21.495	15.285	28,9%
OPEX	[€]	76.394	73.266	4,1%
Classe energetica	[-]	A1	A2	+1 classi

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

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM6	€ 205.784	22%	€ 251.056
TOTALE (I₀)	€ 205.784	22%	€ 251.056

VOCE MANUTENZIONE	C _{Mo} (IVA INCLUSA) [€]	C _{Ms} (IVA INCLUSA) [€]	C _M (IVA INCLUSA) [€]
O&M	3.873	11.412	15.285
TOTALE (C_M)	3.873	11.412	15.285

VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Incentivi	[Conto termico]	112.500
Durata incentivi		1
Incentivo annuo		112.500

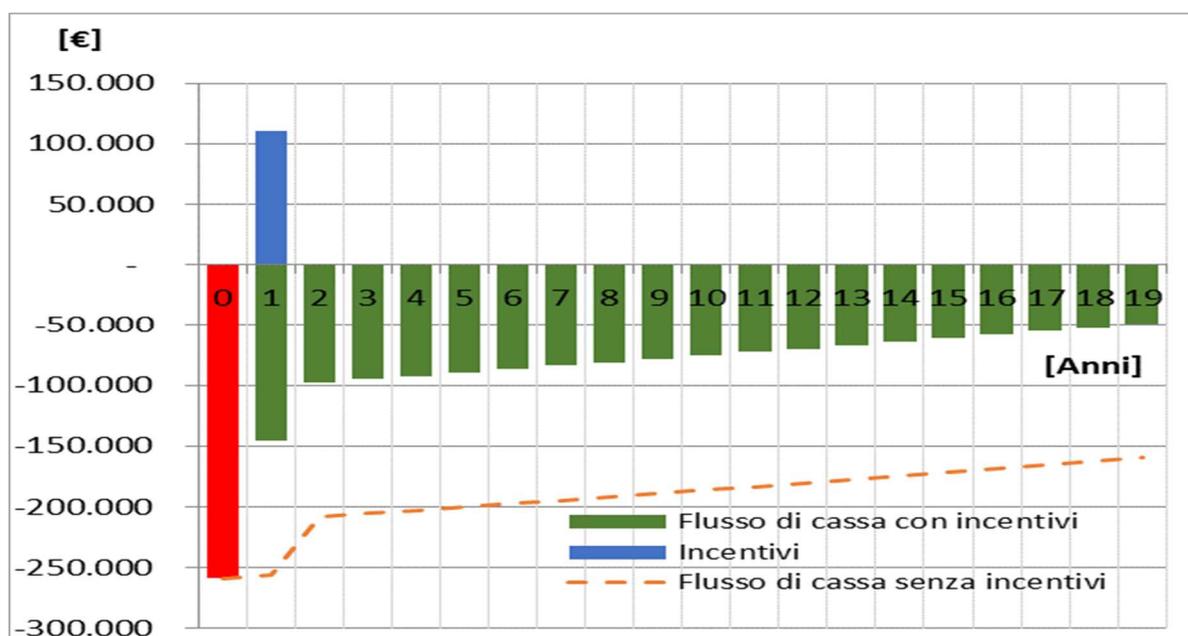
Nota: Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0.

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	€	251.056
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	110.423
Durata incentivo	n _B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	52,2	24,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	69,1	28,7
Valore attuale netto	VAN	-183.742	-78.578
Tasso interno di rendimento	TIR	-10,5%	-4,8%
Indice di profitto	IP	-0,73	-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	-251.056	-	-258.588	-258.588
1	-	110.423	-255.999	-145.576
2	-	-	-208.111	-97.688
3	-	-	-205.470	-95.047
4	-	-	-202.802	-92.379
5	-	-	-200.108	-89.685
6	-	-	-197.387	-86.964
7	-	-	-194.639	-84.216
8	-	-	-191.863	-81.440
9	-	-	-189.059	-78.636
10	-	-	-186.228	-75.805
11	-	-	-183.368	-72.945
12	-	-	-180.479	-70.056
13	-	-	-177.562	-67.139
14	-	-	-174.615	-64.192
15	-	-	-171.639	-61.216
16	-	-	-168.633	-58.210
17	-	-	-165.597	-55.174
18	-	-	-162.531	-52.108
19	-	-	-159.434	-49.011



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

EEM 3: Utilizzo di pellicole solari

EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED

EEM 6: rifacimento centrale termofrigio, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio (Scenario Termofrigio)

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]	-	-	
$EE_{teorico}$	[kWh]	275.321	203.888	25,9%
$Q_{baseline}$	[kWh]	-	0	0
$EE_{Baseline}$	[kWh]	274.493	203.275	25,9%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	-	-	
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	128.188	94.929	25,9%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	128.188	94.929	25,9%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	-	-	
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	54.899	40.655	25,9%
Fornitura Energia, C_E	[€]	54.899	40.655	25,9%
C_{MO_I}	[€]	6.197	3.099	50,0%
C_{MO_E}	[€]	4.918	4.082	17,0%
C_{MS_I}	[€]	1.549	775	50,0%
C_{MS_E}	[€]	8.831	7.330	17,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	21.495	15.285	28,9%
OPEX	[€]	76.394	55.940	26,8%
Classe energetica	[-]	A1	A3	+2 classi

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

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AI 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM 1: Coibentazione della copertura	86511	24400	110911
EEM 3: Utilizzo di pellicole solari	201834	56928	258762
EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED	131881	37197	169078
EEM 6: rifacimento centrale termofrigido, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio	195824	55232	251056
EEM 7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV	69933	19725	89658
TOTALE (I₀)	685.983	193482	879.465
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA) [€]	C _{MS} (IVA INCLUSA) [€]	C _M (IVA INCLUSA) [€]
O&M	7.180	8.150	15.285
TOTALE (C_M)	7.180	8.150	15.285
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]	
Incentivi	[Conto termico]	323.924	
Durata incentivi		1	
Incentivo annuo		323.924	

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. Per gli interventi che prevedano, oltre all'isolamento termico delle superfici opache, almeno un intervento sui sistemi di generazione di calore, la quota incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%.

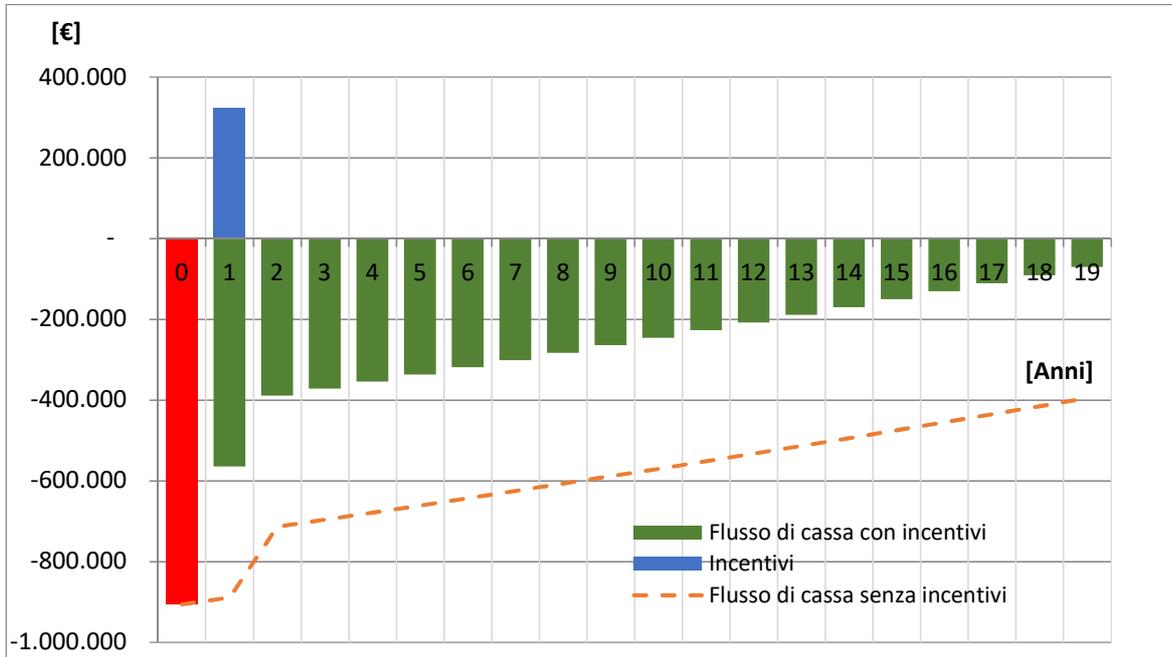
L'analisi di convenienza effettuata per lo **Scenario b)** porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€	879.465
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	323.924

Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	35,5	21,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	49,7	26,9
Valore attuale netto	VAN	-541.061	-232.562
Tasso interno di rendimento	TIR	-6,2%	-1,5%
Indice di profitto	IP	-0,62	-0,26

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	-879.465	-	-905.849	-905.849
1	-	323.924	-888.916	-564.992
2	-	-	-713.221	-389.297
3	-	-	-695.948	-372.024
4	-	-	-678.501	-354.577
5	-	-	-660.881	-336.957
6	-	-	-643.084	-319.160
7	-	-	-625.109	-301.185
8	-	-	-606.954	-283.030
9	-	-	-588.618	-264.694
10	-	-	-570.098	-246.174
11	-	-	-551.393	-227.469
12	-	-	-532.502	-208.578
13	-	-	-513.421	-189.497
14	-	-	-494.149	-170.225
15	-	-	-474.685	-150.761
16	-	-	-455.026	-131.102
17	-	-	-435.171	-111.247
18	-	-	-415.116	-91.192
19	-	-	-394.862	-70.938



10 CONCLUSIONI

Dai risultati della diagnosi energetica emerge che l'edificio che ospita uffici, sede del Centro dell'Impiego, Servizio Attività Tecniche (Uffici Urbanistici del Comune di Napoli) e sede della Polizia Municipale sito in via Diocleziano 330 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/mq anno	57	71	63	87	26	51
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	0,2	0,5	5,5	14,8	4,7	16,5
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	5,5	6,8	5,5	6,8	3	5

Ventilazione	EP_v	kWh/ mq anno	-	-	-	-	-	-
Raffrescamento	EP_c	kWh/ mq anno	28	35	25,3	31,5	7,6	11,5
Illuminazione artificiale	EP_l	kWh/ mq anno	21	26	21	26	7,5	12
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/ mq anno	2,1	2,7	2,1	2,7	1,2	2
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2e} q	kg/mq anno	10,8	13,4	12	15	5	6,2

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
- EEM 2: Coibentazione della copertura con tetto verde
- EEM 3: Utilizzo di pellicole solari
- EEM 4: Realizzazione di sistemi di Building Automation
- EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED

Gli interventi mirati al miglioramento dell'efficienza dei sistemi di produzione di energia simulati sono stati:

- EEM 6: rifacimento centrale termofrigio, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio

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

- EEM 7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV da 75 kWp

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 6: rifacimento centrale termofrigo, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio

Interventi previsti nello **Scenario b)**:

EEM 1: Coibentazione della copertura

EEM 3: Utilizzo di pellicole solari

EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED

EEM 6: rifacimento centrale termofrigo, sostituzione di 2 UTA e canalizzazioni aria in cavedio (Scenario Termofrigo)

EEM 7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV da 75 kWp

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

	% 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	0,8	451	835	1.501	110.911	30	19,8	34,5	-14.843	2,7	-0,13
Copv	0	0,8	452	835	1.501	138.876	30	24,5	37,4	-28.409	1,3	-0,20
Pel	12,3	12,3	6.726	688	1.236	258.762	30	14,6	27,8	3.939	5,3	0,02
BACS	8,8	8,8	4.847	0	0	57.950	10	6,7	8,8	1.457	5,9	0,03
LED	10	9,9	7.940	0	0	95.100	8	12,9	14,4	-77.113	-16,3	-0,46
Termofrigo	-5,6	-5,6	-3.083	3.934	2.275	258.762	15	20	22,4	-85.210	-8,7	-0,34
FV	13,4	13,4	7.361	0	0	89.658	20	11,9	18,6	1.825	5,3	0,02
Cop	0	0,8	451	835	1.501	110.911	30	19,8	34,5	-14.843	2,7	-0,13
Copv	0	0,8	452	835	1.501	138.876	30	24,5	37,4	-28.409	1,3	-0,20
SCN a	-5,6	-5,6	3.083	3.934	2.275	258.762	20	24,7	28,7	-78.578	-	-
											4,8%	0,31%
SCN b	25,9	25,9	14.244	3.934	2.276	879.465	20	21,7	26,9	-232.562	-	-
											1,5%	0,26%

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.