

**PROGETTO**

## **DIAGNOSI ENERGETICA**

### **2.8 “COMANDO POLIZIA MUNICIPALE” - COMUNE DI NAPOLI**

**Via de Giaxa 5**

**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

<b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>1</b>
<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1 <i>Ruolo nome e qualifica del personale coinvolto.....</i>	3
1.2 <i>Identificazione del complesso edilizio.....</i>	4
1.3 <i>Metodologia di lavoro .....</i>	2
1.4 <i>Struttura del report.....</i>	11
<b>2 DATI DELL'EDIFICIO.....</b>	<b>12</b>
2.1 <i>Informazioni sul sito.....</i>	12
2.2 <i>Inquadramento territoriale, socio-economico e destinazione d'uso .....</i>	20
2.3 <i>Verifica dei vincoli interferenti sulle parti di immobile interessate dall'intervento. ....</i>	20
2.4 <i>Modalità di gestione e manutenzione di edifici ed impianto .....</i>	22
<b>3 DATI CLIMATICI .....</b>	<b>23</b>
3.1 <i>Dati climatici di riferimento.....</i>	23
3.2 <i>Dati climatici reali.....</i>	23
3.3 <i>Analisi dell'andamento dei dati climatici e profili annuali dei gradi giorno ..</i>	25
<b>4 AUDIT DELL'EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI.....</b>	<b>26</b>
4.1 <i>Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio .....</i>	26
4.2 <i>Descrizione delle prestazioni energetiche dell'impianto di riscaldamento/climatizzazione invernale .....</i>	46
4.3 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto produzione acqua calda sanitaria .....</i>	53
4.4 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva .....</i>	54
4.5 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto elettrico e principali utenze elettriche .....</i>	56
4.6 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto illuminazione.....</i>	57
<b>5 CONSUMI RILEVATI.....</b>	<b>60</b>
5.1 <i>Consumi energetici storici per ciascun vettore e connessione alle reti gas naturale ed elettrica.....</i>	60
5.2 <i>Indicatori di performance energetica ed ambientale .....</i>	67
<b>6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO .....</b>	<b>70</b>

6.1	<i>Metodologia di calcolo adottata e validazione dei modelli di calcolo</i> .....	70
6.2	<i>Fabbisogni energetici e profili annuali</i> .....	73
6.3	<i>Profili mensili di consumo energetico</i> .....	73
<b>7</b>	<b>ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO</b> .....	<b>75</b>
7.1	<i>Tariffe e prezzi vettori energetici utilizzati nell'analisi</i> .....	75
7.2	<i>Costi relativi alla fornitura dei vettori energetici</i> .....	75
7.3	<i>Stima dei costi di gestione e manutenzione di edificio ed impianti</i> .....	76
7.4	<i>Baseline dei costi</i> .....	76
<b>8</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA</b> .....	<b>77</b>
8.1	<i>Elenco, descrizione, fattibilità, prestazioni e costi-benefici dei singoli interventi migliorativi</i> .....	77
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i> .....	84
8.1.1.1	<i>Coibentazione pareti esterne con cappotto termico</i> .....	84
8.1.1.2	<i>Coibentazione della copertura piana calpestabile</i> .....	88
8.1.1.3	<i>Coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo</i> 92	
8.1.1.4	<i>Sostituzione totale degli infissi con altri aventi <math>U &lt; 1,75</math> [W/m<sup>2</sup>K]</i> .....	97
8.1.1.5	<i>Pellicole a controllo solare</i> .....	100
8.1.2	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i> .....	103
8.1.2.1	<i>Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED</i> .....	103
8.1.2.2	<i>Sistemi di Building Automation</i> .....	106
8.1.3	<i>Impianto di generazione di calore</i> .....	109
8.1.3.1	<i>Efficientamento dell'impianto di generazione di calore</i> .....	109
8.1.4	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili</i> .....	112
8.1.4.1	<i>Installazione pompe di calore</i> .....	112
8.1.4.2	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili - fotovoltaico</i> .....	115
8.2	<i>Interventi multipli e analisi dei miglioramenti di classe energetica</i> .....	117
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA</b> .....	<b>119</b>
9.1	<i>Analisi dei costi dei singoli interventi migliorativi</i> .....	119
9.1.1	<i>Coibentazione delle pareti esterne con cappotto termico</i> .....	119
9.1.2	<i>Coibentazione della copertura piana calpestabile</i> .....	122
9.1.3	<i>Coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo</i> 124	

9.1.4	<i>Sostituzione infissi con altri aventi <math>U &lt; 1,75 \text{ W/m}^2\text{k}</math></i> .....	127
9.1.5	<i>Pellicole a controllo solare</i> .....	129
9.1.6	<i>Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED</i> .....	131
9.1.7	<i>Installazione sistemi BACS</i> .....	135
9.1.8	<i>Efficientamento dell'impianto di generazione di calore</i> .....	136
9.1.9	<i>Installazione pompe di calore</i> .....	138
9.1.10	<i>Installazione impianto fotovoltaico da 20 kWp</i> .....	141
9.2	<i>Analisi di convenienza dei singoli interventi migliorativi</i> .....	143
9.2.1	<i>Coibentazione delle pareti esterne con cappotto termico</i> .....	145
9.2.2	<i>Coibentazione della copertura piana calpestabile</i> .....	146
9.2.3	<i>Coibentazione della copertura piana calpestabile con verde estensivo</i> ....	147
9.2.4	<i>Sostituzione totale degli infissi con altri aventi <math>U &lt; 1,75 \text{ [W/m}^2\text{K]}</math></i> .....	148
9.2.5	<i>Applicazione di sistemi di schermatura solare</i> .....	149
9.2.6	<i>Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED</i> .....	150
9.2.7	<i>Sistemi di building automation</i> .....	151
9.2.8	<i>Efficientamento impianto di generazione di calore</i> .....	152
9.2.9	<i>Impianto di generazioni da fonti rinnovabili: installazione pompe di calore</i> 153	
9.2.10	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili: installazione impianto FV</i> ....	154
9.3	<i>Identificazione delle soluzioni integrate d'intervento e scenari d'investimento</i> .....	155
9.3.1	<i>Scenario a)</i> .....	156
9.3.2	<i>Scenario b)</i> .....	159
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>162</b>
10.1	<i>Riassunto degli indici di performance energetica</i> .....	162
10.2	<i>Riassunto degli scenari di investimento e dei principali risultati</i> .....	163
10.3	<i>Conclusioni e commenti</i> .....	165



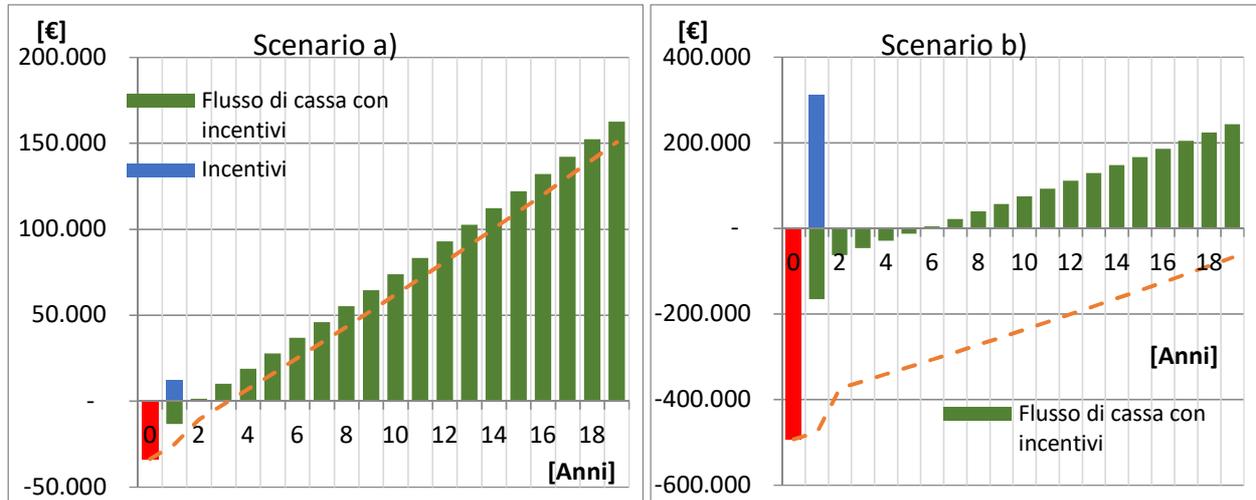
## EXECUTIVE SUMMARY

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Cappotto Termico su pareti perimetrali esterne (in tabella abbreviato con Cap)
- EEM 2: Coibentazione della copertura (in tabella abbreviato con Cop)
- EEM 3: Coibentazione della copertura con verde estensivo (in tabella abbreviato in Copv)
- EEM 4: Sostituzione infissi (in tabella abbreviato con Inf)
- EEM 5: Utilizzo di pellicole solari (in tabella abbreviato con Pel)
- EEM 6: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED (in tabella abbreviato con LED)
- EEM 7: Sistemi di Building Automation (in tabella abbreviato con BACS)
- EEM 8: Efficientamento generatore di calore (in tabella abbreviato con Caldaia)
- EEM 9: Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC (in tabella abbreviato con PdC)
- EEM 10: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV (in tabella abbreviato con FV)
- Scenario a): efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED, efficientamento generatore di calore - installazione caldaia a condensazione
- Scenario b): coibentazione della copertura, cappotto termico interno, sostituzione infissi, efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED, sistemi di Building Automation, efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC, utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV

	% $\Delta E$	% $\Delta_{CO_2}$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	Vita utile	TRS	TRA	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
Cap	4,5	4,8	1.097	879	1.579	66.849	30	22,9	36,7	-31.391	1,6	-0,19
Ter	1	1,1	239	245	440	61.910	30	31,1	41	-17.129	-0,5	-0,28
Copv	1	1,1	255	122	440	79.240	30	35,7	44,9	-27.031	-2,4	-0,34
Inf	3,3	3,6	823	72	129	60.178	30	27,9	39,5	-14.891	0,3	-0,25
Pel	-1,8	-2	-454	72	129	11.400	30	100	81,9	-22.399	Nd	-0,65
LED	7,5	7,4	1.846	467	124	20.387	8	4,7	5,8	2.111	9	0,1
BACS	9,9	10,2	2.444	0	0	30.500	10	6,8	9	118	5,1	0
Caldaia	5,5	5	1.342	2.335	620	12.331	15	0,7	0,8	39.846	81,9	3,23
PdC	18,5	20,1	4.549	2.335	620	72.235	15	7,6	9,9	15.782	9,1	0,22
FV	43,6	42,7	10.716	0	0	66.253	20	6,3	7,8	58.347	14,6	0,88
SCN a	11,3	10,8	2.782	1.442	744	32.718	20	1,9	2,5	94.804	39,5	2,9
SCN b	62,6	63,4	15.413	245	744	478.587	20	5,9	9,0	93.815	10,5	0,20

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

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

## 1.2 Identificazione del complesso edilizio

L'obiettivo del presente documento è quello di riportare gli esiti della diagnosi energetica effettuata da Environment Park sull'edificio sede della Polizia Municipale del Comune di Napoli sito in via De Giaxa 5 a Napoli.

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

L'edificio è costituito da uno sviluppo in pianta regolare a forma di C con una manica principale e due secondarie più corte, l'orientamento principale è lungo l'asse SO/NE con la facciata principale rivolta a Nord Ovest

L'edificio si eleva in altezza su due piani riscaldati oltre ad un terzo in cui è presente un solo locale ufficio oltre che un vano scala con accesso alla copertura.

Il fabbricato attualmente ospita il Comando della Polizia municipale del Comune di Napoli è interamente occupato da uffici e sale controllo su entrambi i piani fuori terra, è inoltre presente un livello seminterrato non riscaldato che occupa l'intera superficie dell'edificio. Gli ambienti dei tre piani fuori terra sono interamente riscaldati ad eccezione di alcuni ambienti al piano terra (WC e corridoi) e al piano primo (corridoi). La struttura portante è costituita da pareti in tufo dello spessore di circa 70 cm intonacati in entrambi i lati e solai in latero cemento con rinforzi in acciaio in parte controsoffittati all'intradosso e calpestabili all'estradosso.

Si riscontra l'assenza di sottotetti in quanto la copertura è piana e disperdente verso l'esterno.

L'edificio è alimentato da un'unica centrale termica ubicata all'esterno dell'edificio in un locale preposto. Tale centrale è costituita da un'unica caldaia tradizionale alimentata a metano con potenza nominale al focolare di 131 kW, installata nel 1997 ed asservita alla climatizzazione invernale dell'edificio.

Sono inoltre presenti alcune unità singole split con e senza inverter asservite alla climatizzazione estiva, ed, eventualmente, invernale di alcuni locali della struttura.

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

L'edificio si trova in cima ad una collina all'interno di un'area interamente occupata da strutture del corpo dei vigili urbani caratterizzata da una bassa densità edilizia e dalla presenza di una significativa area verde e da parcheggi.

Il contesto urbanistico è caratterizzato dalla presenza di numerose infrastrutture pubbliche quali, impianti sportivi scuole e strade ad alta percorrenza. Si riporta nell'immagine sottostante una foto aerea dell'edificio in oggetto (indicato in rosso).

IMMAGINE AEREA DEL'EDIFICIO IN OGGETTO E DEL CONTESTO URBANISTICO



### 1.3 Metodologia di lavoro

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

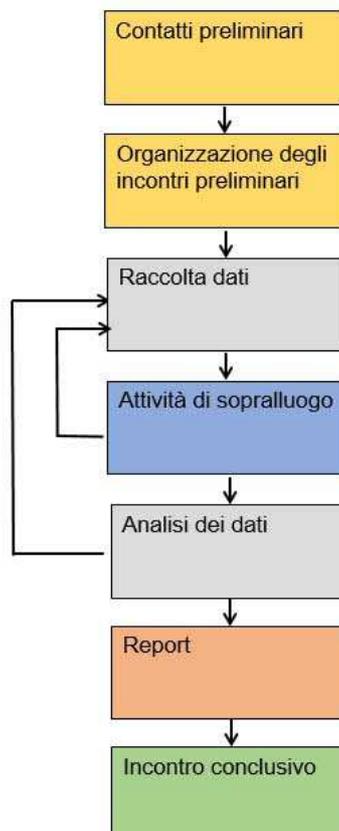
La modellizzazione è stata effettuata attraverso il software EDILCLIMA EC700 secondo le norme di calcolo UNI/TS 11300-1, UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4.

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

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

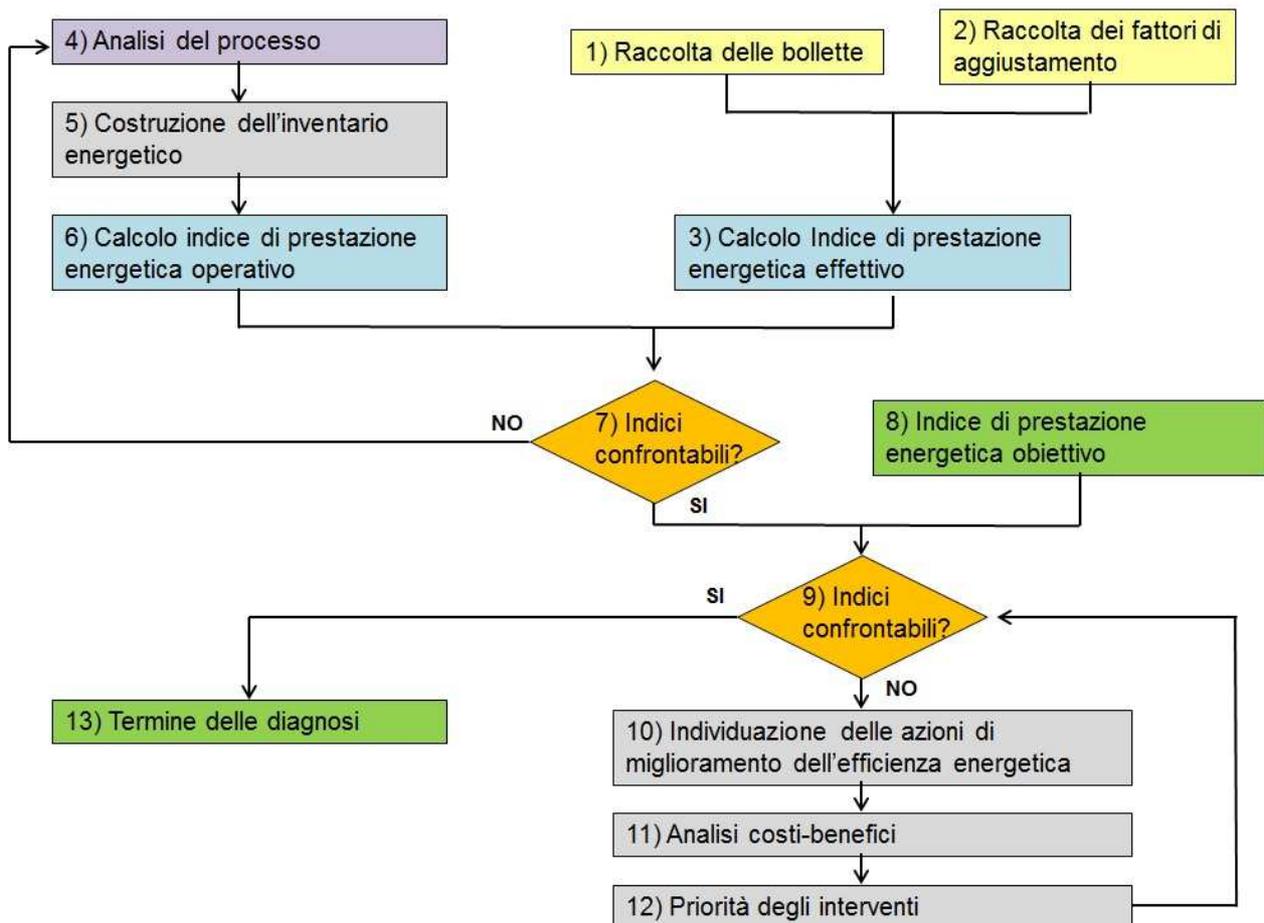
UNI EN ISO 13789	Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 13790	Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
UNI EN ISO 14683	Ponti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

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



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

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



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

## PROCEDURA DI DETTAGLIO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

### Fasi di lavoro, rilievo ed indagine

#### **1) Contatti preliminari:**

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

#### **2) Organizzazione degli incontri preliminari:**

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

#### **3) Raccolta dati:**

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

#### **4) Attività di sopralluogo:**

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

#### **5) Analisi dei dati:**

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

#### **6) Report:**

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

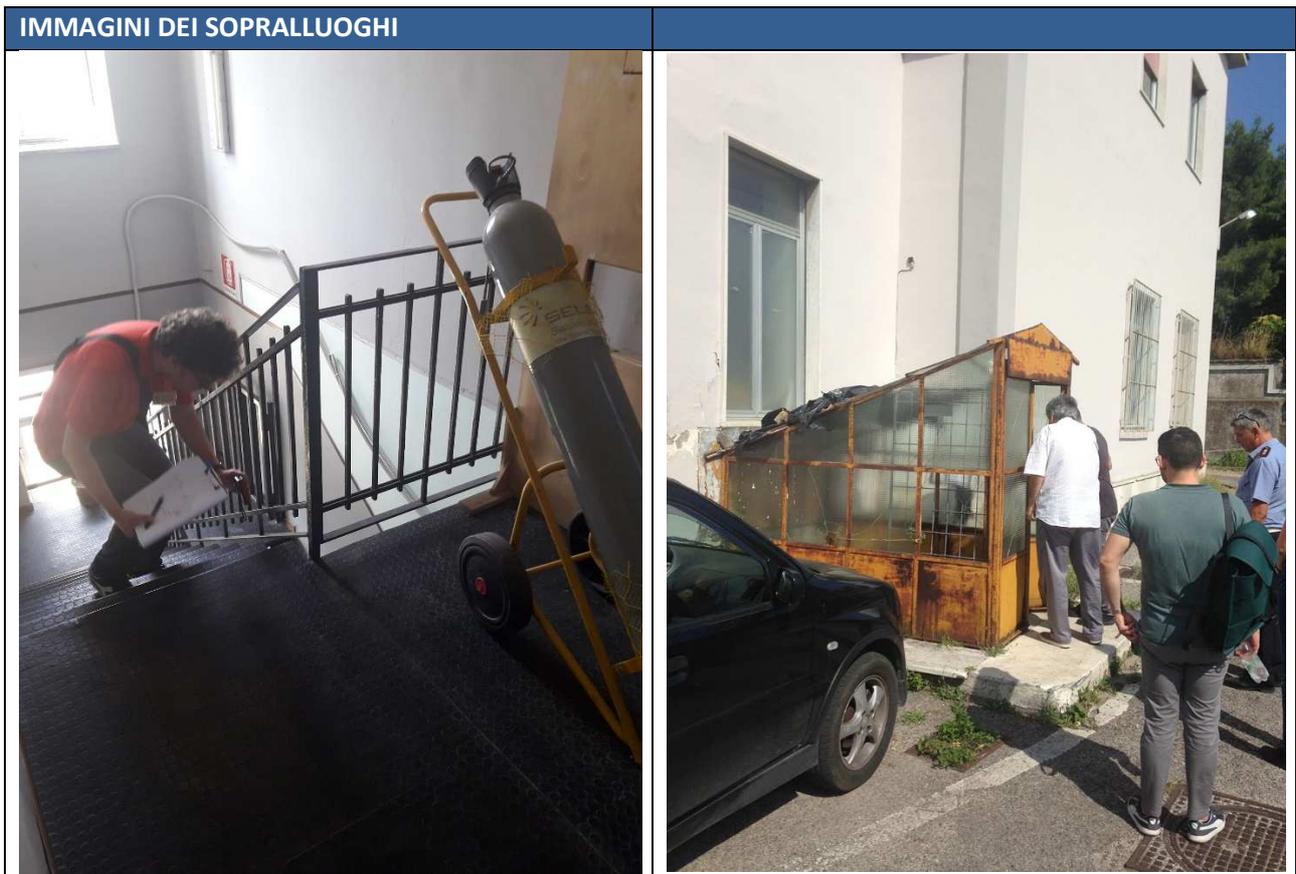
#### **7) Incontro conclusivo:**

Consegna del rapporto di diagnosi, presentazione dei risultati ottenuti.

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

STRUMENTAZIONE ANALISI NON INVASIVA	DESCRIZIONE
 <p data-bbox="252 656 703 685">Bindella metrica/distanziometro laser</p>	<p data-bbox="818 472 1428 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 1428 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 1010 1428 1200">Tale strumento viene utilizzato per registrare informazioni di interesse quali le tipologie dei componenti opachi e trasparenti, i terminali di emissione, i corpi illuminanti ed i componenti della centrale termica, con il rilievo di tutti i dati di targa.</p>

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



## IMMAGINI DEI SOPRALLUOGHI



L'organizzazione dei sopralluoghi comporta una serie di attività sul campo che riguardano il reperimento 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	"Comando Polizia Municipale"
Indirizzo	Via De Giaxa 5
Destinazione d'uso	E.2- edifici adibiti ad uffici ed assimilabili
Contesto urbano	Semiperiferico
Anno di costruzione	Tra il 1940 e il 1950 (*) <i>data indicativa</i>
Descrizione generale	<p>L'edificio si sviluppa su una pianta regolare a forma di C con una manica principale e due secondarie più corte, l'orientamento è lungo l'asse SO/NE con la facciata principale rivolta a Nord Ovest</p> <p>L'edificio si eleva in altezza su due piani riscaldati oltre ad un terzo in cui è presente un solo locale ufficio oltre che un vano scala con accesso alla copertura.</p> <p>Il fabbricato attualmente ospita il Comando della Polizia municipale del Comune di Napoli ed è interamente occupato da uffici e sale controllo su entrambi i piani fuori terra, è inoltre presente un livello seminterrato non riscaldato che occupa l'intera superficie dell'edificio. Gli ambienti dei tre piani fuori terra sono interamente riscaldati ad eccezione di alcuni ambienti al piano terra (WC e corridoi) e al piano primo (corridoi). La struttura portante è costituita da pareti in tufo dello spessore di circa 70 cm intonacati in entrambi i lati e solai in latero cemento con rinforzi in acciaio in parte controsoffittati all'intradosso e calpestabili all'estradosso.</p> <p>Si riscontra l'assenza di sottotetti in quanto la copertura è piana e disperdente verso l'esterno.</p> <p>L'edificio è alimentato da un'unica centrale termica ubicata all'esterno dell'edificio in un locale preposto. Tale centrale è costituita da un'unica caldaia tradizionale alimentata a metano con potenza nominale al focolare di 131 kW, installata nel 1997 ed asservita alla climatizzazione invernale dell'edificio.</p> <p>Sono inoltre presenti alcune unità singole split con e senza inverter asservite alla climatizzazione estiva, ed, eventualmente, invernale di alcuni locali della struttura.</p>

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

**FOTO DELL'EDIFICIO**



Ingresso dell'edificio – prospetto NO



Testata maniche laterali – prospetto SE

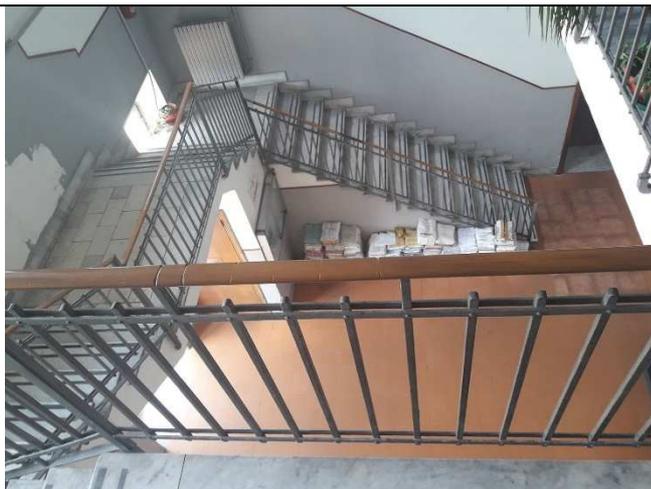
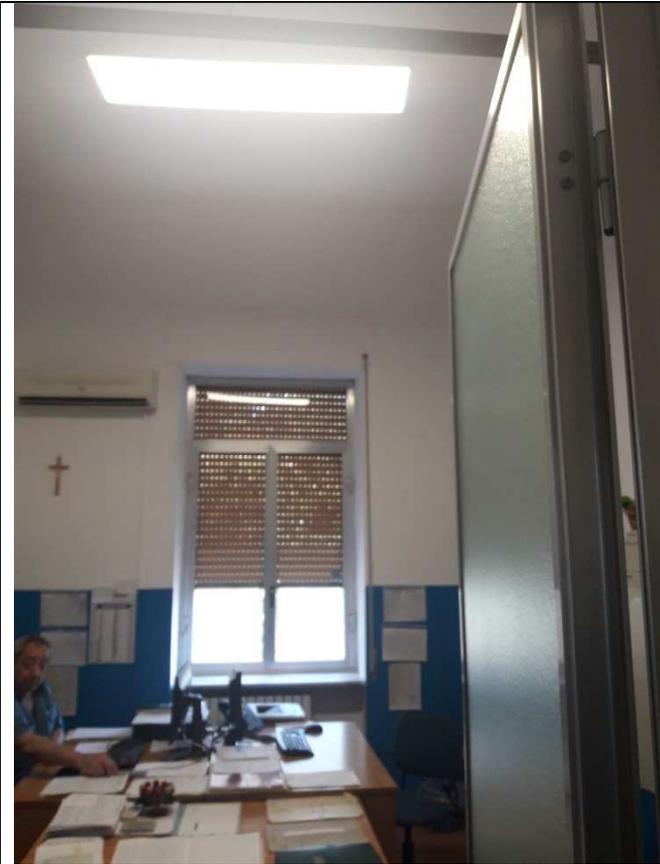


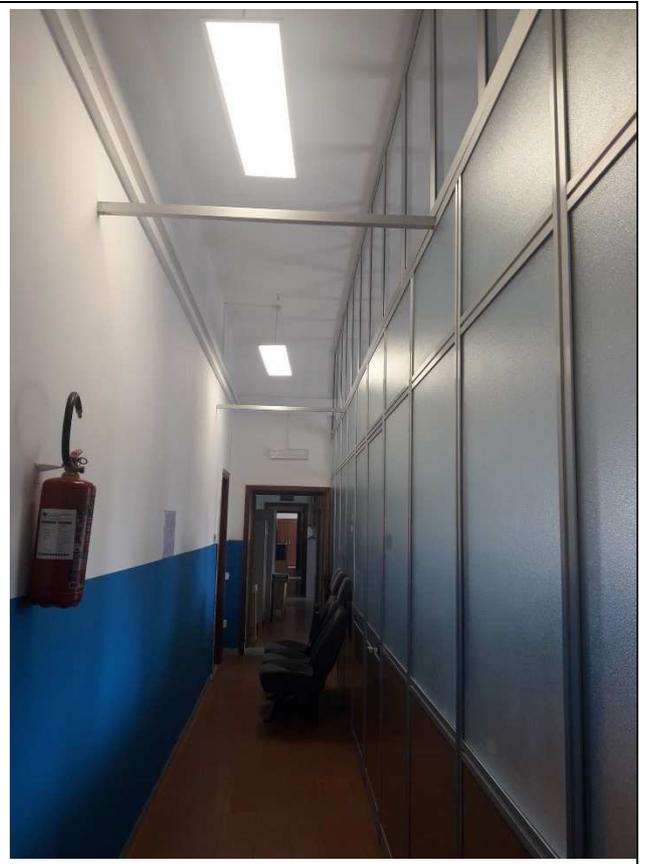
Immagine interna dell'ingresso/vano scala



Ufficio tipo



Ufficio tipo



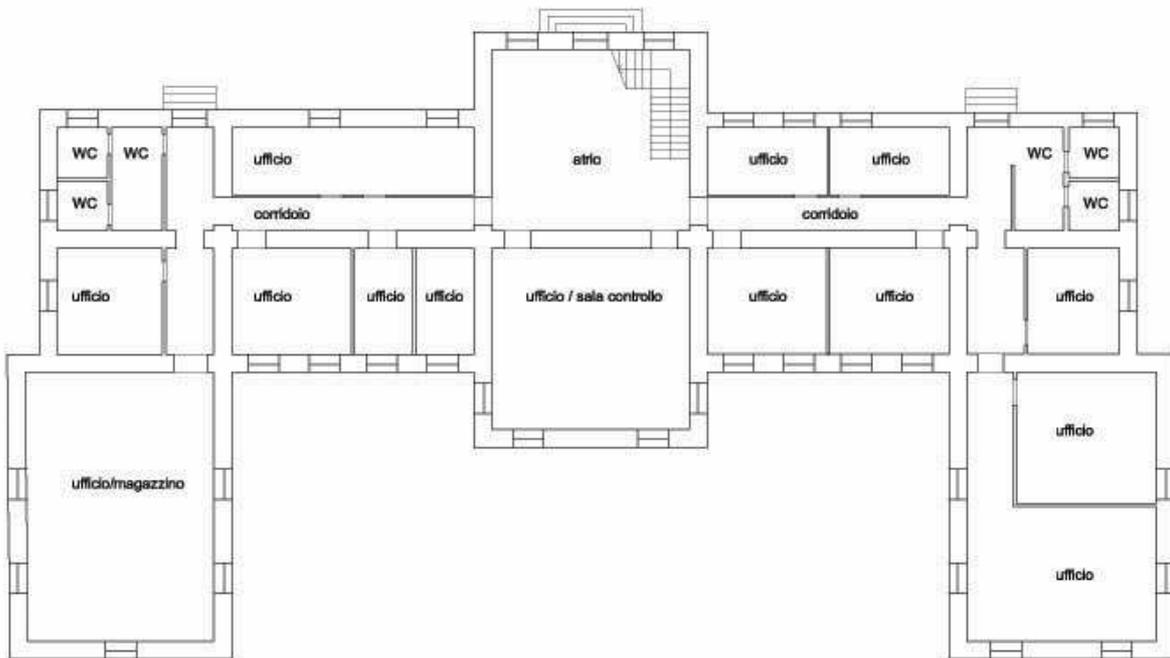
Corridoio interno

SITO DELL'INTERVENTO				
Zona climatica e GG	Zona climatica C- Gradi Giorno 1034 ai sensi della UNI 10349			
Altitudine s.l.m.	17 m			
Latitudine	40.87101 N			
Longitudine	14.2804 E			
Foto aerea				
				
In rosso l'edificio comando polizia municipale				
CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO				
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata [m <sup>2</sup> ]	Superficie disperdente involucro edilizio [m <sup>2</sup> ]	Volume lordo riscaldato [m <sup>3</sup> ]	Rapporto S/V [m <sup>-1</sup> ]
3	938,49	3.541,45	5.933,49	0,60

ELABORATI GRAFICI DELL'EDIFICIO

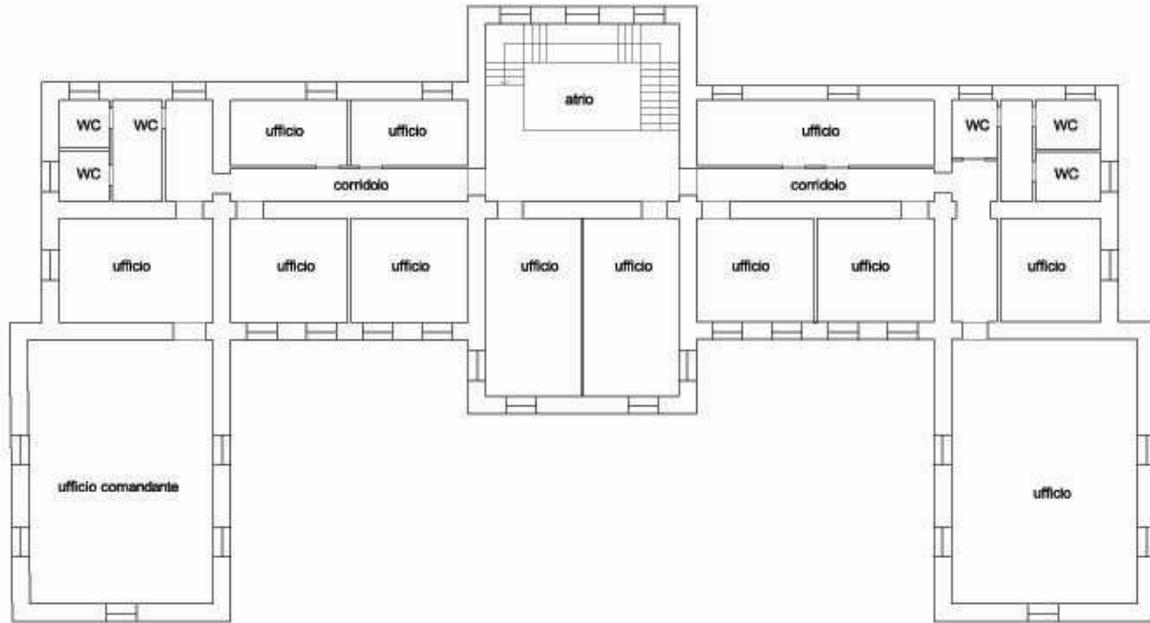
PIANO TERRENO

piano terra

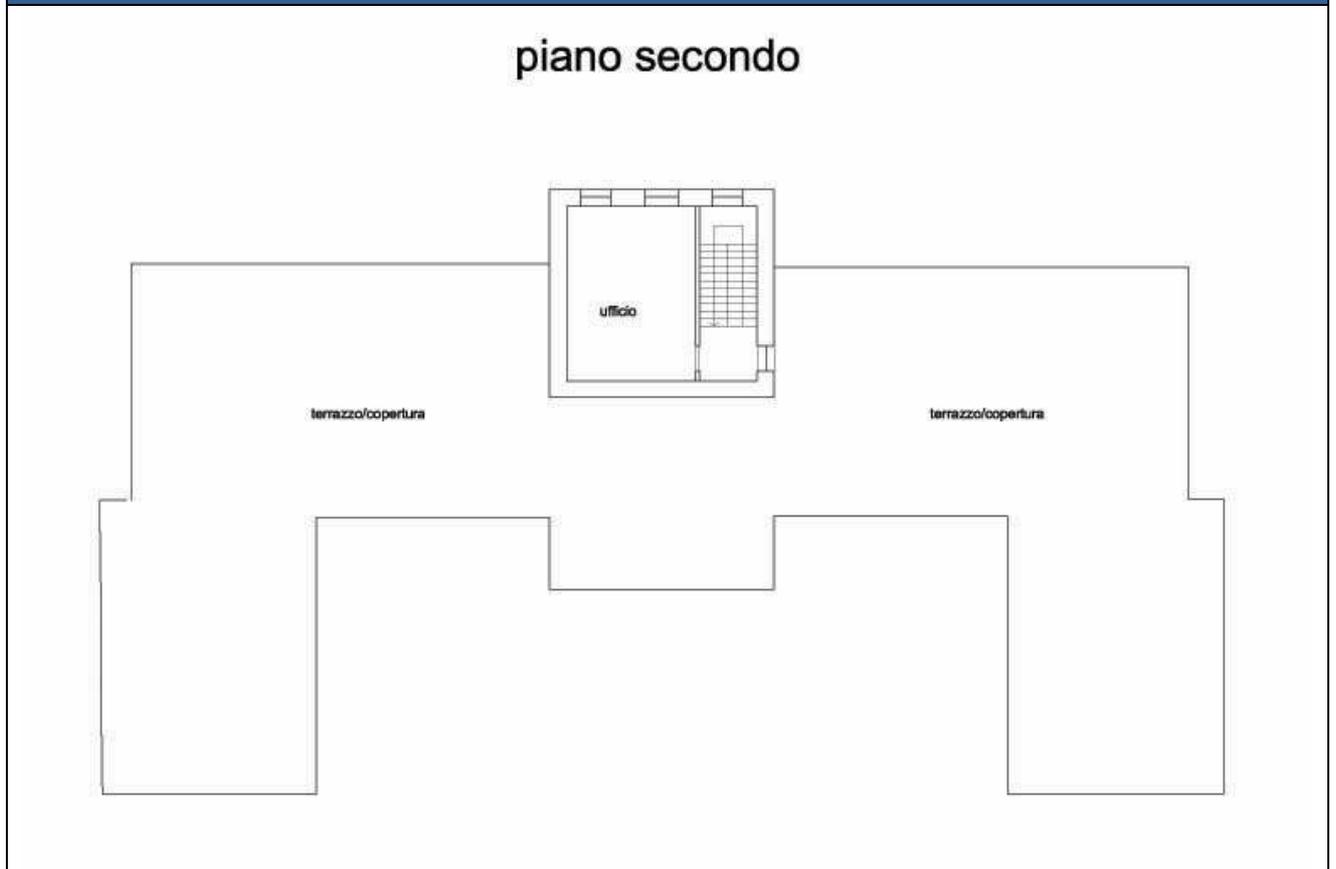


PIANO PRIMO

piano primo



**PIANO SECONDO/COPERTURA**



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

L'edificio ospita gli uffici del Comando Municipale del Comune di Napoli. Ai sensi del DPR 412/93, ricade nella destinazione d'uso E.2 - Edifici adibiti ad uffici ed assimilabili. Ai fini dell'esecuzione degli interventi di efficientamento energetico non sarà necessario apportare varianti agli strumenti urbanistici né provvedere ad espropri o a variazioni di proprietà. L'ipotesi di intervenire al fine di migliorarne l'efficienza energetica dell'edificio è innanzitutto volta ad una diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, ma può anche essere considerata di notevole interesse collettivo al fine della sensibilizzazione l'utenza alle tematiche di interesse ambientale ed energetico. È rilevante sottolineare come la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto, comporterebbe il miglioramento delle condizioni di benessere percepite dall'utenza; la corretta manutenzione dell'edificio contribuirebbe a preservarlo al meglio in quanto bene collettivo. L'edificio oggetto della DE è costituito complessivamente da tre piani riscaldati, nei quali sono localizzati gli uffici del Comando della Polizia Municipale del Comune di Napoli.

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

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

### La Particella 377 del Foglio 58

- Rientra, come risulta dalla tavola della zonizzazione, nella **zona B – agglomerati urbani di recente formazione- sottozona Bb espansione recente** disciplinata dagli art. 31 e 33 delle norme di attuazione della variante per il centro storico, la zona orientale e la zona nord-occidentale.
- È individuata **tra le attrezzature di quartiere come immobile destinato a istruzione, interesse comune, parcheggi**, come risulta dalla tavola n. 8 "Specificazioni" art. 56
- È classificata, come risulta dalla tavola dei vincoli geomorfologici, **area a bassa instabilità**
- **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 nel Piano di rischio aeroportuale (PRA) approvato con delibera C.C. n.5 del 19.02.2018 pubblicato sul BURC n. 22 del 12.03.2018 come zona D
- 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 386** del **Foglio 58**

- rientra per 97%, come risulta dalla tavola zonizzazione, nella **zona B – agglomerati urbani di recente formazione – sottozona Bb – espansione recente** disciplinata dagli art. 31 e 33 delle norme di attuazione della variante per il centro storico, la zon orientale e la zona nord-occidentale.
- Rientra per il 3%, come risulta dalla tavola della zonizzazione, nella **sede stradale** disciplinata dall'art. 55 delle norme di attuazione della variante per il centro storico, la zona orientale e la zona nord-occidentale.
- È individuata per il 18% **tra le attrezzature di quartiere come immobili destinati a istruzione interesse comune, parcheggi** come risulta dalla tavola n. 8 "Specificazioni" art. 56
- È individuata per il 59% **tra le attrezzature di quartiere come immobili reperiti da destinare a istruzione, interesse comune e parcheggi** come risulta dalla tavola n.8 "Specificazioni" art. 56
- È classificata come risulta dalla tavola dei vincoli geomorfologici, **area a bassa instabilità**
- **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) ne 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 per il 97% nel Piano di rischio aeroportuale (PRA) approvato con delibera C.C. n. 5 del 19.02.2018 pubblicato sul BURC n. 22 del 12.03.2018 come zona D;
- rientra per il 38% nel piano Stralcio per la Tutela del Suolo e delle risorse Idriche approvato con delibera di Giunta Regione Campania n. 488 del 21.09.2012 ed è indicata "classe Alta".
- Ricade per il 9% nel Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico P.S.A.I. dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale approvato con delibera di Giunta Regione Campania n. 466 del 21.10.2015, nella carta del rischio da frana R3 rischio da frana elevato
- 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 FUNZIONAMENTO IMPIANTO RAFFRESCAMENTO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO RISCALDAMENTO
Dal 15 Novembre al 31 Marzo	Dal lunedì alla domenica	[-]	8.00-13.00    14.00-19.00
Dal 1 Aprile al 14 Novembre	Dal lunedì alla domenica	8.00-13.00    14.00-19.00	[-]
DESTINAZIONE D'USO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO DI UTILIZZO LOCALI	
Uffici PT	Dal lunedì alla domenica	7.40-19.40	
Servizi igienici PT	Dal lunedì alla domenica	7.40-19.40	
Uffici P1	Dal lunedì alla domenica	7.40-19.40	
Servizi igienici P1	Dal lunedì alla domenica	7.40-19.40	
Ufficio P2	Dal lunedì alla domenica	7.40-19.40	

Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti sono coerenti con gli orari di occupazione dell'edificio.

### 3 DATI CLIMATICI

#### 3.1 Dati climatici di riferimento

L'edificio oggetto della DE è ubicato nel Comune di Napoli, il quale ricade nella zona climatica C, a cui corrispondono 1034 Gradi Giorno (GG) (D.P.R. 412/93 - allegato A) ed una stagione di funzionamento degli impianti di riscaldamento compresa tra il 15 Novembre e il 31 Marzo con un periodo di accensione consentito degli impianti di 10 ore al giorno (DPR 74/2013).

Le medie mensili delle temperature esterne medie giornaliere caratteristiche del Comune, così come definite dalla norma UNI 10349:2016, sono riportate nella tabella sottostante:

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

Le temperature sopra indicate sono quelle utilizzate per la creazione del modello energetico termico, a cui corrispondono **1034 GG di riferimento**, valutati in condizioni standard di utilizzo dell'edificio, come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 15 Novembre e il 31 Marzo, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile riportata in tabella.

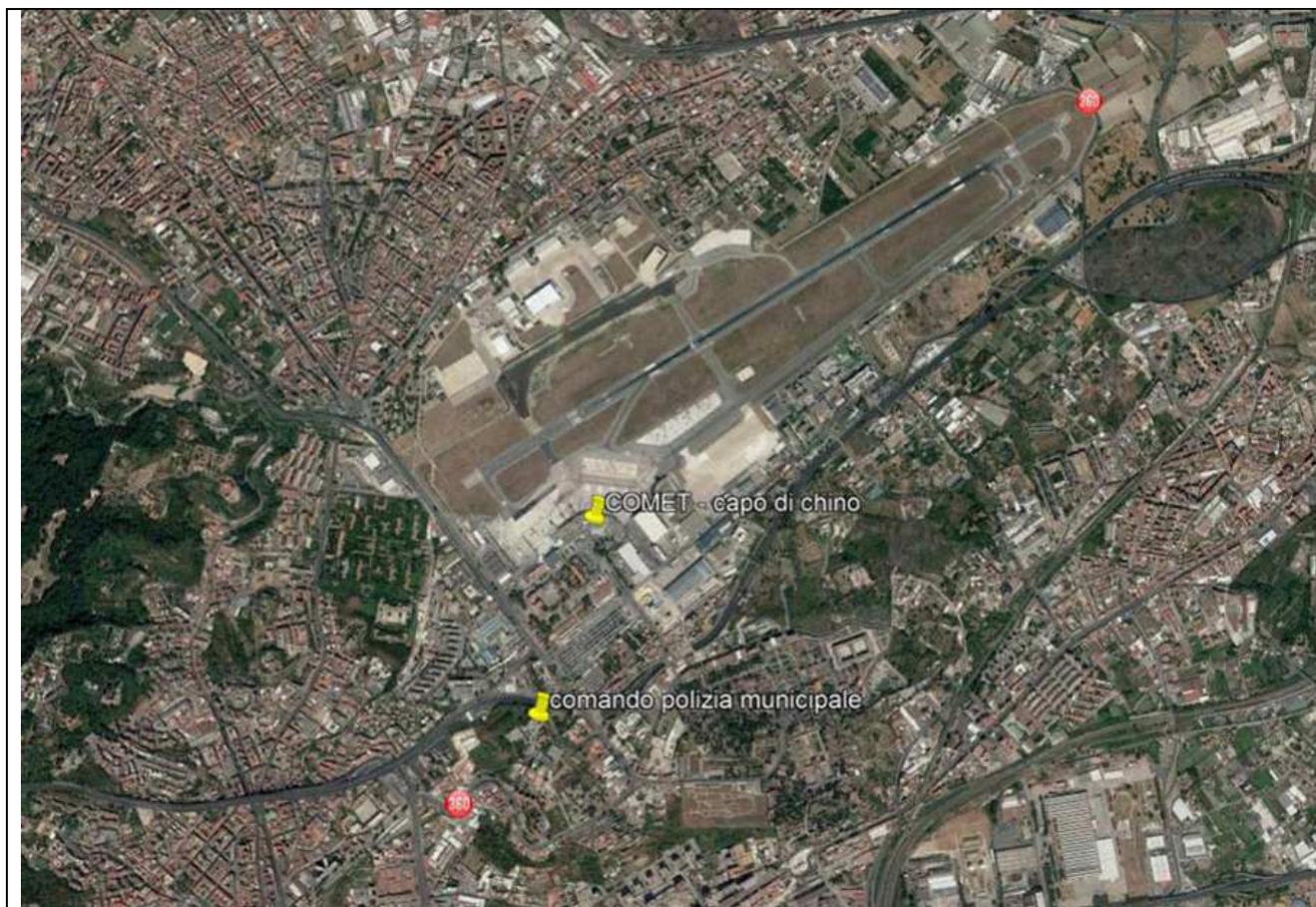
Tale valore di Gradi Giorno è stato utile ai fini del processo di normalizzazione dei consumi reali dell'edificio.

#### 3.2 Dati climatici reali

Ai fini della realizzazione dell'analisi energetica si è resa necessaria la definizione delle condizioni climatiche reali, ovvero dei GG calcolati in funzione della temperatura esterna media mensile rilevata dalla stazione climatica più vicina all'edificio oggetto di analisi.

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

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



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

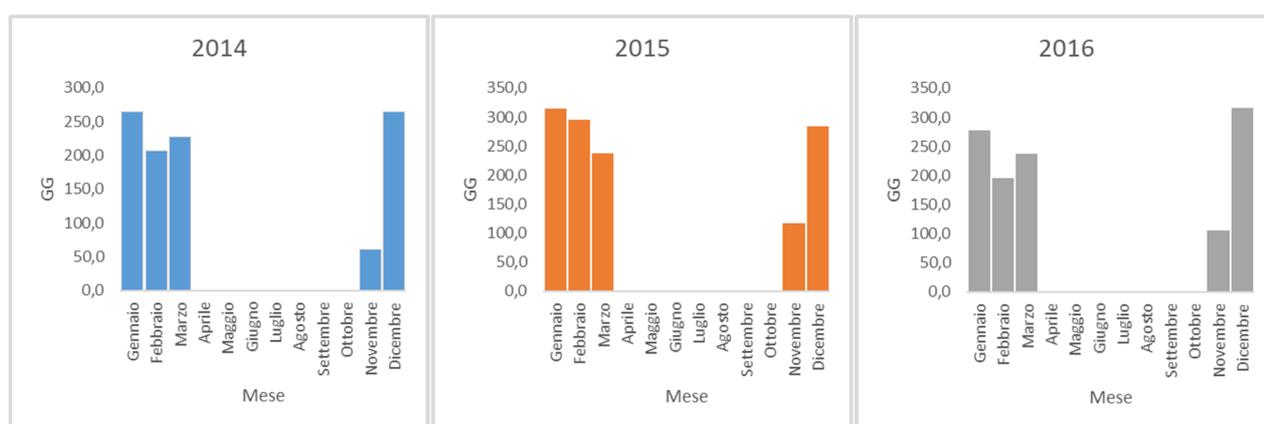
ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE MEDIE MENSILI DEL TRIENNIO DI RIFERIMENTO													
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre (1-14)	Novembre (15-30)	Dicembre
2014	11,5	12,6	12,7	15,5	18,2	23,5	24,4	25,7	22,9	19,8	18,1	16,2	11,5
2015	9,9	9,5	12,3	14,9	19,8	23,7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

 Stagione di riscaldamento

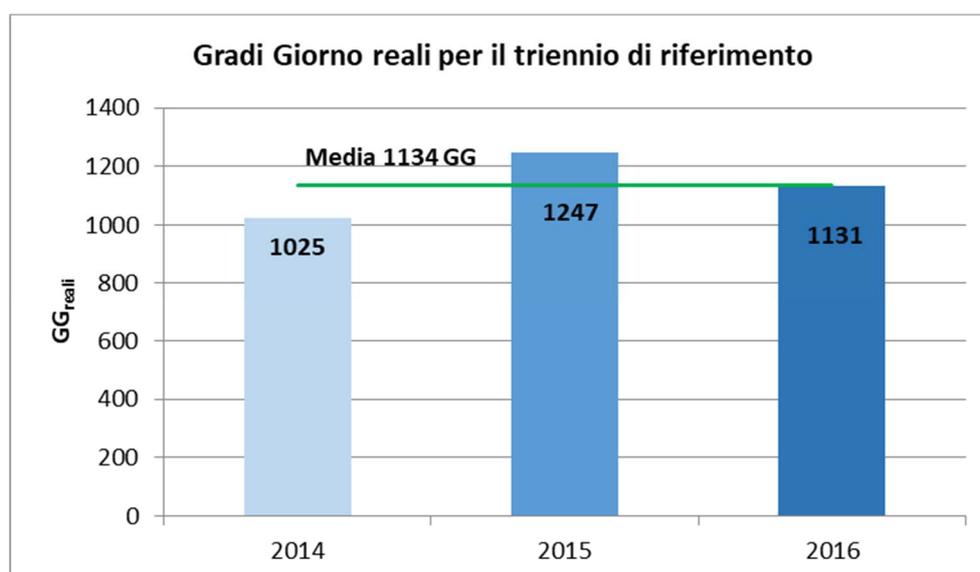
 Stagione di raffrescamento

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

Di seguito si riportano i valori mensili dei GG reali, calcolati in funzione delle temperature esterne medie orarie per il triennio di riferimento (2014 - 2015 – 2016), valutati come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 15 Novembre e il 31 Marzo, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile calcolata in funzione delle temperature orarie rilevate dalla centralina meteorologica. Nei grafici qui in basso sono riportate le variazioni mensili dei gradi giorno reali calcolati per ogni anno utilizzato per la validazione.



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



## 4 AUDIT DELL'EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

### 4.1 *Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio*

Il modello energetico dell'edificio preso in esame è stato suddiviso in n.30 locali termici distribuiti su due zone termiche, la prima relativa ai locali climatizzati attraverso l'utilizzo di radiatori la seconda rappresenta i locali climatizzati con il solo uso di split. L'edificio presenta strutture e tipologie costruttive analoghe in tutti i livelli costituite da pareti portanti in tufo intonacate da entrambi i lati con spessore complessivo di circa 70 cm. e da solai costituiti da tavole in laterizio c.a. e acciaio. Tale tipologia costruttiva è risultata piuttosto diffusa su tutto il territorio vesuviano. Il fabbricato risulta riscaldato quasi totalmente ad eccezione dei corridoi distributivi dei primi due piani fuori terra e dei locali WC del primo piano fuori terra, è inoltre presente un piano interrato destinato a magazzino e locale tecnico non riscaldato.

L'involucro superiore è caratterizzato dalla presenza di solai orizzontali disperdenti calpestabili impermeabilizzati ma non coibentati.

I componenti trasparenti risultano di forme regolari e dimensioni contenute e presentano telai in alluminio (senza taglio termico) e vetro singolo.

L'edificio è alimentato da un'unica centrale termica ubicata all'esterno dell'edificio in un locale preposto. Tale centrale è costituita da un'unica caldaia tradizionale alimentata a metano con potenza nominale al focolare di 131 kW, installata nel 1997 ed asservita alla climatizzazione invernale dell'edificio.

Sono inoltre presenti alcune unità singole split con e senza inverter asservite alla climatizzazione estiva, ed, eventualmente, invernale di alcuni locali della struttura.

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

## IMMAGINI DI DETTAGLIO DELL'INVOLUCRO TERMICO

### Pareti verticali disperdenti ed orizzontamenti esterni



Immagine relativa al terrazzo di copertura



Dettaglio finestra tipo con telaio in alluminio e vetro singolo



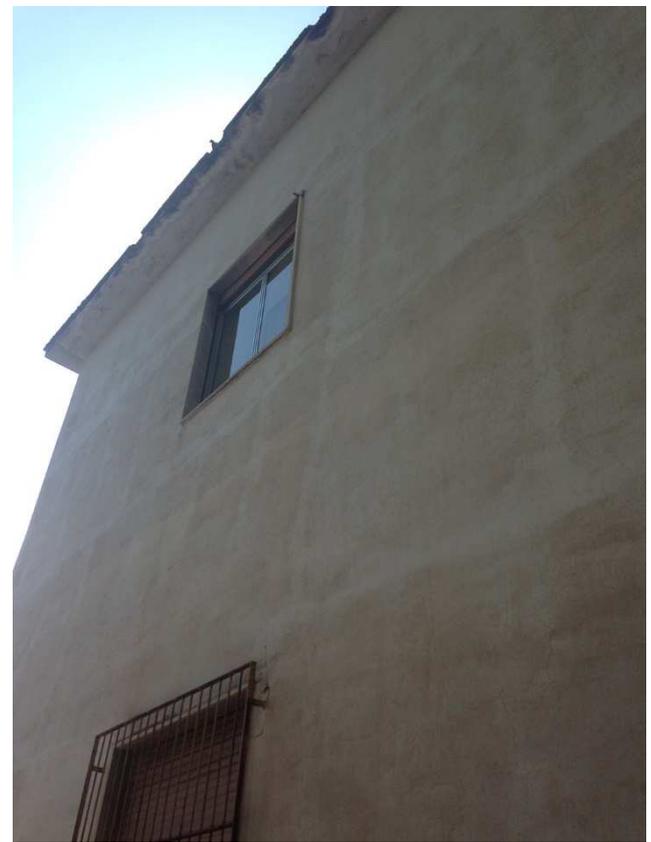
Immagine solaio interpiano



Dettaglio cassonetto finestra



**Dettaglio solaio da cui si intravede il pizzo delle tavelle e della struttura portante presumibilmente in acciaio**



**Dettaglio parete esterna intonacata**

**IMMAGINI DI DETTAGLIO SULLO STATO DI CONSERVAZIONE DEGLI ELEMENTI EDILIZI**

**Degrado dello strato esterno dell'involucro opaco – distacco intonaco**



Immagine relativa al degrado del pacchetto di muratura con distacco dell'intonaco

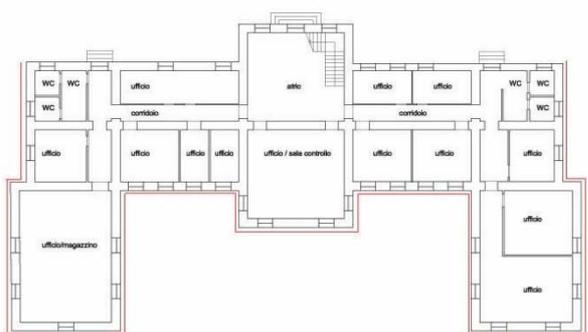


Immagine relativa al degrado del pacchetto di muratura con distacco dell'intonaco



Immagine relativa al degrado del pacchetto di muratura con distacco dell'intonaco

piano terra



Pianta piano tipo, identificazioni delle aree prevalenti di degrado

**Descrizione stato di degrado:**

Si evidenzia uno stato di cattiva conservazione dell'involucro esterno con evidente distacco dell'intonaco nella parte bassa delle pareti esterne in corrispondenza con il terreno. Tale fenomeno risulta più evidente nelle pareti retrostanti (SE-NE- SO) e non nella parete principale (NO).

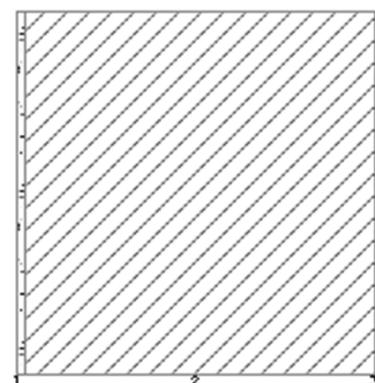
Si riportano di seguito i dettagli stratigrafici relativi alle strutture opache disperdenti dell'edificio

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

**Descrizione della struttura: *parete portante in tufo***

**Codice: M1**

Trasmittanza termica	<b>0,761</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>720</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,029</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1079</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1035</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,009</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,011</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-0,8</b>	h



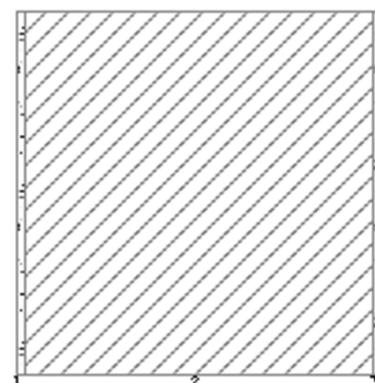
**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di gesso	15,00
2	Tufo	690,00
3	Intonaco di calce e sabbia	15,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: *parete portante in tufo ultimo piano***

**Codice: M2**

Trasmittanza termica	<b>0,890</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>600</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,035</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>899</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>855</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,026</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,029</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-20,6</b>	h



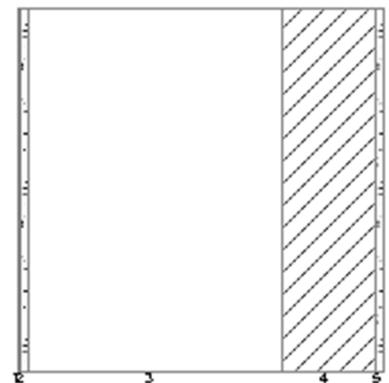
**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di gesso	15,00
2	Tufo	570,00
3	Intonaco di calce e sabbia	15,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: *cassonetto***

**Codice: M3**

Trasmittanza termica	<b>1,503</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>660</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,010</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>295</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>260</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,756</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,503</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-6,8</b>	h



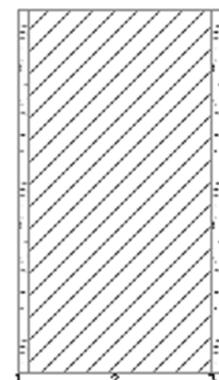
**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Alluminio	2,00
2	Cartongesso 12,5 mm (per THERMOGES)	13,00
3	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm <sup>2</sup> /m	460,00
4	Tufo	170,00
5	Intonaco di calce e sabbia	15,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: *parete in tufo sottofinestra 28***

**Codice: M4**

Trasmittanza termica	<b>1,626</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>280</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,080</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>419</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>375</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,511</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,314</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,2</b>	h



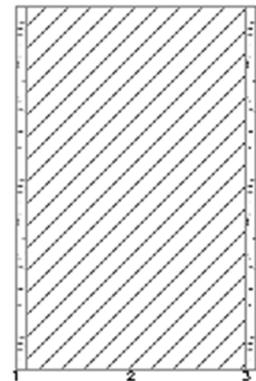
**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di gesso	15,00
2	Tufo	250,00
3	Intonaco di calce e sabbia	15,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: parete in tufo sottofinestra 33**

**Codice: M5**

Trasmittanza termica	<b>1,440</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>330</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,067</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>494</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>450</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,320</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,222</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-11,0</b>	h



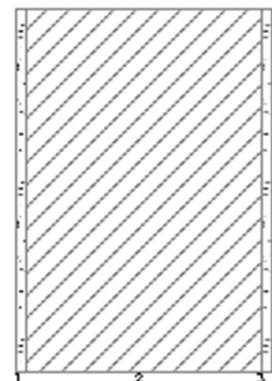
**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di gesso	15,00
2	Tufo	300,00
3	Intonaco di calce e sabbia	15,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: parete in tufo sottofinestra 35**

**Codice: M6**

Trasmittanza termica	<b>1,377</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>350</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,062</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>524</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>480</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,266</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,193</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-11,7</b>	h

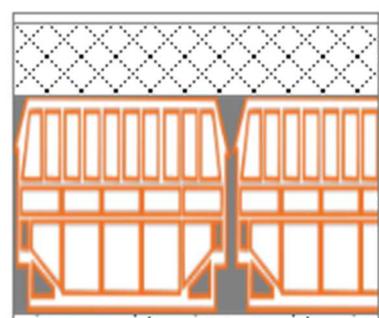


**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di gesso	15,00
2	Tufo	320,00
3	Intonaco di calce e sabbia	15,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: Pavimento su NR cantina**
**Codice: P1**

Trasmittanza termica	<b>0,785</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>430</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>8,8</b>	°C
Permeanza	<b>0,001</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>606</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>585</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,061</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,078</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-15,4</b>	h


**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	15,00
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	100,00
3	Soletta in laterizio	300,00
4	# Intonaco interno	15,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: copertura piana GUAINA**
**Codice: S1**

Trasmittanza termica	<b>0,880</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>440</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,106</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>594</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>568</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,099</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,112</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-14,6</b>	h



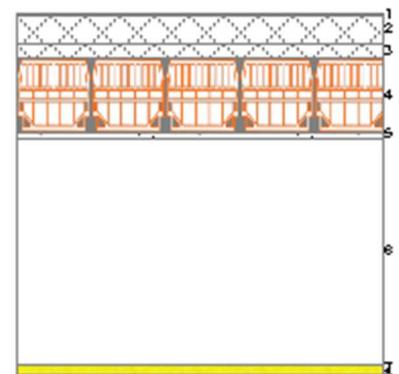
### **Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	10,00
2	Sottofondo di cemento magro	100,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in laterizio	260,00
5	Intonaco di gesso	20,00
-	Resistenza superficiale interna	-

### **Descrizione della struttura: *copertura piana GUAINA + controsoffitto***

**Codice: S2**

Trasmittanza termica	<b>0,454</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>1280</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,106</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>605</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>571</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,019</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,042</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-16,9</b>	h



### **Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	10,00
2	Sottofondo di cemento magro	100,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in laterizio	260,00
5	Intonaco di gesso	20,00
6	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	800,00
7	Pannello in lana di roccia	30,00
8	Cartongesso 9,5 mm (per THERMOGES)	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

### **Legenda simboli**

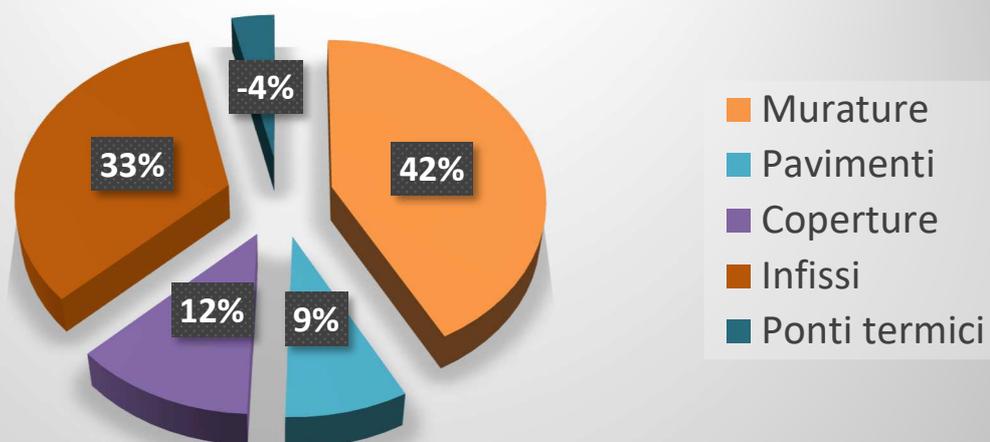
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

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

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	θ <sub>e</sub> [°C]	S <sub>Tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Φ <sub>tr</sub> [W]	% [%]	Φ <sub>Tot</sub>
W1	T	F1	5,432	2,0	7,58	815	1,5	
W2	T	F2	5,404	2,0	2,57	275	0,5	
W3	T	F3	5,411	2,0	2,53	271	0,5	
W4	T	F4	5,425	2,0	2,57	276	0,5	
W5	T	F5	5,455	2,0	76,20	7975	14,7	
W6	T	F6	5,453	2,0	16,42	1810	3,3	
W7	T	F7	5,453	2,0	2,93	303	0,6	
W8	T	F8	5,432	2,0	5,05	543	1,0	
W9	T	F9	5,432	2,0	32,83	3458	6,4	
W10	T	F9° = F8 + veneziana	5,432	2,0	12,63	1215	2,2	
W11	T	F10	5,317	2,0	9,58	818	1,5	
W12	T	F11	4,398	2,0	2,93	294	0,5	
W13	T	F12	3,998	2,0	10,94	1123	2,1	
W14	T	F7 archivio PT	5,453	2,0	3,74	395	0,7	
W15	T	F6 comandante	5,453	2,0	7,58	815	1,5	
W16	T	PF2	5,335	2,0	2,57	275	0,5	

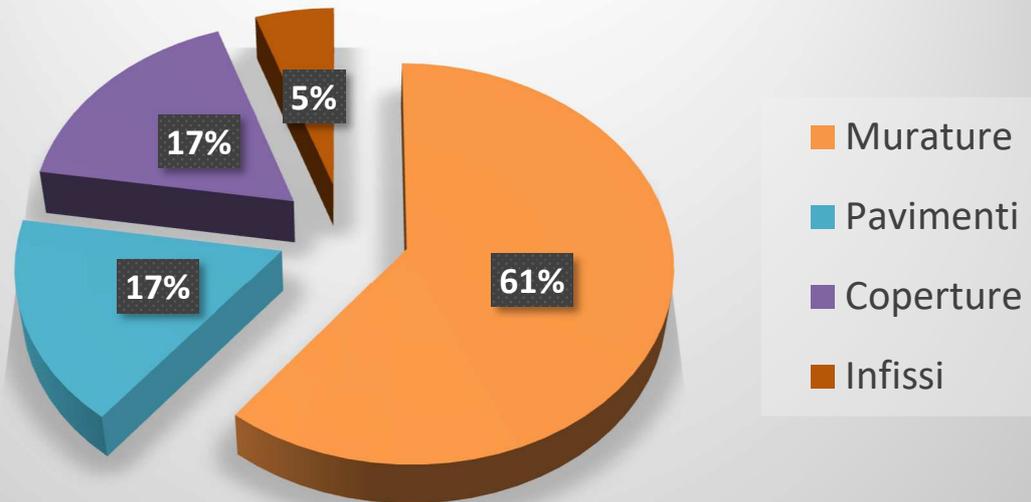
A partire dalle informazioni sopradescritte, viene effettuata un'analisi preliminare dello stato di fatto. Viene ora riportata una rappresentazione delle dispersioni per tipologia edilizia.

## 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. 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 <sup>2</sup> K]	θ <sub>e</sub> [°C]	S <sub>Tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Φ <sub>tr</sub> [W]	% [%]	Φ <sub>Tot</sub>
M1	T	parete portante in tufo	0,763	2,0	1230,28	17652	32,5	
M2	T	parete portante in tufo ultimo piano	0,893	2,0	88,89	1513	2,8	
M3	T	cassonetto	1,510	2,0	62,51	1798	3,3	
M4	T	parete in tufo sottofinestra 28	1,634	2,0	33,50	1037	1,9	
M5	T	parete in tufo sottofinestra 33	1,447	2,0	34,38	946	1,7	
M6	T	parete in tufo sottofinestra 35	1,383	2,0	2,80	71	0,1	
M9	U	parete portante in tufo su NR2	0,714	19,3	81,74	38	0,1	
M10	U	divisorio sottile NR2	1,734	19,3	76,35	87	0,2	
M11	U	parete portante in tufo su NR4	0,714	12,5	24,60	125	0,2	
M12	U	divisorio sottile NR7	1,734	17,7	53,07	199	0,4	
M13	U	parete portante in tufo su NR15	0,714	12,3	22,01	115	0,2	
M14	U	parete portante in tufo su NR19	0,714	19,3	105,02	51	0,1	
M15	U	divisorio sottile NR19	1,734	19,3	76,20	90	0,2	
M16	U	parete portante in tufo su NR22	0,714	17,3	75,73	136	0,2	
M17	U	divisorio sottile NR22	1,734	17,3	72,97	320	0,6	
M18	U	parete portante in tufo su NR32	0,714	18,0	34,84	46	0,1	
M19	U	divisorio sottile NR32	1,734	18,0	91,85	291	0,5	
P1	U	Pavimento su NR cantina	0,785	8,8	531,30	4448	8,2	
P5	U	solaio intermedio NR2	1,349	19,3	10,75	10	0,0	
P6	U	solaio intermedio NR7	1,349	17,7	12,03	35	0,1	
P7	U	solaio intermedio NR4	1,349	12,5	23,99	230	0,4	
P8	U	solaio intermedio NR15	1,349	12,3	23,34	230	0,4	
S1	T	copertura piana GUAINA	0,883	2,0	355,72	5319	9,8	
S2	T	copertura piana GUAINA + controsoffitto	0,455	2,0	260,29	1969	3,6	

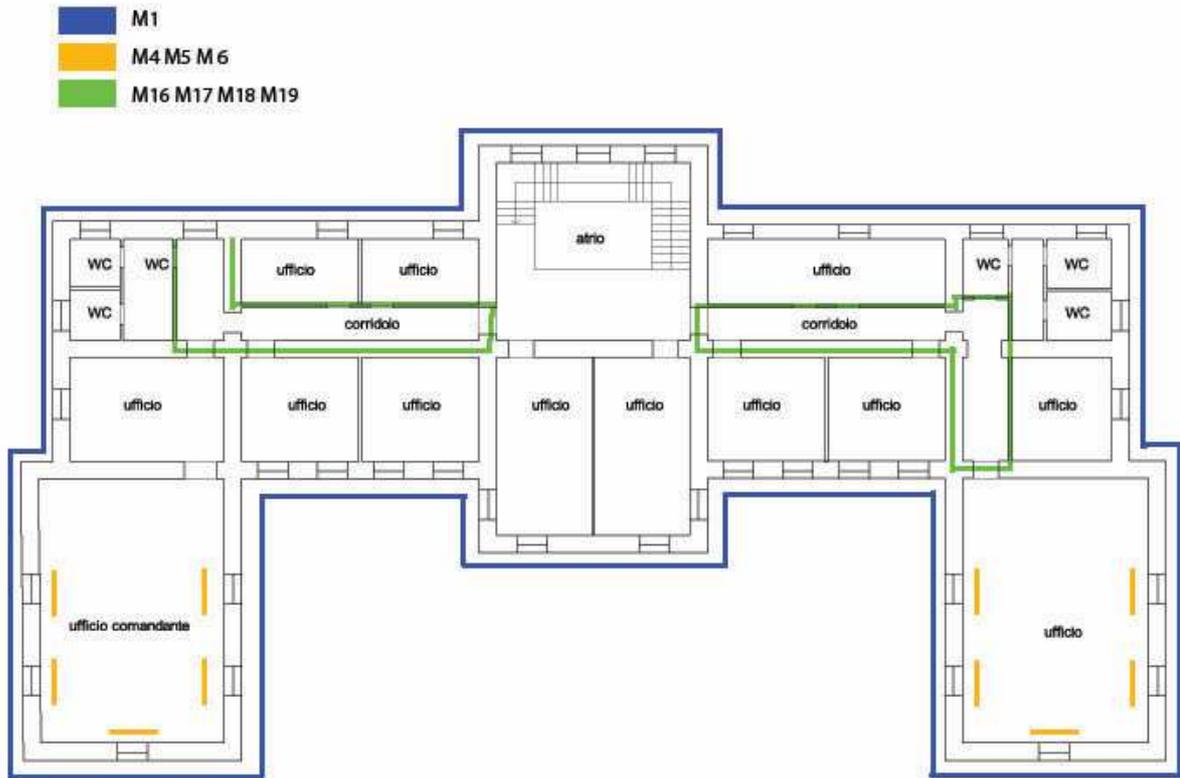
Totale:

**36755**
**67,7**

**LOCALIZZAZIONE DELLE STRATIGRAFIE NEI PIANI**

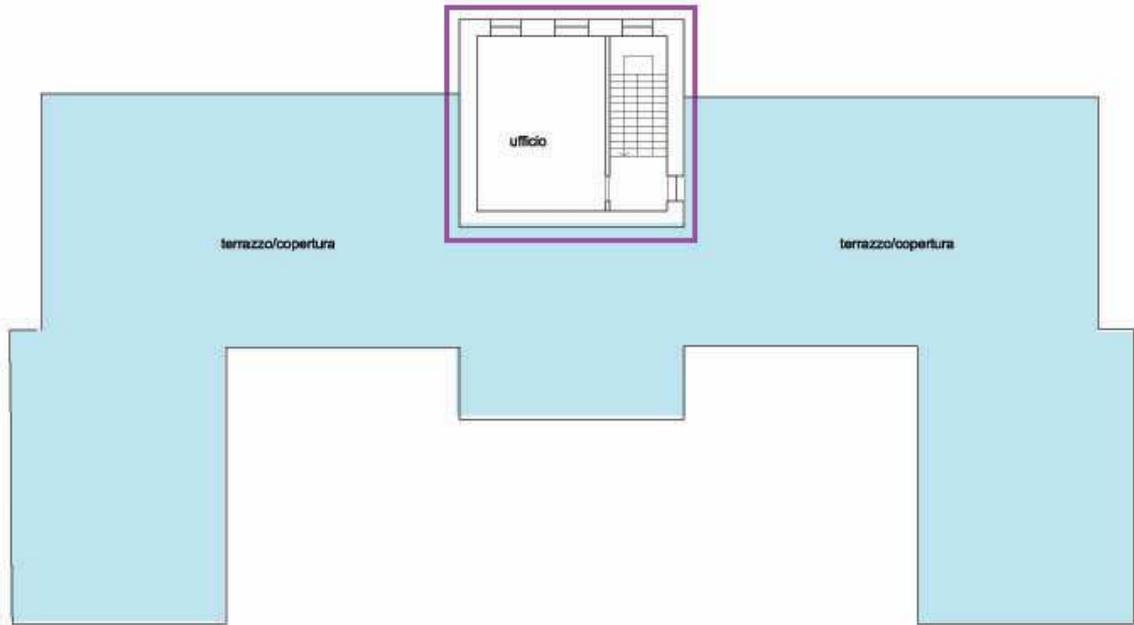


**PIANO PRIMO**



**PIANTA COPERTURE**

M2  
S1 S2



Al fine di comprendere maggiormente il comportamento dell'edificio si riportano di seguito alcuni dettagli relativi alle dispersioni dei n.30 locali termici dell'edificio in oggetto suddivisi in n.2 zone. Tali dati risultano utili a comprendere su quali parti di edificio può convenire intervenire compatibilmente con le caratteristiche delle strutture esistenti e con la fattibilità tecnica degli interventi.

#### **Zona 1 - Locali radiatori e fancoil fabbisogno di potenza dei locali**

Loc	Descrizione	$\theta_i$ [°C]	n [1/h]	$\Phi_{tr}$ [W]	$\Phi_{ve}$ [W]	$\Phi_{rh}$ [W]	$\Phi_{hl}$ [W]	$\Phi_{hl\ sic}$ [W]
1	atrio	19,0	0,33	5255	927	1102	7284	7284
3	ufficio	19,0	0,51	1586	324	386	2296	2296
5	ufficio	19,0	0,51	886	222	264	1371	1371
6	ufficio	19,0	0,52	3336	1006	1195	5538	5538
8	ufficio	19,0	0,51	646	122	145	914	914
9	ufficio	19,0	0,51	1196	252	300	1748	1748
11	ufficio	19,0	0,52	807	161	191	1159	1159
12	ufficio	19,0	0,52	1064	161	191	1417	1417
13	ufficio	18,5	0,52	1065	243	298	1606	1606
16	ufficio	19,0	0,52	933	192	228	1354	1354
17	ufficio	19,0	0,52	1066	192	228	1487	1487
18	ufficio	18,5	0,52	3247	613	750	4611	4611
20	ufficio	19,0	0,56	966	160	190	1316	1316
21	ufficio	18,5	0,56	989	155	190	1334	1334
23	wc	19,0	0,56	1858	209	248	2315	2315
24	ufficio	19,0	0,72	832	331	393	1555	1555
25	ufficio	18,5	0,72	4113	976	1195	6285	6285
26	ufficio	18,5	0,56	1285	245	300	1829	1829
27	ufficio	19,0	0,56	1346	252	300	1898	1898
28	ufficio	19,0	0,57	1542	350	416	2308	2308
29	ufficio	19,0	0,57	1571	350	416	2337	2337
30	ufficio	19,0	0,56	1298	251	298	1847	1847
33	ufficio	18,5	0,56	1823	315	386	2524	2524
34	wc	19,0	0,67	2309	260	309	2878	2878
35	ufficio	18,5	0,56	1000	209	256	1466	1466
36	ufficio	18,5	0,59	3879	985	1206	6070	6070
37	ufficio	19,0	0,72	2405	483	575	3463	3463

**Totale:**

**48301**

**9948**

**11957**

**70206**

**70206**

#### **Zona 2 - Locali con split fabbisogno di potenza dei locali**

Loc	Descrizione	$\theta_i$ [°C]	n [1/h]	$\Phi_{tr}$ [W]	$\Phi_{ve}$ [W]	$\Phi_{rh}$ [W]	$\Phi_{hl}$ [W]	$\Phi_{hl\ sic}$ [W]
10	ufficio	20,0	0,66	2791	755	0	3546	3546
14	ufficio	20,0	0,67	1213	266	0	1478	1478
31	ufficio	20,0	0,56	1991	280	0	2271	2271

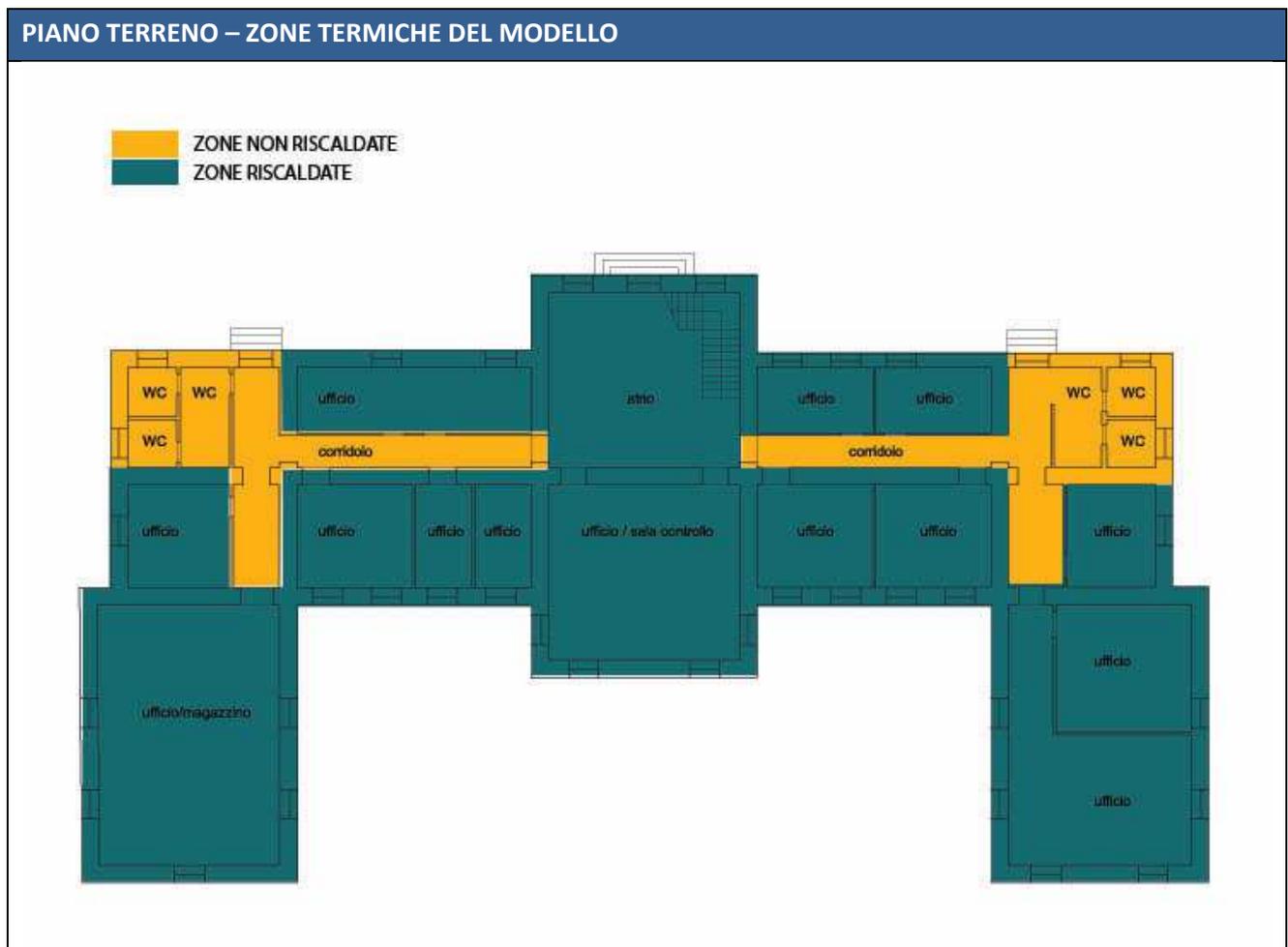
<b>Totale:</b>	<b>5995</b>	<b>1300</b>	<b>0</b>	<b>7295</b>	<b>7295</b>
<b>Totale Edificio:</b>	<b>54295</b>	<b>11248</b>	<b>11957</b>	<b>77500</b>	<b>77500</b>

Legenda simboli

$\theta_i$	Temperatura interna del locale
$n$	Ricambio d'aria del locale
$\Phi_{tr}$	Potenza dispersa per trasmissione
$\Phi_{ve}$	Potenza dispersa per ventilazione
$\Phi_{rh}$	Potenza dispersa per intermittenza
$\Phi_{hl}$	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**

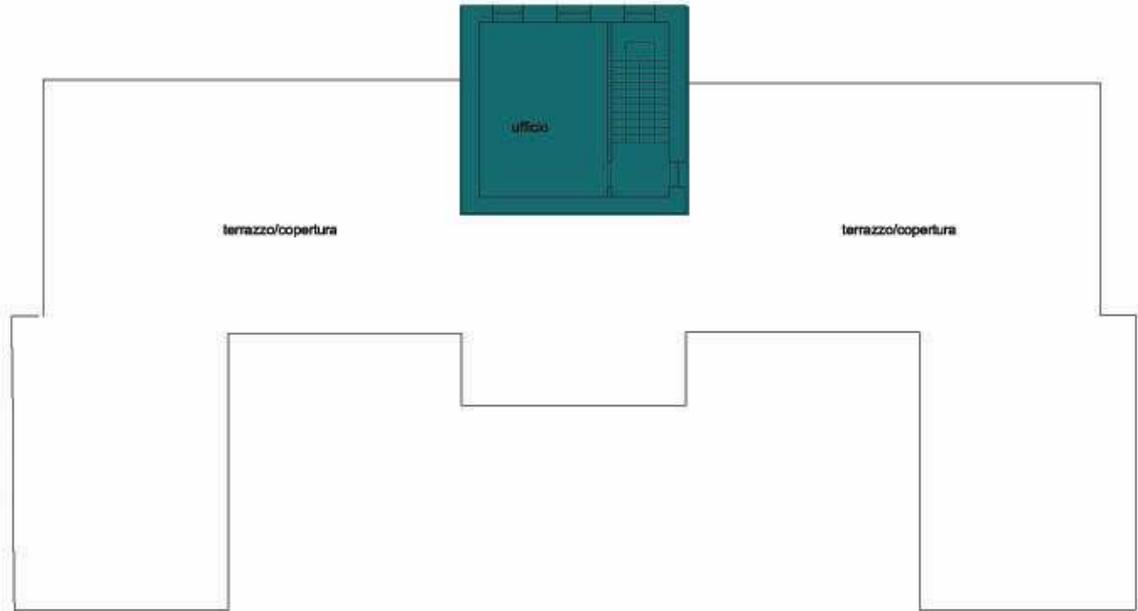


**PIANO PRIMO – ZONE TERMICHE DEL MODELLO**



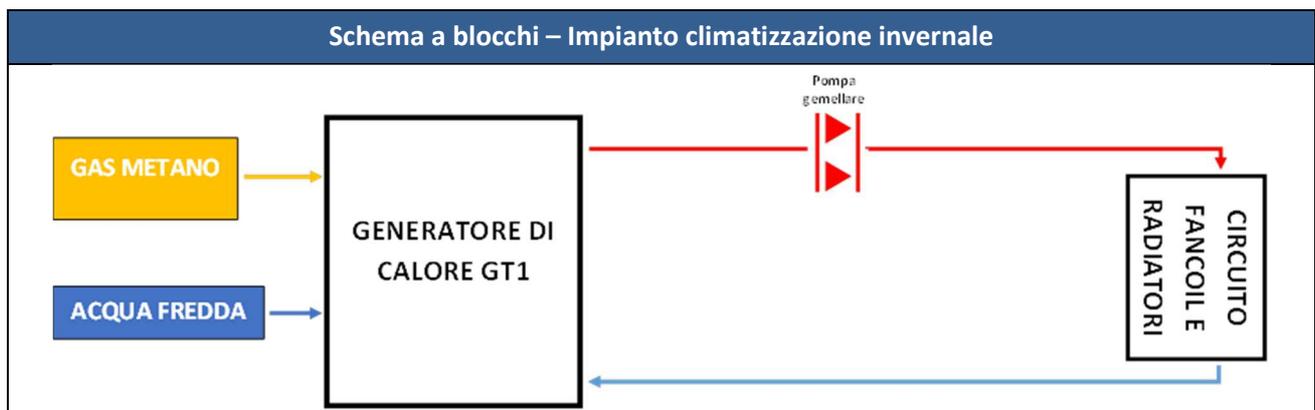
**PIANO SECONDO – ZONE TERMICHE DEL MODELLO**

 ZONE RISCALDATE



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

L'impianto termico centralizzato asservito alla climatizzazione invernale dell'edificio è costituito da una caldaia tradizionale alimentata a metano con potenza termica al focolare pari a 131 kW.



### Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una centrale termica dotata di una caldaia tradizionale Ferroli Pegasus F3 119, installata nel 1997.

#### Foto della centrale termica-Sottosistema di generazione

#### Caldaie tradizionale a metano



#### Riepilogo caratteristiche sottosistema di generazione

Marca	Modello	Servizio	Tipologia	Combustibile
Ferroli	Pegasus F3 119	Riscaldamento	Tradizionale	Metano
Potenza utile nominale	Potenza utile minima	Potenza al focolare nominale	Potenza minima al focolare	Potenza ausiliari elettrici
[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[W]
119	-	131	-	40

### Sottosistema di accumulo

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

### Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

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

#### Foto della centrale termica-Sottosistema di distribuzione

##### Pompa di circolazione gemellare



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

Circuito	Nome	Servizio	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [W]
				[W]
Primario	[-]	Mandata acqua calda fancoil e radiatori	Velocità costante	370

### 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]	[m3/h]	[W]
Acqua	70	-	370

### Sottosistema di regolazione

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

Inoltre, ciascun terminale di emissione (fancoil e radiatore) è dotato di valvole che consentono una regolazione puntuale di ciascun corpo scaldante.

### Sottosistema di emissione

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

- Radiatori su parete esterna non isolata all'interno dei servizi igienici, uffici, atrio centrale;
- Fancoil all'interno di due locali adibiti ad uffici;



Si precisa che alcuni locali dell'edificio non presentano terminali di emissioni associati ad alcun impianto termico, mentre altri locali dispongono di singole unità split che provvedono al raffrescamento e riscaldamento degli stessi. Si riportano di seguito alcune caratteristiche.

Riepilogo caratteristiche sottosistema di emissione

ZONA TERMICA LOCALI RADIATORI E FANCOIL			
Tipologia	Numero	Potenza ausiliari elettrici	Potenza termica terminali per zona termica
[-]	[-]	[W]	[W]
Radiatore	30	-	70.206
Fancoil	4	280	
ZONA TERMICA LOCALI SPLIT			
Tipologia	Numero	Potenza ausiliari elettrici	Potenza termica terminali per zona termica
[-]	[-]	[W]	[W]
Split	14	560	7.295

Si segnala la presenza di numerose stufette elettriche all'interno degli uffici, rilevate durante i sopralluoghi, che fanno ipotizzare un funzionamento insufficiente dell'impianto termico centralizzato per garantire il confort termico all'interno dei locali della struttura. Tale ipotesi è stata inoltre suffragata dalle considerazioni degli utenti, ottenute in fase di sopralluogo.

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

#### SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE

##### Dati generali:

Servizio	<b>Riscaldamento</b>		
Tipo di generatore	<b>Caldaia tradizionale</b>		
Metodo di calcolo	<b>Analitico</b>		
Marca/Serie/Modello	<b>FERROLI/PEGASUS F3/F3 119</b>		
Potenza nominale al focolare	$\Phi_{cn}$	<b>131,00</b>	kW

##### Caratteristiche:

Perdita al camino a bruciatore acceso	$P'_{ch,on}$	<b>7,70</b>	%
<b>Valore noto da costruttore o misurato</b>			
Perdita al camino a bruciatore spento	$P'_{ch,off}$	<b>0,59</b>	%
<b>Valore noto da costruttore o misurato</b>			

Perdita al mantello  $P'_{gn,env}$  **1,10** %

*Valore noto da costruttore o misurato*

Rendimento utile a potenza nominale  $\eta_{gn,Pn}$  **91,20** %

Rendimento utile a potenza intermedia  $\eta_{gn,Pint}$  **90,60** %

Fabbisogni elettrici:

Potenza elettrica bruciatore  $W_{br}$  **467** W

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

Potenza elettrica pompe circolazione  $W_{af}$  **400** W

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

Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione **Centrale termica**

Fattore di riduzione delle perdite  $k_{gn,env}$  **0,70** -

**Dati per circuito**

**Circuito radiatori**

Caratteristiche sottosistema di emissione:

Tipo di terminale di erogazione **Radiatori su parete esterna non isolata ( $U > 0,8$  W/m<sup>2</sup>K)**

Temperatura di mandata di progetto **70,0** °C

Potenza nominale dei corpi scaldanti **62289** W

Fabbisogni elettrici **0** W

Rendimento di emissione **90,0** %

Caratteristiche sottosistema di regolazione:

Tipo **Per zona + climatica**

Caratteristiche **On off**

Rendimento di regolazione **96,0** %

Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:

Metodo di calcolo **Semplificato**

Tipo di impianto **Centralizzato con montanti non isolati correnti in traccia nel lato interno delle pareti esterne**

Posizione impianto -

Posizione tubazioni -

Isolamento tubazioni **Isolamento di spessore non necessariamente conforme alle prescrizioni del DPR n.412/93, ma eseguito con cura e protetto da uno strato di gesso, plastica o alluminio**

Numero di piani **2**

Fattore di correzione **0,89**

Rendimento di distribuzione utenza **93,7** %

Fabbisogni elettrici **370** W

**Circuito fancoil**

Caratteristiche sottosistema di emissione:

Tipo di terminale di erogazione **Ventilconvettori (tmedia acqua = 45°C)**  
 Potenza nominale dei corpi scaldanti **7917** W  
 Fabbisogni elettrici **280** W  
 Rendimento di emissione **93,0** %

Caratteristiche sottosistema di regolazione:

Tipo **Per zona + climatica**  
 Caratteristiche **P banda proporzionale 0,5 °C**  
 Rendimento di regolazione **98,0** %

Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:

Metodo di calcolo **Semplificato**  
 Tipo di impianto **Centralizzato con montanti non isolati correnti in traccia nel lato interno delle pareti esterne**  
 Posizione impianto -  
 Posizione tubazioni -  
 Isolamento tubazioni **Isolamento di spessore non necessariamente conforme alle prescrizioni del DPR n.412/93, ma eseguito con cura e protetto da uno strato di gesso, plastica o alluminio**  
 Numero di piani **1**  
 Fattore di correzione **0,82**  
 Rendimento di distribuzione utenza **96,1** %  
 Fabbisogni elettrici **370** W

#### 4.3 Descrizione e prestazioni energetiche impianto produzione acqua calda sanitaria

Il servizio di produzione di acqua calda sanitaria è soddisfatto mediante 2 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	2	1200

#### 4.4 Descrizione e prestazioni energetiche impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva

Il servizio di climatizzazione in regime estivo è effettuato mediante 14 unità singole split presenti solo in alcuni locali dell'edificio.



#### Sottosistema di generazione

Riepilogo caratteristiche principale delle due macchine frigorifere.

	Numero	Modello	Servizio	Potenza frigorifera nominale	Potenza elettrica assorbita	Rapporto di efficienza energetica EER
				[kW]	[kW]	[-]
Unità split	14	Vari	Raffrescamento/ Riscaldamento	2.14	0.75	2.85

#### Sottosistema di accumulo

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

#### Sottosistema di distribuzione

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

### Sottosistema di regolazione

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

### Sottosistema di emissione

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

Riepilogo caratteristiche sottosistema di emissione.

ZONA TERMICA LOCALI SPLIT		
Tipologia	Numero	Potenza ausiliari elettrici
[-]	[-]	[W]
SPLIT	14	560

#### 4.5 Descrizione e prestazioni energetiche impianto elettrico e principali utenze elettriche

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

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

LOCALE	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE	POTENZA COMPLESSIVA	ORE ANNUE DI UTILIZZO
			[W]	[W]	[ore]
Uffici	PC	60	250	13.150	2920
	Stampante	40	50	2.000	365
	Stufetta elettrica	4	1500	6.000	-
<b>POMPE E AUSILIARI</b>					
DESCRIZIONE	STATO DI CONSERVAZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	
Pompa gemellare a velocità costante	Buono	1	370	370	
Fancoil	Buono	4	70	280	

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 58W e da un sistema LED, limitatamente ad alcuni locali della struttura.

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.



Impianto di illuminazione: Caratteristiche dei locali	
OSTRUZIONI	Non sono presenti ostruzioni importanti. Gli edifici circostanti sono disposti al di fuori dell'area riservata. L'area circostante è costituita da spazi aperti destinati a verde e parcheggio.
TIPOLOGIA DI SERRAMENTI	Le superfici trasparenti sono nello stato originale e senza alcun trattamento solare
LIVELLO DI ILLUMINAMENTO MANTENUTO	Secondo quanto riportato nelle norme, l'illuminamento mantenuto dev'essere: Uffici: alto Bagni: basso Corridoi: alto
SISTEMI DI CONTROLLO	Manuale (ON/OFF)
APPARECCHI DI EMERGENZA	SI

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

LOCALI TERMICI	DESCRIZIONE	STATO DI CONSERVAZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
				[W]	[W]
Atrio	Neon	Ottimo	15	58	870
Ufficio	Neon	Ottimo	6	36	216
Ufficio	Neon	Ottimo	2	36	72
Ufficio	Neon	Ottimo	6	366	2196
Ufficio	Neon	Ottimo	2	36	72
Ufficio	Neon	Ottimo	7	36	252

Ufficio	Neon	Ottimo	4	58	232
Ufficio	Neon	Ottimo	4	58	232
Ufficio	Neon	Ottimo	2	58	116
Ufficio	Neon	Ottimo	2	36	72
Ufficio	Neon	Ottimo	2	36	72
Ufficio	Neon	Ottimo	4	58	232
Ufficio	LED	Ottimo	1	42	42
Ufficio	LED	Ottimo	1	42	42
Ufficio	LED	Ottimo	3	43	129
Servizi igienici	LED	Ottimo	6	40	240
Ufficio	LED	Ottimo	12	40	480
Ufficio	LED	Ottimo	1	43	43
Ufficio	LED	Ottimo	1	43	43
Ufficio	Neon	Ottimo	7	58	406
Ufficio	Neon	Ottimo	7	58	406
Ufficio	LED	Ottimo	1	42	42
Ufficio	LED	Ottimo	1	42	42
Ufficio	LED	Ottimo	2	42	84
Servizi igienici	LED	Ottimo	12	40	480
Ufficio	Neon	Ottimo	12	58	696
Ufficio	Neon	Ottimo	24	16	384
Ufficio	Neon	Ottimo	8	16	128
Ufficio	LED	Ottimo	1	42	42
LOCALI NON CLIMATIZZATI	DESCRIZIONE	STATO DI CONSERVAZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
				[W]	[W]
Cantina	Neon	BUONO	10	16	160
Corridoio	Neon	Ottimo	4	16	64
Servizi igienici	LED	Ottimo	3	40	120
Ufficio	Neon	Ottimo	3	58	174
Servizi igienici	Neon	Ottimo	12	16	192
Corridoio	Neon	Ottimo	4	58	232
Corridoio	LED	Ottimo	3	40	120
Corridoio	Neon	Ottimo	2	42	84
ESTERNO	DESCRIZIONE	STATO DI CONSERVAZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
				[W]	[W]
Esterno	Neon	Buono	10	36	360

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:

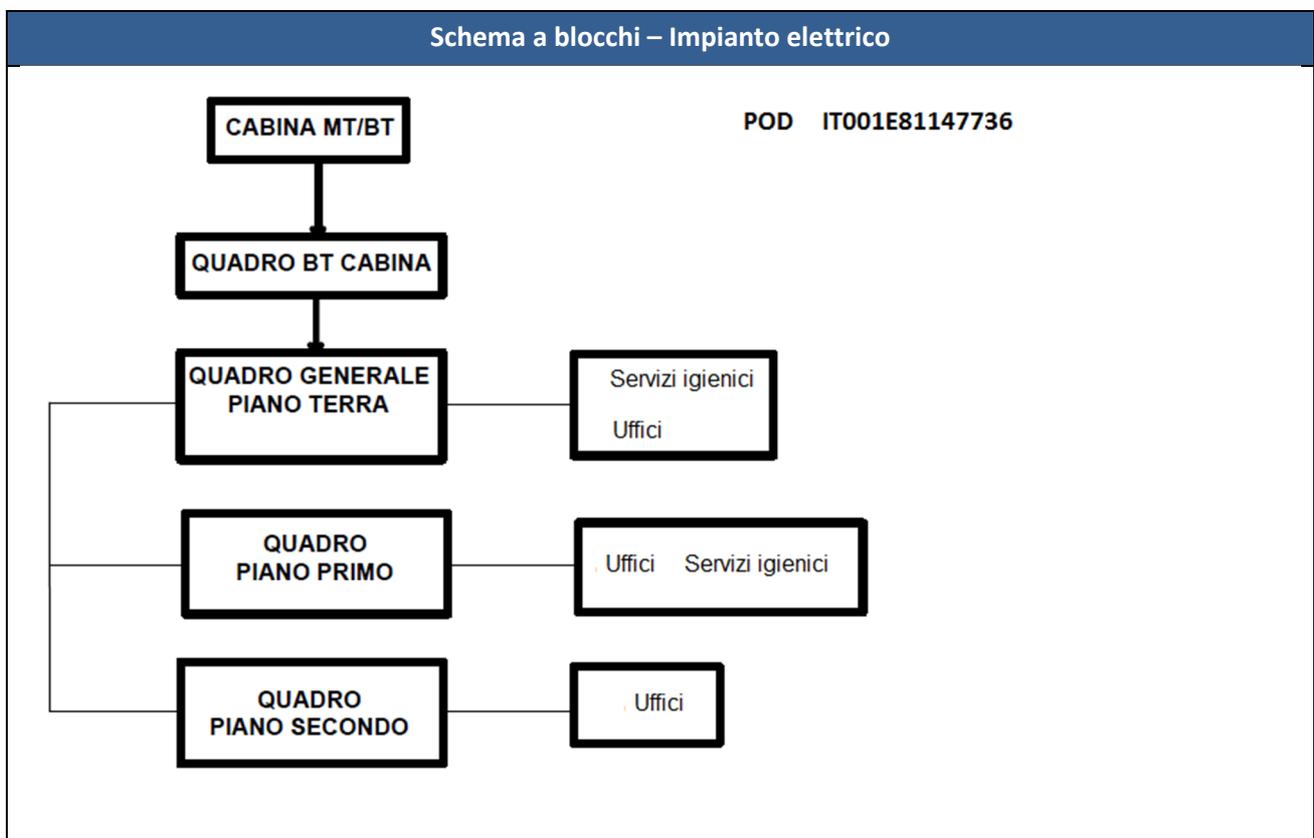
$$W=W_L+W_p$$

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 **20.144 kWh** mentre  $W_p$  è pari a **1.003 kWh** per un totale di energia annuo pari a **21.147 kWh**



## 5 CONSUMI RILEVATI

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

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica.

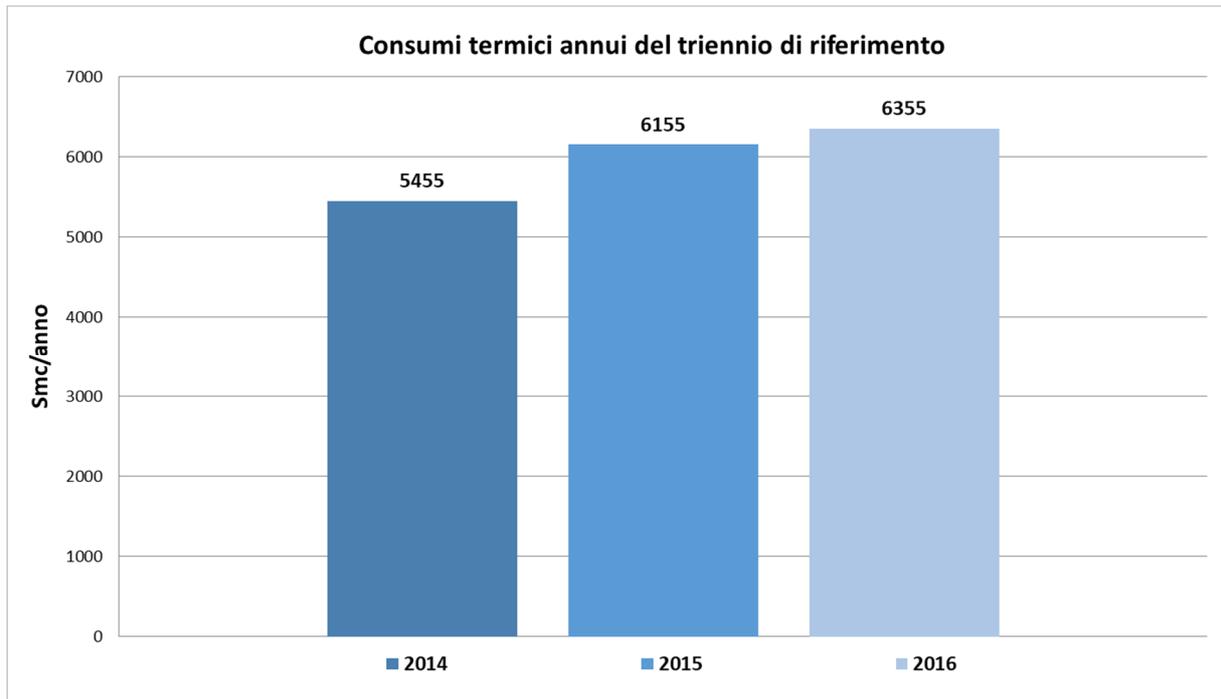
#### Energia termica

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

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

L'analisi dei consumi storici di Gas metano è avvenuta sulla base dei dati di Sm<sup>3</sup> di metano dichiarati dalla società incaricata della gestione e manutenzione degli impianti nel triennio di riferimento e comunicati alla Stazione Appaltante (Comune di Napoli).

PDR	Utilizzo	2014	2015	2016	2014	2015	2016
		[Smc]	[Smc]	[Smc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
352500950934	Riscaldamento	5.455	6.155	6.355	51.386	57.980	59.864



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

Per effettuare tale processo di normalizzazione si sono utilizzati i GG reali del triennio di riferimento ed i GG di riferimento come valutati al Capitolo DATI CLIMATICI , definendo il fattore di normalizzazione  $\bar{a}_{rif}$  come di seguito riportato:

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

Dove:

- $GG_{real,i}$  = Gradi giorno valutati considerando le temperature esterne reali, nell'anno i-esimo;
- $n$  = numero di annualità di cui si hanno a disposizione i consumi;
- $Q_{real,i}$  = Consumo termico reale per riscaldamento dell'edificio nell'anno i-esimo, kWh/anno;

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

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

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

- $\bar{Q}_{ACS}$  = Consumo termico reale per ACS dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per l'ACS nel triennio di riferimento;

- $\bar{Q}_{ALTR0}$  = Consumo termico reale per eventuali altri utilizzi dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per altri usi, nel triennio di riferimento. Tale contributo non è stato valutato in quanto i suddetti utilizzi non sono serviti da questo contatore.

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

ANNO	GG <sub>Reali</sub>	GG <sub>rif, da</sub> UNI 10349:2016	CONSUMO REALE.	CONSUMO REALE	CONSUMO NORMALIZZATO	CONSUMO ACS	CONSUMO ALTRO
			[Smc]	[Nmc]	[Nmc]	[Nmc]	[Nmc]
2014	1.025	1.034	5.455	5.165	5.211	-	-
2015	1.247	1.034	6.155	5.828	4.833	-	-
2016	1.131	1.034	6.355	6.018	5.501	-	-
<b>Media</b>	<b>1.134</b>	<b>1.034</b>	<b>5.988</b>	<b>5.670</b>	<b>5.182</b>	-	-

Il consumo normalizzato rispetto ai GG di normativa e utile alla validazione del modello di calcolo dell'edificio **Q<sub>validazione</sub>** risulta pari a **5.182 Nm<sup>3</sup>/anno**.

Tale valore di consumo, basandosi su GG definiti da Normativa, non risulta coerente con i valori di GG rilevati dalla stazione climatica di riferimento per il triennio oggetto di analisi.

Pertanto, si è proceduto ad una seconda normalizzazione dei consumi reali rispetto ai GG ottenuti dalla media dei GG delle tre annualità considerate, al fine di ottenere una Baseline di consumo utile alla valutazione dei risparmi conseguenti alle misure di efficientamento energetico proposte ed alle successive analisi economiche-finanziarie.

ANNO	GG <sub>Reali</sub>	GG <sub>Medi</sub>	CONSUMO REALE.	CONSUMO REALE MEDIO	CONSUMO REALE MEDIO NORMALIZZATO	CONSUMO REALE MEDIO NORMALIZZATO
			[Smc]	[Smc]	[Smc]	[kWh]
2014	1.025	1.134	5.455	<b>5.988</b>	<b>6.003</b>	<b>56.550</b>
2015	1.247		6.155			
2016	1.131		6.355			

Il consumo normalizzato rispetto ai GG medi delle tre annualità considerate **Q<sub>baseline</sub>** risulta pari a **56.550 kWh/anno**.

## Energia elettrica

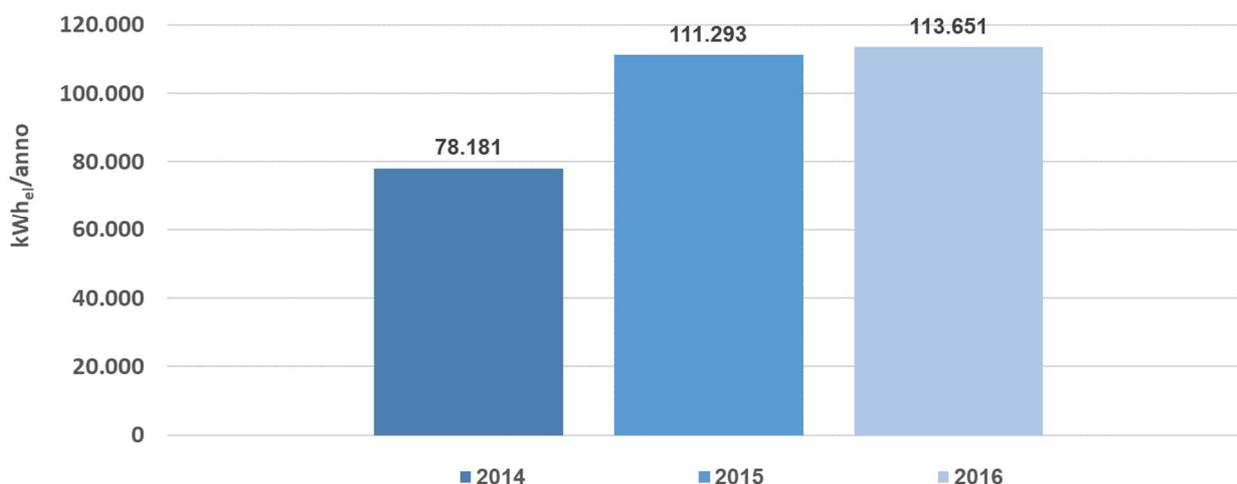
L'analisi dei consumi storici di energia elettrica è avvenuta sulla base dei kWh ottenuti dai dati trasmessi dalla società di distribuzione dell'energia elettrica riferiti al triennio di riferimento.

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

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA	PREZZO UNITARIO*
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[€/kWh]
IT001E81147736	Intero edificio	78.181	111.293	113.651	101.042	0,2
<b>TOTALE</b>		<b>78.181</b>	<b>111.293</b>	<b>113.651</b>	<b>101.042</b>	<b>0,2</b>

\*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.

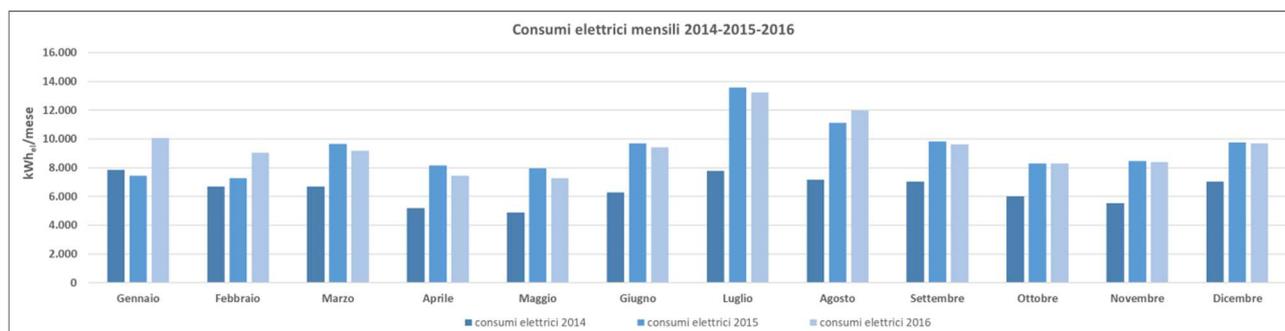
Si è pertanto definito un consumo **EEbaseline** pari a **101.042 kWh**, quello rilevato dall'Auditor nella fase di analisi dei dati di consumo.

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

POD: IT001E81147736	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	3978	1701	2165	7844
Febbraio	3399	1556	1737	6692
Marzo	3176	1584	1916	6676
Aprile	2540	1186	1468	5194
Maggio	2458	1188	1256	4902
Giugno	3488	1386	1407	6281
Luglio	4710	1649	1429	7788
Agosto	3811	1661	1705	7177
Settembre	3962	1535	1539	7036
Ottobre	3209	1362	1443	6014
Novembre	2785	1237	1527	5549
Dicembre	3332	1500	2196	7028
<b>Totale</b>	<b>40.848</b>	<b>17.545</b>	<b>19.788</b>	<b>78.181</b>
POD: IT001E81147736	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	3615	1754	2078	7.447
Febbraio	3757	1698	1823	7.278
Marzo	4287	2226	3141	9.654
Aprile	3698	1702	2776	8.176
Maggio	3338	1979	2649	7.966
Giugno	4734	2281	2683	9.698
Luglio	7280	3073	3238	13.591
Agosto	5205	2507	3406	11.118
Settembre	4838	2276	2708	9.822
Ottobre	3647	2156	2499	8.302

Novembre	3800	2021	2662	8.483
Dicembre	4321	1999	3438	9.758
<b>Totale</b>	<b>52.520</b>	<b>25.672</b>	<b>33.101</b>	<b>111.293</b>
<b>POD: IT001E81147736</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2016</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gennaio	4090	2520	3443	10053
Febbraio	4141	2196	2696	9033
Marzo	4119	2180	2888	9187
Aprile	3061	1915	2472	7448
Maggio	3226	1714	2349	7289
Giugno	4326	2208	2895	9429
Luglio	6575	3222	3427	13224
Agosto	5961	2596	3420	11977
Settembre	4480	2364	2770	9614
Ottobre	3406	2109	2775	8290
Novembre	3657	2023	2725	8405
Dicembre	3939	2427	3336	9702
<b>Totale</b>	<b>50.981</b>	<b>27.474</b>	<b>35.196</b>	<b>113.651</b>

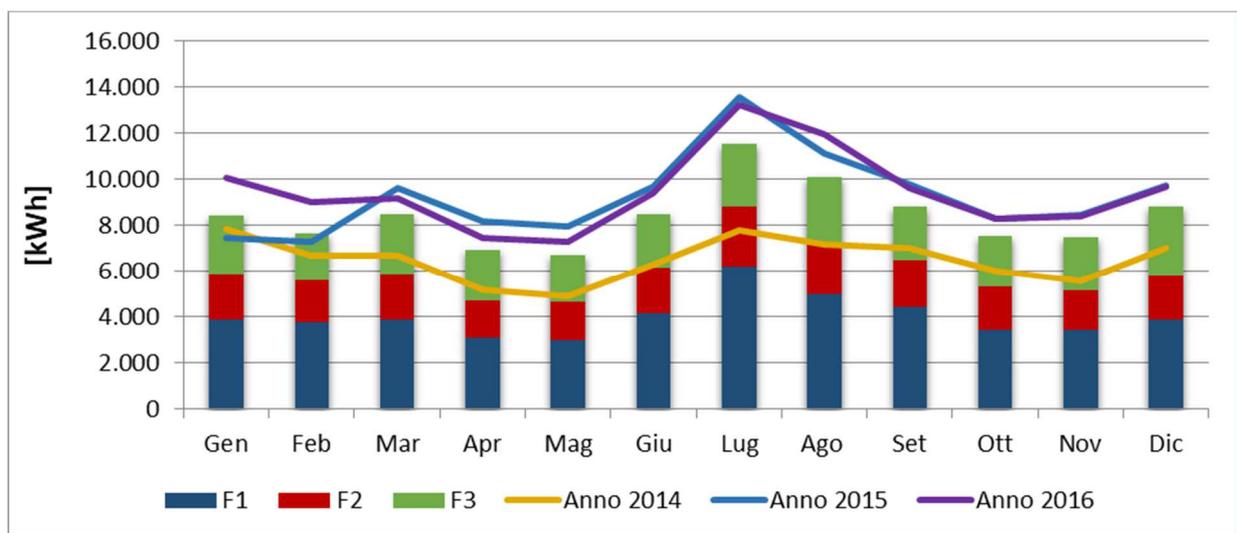
Si riporta di seguito l'andamento dei consumi elettrici mensili per il triennio di riferimento.



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	3894	1992	2562	8448
Febbraio	3766	1817	2085	7668
Marzo	3861	1997	2648	8506
Aprile	3100	1601	2239	6939
Maggio	3007	1627	2085	6719
Giugno	4183	1958	2328	8469
Luglio	6188	2648	2698	11534
Agosto	4992	2255	2844	10091
Settembre	4427	2058	2339	8824
Ottobre	3421	1876	2239	7535
Novembre	3414	1760	2305	7479
Dicembre	3864	1975	2990	8829
<b>Totale</b>	<b>48.116</b>	<b>23.564</b>	<b>29.362</b>	<b>101.042</b>

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 ed ottobre mentre si hanno consumi maggiori nei mesi centrali d'inverno ed estivi di luglio ed agosto. Il consumo maggiore si ha per tutti i mesi nella fascia diurna F1, 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 CO<sub>2</sub> utilizzati sono riportati nella tabella seguente.

COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	tCO <sub>2</sub> /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 CO<sub>2</sub>, come riportato nella seguente tabella e nella figura sottostante.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO <sub>2</sub> /MWh]	[tCO <sub>2</sub> ]
Gas naturale	56.550	0,202	11
Energia elettrica	101.042	0,467	47

Ai fini del calcolo degli indici di performance è necessario effettuare la conversione dei consumi di baseline in energia primaria, utilizzando i fattori di conversione indicati dal Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici", riportati nella tabella sottostante.

COMBUSTIBILE	$F_{P,ren}$	$F_{P,ren}$	$F_{P,tot}$
Gas naturale	1,05	0	1,05
Energia elettrica da rete	1,95	0,47	2,42

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline, in funzione dei fattori riportati nella seguente tabella.

	PARAMETRO	VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	938	m <sup>2</sup>
FATTORE 2	Volume netto complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	3.636	m <sup>3</sup>
FATTORE 3	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	5.933	m <sup>3</sup>

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 <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>3</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	56.550	59.377	63	16	10	12	3	2
Energia elettrica	101.042	244.521	261	67	41	50	13	8
<b>TOTALE</b>		<b>303.898</b>	<b>324</b>	<b>84</b>	<b>51</b>	<b>62</b>	<b>16</b>	<b>10</b>

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 <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>3</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	56.550	59.377	63	16	10	12	3	2
Energia elettrica	101.042	197.031	210	54	33	50	13	8
<b>TOTALE</b>		<b>256.409</b>	<b>273</b>	<b>71</b>	<b>43</b>	<b>62</b>	<b>16</b>	<b>10</b>

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/m<sup>2</sup>.

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 <sup>2</sup> ]	[kWh/ m <sup>2</sup> ]	[kWh/ m <sup>2</sup> ]	[kWh/anno]
938	108	20	82.272

Da questa analisi risulta un potenziale di risparmio energetico pari a 82.272 kWh/anno confrontando i dati con i benchmark.

## 6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

### 6.1 Metodologia di calcolo adottata e validazione dei modelli di calcolo

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

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

#### **Validazione del modello termico**

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

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

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

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

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

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

Impianto Centralizzato - Riscaldamento

Circuiti | Accumulo e distribuzione primaria | Altri carichi | Generazione

1 di 2 | Circuito Fancoil | Fluido termovettore: Acqua

Dati generali | Sottosistemi | Temperatura media acqua

**Intermittenza**

**Regime di funzionamento**

Continuo (calcolo regolamentare)  Intermittente (spegnimento o attenuazione)

**Metodo di calcolo**

UNI EN ISO 13790  UNI EN ISO 52016-1

**Profilo di intermittenza**

Spegnimento  Attenuazione

Ore giornaliere di spegnimento: 11,0 h/g

Giorni a settimana di funzionamento intermittente: 5 g/sett

Temperatura interna minima regolata: 16,0 °C

Fattore correttivo per contabilizzazione

Fattore correttivo: 0,90

Fattore correttivo dell'energia utile

Fattore correttivo: 0,90

Valori mensili:  12

**Locali serviti dal circuito**

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

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

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

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

Dove:

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

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

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

VALIDAZIONE DEL MODELLO TERMICO			
Stagione termica	Consumi REALI normalizzati rispetto ai GG <sub>rif</sub> $Q_{\text{validazione}}$ [Nm <sup>3</sup> ]	Consumo CALCOLATO $Q_{\text{teorico}}$ [Nm <sup>3</sup> ]	Congruità (%)
2014	5.211	5.430	4,57%
2015	4.833		
2016	5.501		
<b>Consumo medio</b>	<b>5.182</b>	<b>5.430</b>	<b>4,57%</b>

Dall'analisi effettuata è emerso che il modello valutato in "Modalità adattata all'utenza" risulta validato.

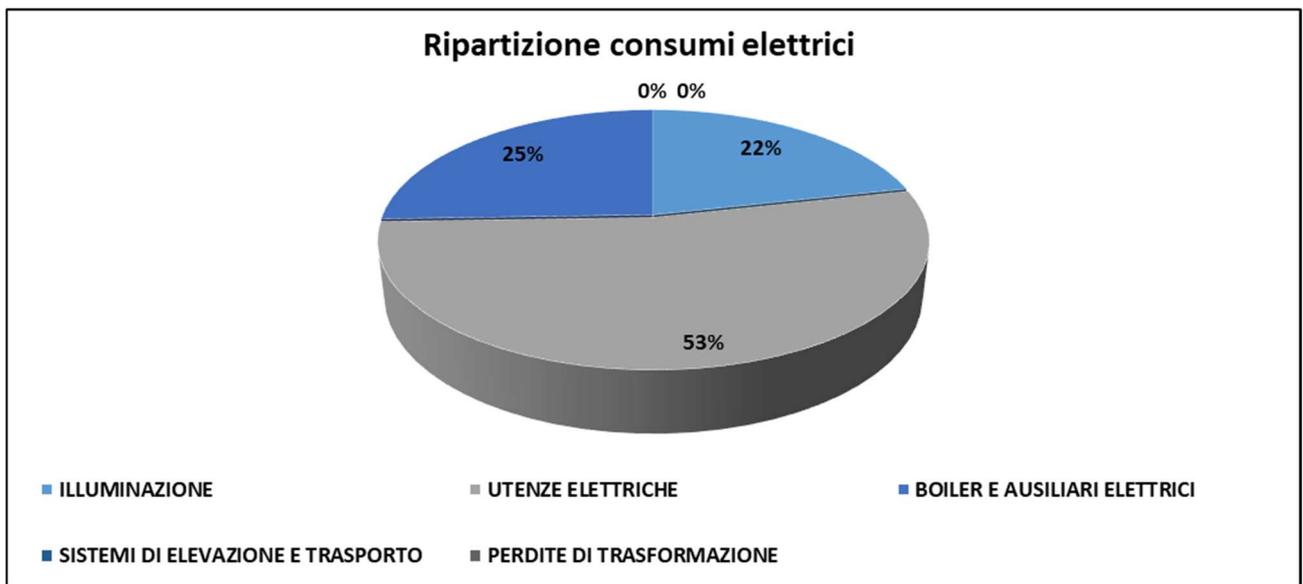
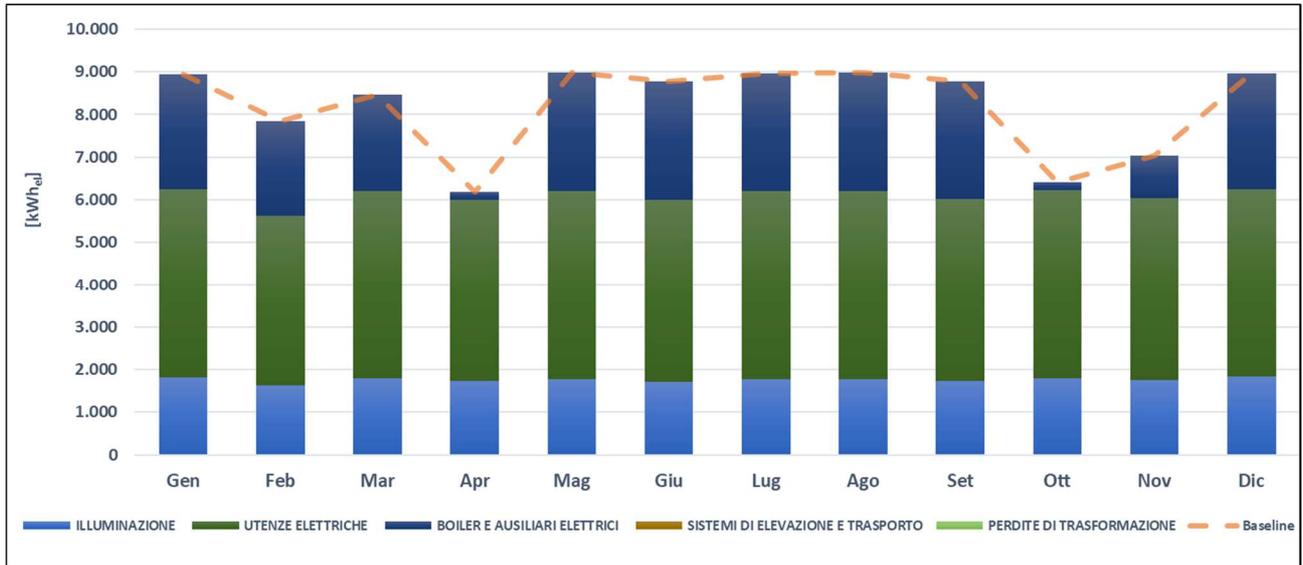
#### Validazione del modello elettrico

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

VALIDAZIONE DEL MODELLO ELETTRICO			
Anno	$EE_{\text{baseline}}$ [kWh/anno]	$EE_{\text{teorico}}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
2014	78.181	98.287	-2,80%
2015	111.293		
2016	113.651		
<b>Consumo medio</b>	<b>101.042</b>	<b>98.287</b>	<b>-2,80%</b>

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





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

## 7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO

### 7.1 Tariffe e prezzi vettori energetici utilizzati nell'analisi

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

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

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

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

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

### 7.2 Costi relativi alla fornitura dei vettori energetici

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

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

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]
2014	51.386	0,078	4.008	78.181	0,20	15.636	19.644
2015	57.980	0,078	4.522	111.293	0,20	22.259	26.781
2016	59.864	0,078	4.669	113.651	0,20	22.730	27.400
<b>Media</b>	<b>56.410</b>	<b>0,078</b>	<b>4.400</b>	<b>101.042</b>	<b>0,20</b>	<b>20.208</b>	<b>24.608</b>

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

I costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria sono stati stimati sulla base dei contratti integrati di conduzione e manutenzione con consumi rilevati confrontabili con quelli di Baseline dell'edificio in oggetto di analisi. Si è stimato che il costo della manutenzione ordinaria per gli impianti sulla base dei contratti CONSIP SIE3 nel caso specifico si attesta a 4.670 € mentre quella straordinaria è di 1.242 €. 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 **24.604 €** e un  $C_{baseline}$  pari a **34.348 €**.

## 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 CO<sub>2</sub>

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
<b>Copertura a Falde</b>	Isolamento estradosso con isolante sottotegola	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 controsoffitto isolato	NO	Non sono presenti coperture a falde						
	Isolamento intradosso con posa isolante a pavimento	NO	Non sono presenti coperture a falde						
	Controsoffitto isolato	NO	Non sono presenti coperture a falde						
<b>Copertura Piana</b>	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						
<b>Solaio Cantine</b>	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						
<b>Muratura Esterna</b>	Isolamento all'esterno a cappotto	SI	Assenza isolamento						
	Isolamento all'esterno con parete ventilata	SI	Assenza isolamento/Costi elevati						
	Isolamento all'esterno con intonaco isolante	SI	Ininfluente ai fini dell'efficientamento						

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
	Isolamento in cassa vuota con materiale sfuso	NO	Assenza intercapedine						
	Isolamento all'interno controparte isolata	SI	Possibili condense/ Riduzione spazi interni						
	Isolamento all'interno intonaco isolante	SI	Possibili condense Riduzione spazi interni Ininfluyente ai fini dell'efficientamento						
<b>Serramenti</b>	Sostituzione serramento	SI	Infissi vetusti						
	Posa vetrocamera	NO	Telai di sezione limitata per ospitare vetrocamere						
	Sostituzione serramento su telaio esistente	SI	Infissi vetusti						
	Isolamento cassonetto	SI	Ininfluyente ai fini dell'efficientamento						
<b>Sistemi di schermatura e/o ombreggiamento</b>	Installazione tende tecniche	SI	Scarsi benefici energetici						
	Installazione schermature solari esterne regolabili (mobili)	SI	Scarsi benefici energetici / eccessivo costo						
	Applicazioni pellicole a controllo solare	SI	Scarsi benefici energetici						
	Installazione meccanismi automatici di regolazione e controllo	SI	Ininfluyente ai fini dell'efficientamento						
<b>Rete di Distribuzione</b>	Coibentazioni tubazioni	NO	Tubazioni già isolate efficacemente						
	Modifica circuito di distribuzione	NO	Non necessario						
	Creazione di un circuito autonomo	SI	Non necessario						

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
<b>Terminali di emissione</b>	Sostituzione terminali di emissione	SI	Presenza di radiatori vetusti						
	Installazione valvole termostatiche	SI	Assenti						
<b>Sistemi efficienti di illuminazione</b>	Installazione di lampade a LED	SI	Presenza di lampade poco efficienti						
<b>Sistemi efficienti di illuminazione</b>	Installazione sensori di rilevamento presenza	SI	Necessari in quanto assenti						
	Installazione di lampade a LED	SI	Presenza di lampade poco efficienti						
<b>Sistemi di building automation</b>	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
<b>Centrale Termica</b>	Sostituzione generatore/i di calore	SI	Generatore di calore obsoleto						
	Sostituzione bruciatore/i	SI	Bruciatore obsoleto						
	Installazione generatore autonomo acqua calda	NO	Già presenti						
	Sostituzione sistema di regolazione	NO	Già presente						
	Coibentazione tubazioni e collettori	NO	Già presente						
	Coibentazioni serbatoi di accumulo	NO	Accumulo non presente						

MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA DEI SISTEMI DI PRODUZIONE DI ENERGIA									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
<b>Sistemi di climatizzazione estiva</b>	Sostituzione macchine frigorifere	NO	Sistema non presente						
	Efficientamento sistema di distribuzione	NO	Sistema non presente						
<b>Sistemi di ventilazione meccanica controllata</b>	Installazione di sistemi di ventilazione meccanica controllata	NO	Non necessari data la presenza di singole unità di condizionamento nei locali						
	Efficientamento sistemi di ventilazione meccanica controllata	NO	Non necessario, in quanto già presenti sistemi efficienti e di recente sostituzione						

PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
<b>Centrale Termica</b>	Installazione pompa di calore	SI	Buone opportunità di risparmio energetico						
<b>Sistemi di generazione da fonti rinnovabili</b>	Installazione collettori solari per riscaldamento e/o produzione ACS	SI	Impianto ACS autonomo con boiler elettrici, poco conveniente l'efficientamento di tale sistema						
	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: Cappotto Termico su pareti perimetrali esterne
- EEM 2: Coibentazione della copertura
- EEM 3: Coibentazione della copertura con verde estensivo
- EEM 4: Sostituzione infissi
- EEM 5: Utilizzo di pellicole solari
- EEM 6: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED
- EEM 7: Sistemi di Building Automation
- EEM 8: Efficientamento generatore di calore – installazione caldaia a condensazione
- EEM 9: Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC
- EEM 10: 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
Cappotto Termico su pareti perimetrali esterne	Vincoli non presenti		
Coibentazione del copertura piana	Vincoli non presenti		
Coibentazione del copertura piana con verde estensivo	Vincoli non presenti		
Sostituzione totale degli infissi con altri aventi $U < 1,75$ [W/m <sup>2</sup> K]	Vincoli non presenti		
Utilizzo di pellicole solari	Vincoli non presenti		
Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED	Vincoli non presenti		
Sistemi di Building Automation	Vincoli non presenti		
Efficientamento generatore di calore – installazione caldaia a condensazione	Vincoli non presenti		
Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC	Vincoli non presenti		
Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV	Vincoli non presenti		

**Legenda livelli di interferenza:**

-  **Non perseguibile**
-  **Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate**
-  **Interferenza nulla**

Per ogni misura di efficienza energetica sarà descritta la fattibilità tecnica sia dal lato operativo che delle prestazioni ottenibili. Sarà confrontato il consumo ante e post intervento in termini energetici, in emissioni di CO<sub>2</sub> e di fornitura di energia (C<sub>E</sub>) per i vettori energetici impiegati. Per ultimo sarà computato il costo della manutenzione ordinaria (C<sub>MO</sub>) e straordinaria (C<sub>MS</sub>) fornito dalla stazione appaltante. Tali costi sono indispensabili per una corretta valutazione economica.

### 8.1.1 *Involucro edilizio*

#### 8.1.1.1 *Coibentazione pareti esterne con cappotto termico*

##### **Fattibilità tecnica**

La misura prevede di coibentare tutte le pareti dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=10 cm).

L'efficientamento delle pareti 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 del comando di polizia municipale

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**

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

##### **Descrizione dei lavori**

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

Durante la posa dovranno essere rispettate alcune condizioni minime:

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

sporgenze specifiche, tipo cordoli in cls o elementi di laterizio fuori piombo, asportare le parti in eccesso

Le fasi di posa prevedono:

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

### **Riduzione costi di manutenzione**

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di coibentazione delle pareti esterne con cappotto termico 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 delle pareti esterne eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali ripristini intonaci, risanamenti murari e tinteggiature

### **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.

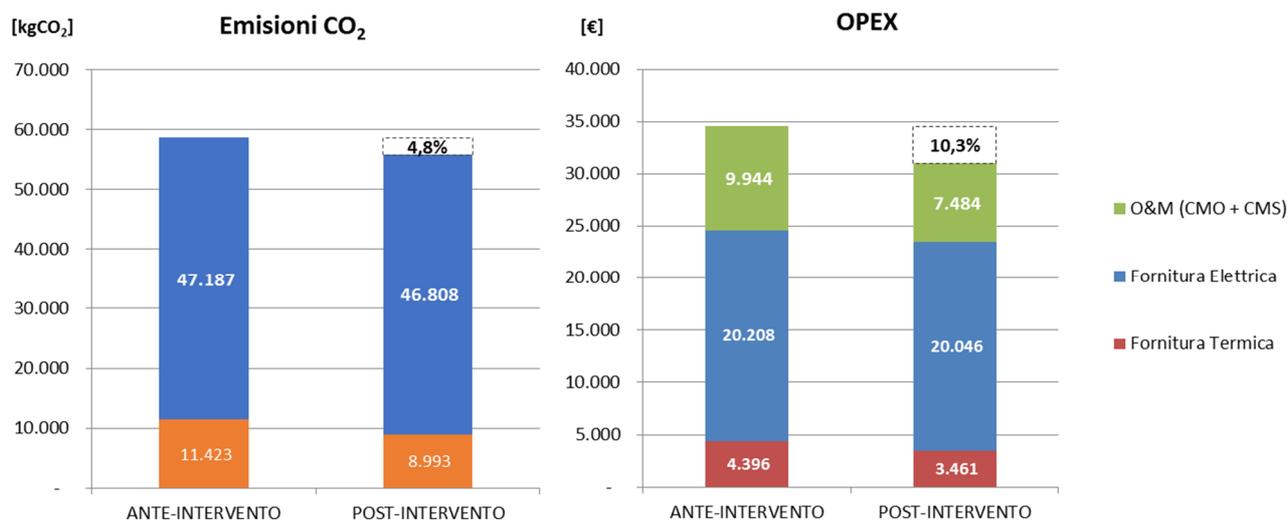
La realizzazione dell'intervento di coibentazione delle pareti esterne riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

### **Requisito prestazionale per accedere agli incentivi**

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

### Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	53.974	42.494	<b>21,3%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	98.287	97.499	<b>0,8%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	56.548	44.520	<b>21,3%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	101.042	100.232	<b>0,8%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.423	8.993	<b>21,3%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	47.187	46.808	<b>0,8%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.609</b>	<b>55.801</b>	<b>4,8%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.396	3.461	<b>21,3%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	20.208	20.046	<b>0,8%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>24.604</b>	<b>23.507</b>	<b>4,5%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	4.670	4.670	<b>0,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	1.442	562	<b>61,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.242	1.242	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	2.590	1.010	<b>61,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>9.944</b>	<b>7.484</b>	<b>24,7%</b>
OPEX	[€]	<b>34.548</b>	<b>30.992</b>	<b>10,3%</b>
Classe energetica	[-]	C	C	0 classe

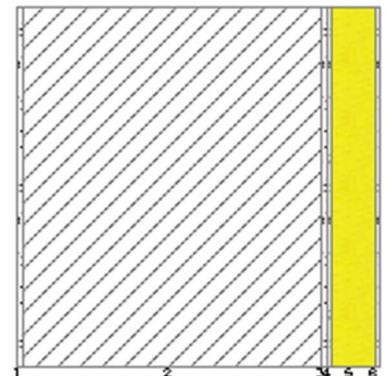


Di seguito viene riportata la stratigrafia della copertura successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

**Descrizione della struttura: *parete portante in tufo***

**Codice: M1**

Trasmittanza termica	<b>0,227</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>840</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,029</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1106</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1037</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,000</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,002</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-3,8</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di gesso	15,00
2	Tufo	690,00
3	Intonaco di calce e sabbia	15,00
4	Intonaco plastico per cappotto	10,00
5	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	100,00
6	Intonaco plastico per cappotto	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Legenda simboli**

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

### 8.1.1.2 *Coibentazione della copertura piana calpestabile*

#### **Fattibilità tecnica**

La misura prevede di coibentare la 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.

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 piane calpestabili è stata stimata sulla base

dell'incidenza della superficie del componente di involucro interessato dall'intervento rispetto al totale delle superfici disperdenti. In particolare la riduzione riguarderà soltanto il costo della manutenzione ordinaria e straordinaria edile ( $C_{MO\_E}$  e  $C_{MS\_E}$ .)

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

### OPEX post intervento

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

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

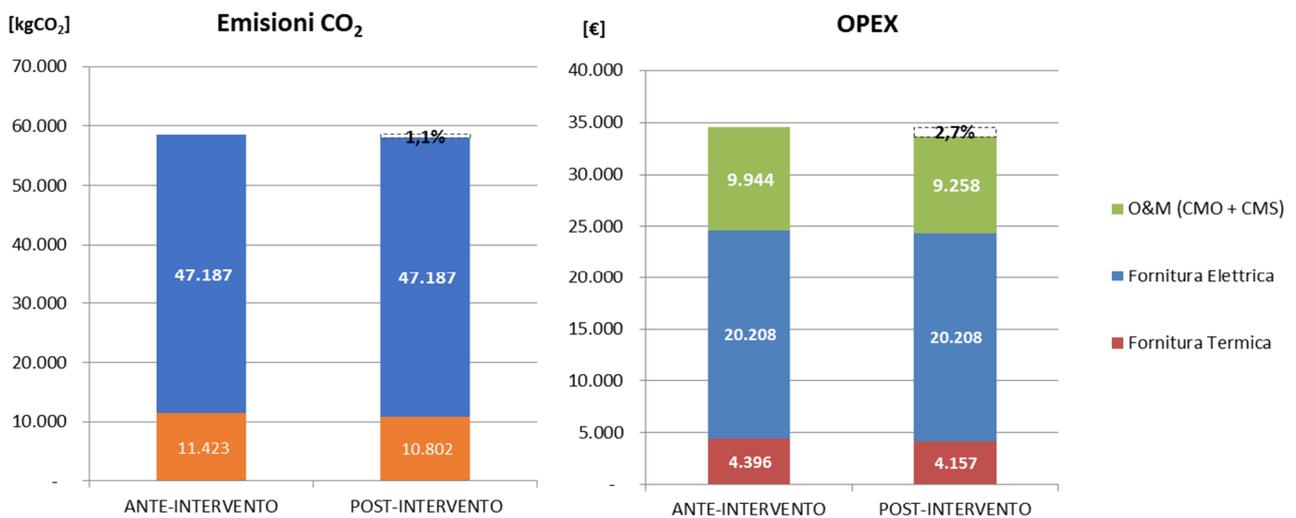
### Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali del nuovo componente d'involucro proposto nella misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Isolamento di coperture (...) di edifici esistenti dotati di climatizzazione". Per la tipologia d'intervento si identifica nella Tabella 4 del documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" il valore limite massimo di trasmittanza termica per Zona Climatica C che corrisponde a 0,27 W/m<sup>2</sup>K. Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo dell'incentivo. Si rimanda alla pagina successiva la tabella delle caratteristiche prestazionali della nuova stratigrafia.

### Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	53.974	51.042	<b>5,4%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	98.287	98.287	<b>0,0%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	56.548	53.476	<b>5,4%</b>
$EE_{baseline}$	[kWh]	101.042	101.042	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.423	10.802	<b>5,4%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	47.187	47.187	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.609</b>	<b>57.989</b>	<b>1,1%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	4.396	4.157	<b>5,4%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	20.208	20.208	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>24.604</b>	<b>24.366</b>	<b>1,0%</b>

C <sub>MO_I</sub>	[€]	4.670	4.670	<b>0,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	1.442	1.197	<b>17,0%</b>
C <sub>MS_I</sub>	[€]	1.242	1.242	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	2.590	2.150	<b>17,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>9.944</b>	<b>9.258</b>	<b>6,9%</b>
OPEX	[€]	<b>34.548</b>	<b>33.624</b>	<b>2,7%</b>
Classe energetica	[-]	C	C	0 classi

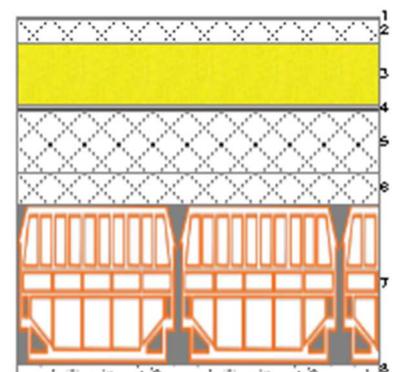


Di seguito viene riportata la stratigrafia della copertura successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

**Descrizione della struttura: *copertura piana GUAINA***

Trasmittanza termica	<b>0,263</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>582</b>	Mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,088</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>688</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>662</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,006</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,023</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-18,4</b>	H

**Codice: *S1***



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	S
-	Resistenza superficiale esterna	-

1	Impermeabilizzazione con bitume	2,00
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
3	polistirene XPS VERDE (Styrodur)	100,00
4	Impermeabilizzazione con bitume	10,00
5	Sottofondo di cemento magro	100,00
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
7	Soletta in laterizio	260,00
8	Intonaco di gesso	20,00
-	Resistenza superficiale interna	-

Legenda simboli

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

### 8.1.1.3 *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 i tessuto speciale in polipropilene

4 strato di accumulo idrico e di drenaggio in HDPE

5 strato protettivo in fibre PES e PP di grande efficacia

6 strato separatore in pellicola di polietilene resistente al bitume

### **Riduzione costi di manutenzione**

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di coibentazione delle coperture piane calpestabile con tetto verde è stata stimata sulla base dell'incidenza della superficie del componente di involucro interessato dall'intervento rispetto al totale delle superfici disperdenti. In particolare la riduzione riguarderà soltanto i costi della manutenzione ordinaria e straordinaria edile ( $C_{MO,E}$  e  $C_{MS,E}$ .)

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

### OPEX post intervento

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

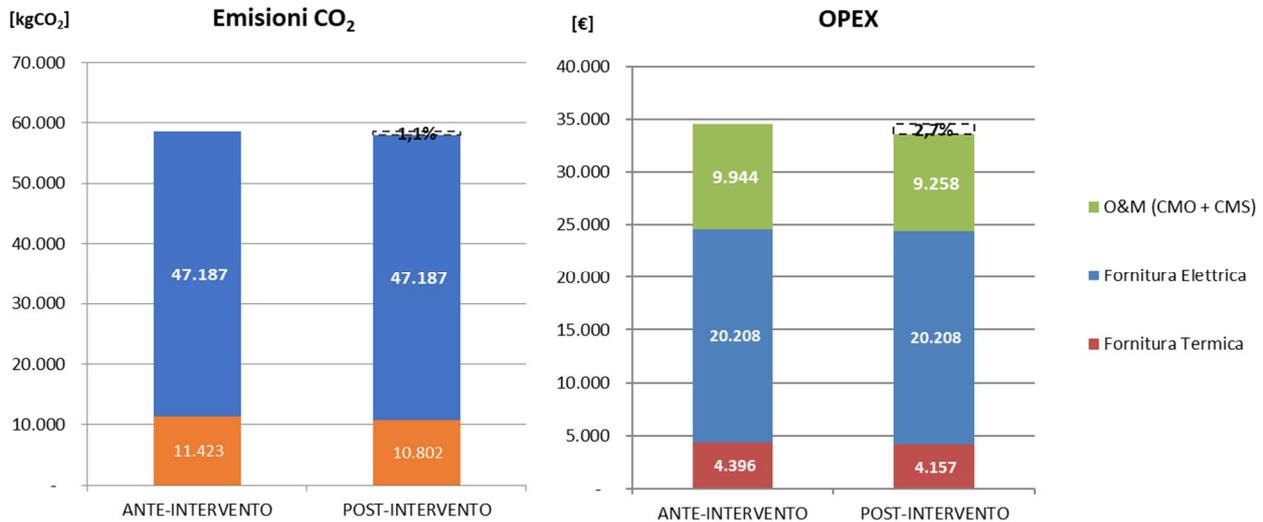
La realizzazione dell'intervento di coibentazione copertura piana con tetto verde riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

### Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali del nuovo componente d'involucro proposto nella misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Isolamento di coperture (...) di edifici esistenti dotati di climatizzazione". Per la tipologia d'intervento si identifica della Tabella 4 del documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" il valore limite massimo di trasmittanza termica per Zona Climatica C che corrisponde a 0,27 W/m<sup>2</sup>K. Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo dell'incentivo. Si rimanda alla pagina successiva la tabella delle caratteristiche prestazionali della nuova stratigrafia.

### Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	53.974	50.843	<b>5,8%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	98.287	98.287	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	56.548	53.268	<b>5,8%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	101.042	101.042	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.423	10.760	<b>5,8%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	47.187	47.187	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.609</b>	<b>57.947</b>	<b>1,1%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.396	4.141	<b>5,8%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	20.208	20.208	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>24.604</b>	<b>24.349</b>	<b>1,0%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	4.670	4.670	<b>0,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	1.442	1.320	<b>17,0%</b>
C <sub>MS_I</sub>	[€]	1.242	1.242	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	2.590	2.150	<b>17,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>9.944</b>	<b>9.381</b>	<b>6,9%</b>
OPEX	[€]	<b>34.548</b>	<b>33.730</b>	<b>2,7%</b>
Classe energetica	[-]	C	C	0 classi

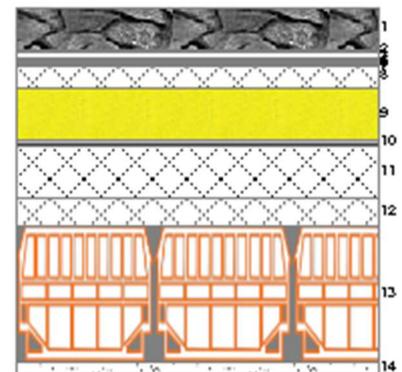


Di seguito viene riportata la stratigrafia della copertura successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

**Descrizione della struttura: *copertura piana GUAINA***

**Codice: S1**

Trasmittanza termica	<b>0,248</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>681</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,076</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>814</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>788</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,002</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,008</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-0,2</b>	h



**Stratigrafia:**

<b>N.</b>	<b>Descrizione strato</b>	<b>s</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Strato di vegetazione	80,00
2	Strato filtrante	2,00
3	Intercapedine non ventilata $Av < 500 \text{ mm}^2/\text{m}$	12,00
4	strato di accumulo idrico e di drenaggio	2,00
5	Strato protettivo	2,00
6	Strato separatore	1,00
7	Impermeabilizzazione con bitume	2,00
8	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
9	polistirene XPS VERDE (Styrodur)	100,00
10	Impermeabilizzazione con bitume	10,00
11	Sottofondo di cemento magro	100,00
12	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
13	Soletta in laterizio	260,00
14	Intonaco di gesso	20,00
-	Resistenza superficiale interna	-

#### 8.1.1.4 *Sostituzione totale degli infissi con altri aventi $U < 1,75$ [W/m<sup>2</sup>K]*

##### **Fattibilità tecnica**

Si ipotizza di realizzare una sostituzione totale dei serramenti esistenti con altri aventi  $U_w < 1,75$  W/(m<sup>2</sup>\*K).

L'efficientamento delle finestre consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro trasparente, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali 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**

La sostituzione dei serramenti garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno di tutti i locali dell'edificio.

##### **Descrizione dei lavori**

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato nel rispetto della norma UNI 11673-1:2017 ed in particolare le metodologie descritte dalla norma sono finalizzate alla verifica delle prestazioni dei giunti d'installazione e della loro coerenza alle prestazioni dei serramenti. In particolare la progettazione dei giunti d'installazione dovrà essere affrontata sui seguenti livelli:

- isolamento termico (analisi della presenza di isoterme critiche sulla superficie interna del sistema di posa in opera oggetto di verifica; analisi della temperatura media mensile minima per cui non sussistono le condizioni per la formazione di muffe sulla superficie interna dell'edificio in prossimità del giunto primario e/o secondario unicamente dipendente dal sistema di posa in opera; analisi del ponte termico lineare);
- isolamento acustico;
- permeabilità all'aria;
- resistenza meccanica al carico del vento e ai carichi propri;
- resistenza all'effrazione;
- durabilità e manutenibilità;

- composti organici volatili (VOC / COV) indoor e sostenibilità;
- comportamento termo-igrometrico e traspirabilità del giunto;
- requisiti base dei materiali di sigillatura e riempimento;
- compatibilità tra tipologie di sigillanti fluidi e substrati;
- prestazioni degli accessori e componenti.

### **Riduzione costi di manutenzione**

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi sostituzione dei serramenti esterni 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 sostituzione dei serramenti esterni 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.

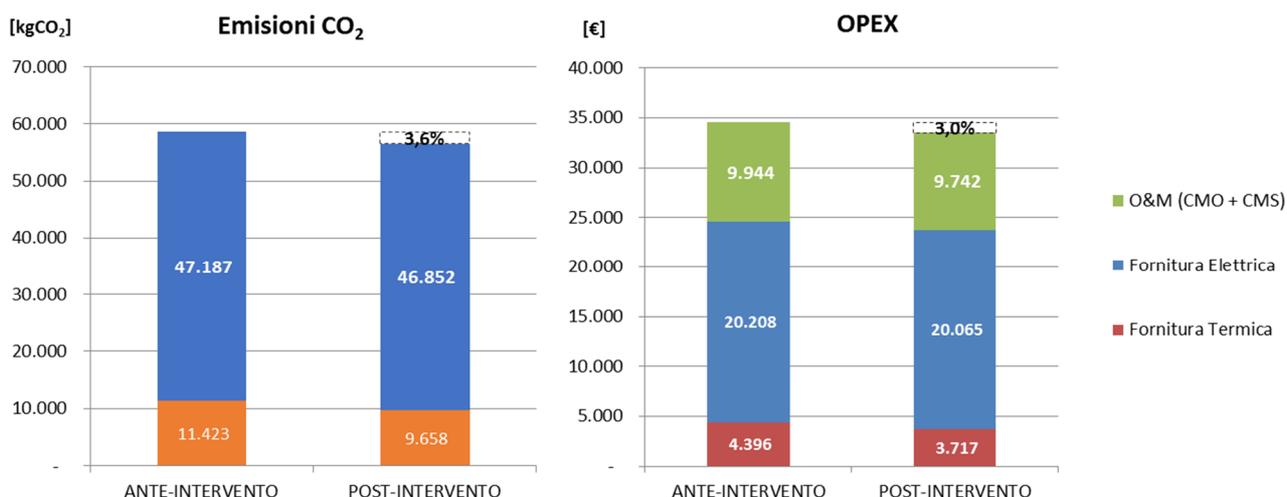
La realizzazione dell'intervento di sostituzione dei serramenti riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

### **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 "Sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato". Per la tipologia d'intervento si identifica nella Tabella 6 del documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" il valore limite massimo di trasmittanza termica per Zona Climatica C corrisponde a 1,75 W/m<sup>2</sup>K. 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]	53.974	45.635	<b>15,5%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	98.287	97.590	<b>0,7%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	56.548	47.811	<b>15,5%</b>
$EE_{Baseline}$	[kWh]	101.042	100.325	<b>0,7%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.423	9.658	<b>15,5%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	47.187	46.852	<b>0,7%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.609</b>	<b>56.510</b>	<b>3,6%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	4.396	3.717	<b>15,5%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	20.208	20.065	<b>0,7%</b>
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>24.604</b>	<b>23.782</b>	<b>3,3%</b>
$C_{MO_I}$	[€]	4.670	4.670	<b>0,0%</b>
$C_{MO_E}$	[€]	1.442	1.370	<b>5,0%</b>
$C_{MS}$	[€]	1.242	1.242	<b>0,0%</b>
$C_{MS_E}$	[€]	2.590	2.460	<b>5,0%</b>
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>9.944</b>	<b>9.742</b>	<b>2,0%</b>
OPEX	[€]	<b>34.548</b>	<b>33.524</b>	<b>3,0%</b>
Classe energetica	[-]	C	C	0 classe



### 8.1.1.5 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 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 (CMO\_E e CMS\_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.

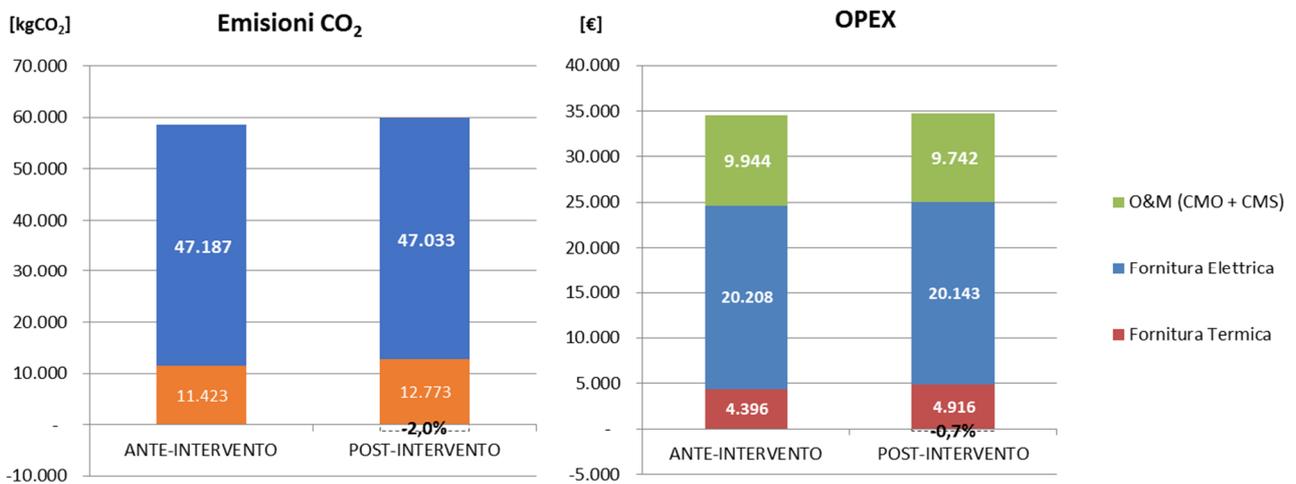
### Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

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]	53.974	60.356	<b>-11,8%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	98.287	97.967	<b>0,3%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	56.548	63.234	<b>-11,8%</b>
$EE_{Baseline}$	[kWh]	101.042	100.713	<b>0,3%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.423	12.773	<b>-11,8%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	47.187	47.033	<b>0,3%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.609</b>	<b>59.806</b>	<b>-2,0%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.396	4.916	<b>-11,8%</b>

Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	20.208	20.143	0,3%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>24.604</b>	<b>25.058</b>	<b>-1,8%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	4.670	4.670	0,0%
C <sub>MO_E</sub>	[€]	1.442	1.370	5,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	1.242	1.242	0,0%
C <sub>MS_E</sub>	[€]	2.590	2.460	5,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	9.944	9.742	2,0%
OPEX	[€]	34.548	34.801	-0,7%
Classe energetica	[-]	C	C	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 58 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 25 W garantiscono prestazioni ed efficienza più elevate, oltre che una migliore qualità del livello di illuminamento.

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

##### **Descrizione dei lavori**

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

##### **Riduzione costi di manutenzione**

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

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

### OPEX post intervento

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

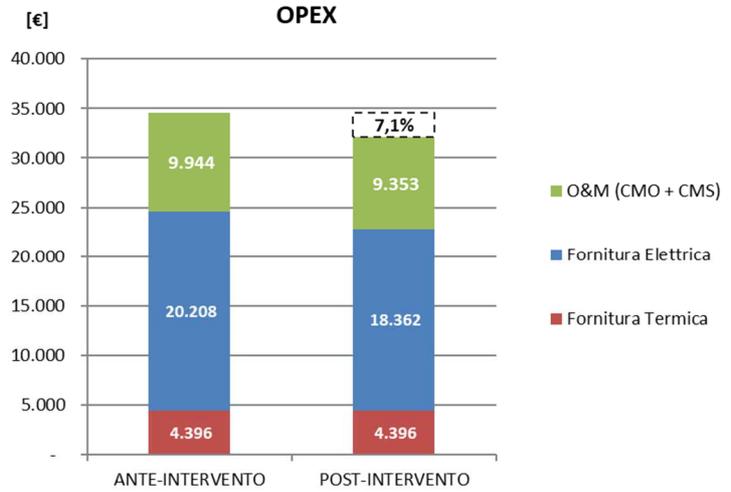
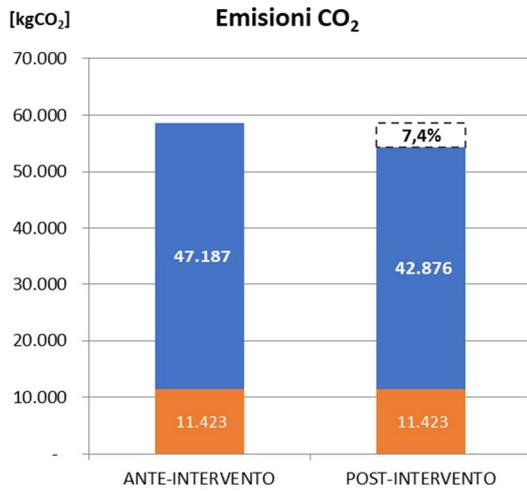
La realizzazione dell'intervento di efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

### Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali della misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Sostituzione di sistemi per l'illuminazione d'interni e delle pertinenze esterne degli edifici esistenti con sistemi efficienti di illuminazione". Per la tipologia d'intervento si identifica come richieste prestazionali che le lampade installate non devono superare il 50% della potenza sostituita. Altri requisiti sono: l'indice di resa cromatica (IRC) >80 per gli interni e >60 per gli esterni, efficienza luminosa di 80 lm/W, compatibilità elettromagnetica e la conformità ai criteri di sicurezza e smog sull'inquinamento luminoso. 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]	53.974	53.974	<b>0,0%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	98.287	89.308	<b>9,1%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	56.548	56.548	<b>0,0%</b>
$EE_{baseline}$	[kWh]	101.042	91.811	<b>9,1%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.423	11.423	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	47.187	42.876	<b>9,1%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.609</b>	<b>54.299</b>	<b>7,4%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	4.396	4.396	<b>0,0%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	20.208	18.362	<b>9,1%</b>
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>24.604</b>	<b>22.758</b>	<b>7,5%</b>
$C_{MO\_I}$	[€]	4.670	4.203	<b>10,0%</b>
$C_{MO\_E}$	[€]	1.442	1.442	<b>0,0%</b>
$C_{MS}$	[€]	1.242	1.117	<b>10,0%</b>
$C_{MS\_E}$	[€]	2.590	2.590	<b>0,0%</b>
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>9.944</b>	<b>9.353</b>	<b>5,9%</b>
OPEX	[€]	<b>34.548</b>	<b>32.111</b>	<b>7,1%</b>
Classe energetica	[-]	C	C	0 classe



### 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.

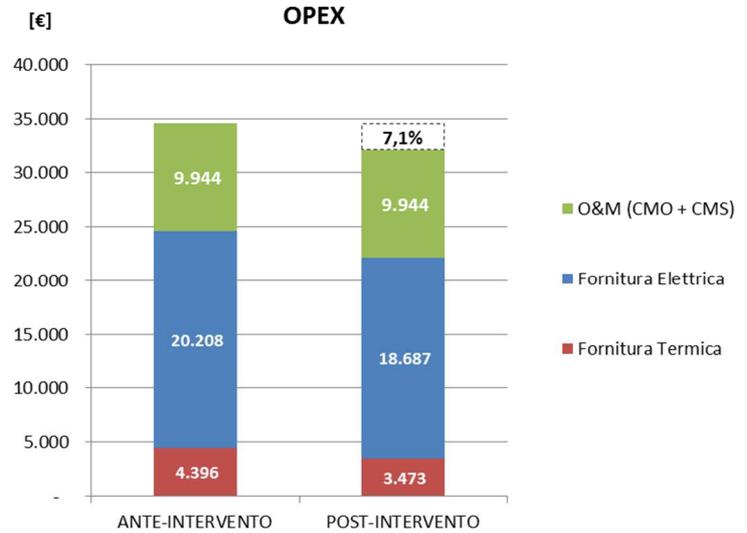
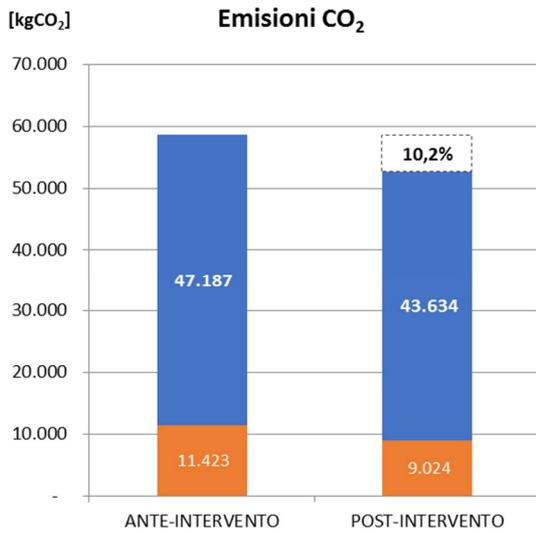
La realizzazione dell'intervento di installazione del sistema BACS riducendo i costi energetici consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

### Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali del nuovo componente d'involucro proposto nella misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato". Per la tipologia d'intervento si identifica della Tabella 6 del documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" il valore limite massimo di trasmittanza termica per Zona Climatica C corrisponde a 1,75 W/m<sup>2</sup>K. 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 <sub>teorico</sub>	[kWh]	53.974	42.639	<b>21,0%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	98.287	90.888	<b>7,5%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	56.548	44.673	<b>21,0%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	101.042	93.436	<b>7,5%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.423	9.024	<b>21,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	47.187	43.634	<b>7,5%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.609</b>	<b>52.658</b>	<b>10,2%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.396	3.473	<b>21,0%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	20.208	18.687	<b>7,5%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>24.604</b>	<b>22.160</b>	<b>9,9%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	4.670	4.670	<b>0,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	1.442	1.442	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.242	1.242	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	2.590	2.590	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>9.944</b>	<b>9.944</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>34.548</b>	<b>32.104</b>	<b>7,1%</b>
Classe energetica	[-]	C	-	-



### 8.1.3 Impianto di generazione di calore

#### 8.1.3.1 Efficiamento dell'impianto di generazione di calore

##### **Fattibilità tecnica**

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sottosistema di generazione si può ottenere mediante la sostituzione del generatore attuale, ormai obsoleto, con un generatore più efficiente.

Si propone, pertanto, la sostituzione dell'attuale caldaia con una caldaia a gas metano a condensazione con elevata efficienza e l'installazione di valvole termostatiche su tutti i radiatori dell'edificio che ne sono sprovvisti.

La valutazione energetica di tale scenario di intervento è avvenuta considerando un nuovo valore di baseline ridotto, che include i seguenti interventi di primo livello: sostituzione serramenti, coibentazione copertura, cappotto termico ed installazione di illuminazione LED. Si è ipotizzata una riduzione del 50% dei costi di manutenzione dovuti alla ridotta necessità di ricorrere alla sostituzione delle componenti su un nuovo generatore ipotizzando anche di usufruire, per i primi anni, della garanzia sul prodotto.

##### **Caratteristiche funzionali e tecniche**

La sostituzione dell'attuale generatore di calore di tipo tradizionale con un nuovo generatore a condensazione di potenza pari a 70 kW permette di ottenere valori di efficienza più elevati, riducendo il consumo di gas metano in ingresso al sottosistema di generazione e ottimizzarne la conversione in energia termica. L'installazione di valvole termostatiche permette invece una regolazione più puntuale ed efficiente dei terminali di emissione.

La caldaia a gas attualmente installata ha una potenza nominale al focolare di 131 kW che risultano sottodimensionati data la volumetria dello stabile e la presenza di numerose stufette elettriche negli uffici.

La sostituzione del generatore comprende il potenziamento dell'impianto termico in modo da garantire il soddisfacimento delle condizioni di confort all'interno dei locali riscaldati.

Il maggiore consumo di energia termica dovuto al ridimensionamento dell'impianto termico è controbilanciato dalla riduzione dei consumi elettrici, dovuti all'utilizzo di stufette elettriche

##### **Descrizione dei lavori**

L'intervento proposto prevede le seguenti operazioni:

- smantellamento del vecchio generatore a gas;
- installazione nuovo generatore a condensazione alimentato a gas metano;
- rifacimento tubazioni in centrale termica e coibentazione delle stesse;

- adeguamento impianto di distribuzione gas internamente alla Centrale Termica;
- intubamento della canna fumaria con condotto di evacuazione fumi in pressione;
- Adeguamento quadro elettrico di alimentazione ed impianto interno della centrale termica;
- Installazione valvole termostatiche sui radiatori;

### **Riduzione costi di manutenzione**

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di efficientamento dell'impianto di generazione di calore 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 costo della manutenzione ordinaria e straordinaria impianti ( $C_{MO}$  e  $C_{MS}$ .)

La riduzione dei costi è giustificata dal fatto che l'efficientamento dell'impianto di generazione di calore 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 ella somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

La realizzazione dell'intervento di efficientamento dell'impianto di generazione di calore riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

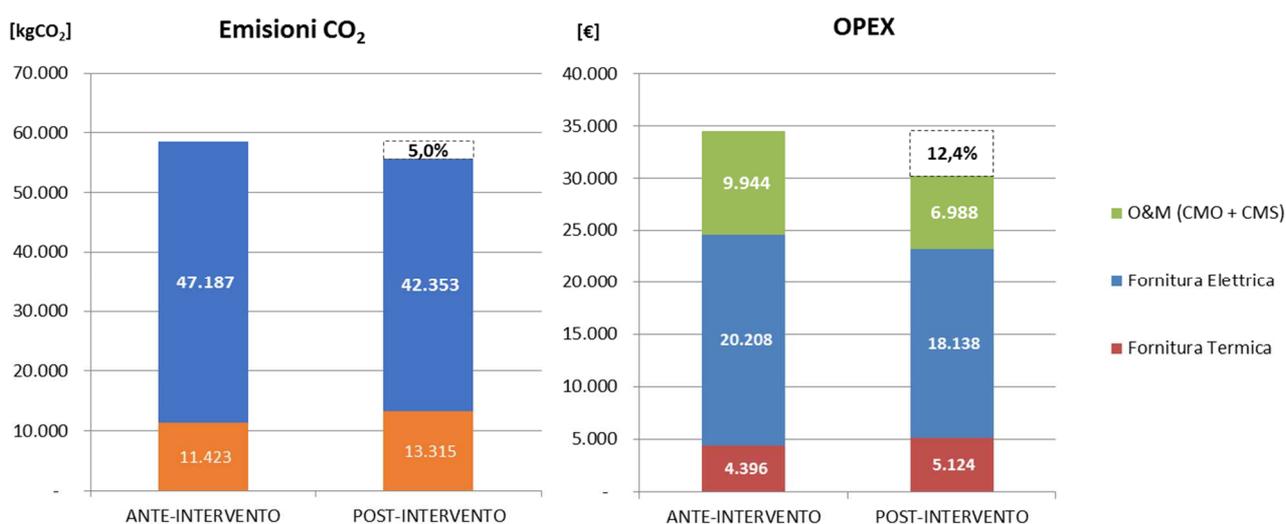
### **Requisito prestazionale per accedere agli incentivi**

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 utilizzando generatori di calore a condensazione". Per la tipologia d'intervento si identifica, come requisito principale, nel documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" la formula che calcola il rendimento soglia del nuovo generatore e l'installazione delle valvole termostatiche laddove 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]	20.705	24.134	-16,6%
$EE_{teorico}^*$	[kWh]	89.827	80.625	10,2%
$Q_{baseline}$	[kWh]	56.548	65.914	-16,6%
$EE_{baseline}$	[kWh]	101.042	90.691	10,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.423	13.315	-16,6%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	47.187	42.353	10,2%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.609</b>	<b>55.667</b>	<b>5,0%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	4.396	5.124	-16,6%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	20.208	18.138	10,2%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>24.604</b>	<b>23.262</b>	<b>5,5%</b>
$C_{MO,I}$	[€]	4.670	2.335	50,0%
$C_{MO,E}$	[€]	1.442	1.442	0,0%
$C_{MS}$	[€]	1.242	621	50,0%
$C_{MS,E}$	[€]	2.590	2.590	0,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>9.944</b>	<b>6.988</b>	<b>29,7%</b>
OPEX	[€]	<b>34.548</b>	<b>30.250</b>	<b>12,4%</b>
Classe energetica	[-]	A1	A2	1 classe

\*Baseline ridotta che include interventi di 1° Livello



### 8.1.4 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

#### 8.1.4.1 Installazione pompe di calore

##### **Fattibilità tecnica**

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sottosistema di generazione si può ottenere mediante la sostituzione del generatore attuale, ormai obsoleto, con due pompe di calore elettriche aria/acqua ad alta efficienza.

Si propone, pertanto, la sostituzione dell'attuale caldaia con due pompe di calore e la sostituzione di 30 radiatori con fancoil, al fine di predisporre un sistema di climatizzazione estivo di tipo centralizzato nell'edificio.

La valutazione energetica di tale scenario di intervento è avvenuta considerando un nuovo valore di baseline ridotto, che include i seguenti interventi di primo livello: sostituzione serramenti, coibentazione copertura, cappotto termico ed installazione di illuminazione LED. Si è ipotizzata una riduzione del 50% dei costi di manutenzione dovuti alla ridotta necessità di ricorrere alla sostituzione delle componenti su un nuovo generatore ipotizzando anche di usufruire, per i primi anni, della garanzia sul prodotto.

##### **Caratteristiche funzionali e tecniche**

La sostituzione dell'attuale generatore di calore di tipo tradizionale con due pompe di calore elettriche di potenza utile pari a 30 kW ciascuna, che permettono di ottenere valori di efficienza più elevati, annullando il consumo di gas metano in ingresso al sottosistema di generazione.

La caldaia a gas attualmente installata ha una potenza nominale al focolare di 131 kW che risultano sottodimensionati data la volumetria dello stabile e la presenza di numerose stufette elettriche negli uffici.

La sostituzione del generatore comprende il potenziamento dell'impianto termico in modo da garantire il soddisfacimento delle condizioni di comfort all'interno dei locali riscaldati.

Il maggiore consumo di energia elettrica dovuto al ridimensionamento dell'impianto termico è controbilanciato dalla riduzione dei consumi elettrici, dovuti all'utilizzo di stufette elettriche

##### **Descrizione dei lavori**

L'intervento proposto prevede le seguenti operazioni:

- smantellamento del vecchio generatore a gas;
- installazione di due pompe di calore elettriche aria/acqua;
- rifacimento tubazioni in centrale termica e coibentazione delle stesse;
- Adeguamento quadro elettrico di alimentazione ed impianto interno della centrale termica;

- Sostituzione radiatori con fancoil;

### **Riduzione costi di manutenzione**

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi per l'installazione di una pompa di calore 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 l'installazione di una pompa di calore ridurrà negli anni successivi gli interventi di manutenzione tipici di un generatore a metano (quali ad esempio sostituzione e pulizia filtri) 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 dell'impianto di generazione di calore attraverso l'installazione di pompe di calore riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

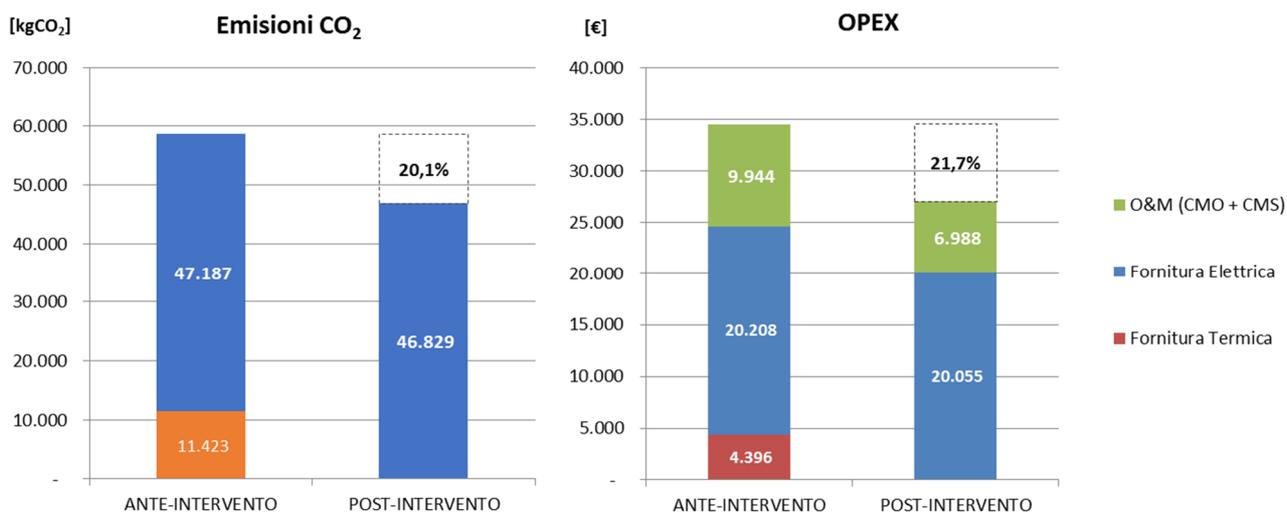
### **Requisito prestazionale per accedere agli incentivi**

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]	20.705	-	<b>100,0%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	89.827	89.147	<b>0,8%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	56.548	-	<b>100,0%</b>
$EE_{baseline}$	[kWh]	101.042	100.277	<b>0,8%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.423	-	<b>100,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	47.187	46.829	<b>0,8%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.609</b>	<b>46.829</b>	<b>20,1%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	4.396	-	<b>100,0%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	20.208	20.055	<b>0,8%</b>
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>24.604</b>	<b>20.055</b>	<b>18,5%</b>
$C_{MO_I}$	[€]	4.670	2.335	<b>50,0%</b>
$C_{MO_E}$	[€]	1.442	1.442	<b>0,0%</b>
$C_{MS}$	[€]	1.242	621	<b>50,0%</b>
$C_{MS_E}$	[€]	2.590	2.590	<b>0,0%</b>
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>9.944</b>	<b>6.988</b>	<b>29,7%</b>
OPEX	[€]	<b>34.548</b>	<b>27.043</b>	<b>21,7%</b>
Classe energetica	[-]	A1	A2	1 classi

\*Baseline ridotta che include interventi di 1° Livello



#### 8.1.4.2 *Impianto di generazione da fonti rinnovabili - fotovoltaico*

##### **Fattibilità tecnica**

La misura prevede l'installazione di moduli fotovoltaici sulla copertura piana 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 alcuni interventi di primo livello (sostituzione serramenti, coibentazione copertura, cappotto termico ed installazione di illuminazione LED) ed un interventi di secondo livello: efficientamento dell'impianto di generazione di calore.

##### **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 20 kWp.

##### **Descrizione dei lavori**

La posa comprende un modulo fotovoltaico a struttura rigida in silicio monocristallino/policristallino comprensivo dei sostegni alla struttura del tetto. Ad esso sono associati un inverter bidirezionale, filtri e controllore di isolamento ed un quadro di controllo.

##### **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**

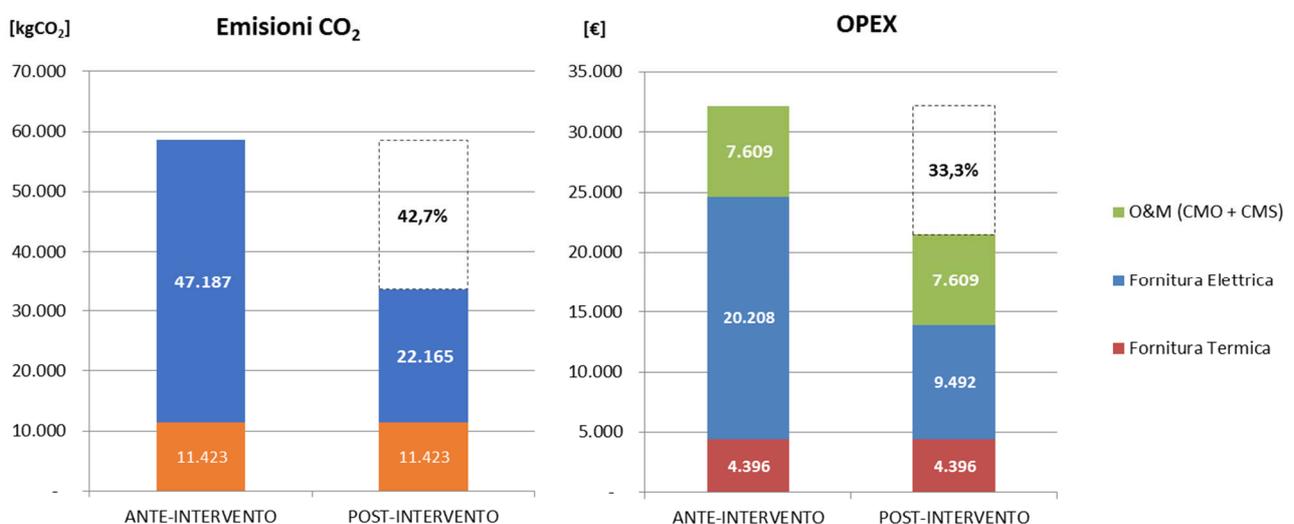
Il termine inglese OPERating EXPense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

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 <sub>teorico</sub> *	[kWh]	24.134	24.134	0,0%
EE <sub>teorico</sub> *	[kWh]	80.625	37.872	53,0%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	56.548	56.548	0,0%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	101.042	47.462	53,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.423	11.423	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	47.187	22.165	53,0%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.609</b>	<b>33.588</b>	<b>42,7%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.396	4.396	0,0%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	20.208	9.492	53,0%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>24.604</b>	<b>13.888</b>	<b>43,6%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	2.335	2.335	0,0%
C <sub>MO_E</sub>	[€]	1.442	1.442	0,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	1.242	1.242	0,0%
C <sub>MS_E</sub>		2.590	2.590	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	7.609	7.609	0,0%
OPEX	[€]	32.213	21.497	33,3%
Classe energetica	[-]	A2	A3	1 classi

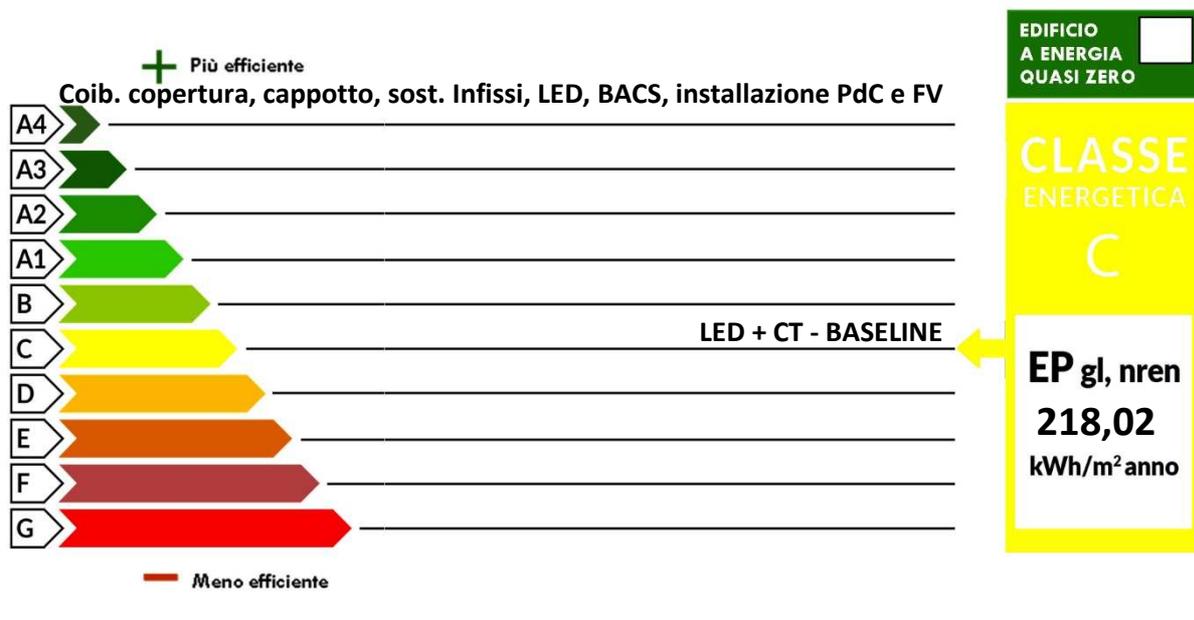
\*Baseline ridotta che include interventi di 1° E 2° Livello



## 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 provincie 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 delle pareti esterne con cappotto termico*

Si riporta l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella coibentazione delle pareti esterne dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=10cm).

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 100 €/m<sup>2</sup> 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 1.452 m<sup>2</sup>.

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



CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/m <sup>2</sup> cm]	[€/m <sup>2</sup> cm]	[€]	[%]	[€]
A 11.02.1.c.1.	Isolamento termico a cappotto di pareti esterne ed interne già preparate, eseguito mediante pannelli rigidi di materiale isolante fissati con malta adesiva specifica e tassellature con almeno quattro al mq chiodi in mopen a testa tonda larga, completo di intonaco sottile dello spessore di 5-6 mm applicato in più riprese per dare il supporto pronto per la tinteggiatura, armato con speciale tessuto in fibra di vetro a maglia quadrata 4x4 mm con resistenza a trazione kg 120-150, escluse tinteggiature. Impiegando elementi isolanti in: pannelli in schiuma polyiso espansa rivestiti su entrambe le facce con velo vetro saturato, densità 35 Kg/mc, conducibilità termica $\lambda = 0,028 \text{ W/m}^2\text{K}$ spessore 2 cm	Prezzario Regione Lazio	1452,36	m2	€ 40,16	€ 36,51	€ 53.024,34	22%	€ 64.689,70
A 11.02.1.c.2.	per ogni cm in più	Prezzario Regione Lazio	11618,88	m2	€ 2,83	€ 2,57	€ 29.892,21	22%	€ 36.468,50
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	1.452	m2	€ 24,46	€ 22,24	€ 32.295,21	22%	€ 39.400,15
P.03.10.35.b	per ogni mese o frazione dopo il 1° mese	Prezzario Regione Campania	1.452	m2/30gg	€ 1,99	€ 1,81	€ 2.627,45	22%	€ 3.205,49
R.02.50.10.a	Spicconatura di intonaco a vivo di muro, di spessore fino a 5 cm, compreso l'onere di esecuzione anche a piccole zone e spazzolatura delle superfici Spicconatura di intonaco a vivo di muro	Prezzario Regione Campania	1452,36	m2	€ 5,07	€ 4,61	€ 6.694,06	22%	€ 8.166,75
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 3.736,00	22%	€ 4.557,92

	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 8.717,33	22%	€ 10.635,14
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM1)</b>						<b>€ 136.987</b>	<b>22%</b>	<b>€ 167.124</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							<b>€ 66.849,46</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>€ 66.849,46</b>

### 9.1.2 Coibentazione della copertura piana 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 €/m<sup>2</sup> 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 616 m<sup>2</sup>.

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

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/m <sup>2</sup> cm]	[€/m <sup>2</sup> 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 $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ spessore 3 cm	Prezziario Regione Lazio	616	m2	€ 27,40	€ 24,91	€ 15.344,00	22%	€ 18.719,68
A 11.01.2.f.2	per ogni cm in più	Prezziario Regione Lazio	4.312	m2	€ 4,54	€ 4,13	€ 17.796,80	22%	€ 21.712,10
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	Prezziario Regione Campania	616	m2	€ 13,09	€ 11,90	€ 7.330,40	22%	€ 8.943,09

	malta fine di calce a pozzolana, su superfici orizzontali								
E.12.15.10.b	Manto impermeabile prefabbricato costituito da membrane bituminose polimero elastometrica flessibilità a freddo -25°C, applicata a fiamma s massetto di sottofondo, da pagarsi a parte, di superfici orizzontali o inclinate, previo trattamento con idoneo primer bituminoso, con sovrapposizione dei sormonti di 8 cm in senso longitudinale e di almeno 15 cm alle testate dei teli: armata in filo continuo di poliestere non tessuto spessore 4 mm	Prezzario Regione Campania	616	m2	€ 10,11	€ 9,19	€ 5.661,60	22%	€ 6.907,15
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.383,98	22%	€ 1.688,46
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3.229,30	22%	€ 3.939,74
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM2)</b>						<b>50.746,08</b>	<b>22%</b>	<b>61.910,22</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico ]</b>							<b>€ 24.764,09</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>€ 24.764,09</b>

### 9.1.3 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 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 200 €/m<sup>2</sup> 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 616 m<sup>2</sup>.

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

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/m <sup>2</sup> cm]	[€/m <sup>2</sup> 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	616	m2	€ 27,40	€ 24,91	€ 15.344,00	22%	€ 18.719,68
A 11.01.2.f.2	per ogni cm in più	Prezzario Regione Lazio	4.312	m2	€ 4,54	€ 4,13	€ 17.796,80	22%	€ 21.712,10
E.07.00.10.a	Massetto sottile di sottofondo in preparazione del piano di posa della impermeabilizzazione dello spessore di almeno 2 cm, tirata con regolo per la livellazione della superficie con malta fine di calce a	Prezzario Regione Campania	616	m2	€ 13,09	€ 11,90	€ 7.330,40	22%	€ 8.943,09

	pozzolana, su superfici orizzontali								
E.12.15.10.b	Manto impermeabile prefabbricato costituito da membrane bituminose polimero elastometrica flessibilità a freddo -25°C, applicata a fiamma s massetto di sottofondo, da pagarsi a parte, di superfici orizzontali o inclinate, previo trattamento con idoneo primer bituminoso, con sovrapposizione dei sormonti di 8 cm in senso longitudinale e di almeno 15 cm alle testate dei teli: armata in filo continuo di poliestere non tessuto spessore 4 mm	Prezzario Regione Campania	616	m2	€ 10,11	€ 9,19	€ 5.661,60	22%	€ 6.907,15
NP	Fornitura di copertura a verde pensile secondo norma UNI 11235 su solaio isolato, costituita da Sistema tecnologico multistrato composto da: -foglio antiradice in cloruro di polivinile morbido (PVC-P), resistente agli olii e alle sostanze bituminose con spessore pari a circa 0,8 mm saldato al solaio caldo o a freddo; feltro di accumulo idrico e di protezione meccanica, in fibra di polipropilene con inserto di rinforzo; -elementi modulari di accumulo, drenaggio e aerazione in polietilene riciclato termoformato con incavi per l'accumulo idrico, aperture per l'aerazione e la diffusione della pressione di vapore e rete multidirezionale di canali per il drenaggio sulla faccia inferiore; e -telo filtrante, in geotessile non tessuto in polietilene/polipropilene incrudito a caldo, ad elevata resistenza meccanica con uno spessore di ca. 1,0 mm e infine il Substrato per inverdimenti pensili. Esclusa la vegetazione. Escluso l'impianto di irrigazione e la vegetazione. Sistema tecnologico necessario per copertura a verde pensile estensivo con elementi modulari di acumulo sp. ca. 2,5cm.	-	616	m2	€ 23,06	€ 20,96	€ 12.913,60	22%	€ 15.754,59
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.771,39	22%	€ 2.161,10

	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 4.133,25	22%	€ 5.042,56
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM3)</b>						<b>64.951,04</b>	<b>22%</b>	<b>79.240,27</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							<b>€ 31.696,11</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>€ 31.696,11</b>

#### 9.1.4 Sostituzione infissi con altri aventi $U < 1,75 \text{ W/m}^2\text{k}$

Si riportata l'analisi dei costi relativi alla sostituzione degli infissi con altri aventi  $U < 1,75 \text{ W/m}^2\text{k}$ . 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 450€/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 100.000 €. Tali incentivi sono erogabili solo nel caso in cui vengano installati, congiuntamente ai serramenti, sistemi di termoregolazione. 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 con l'incentivo, esso sarà poi calcolato solamente nelle misure di efficienza congiunte degli scenari a medio/lungo termine, che prevedranno il 40% oppure il 55%. Nella tabella è stato definito l'incentivo pari al 40% calcolato sul costo specifico sostenuto e sulla superficie oggetto di intervento di 190 m<sup>2</sup>.

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 <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
E.02.25.50	Rimozione di infissi in ferro o alluminio inclusa l'eventuale parte vetrata compresi telaio, controtelaio smuratura delle grappe o dei tasselli di tenuta ed eventuale taglio a sezione degli elementi, l'onere per il carico, trasporto e accatastamento dei materiali riutilizzabili e/o di risulta fino ad una distanza di 50 m.	Prezziario Regione Campania	190	m2	€ 5,68	€ 5,16	€ 980,40	22%	€ 1.196,09
E.18.90.30.	Infisso in pvc di colore bianco, ad alta resistenza, con angoli termosaldati e finitura superficiale liscia, guarnizioni in EPDM, telaio armato con profilati di acciaio, compresi verticamera 4/12/4, prestazioni medie: classe A1 di permeabilità all'aria, classe E4 di tenuta all'acqua, classe V3 di resistenza al vetro, isolamento termico serramenti nudi 2,9 W/m <sup>2</sup> °C potere fonoisolante pari a 34 dB, fornito e posato in	Prezziario Regione Campania	79	cad	€ 610,72	€ 555,20	€ 43.860,8	22%	€ 53.510,18

	opera su preesistente controtelaio. A due battenti								
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.345,24	22%	€ 1.641,19
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3.138,88	22%	€ 3.829,44
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM4)</b>						<b>€ 49.325</b>	<b>22%</b>	<b>€ 60.177</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							€ <b>24.071,13</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								€ <b>24.071,13</b>

### 9.1.5 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€/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 30.000 €. Nella seguente tabella sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40% calcolato sul massimale di 150 €/m<sup>2</sup> sulla superficie oggetto di intervento di 190 m<sup>2</sup>.

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

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/m <sup>2</sup> cm]	[€/m <sup>2</sup> 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	-	190	m2	€ 83,66	€ 76,05	€ 14.449,5	22%	€ 17.628,39
P.03.10.35.a	PPonteggio 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	500	m2	€ 24,46	€ 22,24	€ 11.118,18	22%	€ 13.564,18
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 767,06	22%	€ 935,81
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.789,80	22%	€ 2.183,55
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM5)</b>						<b>€ 28.125</b>	<b>22%</b>	<b>€ 34.313</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							<b>€ 11.400,00</b>

	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>€ 11.400,00</b>

### 9.1.6 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 €/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 70.000 €. Nella seguente tabella sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40% sul costo d'intervento, calcolato verificando il costo specifico sostenuto sulla superficie oggetto di intervento di 938 m<sup>2</sup>.

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 <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
A01144 b	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: 2x18W	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	2	cad	€ 9,82	€ 8,93	€ 17,85	22%	€ 21,78
A01144 c	Rimozione di plafoniera per lampade fluorescenti, inclusi gli oneri della rimozione dei sostegni a muro o a soffitto e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio nell'ambito del cantiere, escluso l'onere di carico, trasporto e scarico a discarica autorizzata: 4x18W	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	13	cad	€ 11,30	€ 10,27	€ 133,55	22%	€ 162,93
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	4	cad	€ 10,07	€ 9,15	€ 36,62	22%	€ 44,67

A01144 e	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: 2x36W	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	16	cad	€ 11,86	€ 10,78	€ 172,51	22%	€ 210,46
A01144 f	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: 1x58W	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	3	cad	€ 11,06	€ 10,05	€ 30,16	22%	€ 36,80
A01144 g	Rimozione di plafoniera per lampade fluorescenti, inclusi gli oneri della rimozione dei sostegni a muro o a soffitto e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio nell'ambito del cantiere, escluso l'onere di carico, trasporto e scarico a discarica autorizzata: 2x58W	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	26	cad	€ 13,03	€ 11,85	€ 307,98	22%	€ 375,74
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	3	m <sup>3</sup>	€ 46,14	€ 41,95	€ 125,84	22%	€ 153,52
D03104a	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguento, schermo in policarbonato autoestinguento trasparente prismaticizzato internamente, installata a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada lunghezza 69' mm, 20 W, 1.620 lm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	2	cad	€ 124,50	€ 113,18	€ 226,36	22%	€ 276,16
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	4	cad	€ 14,56	€ 13,24	€ 52,95	22%	€ 64,59
D03103b	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguento, schermo in policarbonato autoestinguento trasparente prismaticizzato internamente, installata a parete, plafone o a sospensione,	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	4	cad	€ 115,65	€ 105,14	€ 420,55	22%	€ 513,07

	apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: monolampada lunghezza 1300 mm, 18 W, 2.920 lm								
D03104b	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismatico internamente, installata a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada lunghezza 1.300 mm, 36 W, 5,830 lm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	29	cad	€ 155,99	€ 141,81	€ 4.112,46	22%	€ 5.017,21
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, 1930 lm lunghez 1200 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	62	cad	€ 19,97	€ 18,15	€ 1.125,58	22%	€ 1.373,21
D03103d	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismatico 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 1.600 mm, 28 W, 4,540 lm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	13	cad	€ 161,75	€ 147,05	€ 1.911,59	22%	€ 2.332,14
D03104d	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismatico internamente, installata a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada lunghezza 1.600 mm, 56 W, 9.070 lm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	26	cad	€ 221,58	€ 201,44	€ 5.237,35	22%	€ 6.389,56
D03067d	Lampade a LED alimentazione 230 V c.a.: tubolari T8, attacco G13, fascio luminoso 270° potenza 25 W, temperatura di colore 4000K o 6500 K, 2.200 lm lunghez 1.500 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	65	cad	€ 21,66	€ 19,69	€ 1.279,91	22%	€ 1.561,49
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 455,74	22%	€ 556,00
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.063,39	22%	€ 1.297,33

	TOTALE (I <sub>0</sub> - EEM6)						€ 16.710	22%	€ 20.387
	Incentivi	[Conto termico]							€ 8.154,67
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 8.154,67

### 9.1.7 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 €/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 50.000 €. Nella tabella sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40% sul costo d'intervento, calcolato verificando il costo specifico sostenuto sulla superficie oggetto di intervento di 3.382 m<sup>2</sup>.

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 <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
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	€20.000,00	€18.181,82	€ 18.181,82	22%	€ 22.181,82
NP	Installazione di sistema di monitoraggio e visualizzazione all'utenza dei consumi dell'edifici (EMS)	-	1	cad	€ 5.000,00	€ 4.545,45	€ 4.545,45	22%	€ 5.545,45
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 681,82	22%	€ 831,82
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.590,91	22%	€ 1.940,91
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub>- EEM7)</b>						<b>€ 25.000</b>	<b>22%</b>	<b>€ 30.500</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico ]</b>							<b>€12.200,00</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>€12.200,00</b>

### 9.1.8 Efficiamento dell'impianto di generazione di calore

Si riporta l'analisi dei costi relativi all'efficientamento dell'impianto di climatizzazione invernale, ottenuto mediante sostituzione della caldaia attualmente installata.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, come il 40% calcolato verificando il costo specifico sostenuto moltiplicato per la somma delle potenze termiche del focolare.

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 <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
							[€]	[%]	[€]
E03017e	Caldaia murale a condensazione ad alto rendimento (classe B secondo direttiva ErP) adatta anche per installazione a cascata con scambiatore termico in alluminio-silicio, bruciatore in acciaio inox, con superficie in fibra metallica per la combustione del metano a bassa emissione di sostanze nocive, ventilatore alimentato a corrente continua con velocità variabile, regolazione gas/aria per ottimizzare la combustione e modulazione della potenza, classe 5 di emissione di NOx; funzionamento del bruciatore completamente automatico, con accensione ad alta tensione e controllo della fiamma di ionizzazione; pannello di comando della caldaia integrato; di dispositivo di sicurezza a microprocessore, valvola gas combinata composta da due valvole principali, rivestimento colorato verniciato a polvere e termo isolamento, alimentazione elettrica 230 V - 50 Hz, per solo riscaldamento, potenza termica nominale in riscaldamento 80 °C - 60 °C,	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	2	cad	€ 3.910,99	€ 3.555,45	€ 7.110,89	22%	€ 8.675,29

	in opera comprese valvole intercettazione dei circuiti ed il raccordo fumario (lunghezza 100 cm) per lo scarico a parete escluso il collegamento elettrico: 70 kW								
1119b	Rimozione di caldaia pressurizzata, compreso ogni onere per il taglio e la chiusura delle tubazioni di adduzione e scarico, della potenzialità di: 93-174 kW kW	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	1	cad	€ 103,08	€ 93,71	€ 93,71	22%	€ 114,33
NP	Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 20 mm	-	30	cad	€ 41,37	€ 37,61	€ 1.128,27	22%	€ 1.376,49
NP	Detentori in bronzo per tubi del diametro di: 20 mm a squadra	-	30	cad	€ 10,12	€ 9,20	€ 276,00	22%	€ 336,72
NP	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	-	20	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 579,64	22%	€ 707,16
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 275,66	22%	€ 336,30
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 643,20	22%	€ 784,70
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM8)</b>						<b>€ 10.107</b>	<b>22%</b>	<b>€ 12.331</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							<b>3640</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>3640</b>

### 9.1.9 Installazione pompe di calore

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0. 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 risultante è pari a 13.880 €.

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 <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
E03017e	Unità roof top condensata ad aria funzionante con gas 410A, compressori scroll, ventilatori assiali, struttura autoportante con pannellature semplici in lega d'alluminio con isolamento della sezione trattamento d'aria mediante polietilene espanso a celle chiuse munita di filtri sintetici, completo di quadro elettrico premontato a bordo macchina, alimentazione elettrica 400 V-3-50 Hz, refrigeratore e pompa di calore: resa frigorifera 36,7 kW, assorbimento elettrico 8 kW; resa termica 37 kW, assorbimento elettrico 7,5 kW	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	2	cad	€13.933,57	€ 12.666,88	€ 25.333,76	22%	€ 30.907,19
E03046b	Ventilconvettore con ventilatore centrifugo e motore elettrico e scheda inverter, struttura portante in acciaio zincato, batteria di scambio termico a pacco alettato con alette in alluminio e tubi in rame, collettori in ottone, filtro aria con superficie pieghettata con media filtrante in polipropilene, gruppo ventilante con motore a tre velocità con ventole in alluminio, con commutatore ON-OFF, selettore delle velocità della ventola, selettore estate/inverno, bacinella di raccolta	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	30	cad	€ 757,15	€ 688,32	€ 20.649,55	22%	€ 25.192,45

	della condensa in plastica, alimentazione del motore elettrico 230 V 1/50 in classe B con condensatore sempre inserito, dato in opera a perfetta regola d'arte compreso l'onere del collegamento alle tubazioni esistenti, valvole, detentore e rivestimento isolante, con esclusione della linea di alimentazione elettrica e del collegamento equipotenziale: resa frigorifera 2,28 kW, resa termica 2,75 kW velocità media portata 340 m <sup>3</sup> /h								
E03054b	Allaccio di ventilconvettore dal collettore di distribuzione oppure dalla rete di distribuzione principale, costituito da coppia di valvole in ottone cromato (detentore e valvola ad angolo con manopola), tubazioni di rame, ferro o multistrato di diametro adeguato rivestite con guaina isolante di spessore e conducibilità tali da rispettare le vigenti norme di legge, con riduzione dello spessore al 30% per installazione all'interno di locali riscaldati, eventuale tubazione di scarico condensa convogliata fino alla rete principale di scarico acque bianche oppure alla rete principale di scarico acque nere tramite pozzetto sifonato, comprensivo di raccordi ed opere murarie di apertura tracce su laterizi forati e murature leggere e del fissaggio delle tubazioni con esclusione delle tracce su solette, muri in c.a. o in pietra e della tinteggiatura. Sono esclusi anche il collettore di distribuzione, la rete principale di adduzione e la rete principale di scarico. per allaccio 2 tubi con scarico condensa	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	30	cad	€ 294,00	€ 267,27	€ 8.018,18	22%	€ 9.782,18
A01121	Rimozione di corpi scaldanti compreso ogni onere e magistero per chiusura delle tubazioni di adduzione e scarico, rimozione di mensole, trasporto a rifiuto e uanto altro occorre: radiatori in ghisa e/o in	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	30	cad	€ 18,90	€ 17,18	€ 515,45	22%	€ 628,85

	alluminio: da 13 a 20 elementi , per radiatore									
A01119b	Rimozione di caldaia pressurizzata, compreso ogni onere per il taglio e la chiusura delle tubazioni di adduzione e scarico, della potenzialità di: 93-174 kW kW	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	1	cad	€ 103,08	€ 93,71	€ 93,71	22%	€ 114,33	
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.379,50	22%	€ 1.682,99	
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3.218,83	22%	€ 3.926,97	
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM9)</b>						<b>€ 59.209</b>	<b>22%</b>	<b>€ 72.235</b>	
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							<b>13.880</b>	
	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>	
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>13.880</b>	

### 9.1.10 Installazione impianto fotovoltaico da 20 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 ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
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	77	cad	€ 636,11	€ 578,28	€ 44.527,70	22%	€ 54.323,79
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	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	3	cad	€ 1.774,82	€ 1.613,47	€ 4.840,42	22%	€ 5.905,31

	dell'impianto: potenza nominale 6000 VA, fattore di potenza pari a 1								
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.481,04	22%	€ 1.806,87
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3.455,77	22%	€ 4.216,04
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM10)</b>						<b>€ 54.305</b>	<b>22%</b>	<b>€ 66.252</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							<b>0</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>0</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>0</b>

## 9.2 Analisi di convenienza dei singoli interventi migliorativi

L'analisi di convenienza delle singole EEM analizzate è stata svolta tramite la valutazione dei principali indicatori economici d'investimento secondo il metodo dei flussi di cassa, valutando chiaramente i valori dei costi, ricavi, flussi di cassa e redditività.

Si è inoltre posta particolare attenzione nella valutazione dei possibili sistemi incentivanti applicabili agli scenari (Conto Termico, Titoli di Efficienza Energetica, ecc.), con la quantificazione dell'importo incentivabile e l'analisi dei flussi di cassa e degli indicatori finanziari con e senza il contributo degli incentivi considerati.

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

- TRS (tempo di ritorno semplice);
- TRA (tempo di ritorno attualizzato);
- VAN (valore attuale netto);
- TIR (tasso interno di rendimento)
- IP (indice di profitto);

Essi sono così definiti:

- 1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

- $I_0$  è il valore dell'investimento iniziale;
- $\overline{FC}$  è il flusso di cassa medio annuale, calcolato come la media aritmetica sugli anni di vita utile della somma algebrica dei costi e dei benefici generati dall'investimento.

- 2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

$$TRA = \frac{I_0}{\overline{FC}_{att}}$$

Dove:

- $I_0$  è il valore dell'investimento iniziale;
- $\overline{FC}_{att}$  è il flusso di cassa attualizzato medio annuale, calcolato come la media aritmetica sugli anni di vita utile della somma algebrica dei costi e dei benefici generati dall'investimento, opportunamente attualizzati tramite il tasso di attualizzazione.

$$FC_{att,n} = FC_n \frac{(1+f)^n (1+f')^n}{(1+R)^n} \approx FC_n \frac{1}{(1+i)^n}$$

Dove:

- $FC_n$  è il flusso di cassa all'anno n-esimo;
- $f$  è il tasso di inflazione;
- $f'$  è la deriva dell'inflazione;
- $R$  è il tasso di sconto;

- $i = R - f - f'$  è il tasso di attualizzazione;
- $\frac{1}{(1+i)^n}$  è il fattore di annualità ( $FA_n$ ).

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{FC_n}{(1+i)^n} - I_0$$

Dove:

- $n$  sono gli anni di vita tecnica per la tecnologia di ciascuna EEM, o, 20 anni per gli SCNa e SCNb;

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

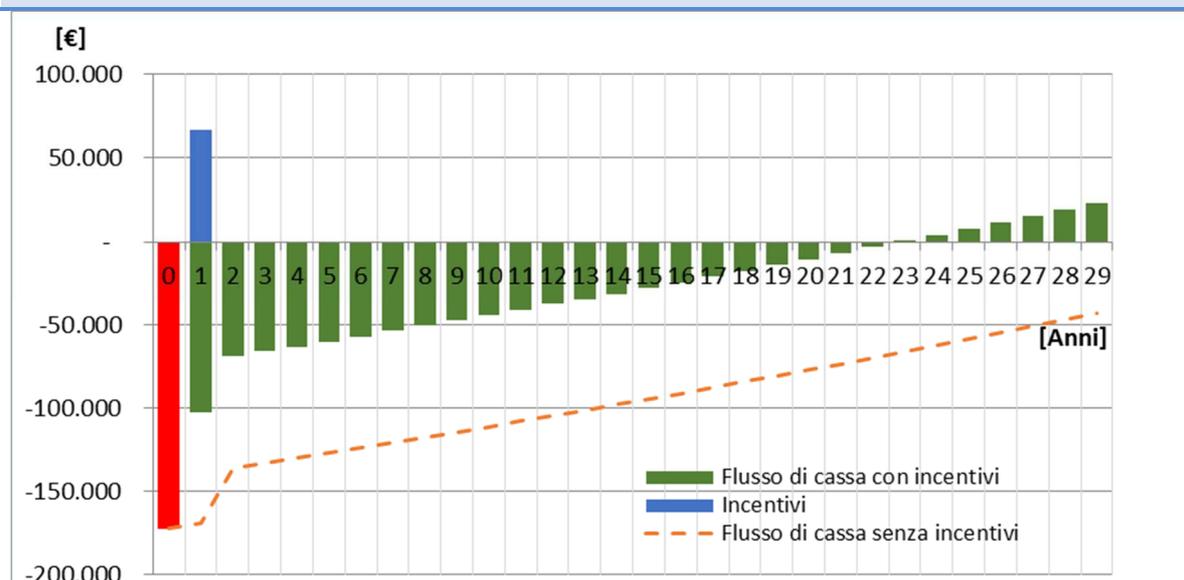
Analogamente la rappresentazione grafica dei flussi di cassa cumulati attualizzati permetterà la visualizzazione del TRA e del VAN.

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

### 9.2.1 Coibentazione delle pareti esterne con cappotto termico

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

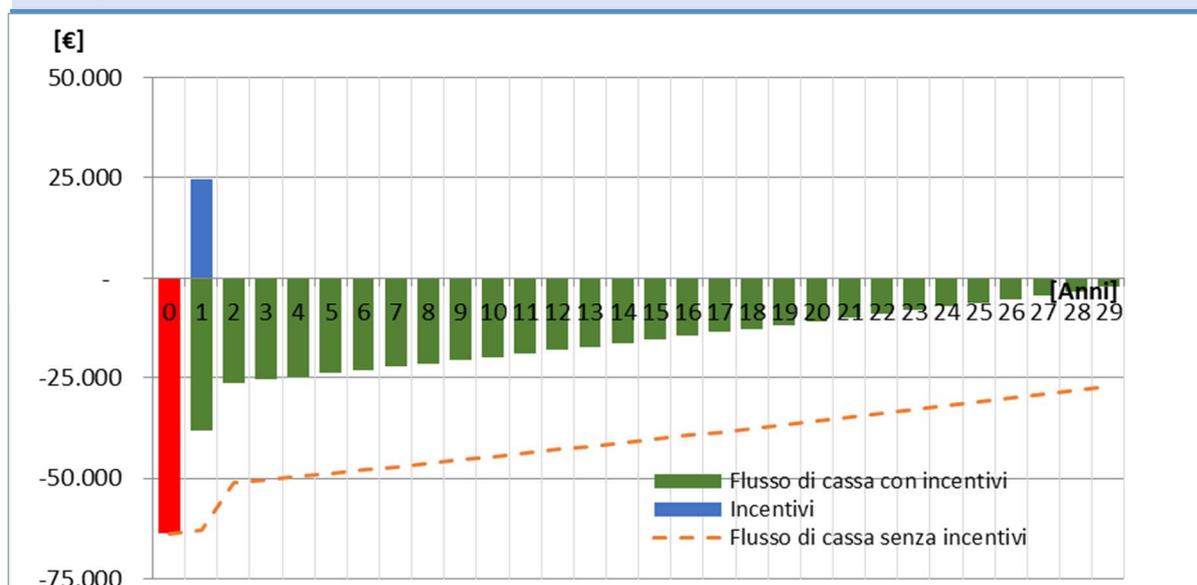
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	167.124
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	66.849
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	40,1	22,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	67,0	36,7
Valore attuale netto	VAN	- 95.057	- 31.391
Tasso interno di rendimento	TIR	-2,1%	1,6%
Indice di profitto	IP	-0,57	-0,19



### 9.2.2 Coibentazione della copertura piana calpestabile

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

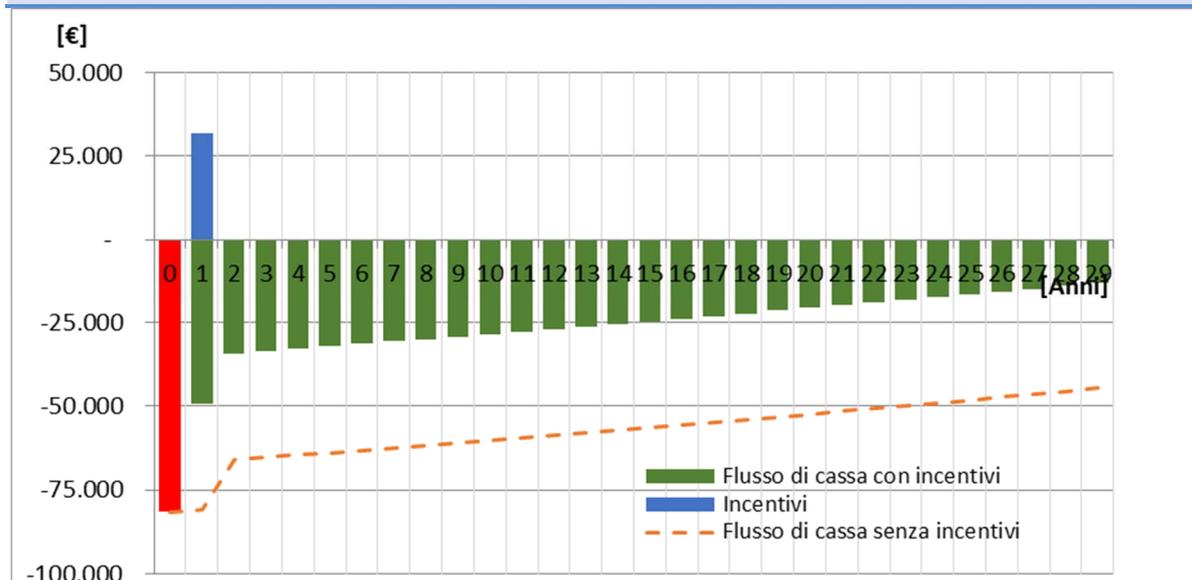
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	61.910
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	24.764
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	52,0	31,1
Tempo di rientro attualizzato	TRA	83,0	41,0
Valore attuale netto	VAN	- 40.714	- 17.129
Tasso interno di rendimento	TIR	-4,0%	-0,5%
Indice di profitto	IP	-0,66	-0,28



### 9.2.3 Coibentazione della copertura piana calpestabile con verde estensivo

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

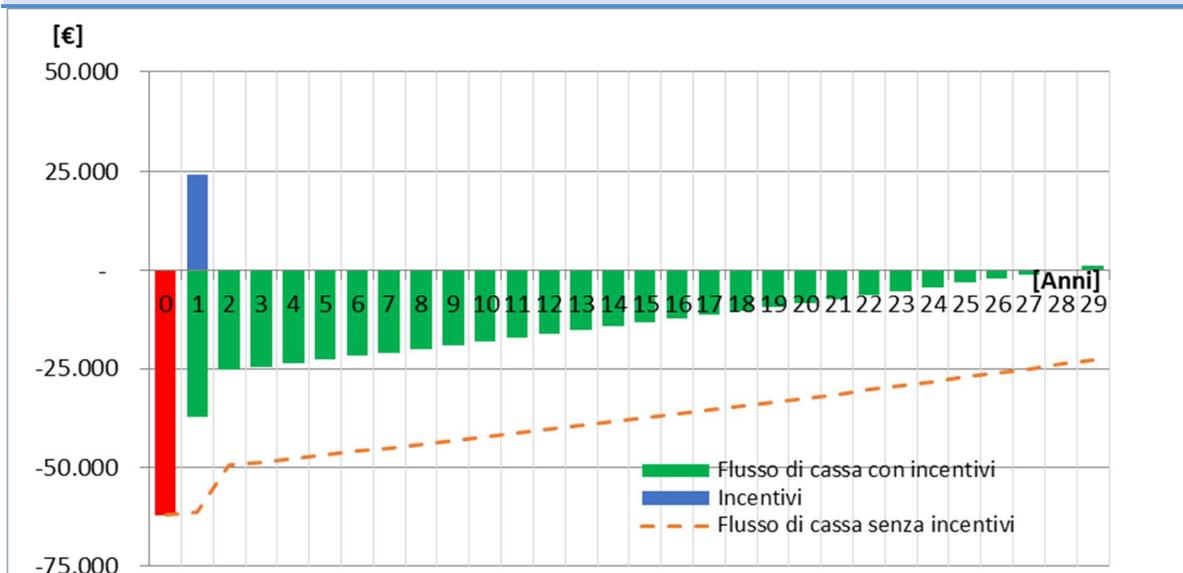
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	79.240
Oneri Finanziari % $I_0$	<b>OF</b>	[%]	3,0%
Aliquota IVA	<b>%IVA</b>	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	30
Incentivo annuo	<b>B</b>	€/anno	31.696
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	<b>TRS</b>	66,3	35,7
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	100,3	44,9
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	- 57.217	- 27.031
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	-5,8%	-2,4%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,72	-0,34



### 9.2.4 Sostituzione totale degli infissi con altri aventi $U < 1,75$ [W/m<sup>2</sup>K]

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

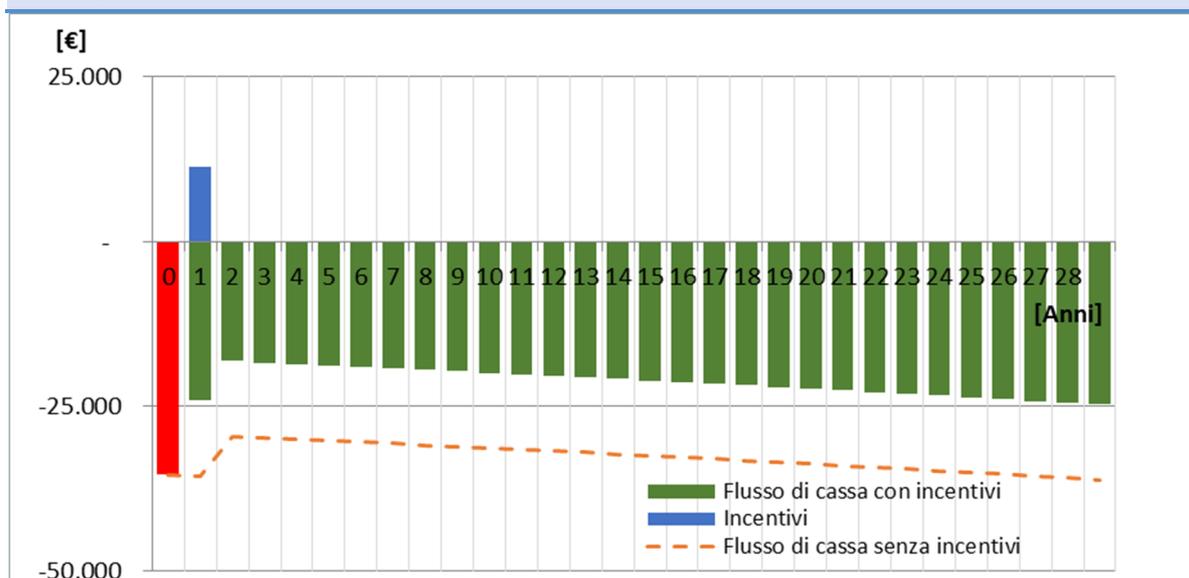
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	60.178
Oneri Finanziari % $I_0$	$OF$	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	30
Incentivo annuo	$B$	€/anno	24.071
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	$TRS$	47,4	27,9
Tempo di rientro attualizzato	$TRA$	76,9	39,5
Valore attuale netto	$VAN$	- 37.816	- 14.891
Tasso interno di rendimento	$TIR$	-3,3%	0,3%
Indice di profitto	$IP$	-0,63	-0,25



### 9.2.5 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	$I_0$	€	34.310
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	11.400
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	$TRS$	1324,4	100,0
Tempo di rientro attualizzato	$TRA$	509,0	81,9
Valore attuale netto	$VAN$	- 33.257	- 22.399
Tasso interno di rendimento	$TIR$	nd	nd
Indice di profitto	$IP$	-0,97	-0,65



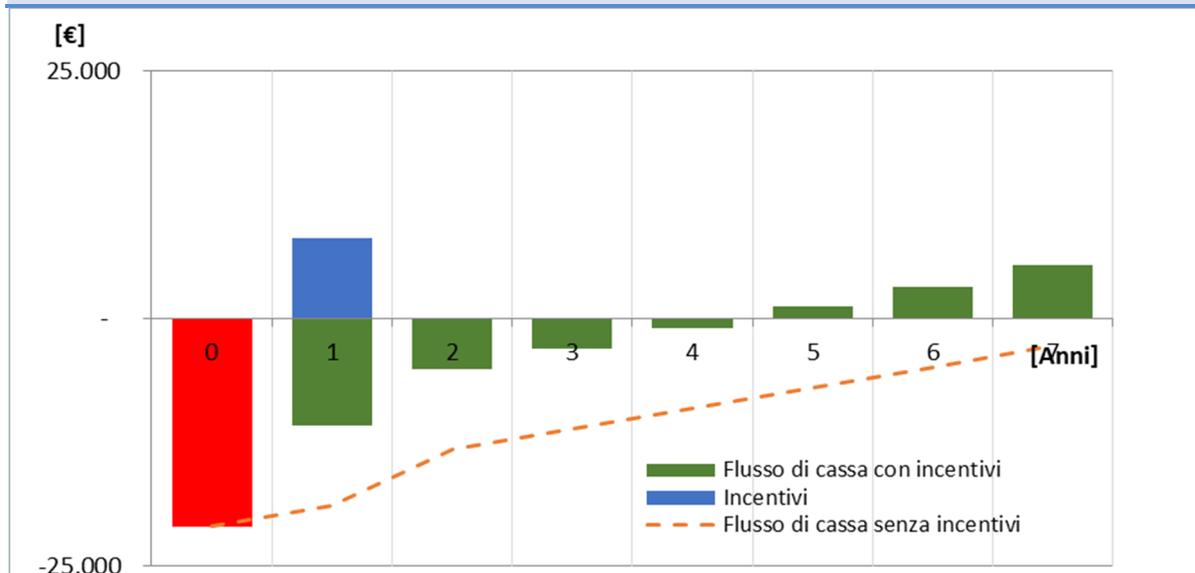
### 9.2.6 Efficienzamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED

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	$I_0$	€	20.387
Oneri Finanziari % $l_0$	<b>OF</b>	[%]	3,0%
Aliquota IVA	<b>%IVA</b>	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	<b>n</b>	anni	8
Incentivo annuo	<b>B</b>	€/anno	8.155
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	<b>i</b>	[%]	4,0%

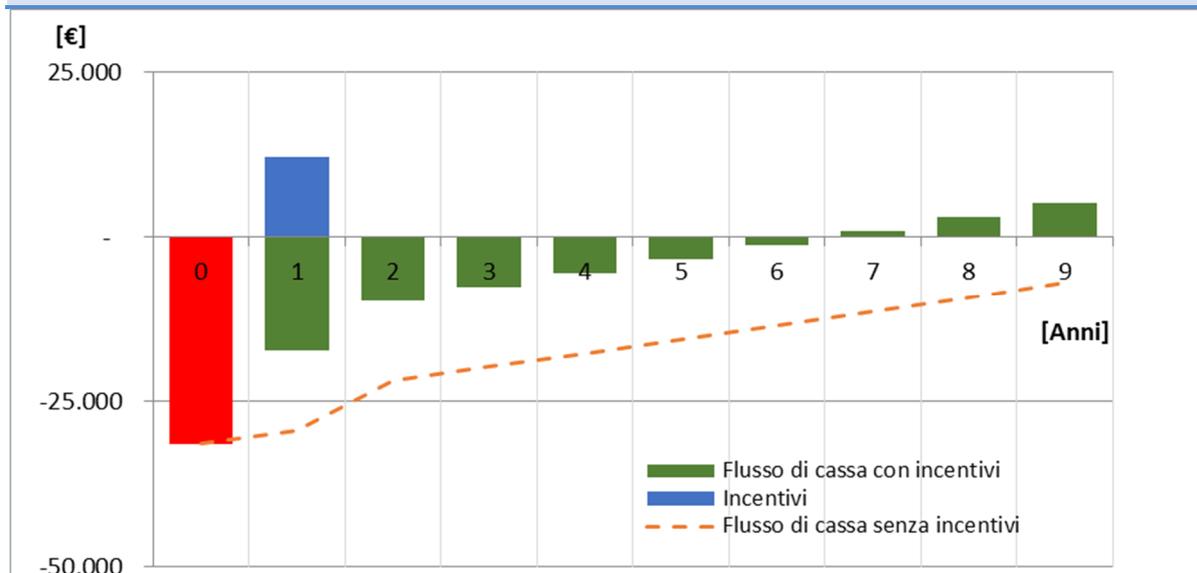
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	<b>TRS</b>	9,2	4,7
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	10,9	5,8
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	- 5.656	2.111
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	-3,7%	9,0%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,28	0,10



### 9.2.7 Sistemi di building automation

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

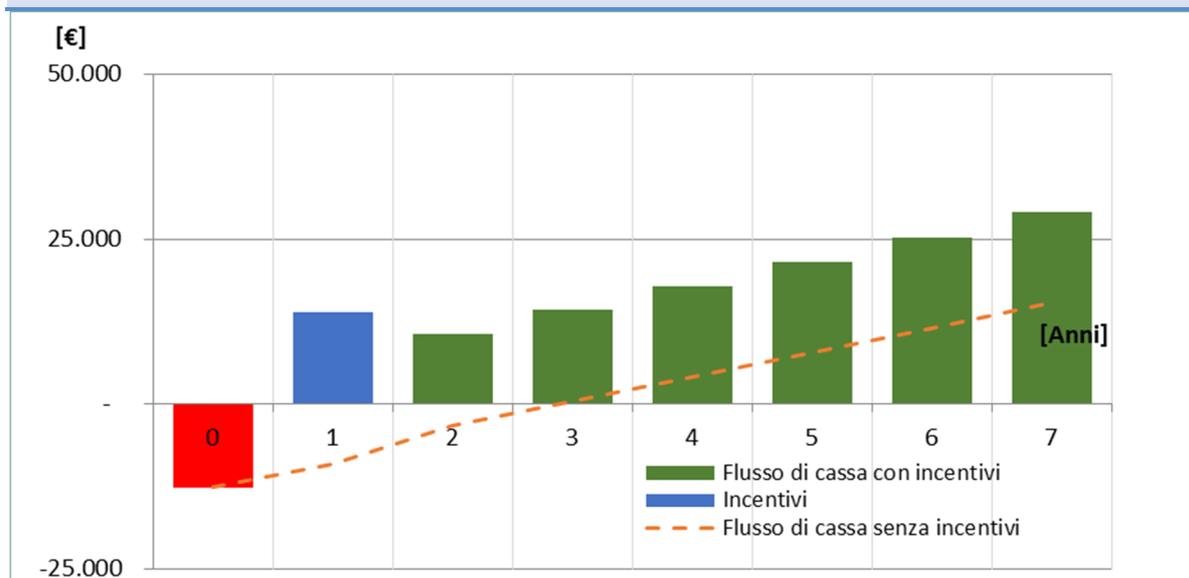
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	30.500
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	10
Incentivo annuo	B	€/anno	12.200
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	12,8	6,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	15,8	9,0
Valore attuale netto	VAN	-11.502	118
Tasso interno di rendimento	TIR	-5,3%	5,1%
Indice di profitto	IP	-0,38	0,00



### 9.2.8 Efficiamento impianto di generazione di calore

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

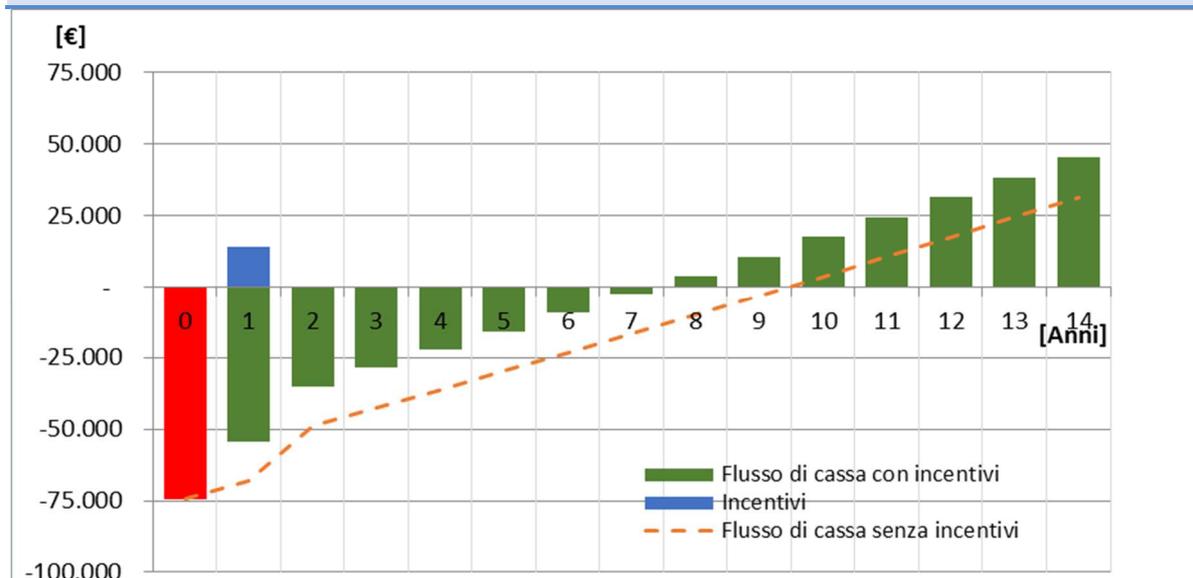
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	12.331
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	13.880
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	2,9	0,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	3,4	0,8
Valore attuale netto	VAN	26.627	39.846
Tasso interno di rendimento	TIR	31,4%	81,9%
Indice di profitto	IP	2,16	3,23



### 9.2.9 Impianto di generazioni da fonti rinnovabili: installazione pompe di calore

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

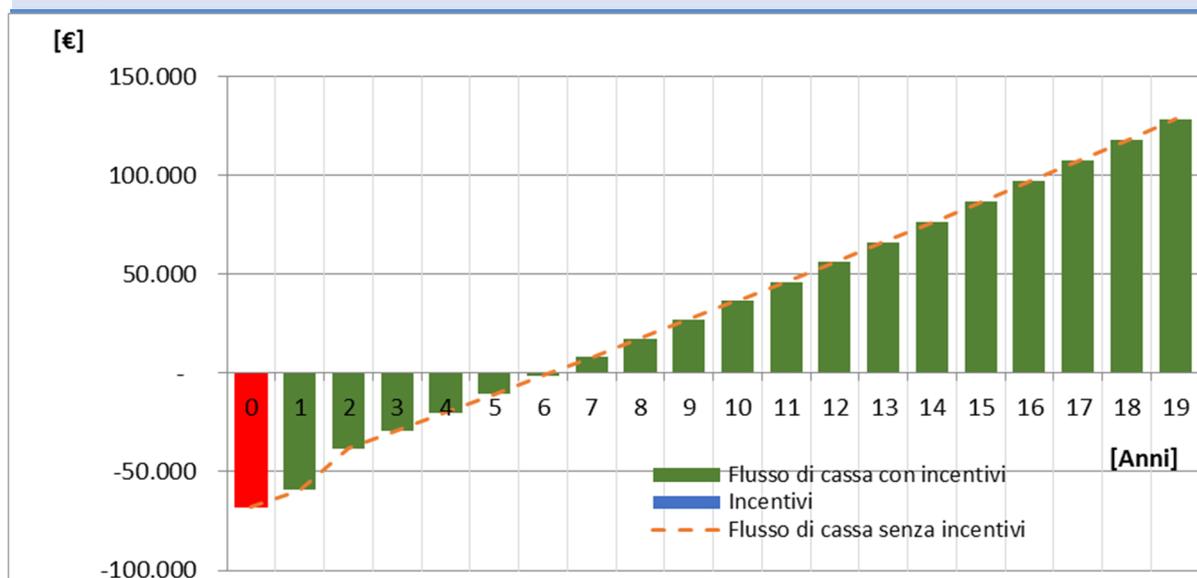
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	72.235
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	13.880
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	9,5	7,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	13,5	9,9
Valore attuale netto	VAN	2.563	15.782
Tasso interno di rendimento	TIR	5,6%	9,1%
Indice di profitto	IP	0,04	0,22



### 9.2.10 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	$I_0$	€	66.253
Oneri Finanziari % $I_0$	<b>OF</b>	[%]	3,0%
Aliquota IVA	<b>%IVA</b>	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	<b>n</b>	anni	20
Incentivo annuo	<b>B</b>	€/anno	-
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	<b>i</b>	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	<b>TRS</b>	6,3	6,3
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	7,8	7,8
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	58.347	58.347
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	14,6%	14,6%
Indice di profitto	<b>IP</b>	0,88	0,88



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

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

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

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

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

Dove:

- $I_0$  è il valore dell'investimento iniziale;
- $\overline{FC}$  è il flusso di cassa medio annuale, calcolato come la media aritmetica sugli anni di vita utile della somma algebrica dei costi e dei benefici generati dall'investimento.

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

L'indice BEI identifica invece il fabbisogno energetico annuo dell'edificio espresso in kWh/(m<sup>2</sup> anno) e calcolato come somma del fabbisogno di energia termica [kWh] e fabbisogno di energia elettrica [kWh], rapportati alla superficie utile dell'edificio [m<sup>2</sup>]. Tali fabbisogni sono stati ricavati dalla modellazione energetica dei singoli interventi e si riferiscono quindi a consumi teorici.

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

Essi corrispondono all'efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED, efficientamento del generatore di calore e termoregolazione.

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

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

### 9.3.1 Scenario a)

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

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

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

EEM 7: Efficientamento generatore di calore-installazione caldaia a condensazione

#### Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	53.974	61.012	<b>-13,0%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	98.287	81.967	<b>16,6%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	56.548	63.921	<b>-13,0%</b>
$EE_{baseline}$	[kWh]	101.042	84.264	<b>16,6%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.423	12.912	<b>-13,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	47.187	39.351	<b>16,6%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.609</b>	<b>52.264</b>	<b>10,8%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	4.396	4.969	-13,0%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	20.208	16.853	16,6%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>24.604</b>	<b>21.822</b>	<b>11,3%</b>
$C_{MO\_I}$	[€]	4.670	1.868	60,0%
$C_{MO\_E}$	[€]	1.442	-	100,0%
$C_{MS\_I}$	[€]	1.242	497	60,0%
$C_{MS\_E}$	[€]	2.590	-	100,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	9.944	2.365	76,2%
OPEX	[€]	34.548	24.187	30,0%
Classe energetica	[-]	C	C	0 classi

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

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AI 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM5 Sost. Lampade LED	16.710	3.676	20.387
EEM7 Sost. Generatore	10.107	2.224	12.331
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>26.817</b>	<b>5.900</b>	<b>32.718</b>

VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA) [€]
O&M	2.335	621	2.956
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>2.335</b>	<b>621</b>	<b>2.956</b>

VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>	<b>11.795</b>
<b>Durata incentivi</b>		<b>1</b>
<b>Incentivo annuo</b>		<b>11.795</b>

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:

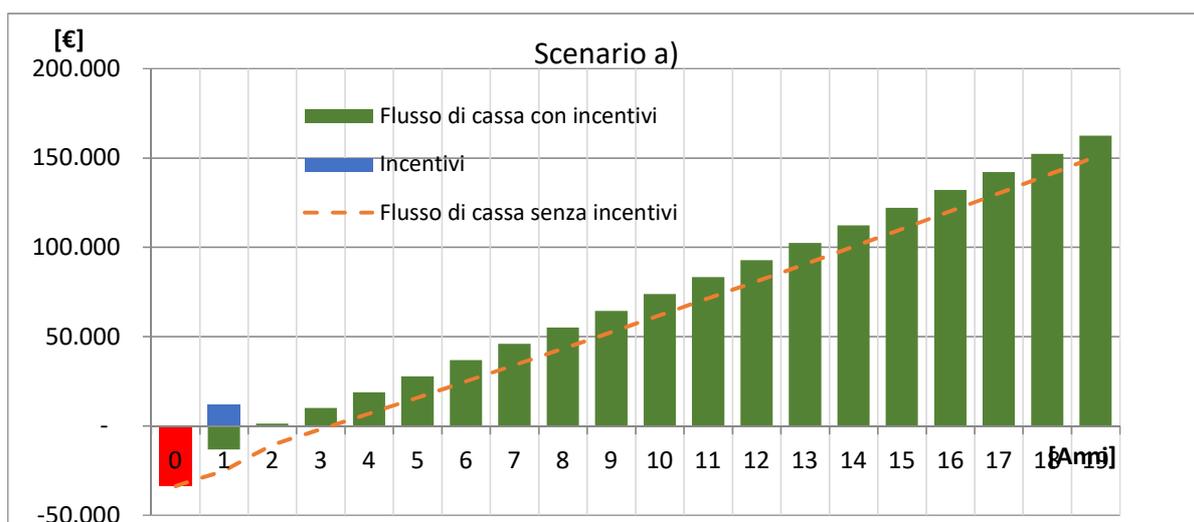
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I <sub>0</sub>	€	32.718
Oneri Finanziari %I <sub>0</sub>	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3
Vita utile	n	anni	20
Incentivo annuo	B	€/anno	11.795
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	3,3	1,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	3,7	2,5
Valore attuale netto	VAN	83.575	94.808
Tasso interno di rendimento	TIR	29,2%	39,5%
Indice di profitto	IP	2,55	2,90

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

ANNO	I <sub>0</sub>	INCENTIVI	FLUSSO DI CASSA SENZA INCENTIVI	FLUSSO DI CASSA CON INCENTIVI
0	32.718		-33.700	-33.700
1	-	11.795	-25.122	-13.327
2	-	-	-10.558	1.237
3	-	-	-1.808	9.987
4	-	-	7.030	18.825
5	-	-	15.957	27.752
6	-	-	24.972	36.767
7	-	-	34.078	45.873
8	-	-	43.275	55.070
9	-	-	52.563	64.358
10	-	-	61.945	73.740
11	-	-	71.420	83.215
12	-	-	80.990	92.785
13	-	-	90.656	102.451
14	-	-	100.419	112.214
15	-	-	110.279	122.074
16	-	-	120.238	132.033
17	-	-	130.296	142.091
18	-	-	140.455	152.250
19	-	-	150.715	162.510



### 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. Ciò è stato possibile grazie ad un forte risparmio generato dall'azione congiunta di numerose misure che, applicando anche un maggiorato incentivo per la trasformazione in NZEB, ha permesso di raggiungere ottime prestazioni sia lato involucro che impiantistico. L'orizzonte temporale per cui si è realizzata tale analisi è di 20 anni. Le misure coinvolte in questo scenario sono:

EEM 1: Cappotto Termico su pareti perimetrali esterne

EEM 2: Coibentazione della copertura

EEM 3: Sostituzione infissi

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

EEM 6: Sistemi di Building Automation (in tabella abbreviato con BACS)

EEM 8: Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC

EEM 9: 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]	53.974	-	<b>100,0%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	98.287	44.702	<b>54,5%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	56.548	-	<b>100,0%</b>
$EE_{Baseline}$	[kWh]	101.042	45.955	<b>54,5%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	11.423	-	<b>100,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	47.187	21.461	<b>54,5%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>58.609</b>	<b>21.461</b>	<b>63,4%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	4.396	-	100,0%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	20.208	9.191	54,5%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>24.604</b>	<b>9.191</b>	<b>62,6%</b>
$C_{MO\_I}$	[€]	4.670	1.868	60,0%
$C_{MO\_E}$	[€]	1.442	1.197	17,0%
$C_{MS\_I}$	[€]	1.242	497	60,0%
$C_{MS\_E}$	[€]	2.590	2.150	17,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	9.944	5.711	42,6%
OPEX	[€]	34.548	14.902	56,9%
Classe energetica	[-]	C	A4	5 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) [€]
EEM1 Cappotto termico	136.987	30.137	167.124
EEM2 Coib. Copertura	50.746	11.164	61.910
EEM3 Sost. Infissi	49.326	10.852	60.178
EEM5 Sost. Lampade LED	16.710	3.676	20.387
EEM6 Sistemi BACS	25.000	5.500	30.500
EEM8 Install. PdC	59.209	13.026	72.235
EEM9 Install. FV	54.305	11.947	66.252
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>392.283</b>	<b>86.302</b>	<b>478.586</b>

VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA) [€]
O&M	3.532	2.770	6.303
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>3.532</b>	<b>2.770</b>	<b>6.303</b>

VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Incentivi	[Conto termico]	311.082
Durata incentivi		5
Incentivo annuo		62.216

Nota: Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 65% per "Trasformazione degli edifici esistenti in "edifici a energia quasi zero NZEB" – zona climatica C".

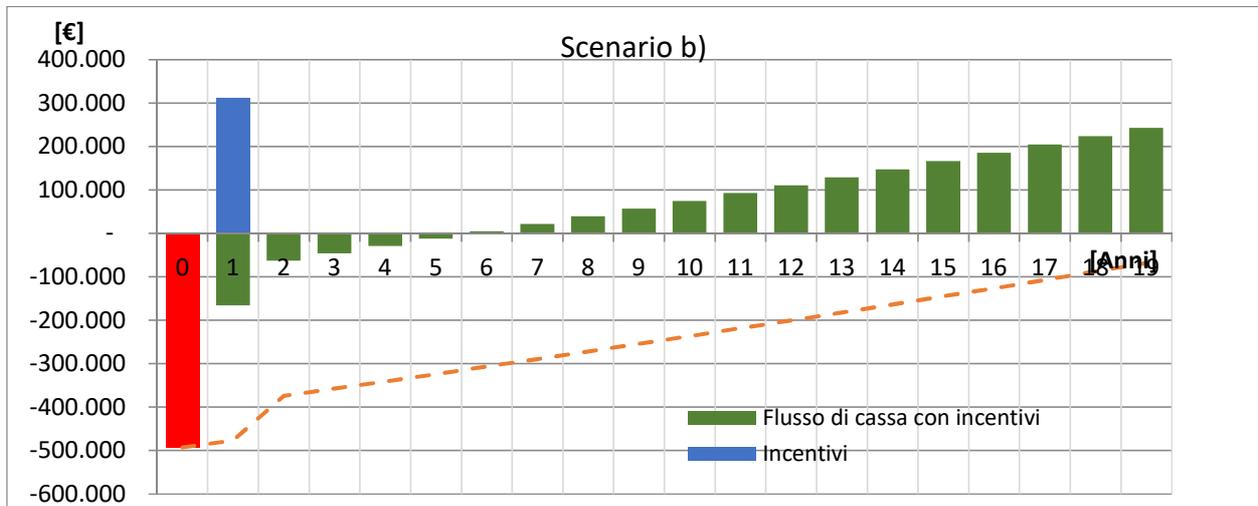
L'analisi di convenienza effettuata per lo **Scenario b)** porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I <sub>0</sub>	€	478.587
Oneri Finanziari %I <sub>0</sub>	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3
Vita utile	n	anni	20
Incentivo annuo	B	€/anno	311.082
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	23,2	5,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	33,9	9,0

Valore attuale netto	<b>VAN</b>	-202.453	93.815
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	-1,7%	10,5%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,42	0,20

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

<b>ANNO</b>	<b>I<sub>0</sub></b>	<b>INCENTIVI</b>	<b>FLUSSO DI CASSA SENZA INCENTIVI</b>	<b>FLUSSO DI CASSA CON INCENTIVI</b>
<b>0</b>	-478.587	-	-492.945	-492.945
<b>1</b>	-	311.082	-476.680	-165.599
<b>2</b>	-	-	-373.951	-62.869
<b>3</b>	-	-	-357.360	-46.278
<b>4</b>	-	-	-340.602	-29.521
<b>5</b>	-	-	-323.678	-12.596
<b>6</b>	-	-	-306.584	4.498
<b>7</b>	-	-	-289.319	21.763
<b>8</b>	-	-	-271.881	39.200
<b>9</b>	-	-	-254.269	56.812
<b>10</b>	-	-	-236.481	74.600
<b>11</b>	-	-	-218.515	92.566
<b>12</b>	-	-	-200.370	110.712
<b>13</b>	-	-	-182.043	129.039
<b>14</b>	-	-	-163.532	147.549
<b>15</b>	-	-	-144.837	166.245
<b>16</b>	-	-	-125.955	185.127
<b>17</b>	-	-	-106.883	204.198
<b>18</b>	-	-	-87.622	223.460
<b>19</b>	-	-	-68.167	242.915



## 10 CONCLUSIONI

Dai risultati della diagnosi energetica emerge che l'edificio che ospita il comando della Polizia Municipale sito in via de Giaxa, 5 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" e nel caso specifico del Comune di Napoli dalle risorse messe a disposizione dal PON METRO. Sono stati inoltre simulati alcuni scenari su medio lungo periodo prevedendo interventi aggregati i cui costi/benefici potrebbero essere appetibili oltre che per la pubblica amministrazione anche per un intervento che vede il coinvolgimento di investitori privati.

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
<b>Globale</b>	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	158	188	146	170	104	183
<b>Climatizzazione invernale</b>	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	74	83	83	92	18	46
<b>Produzione di acqua calda sanitaria</b>	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	5	6	5	6	3	5
<b>Ventilazione</b>	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	-	-	-	-	-	-
<b>Raffrescamento</b>	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	30	37	30	37	17	28
<b>Illuminazione artificiale</b>	EP <sub>l</sub>	kWh/mq anno	49	61	28	35	28	35
<b>Trasporto di persone e cose</b>	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	-	-	-	-	-	-
<b>Emissioni equivalenti di CO2</b>	CO <sub>2e</sub> <sub>q</sub>	kg/mq anno	30,8	34,9	28,5	31,7	20	24,5

## 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: Cappotto Termico su pareti perimetrali esterne
- EEM 2: Coibentazione della copertura
- EEM 4: Sostituzione infissi
- EEM 5: Utilizzo di pellicole solari
- EEM 6: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED
- EEM 7: Sistemi di Building Automation

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

- EEM 8: Efficientamento generatore di calore – installazione caldaia a condensazione

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

- EEM 9: Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC
- EEM 10: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV

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

Interventi previsti nello **Scenario a)**:

- EEM 6: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED (in tabella abbreviato con LED)
- EEM 8: Efficientamento generatore di calore (in tabella abbreviato con Caldaia)

Interventi previsti nello **Scenario b)**:

- EEM 1: Cappotto Termico su pareti perimetrali esterne (in tabella abbreviato con Cap)
- EEM 2: Coibentazione della copertura (in tabella abbreviato con Cop)
- EEM 4: Sostituzione infissi (in tabella abbreviato con Inf)
- EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED (in tabella abbreviato con LED)
- EEM 7: Sistemi di Building Automation (in tabella abbreviato con BACS)
- EEM 9: Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC (in tabella abbreviato con PdC)
- EEM 10: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV (in tabella abbreviato con FV)

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

	% $\Delta E$	% $\Delta CO_2$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	Vita utile	TRS	TRA	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
Cap	4,5	4,8	1.097	879	1.579	66.849	30	22,9	36,7	-31.391	1,6	-0,19
Ter	1	1,1	239	245	440	61.910	30	31,1	41	-17.129	-0,5	-0,28
Copv	1	1,1	255	122	440	79.240	30	35,7	44,9	-27.031	-2,4	-0,34
Inf	3,3	3,6	823	72	129	60.178	30	27,9	39,5	-14.891	0,3	-0,25
Pel	-1,8	-2	-454	72	129	11.400	30	100	81,9	-22.399	Nd	-0,65
LED	7,5	7,4	1.846	467	124	20.387	8	4,7	5,8	2.111	9	0,1
BACS	9,9	10,2	2.444	0	0	30.500	10	6,8	9	118	5,1	0
Caldaia	5,5	5	1.342	2.335	620	12.331	15	0,7	0,8	39.846	81,9	3,23
PdC	18,5	20,1	4.549	2.335	620	72.235	15	7,6	9,9	15.782	9,1	0,22
FV	43,6	42,7	10.716	0	0	66.253	20	6,3	7,8	58.347	14,6	0,88
SCN a	11,3	10,8	2.782	1.442	744	32.718	20	1,9	2,5	94.804	39,5	2,9
SCN b	62,6	63,4	15.413	245	744	478.587	20	5,9	9,0	93.815	10,5	0,20

### 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 CO<sub>2</sub> 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.