

**PROGETTO**

## **DIAGNOSI ENERGETICA**

### **2.3 “SEDE MUNICIPALITA’ 8” - COMUNE DI NAPOLI**

#### **Via del Plebiscito a Piscinola 38**

**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>	19
2.3 <i>Verifica dei vincoli interferenti sulle parti di immobile interessate dall'intervento. ....</i>	19
2.4 <i>Modalità di gestione e manutenzione di edifici ed impianto .....</i>	20
<b>3 DATI CLIMATICI .....</b>	<b>22</b>
3.1 <i>Dati climatici di riferimento.....</i>	22
3.2 <i>Dati climatici reali.....</i>	22
3.3 <i>Analisi dell'andamento dei dati climatici e profili annuali dei gradi giorno ..</i>	24
<b>4 AUDIT DELL'EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI.....</b>	<b>25</b>
4.1 <i>Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio .....</i>	25
4.2 <i>Descrizione delle prestazioni energetiche dell'impianto di riscaldamento/climatizzazione invernale .....</i>	51
4.3 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto produzione acqua calda sanitaria .....</i>	57
4.4 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva .....</i>	58
4.5 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto elettrico e principali utenze elettriche .....</i>	60
4.6 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto illuminazione.....</i>	61
<b>5 CONSUMI RILEVATI.....</b>	<b>66</b>
5.1 <i>Consumi energetici storici per ciascun vettore e connessione alle reti gas naturale ed elettrica.....</i>	66
5.2 <i>Indicatori di performance energetica ed ambientale .....</i>	73
<b>6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO .....</b>	<b>76</b>

6.1	<i>Metodologia di calcolo adottata e validazione dei modelli di calcolo</i> .....	76
6.2	<i>Fabbisogni energetici e profili annuali</i> .....	79
6.3	<i>Profili mensili di consumo energetico</i> .....	79
<b>7</b>	<b>ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO</b> .....	<b>81</b>
7.1	<i>Tariffe e prezzi vettori energetici utilizzati nell'analisi</i> .....	81
7.2	<i>Costi relativi alla fornitura dei vettori energetici</i> .....	82
7.3	<i>Stima dei costi di gestione e manutenzione di edificio ed impianti</i> .....	82
7.4	<i>Baseline dei costi</i> .....	82
<b>8</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA</b> .....	<b>84</b>
8.1	<i>Elenco, descrizione, fattibilità, prestazioni e costi-benefici dei singoli interventi migliorativi</i> .....	84
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i> .....	92
8.1.1.1	<i>Coibentazione pareti esterne con controparete dall'interna</i> .....	92
8.1.1.2	<i>Coibentazione della copertura piana calpestabile</i> .....	98
8.1.1.3	<i>Sostituzione totale degli infissi con altri aventi <math>U &lt; 1,75 [W/m^2K]</math></i> .....	102
8.1.1.4	<i>Pellicole a controllo solare</i> .....	105
8.1.2	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i> .....	108
8.1.2.1	<i>Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED</i> .....	108
8.1.3	<i>Sistemi di controllo e gestione degli impianti elettrici e termici</i> .....	111
8.1.3.1	<i>Installazione sistema BACS</i> .....	111
8.1.4	<i>Impianto di generazione di calore</i> .....	114
8.1.4.1	<i>Efficientamento dell'impianto di generazione di calore</i> .....	114
8.1.5	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili</i> .....	117
8.1.5.1	<i>Installazione pompe di calore</i> .....	117
8.1.5.2	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili- fotovoltaico</i> .....	120
8.2	<i>Interventi multipli e analisi dei miglioramenti di classe energetica</i> .....	123
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA</b> .....	<b>124</b>
9.1	<i>Analisi dei costi dei singoli interventi migliorativi</i> .....	124
9.1.1	<i>Coibentazione delle pareti esterne con controparete interna</i> .....	124
9.1.2	<i>Coibentazione della copertura piana calpestabile</i> .....	127
9.1.3	<i>Sostituzione infissi con altri aventi <math>U &lt; 1,75W/m^2k</math></i> .....	129
9.1.4	<i>Pellicole a controllo solare</i> .....	131

9.1.5	<i>Installazione sistemi BACS</i> .....	133
9.1.6	<i>Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED</i> .....	134
9.1.7	<i>Efficientamento dell'impianto di generazione di calore</i> .....	137
9.1.8	<i>Installazione pompe di calore</i> .....	139
9.1.9	<i>Installazione impianto fotovoltaico da 30 kWp</i> .....	141
9.2	<i>Analisi di convenienza dei singoli interventi migliorativi</i> .....	143
9.2.1	<i>Coibentazione pareti esterne con controparete interna</i> .....	145
9.2.2	<i>Coibentazione della copertura piana</i> .....	146
9.2.3	<i>Sostituzione totale degli infissi con altri aventi <math>U &lt; 1,75</math> [W/m<sup>2</sup>K]</i> .....	147
9.2.4	<i>Applicazione di sistemi di schermatura solare</i> .....	148
9.2.5	<i>Installazione sistema BACS</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>Efficientamento impianto di generazione del calore</i> .....	151
9.2.8	<i>Impianto di generazioni da fonti rinnovabili: installazione pompe di calore</i> 152	
9.2.9	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili: installazione impianto FV</i> ....	153
9.3	<i>Identificazione delle soluzioni integrate d'intervento e scenari d'investimento</i> .....	154
9.3.1	<i>Scenario a)</i> .....	155
9.3.2	<i>Scenario b)</i> .....	159
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>163</b>
10.1	<i>Riassunto degli indici di performance energetica</i> .....	163
10.2	<i>Riassunto degli scenari di investimento e dei principali risultati</i> .....	164
10.3	<i>Conclusioni e commenti</i> .....	166

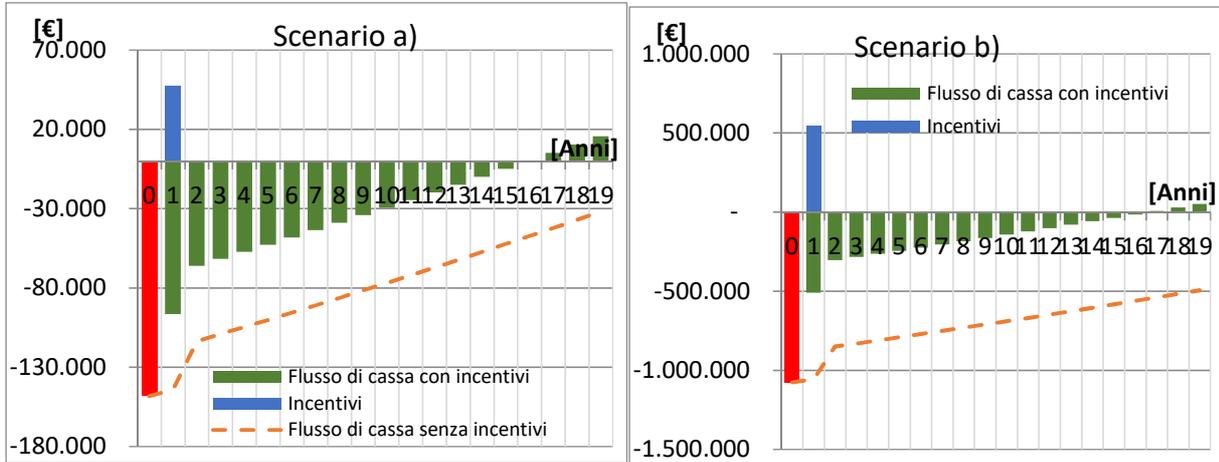
## EXECUTIVE SUMMARY

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

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

	% $\Delta E$	% $\Delta_{CO_2}$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	Vita utile	TRS	TRA	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
Cap	11,8	12,6	3.312	925	1.661	333.446	30	27	39	-79.380	0,5	-0,24
Cop	3,6	3,8	1.014	580	1.042	127.037	30	23,7	37	-24.788	1,5	-0,20
Inf	19,6	20,8	5.489	581	1.043	192.326	30	13,9	26	6.099	5,5	0,03
Pel	-4,2	-5,1	-1.169	290	521	111.650	30	85,7	82,5	-73.158	nd	-0,66
LED	9,1	8,7	2.551	0	0	80.829	8	9,4	10,4	-19.294	-6,5	-0,24
BACS	14,3	14,6	3.993	0	0	45.140	10	6	8	2.462	6,8	0,05
Caldaia	3,4	3,6	949	5.914	1.572	63.116	15	5,6	6,9	32.806	14,3	0,52
PdC	37,9	40,8	10.604	5.914	1.572	187.756	15	9	12,7	12.849	6,2	0,07
FV	23,9	22,8	6.677	0	0	100.717	20	14,5	23,4	-15.138	2,9	-0,15
SCN a	13,1	12,9	3.678	5.914	1.572	143.945	20	16,0	23,7	22.950	1,7	-0,16
SCN b	76	77,1	21.260	5.914	1.043	1.043.974	20	12,9	21,1	-48.319	3,4	-0,05

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 Municipalità 8 sito in Via del Plebiscito a Piscinola 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 NO/SE con la facciata principale rivolta a Sud Ovest

L'edificio si eleva in altezza per quattro piani fuori terra tutti riscaldati.

Il fabbricato attualmente ospita nei primi due piani fuori terra oltre che per metà del terzo la sede della Municipalità 8 del Comune di Napoli questi piani sono interamente occupati da uffici, nel primo piano fuori terra la manica esposta a Nord Ovest ospita alcuni uffici della ASL mentre il quarto piano fuori terra e circa metà del terzo (manica esposta a SE e circa metà della manica principale) è occupato dall'istituto secondario superiore I.P.S.C.T. Vittorio Veneto, è inoltre presente un livello seminterrato non riscaldato che occupa l'intera superficie dell'edificio. Gli ambienti dei quattro piani fuori terra sono interamente riscaldati. La struttura portante è costituita da pareti in tufo dello spessore di circa 96 cm al primo piano fuori terra, tale spessore tende a rastremarsi su ogni piano fino a raggiungere lo spessore di 43 cm al quarto piano fuori terra. Le pareti esterne sono intonacate in entrambi i lati mentre i solai paiono essere 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 in un locale interrato dell'edificio. Tale centrale è costituita da un'unica caldaia tradizionale alimentata a metano con potenza nominale al focolare pari a 639 kW, installata nel 2010 ed asservita alla climatizzazione invernale dell'edificio.

In alcuni locali della struttura sono inoltre presenti alcune unità split con e senza inverter utilizzate per il raffrescamento ed, eventuale, riscaldamento dei locali stessi.

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 un quartiere periferico della Città di Napoli caratterizzato da importanti infrastrutture verso Nord Est (ferrovia, stazione, strade ad alta percorrenza) e da un tessuto di edifici storici verso NO/SO oltre che da una successiva urbanizzazione di più recente edificazione verso Sud Est.

Il contesto urbanistico è caratterizzato dalla presenza di numerosi edifici residenziali e luoghi pubblici come piazze. Si riporta nell'immagine sottostante una foto aerea dell'edificio in oggetto (indicato in rosso).

IMMAGINE AEREA DEL'EDIFICIO IN OGGETTO E DEL CONTESTO URBANISTICO



### 1.3 Metodologia di lavoro

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

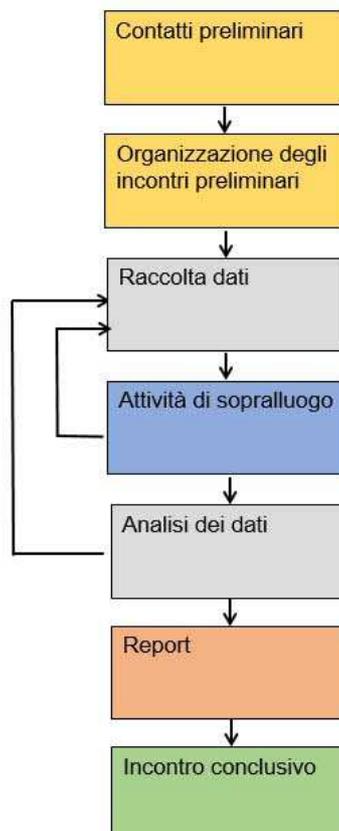
La modellizzazione è stata effettuata attraverso il software EDILCLIMA EC700 secondo le norme di calcolo UNI/TS 11300-1, UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4.

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

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

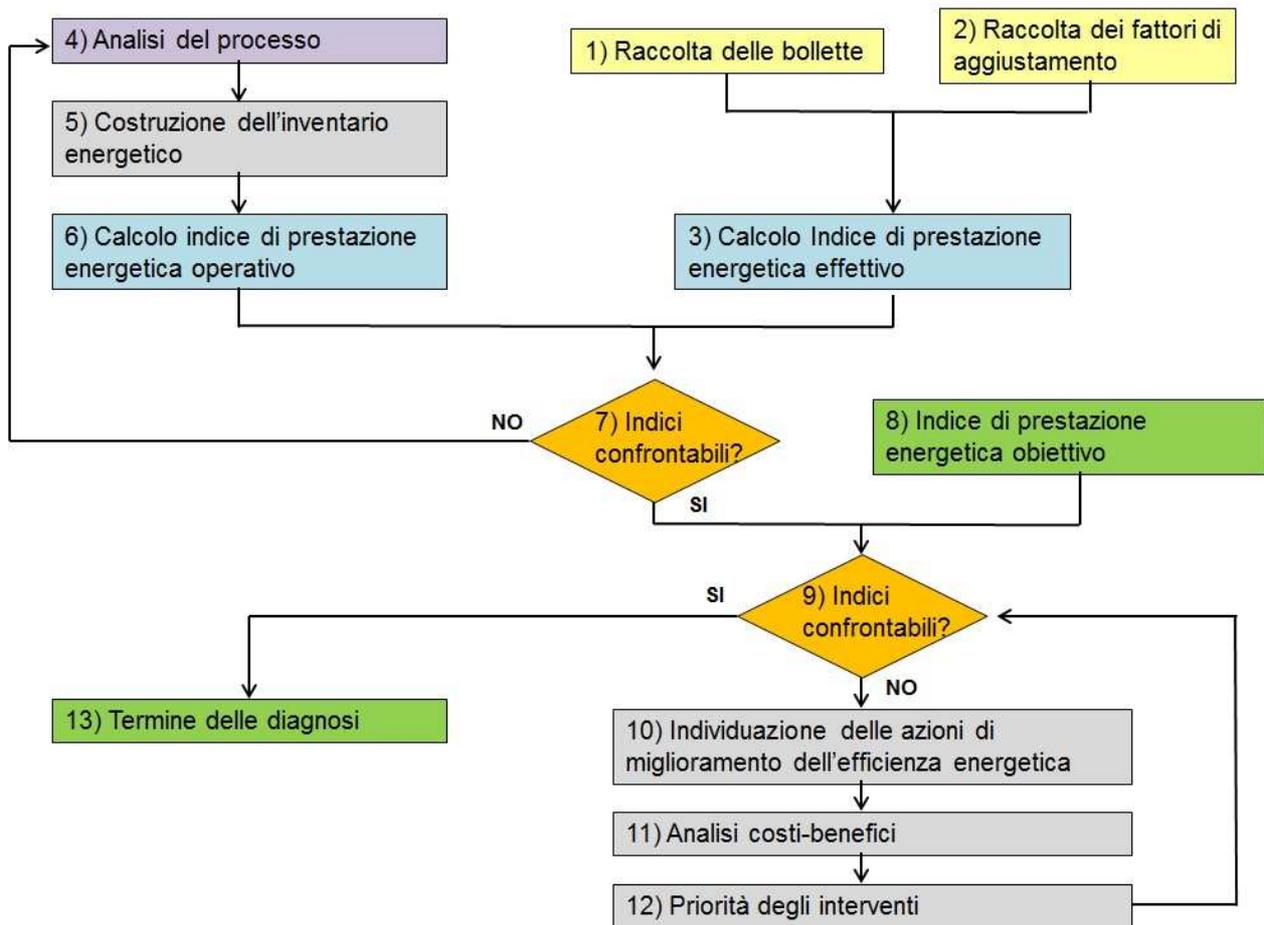
UNI EN ISO 13789	Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 13790	Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
UNI EN ISO 14683	Ponti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

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



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

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



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

## PROCEDURA DI DETTAGLIO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

### Fasi di lavoro, rilievo ed indagine

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

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

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

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

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

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

#### **4) Attività di sopralluogo:**

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

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

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

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

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

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

Consegna del rapporto di diagnosi, presentazione dei risultati ottenuti.

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

STRUMENTAZIONE ANALISI NON INVASIVA	DESCRIZIONE
 <p data-bbox="252 654 705 685">Bindella metrica/distanziometro laser</p>	<p data-bbox="817 470 1433 622">Al fine di definire i volumi riscaldati e le superfici disperdenti si procede alla misura delle dimensioni dei locali e dei serramenti avvalendosi di una bindella metrica e un distanziometro laser.</p>
 <p data-bbox="408 900 549 931">Spessivetro</p>	<p data-bbox="817 761 1433 869">Al fine di definire le caratteristiche dei vetri si procede alla misura dello spessore avvalendosi di uno spessivetro.</p>
 <p data-bbox="351 1232 606 1263">Macchina fotografica</p>	<p data-bbox="817 1003 1433 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.



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 – elabora 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	"Sede Municipalità 8"
Indirizzo	Via del Plebiscito a Piscinola 38
Destinazione d'uso	E.2- edifici adibiti ad uffici ed assimilabili (principale)
Contesto urbano	Periferico
Anno di costruzione	1930 (*) <i>data indicativa</i>
Descrizione generale	<p>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 NO/SE con la facciata principale rivolta a Sud Ovest</p> <p>L'edificio si eleva in altezza per quattro piani fuori terra tutti riscaldati.</p> <p>Il fabbricato attualmente ospita nei primo due piani fuori terra oltre che per metà del terzo la sede della Municipalità 8 del Comune di Napoli questi piani sono interamente occupato da uffici, nel primo piano fuori terra la manica esposta a Nord Ovest ospita alcuni uffici della ASL mentre il quarto piano fuori terra e circa metà del terzo (manica esposta a SE e circa metà della manica principale) è occupato dall'istituto secondario superiore I.P.S.C.T. Vittorio Veneto, è inoltre presente un livello seminterrato non riscaldato che occupa l'intera superficie dell'edificio. Gli ambienti dei quattro piani fuori terra sono interamente riscaldati. La struttura portante è costituita da pareti in tufo dello spessore di circa 96 cm al primo piano fuori terra, tale spessore tende a rastremarsi su ogni piano fino a raggiungere lo spessore di 43 cm al quarto piano fuori terra. Le pareti esterne sono intonacate in entrambi i lati mentre i solai paiono essere 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 in un locale interrato dell'edificio. Tale centrale è costituita da un'unica</p>

caldaia tradizionale alimentata a metano con potenza nominale al focolare pari a 639 kW, installata nel 2010 ed asservita alla climatizzazione invernale dell'edificio.

In alcuni locali della struttura sono inoltre presenti alcune unità split con e senza inverter utilizzate per il raffrescamento ed, eventuale, riscaldamento dei locali stessi.

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 SO



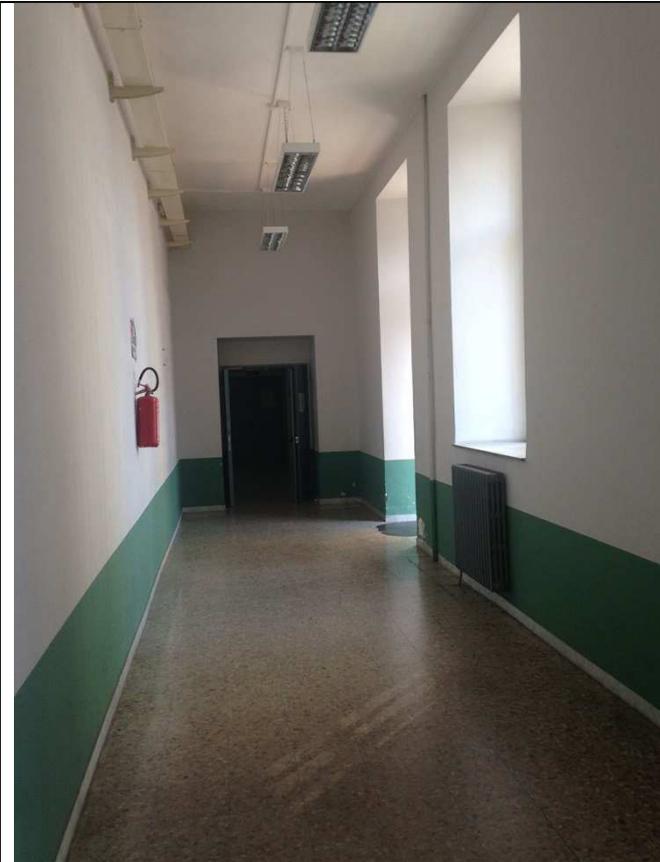
Retro della manica principale – prospetto NE



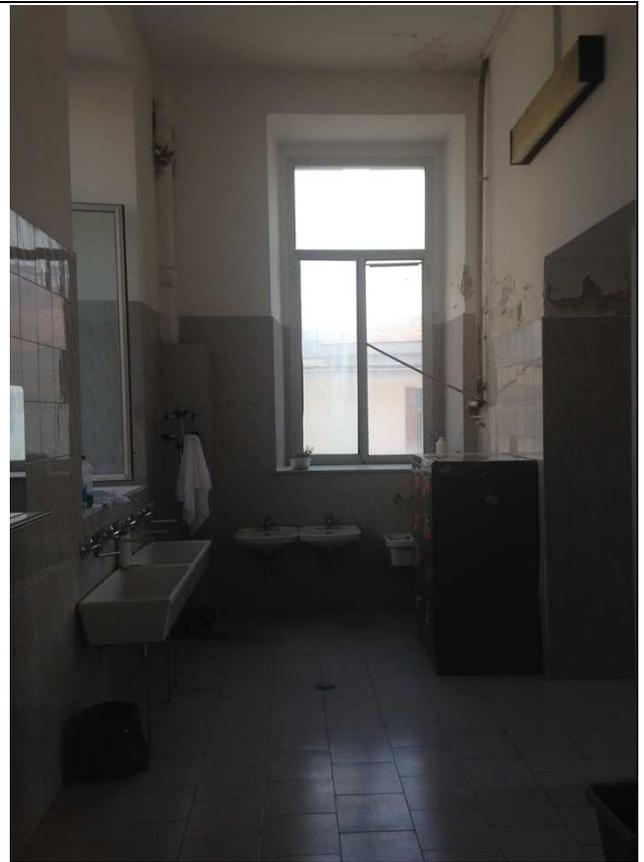
Retro manica laterale – prospetto SE



Retro manica laterale – prospetto NO



**Corridoio tipo**



**WC**



**Sala conferenze**



**Ufficio tipo**

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°53'35.88" N
Longitudine	14.°14'16.32"E
Foto aerea	



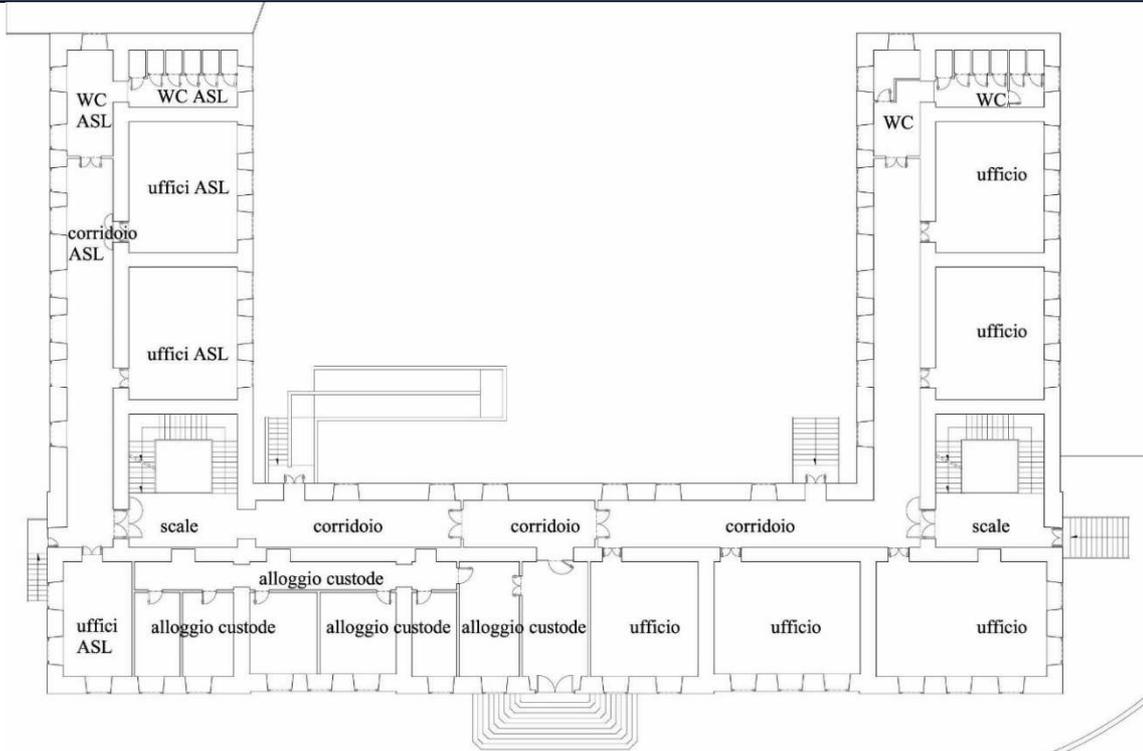
In rosso l'edificio comando polizia municipale

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> ]
4	3.381,89	7.484,87	26.607,08	0.28

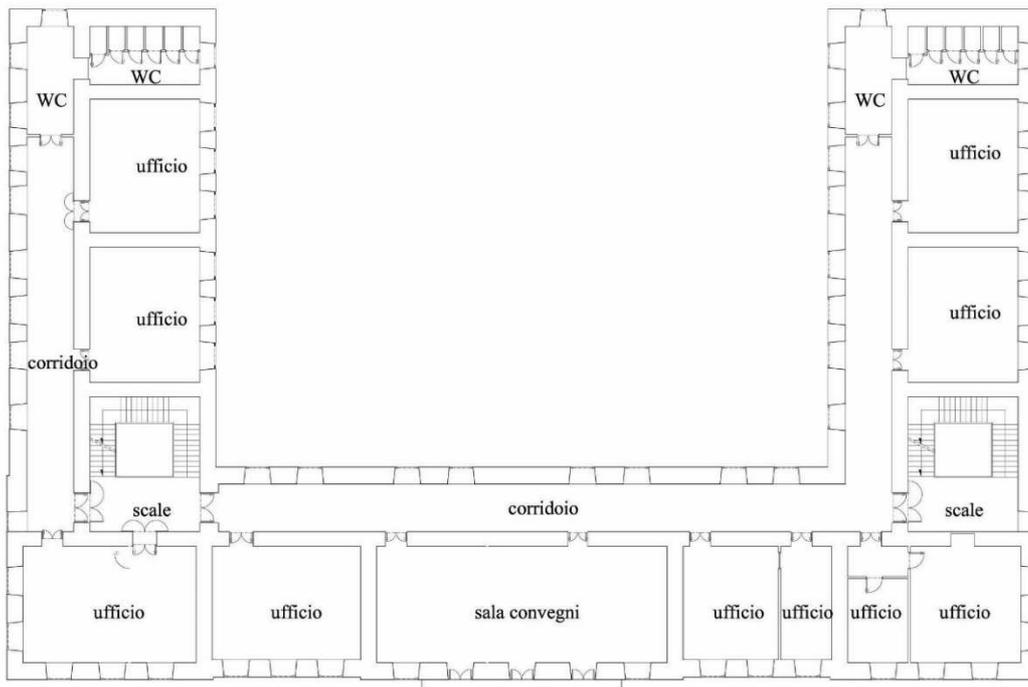


**ELABORATI GRAFICI DELL'EDIFICIO**

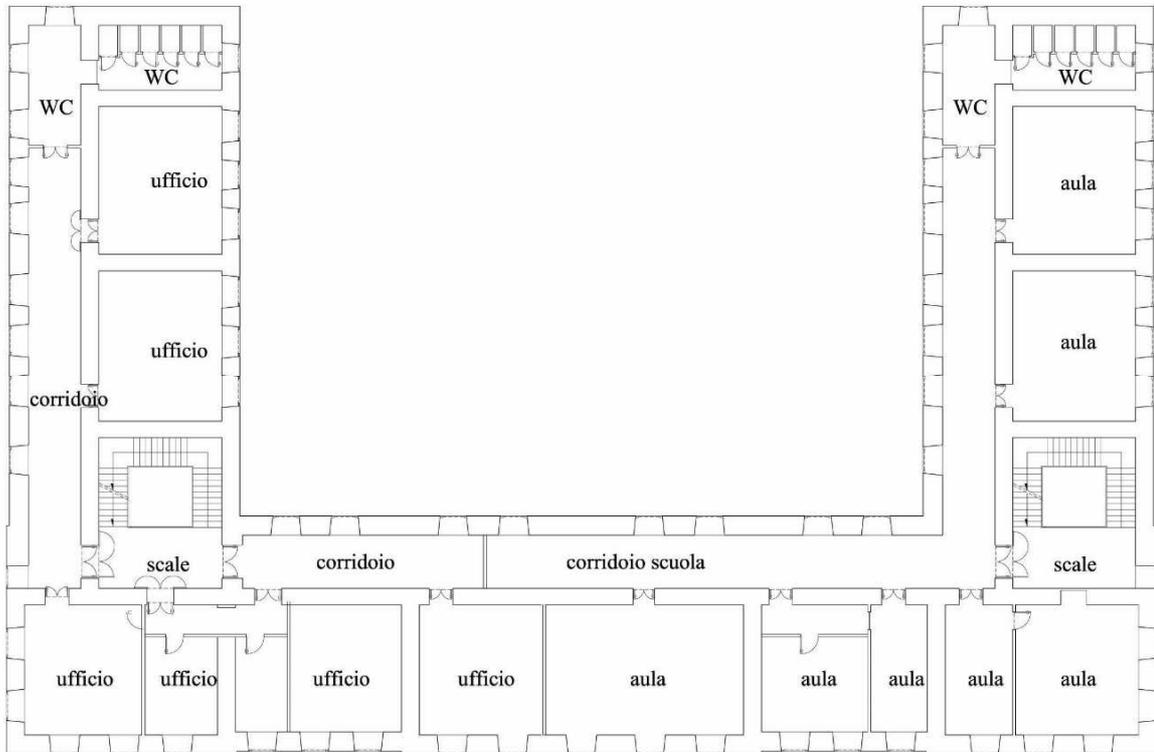
**PIANO TERRENO**



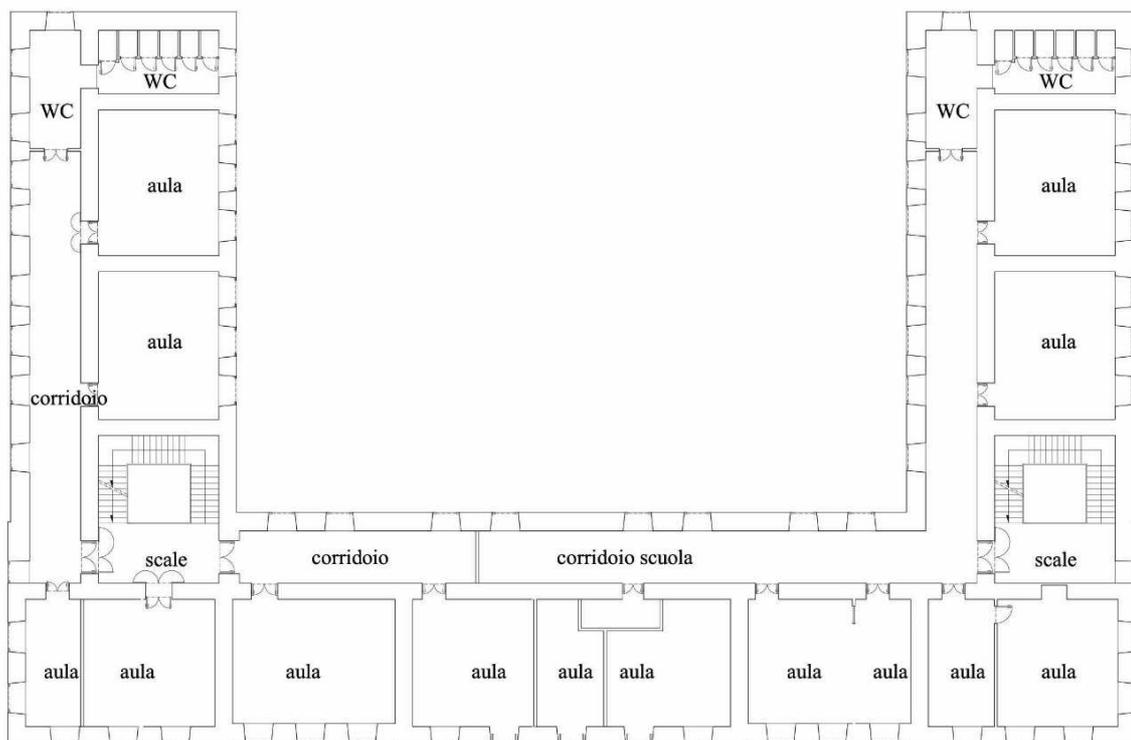
**PIANO PRIMO**



**PIANO SECONDO**



**PIANO TERZO**



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

L'edificio ospita gli uffici della Municipalità 8 del Comune di Napoli. Ai sensi del DPR 412/93, ricade per la maggior parte nella destinazione d'uso E.2 - Edifici adibiti ad uffici ed assimilabili, si segnala che circa metà del 3 piano fuori terra e l'intero 3 piano fuori terra sono occupati da un istituto scolastico. 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 della Municipalità 8 del Comune di Napoli.

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

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

### La Particella 27 del Foglio 15

- Rientra, per il 77% come risulta dalla tavola della zonizzazione, nella **zona A – insediamenti di interesse storico** disciplinata dagli art. 26 delle norme di attuazione della variante per il centro storico, la zona orientale e la zona nord-occidentale.
- Rientra per il 23% come risulta dalla tavola per la 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 classificata come risulta dalla tavola 7 – Classificazione Tipologica per il 25% come **Unità edilizia speciale otto-novecentesca originaria o di ristrutturazione a struttura modulare – art. 111**
- 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 stabile**
- **Non rientra nel perimetro delle zone vincolate dal Dlgs n.42/2004** parte terza, né nei perimetri dei piani territoriali paesistici “Agnano Camaldoli” (DM 06.11.1995) e “Posillipo” (DM 14.12.1995), né nella perimetrazione del Parco Regionale dei Campi Flegrei (Dpgrc n. 782 del 13.11.2003), né nella perimetrazione del Parco Regionale Metropolitano delle Colline di Napoli (Dpgrc n. 392 del 14.07.2004). Non sono indicati i decreti emessi ai sensi della legge n. 778/1922.
- Risulta classificata nel SIRET – sistema di registrazione eventi – per il 76% - T39 (T39 Piazza Tarufi e viabilità locale di accesso alla stazione Piscinola/Scampia). Stato attuale approvato pubblico.

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

Si sottolinea che essendo l'edificio classificato all'interno della delle Norme di attuazione della Variante al Piano Regolatore Generale del Comune di Napoli come **Unità edilizia speciale otto-novecentesca originaria o di ristrutturazione a struttura modulare** è soggetto ad alcune **restrizioni nelle possibili trasformazioni fisiche, le quali sono indicate all'art. 110 e 111 della parte II del P.R.G.**

In particolare la norma rende possibili :

art. 110 comma 4 – “interventi di restauro e valorizzazione degli aspetti e degli elementi architettonici caratterizzanti nonché il ripristino degli elementi alterati...” In particolare al punto c si consente “il restauro o il ripristino dei fronti esterni e interni, essendo prescritta la conservazione delle aperture esistenti nel loro numero e nella loro forma, dimensione e posizione”

art.110 comma 5 – “il consolidamento ..... tetti e terrazze, con ripristino del manto di copertura originale e caratteristico...gli interventi di cui al presente comma non devono comportare modificazioni della posizione e delle quote degli elementi strutturali interessati”

art.110 comma 7 – “.....l'adeguamento di impianti tecnologici...”

All'interno della norma comunale si constata inoltre che non sono disciplinati e contemplati possibili interventi di efficientamento energetico dell'involucro termico.

Si precisa inoltre che l'edificio essendo stato realizzato oltre 70 anni fa è comunque soggetto ad approvazione da parte della Soprintendenza nel caso di interventi di riqualificazione edilizia

#### *2.4 Modalità di gestione e manutenzione di edifici ed impianto*

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

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

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

PERIODO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO IMPIANTO RAFFRESCAMENTO	ORARIO IMPIANTO RISCALDAMENTO
Dal 15 Novembre al 31 Marzo	Dal lunedì al venerdì	[-]	7.00-15.00
Dal 1 Aprile al 14 Novembre	Dal lunedì al venerdì	n/d (raffrescamento autonomo)	[-]
DESTINAZIONE D'USO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO DI UTILIZZO LOCALI	
Uffici ASL	Dal lunedì al venerdì	8.30-15.42	
Uffici Municipalità	Dal lunedì al giovedì	8.00-15.12	
Uffici Municipalità	Venerdì	8.00-17.12	
Scuola media superiore	Dal lunedì al venerdì	8.00-13.00	

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.

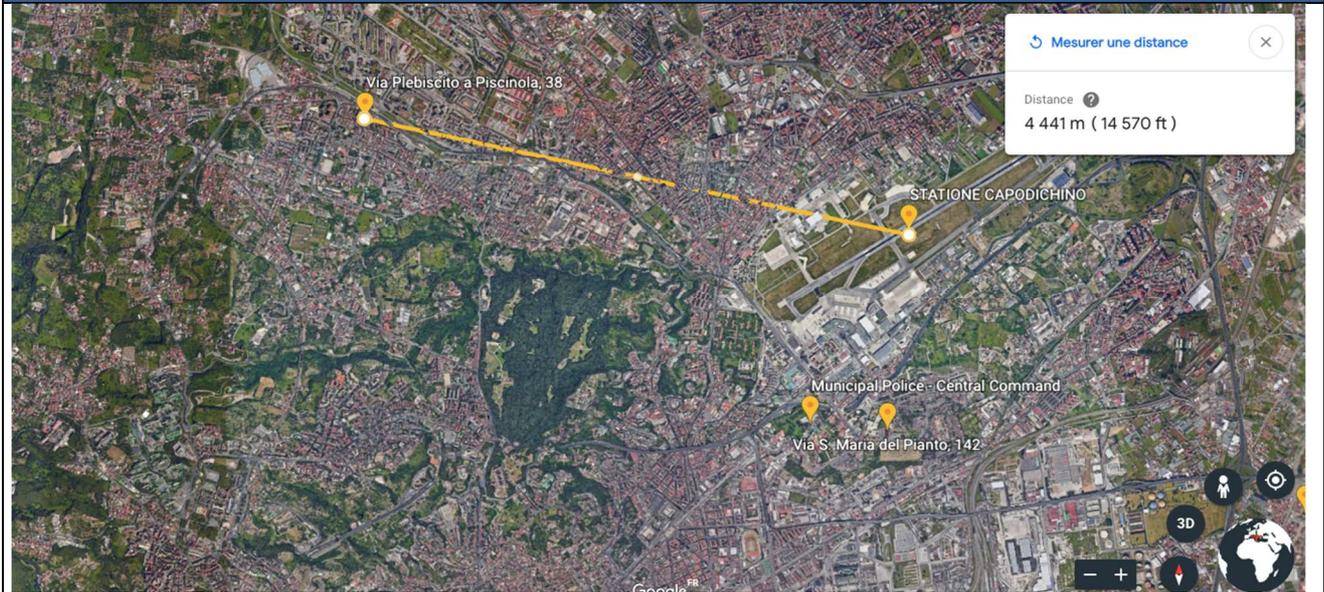
#### 3.2 Dati climatici reali

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.

**COLLOCAZIONE CETRALINA METEO CLIMATICA RISPETTO L'EDIFICIO**



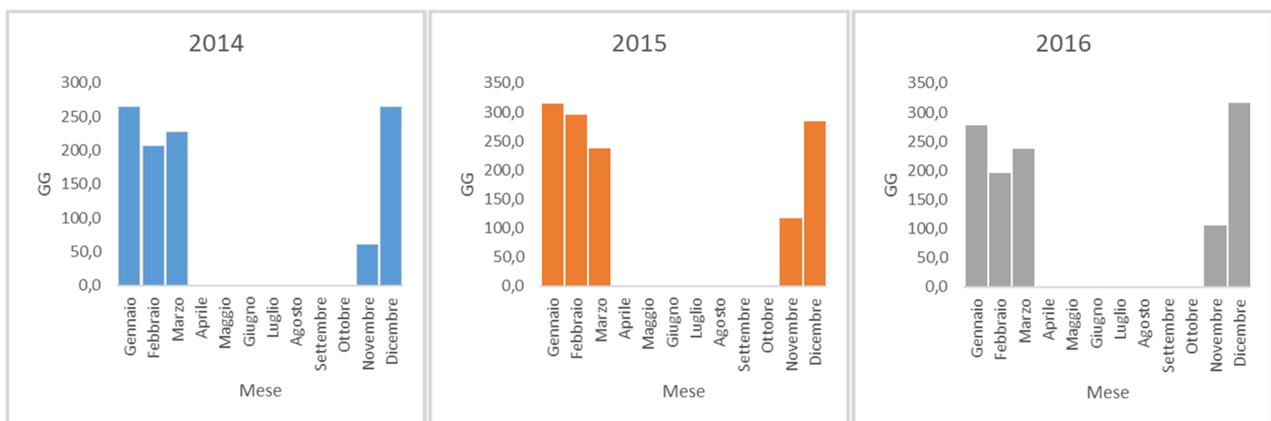
Qui in basso sono riportate le temperature medie mensili rilevate dalla centralina meteo utilizzata per il triennio di riferimento (2014, 2015, 2016). Con i colori si distinguono le due stagioni termiche di riferimento: in rosso corrisponde quella del riscaldamento mentre in blu quella del raffrescamento.

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

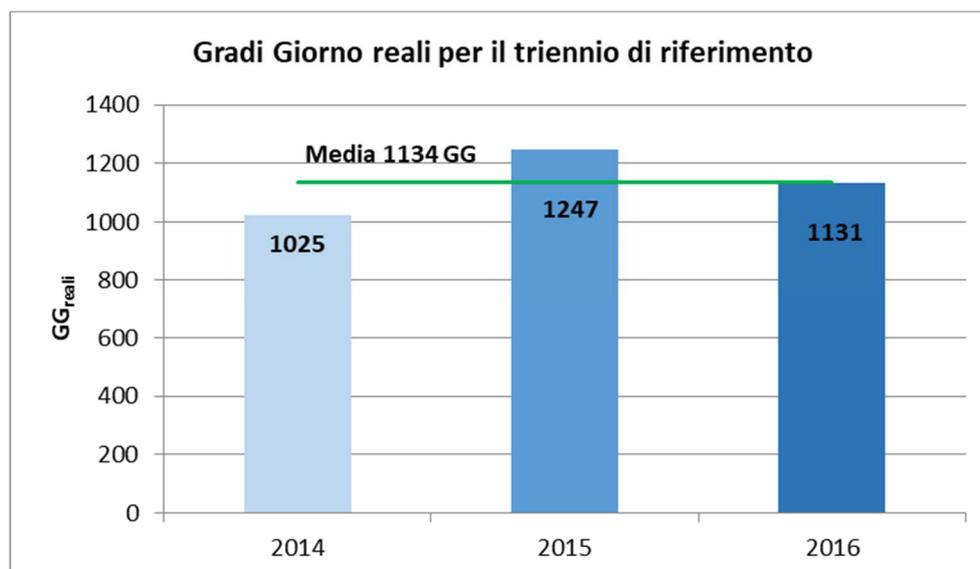
- Stagione di riscaldamento
- Stagione di raffrescamento

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

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



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



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

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

Il modello energetico dell'edificio preso in esame è stato suddiviso in n.74 locali termici distribuiti su due zone termiche, la prima relativa a tutti i locali climatizzati dell'ASL del Comune e dell'IPSCIT la seconda rappresenta i vani scala di collegamento tra i piani. 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 variabile a seconda dei piani da 96 a 43 cm. e da solai costituiti da tavole in laterizio c.a. e acciaio. Tale tipologia costruttiva è risulta piuttosto diffusa su tutto il territorio vesuviano. Il fabbricato risulta riscaldato quasi totalmente ad eccezione del 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 in un locale interrato dell'edificio. Tale centrale è costituita da un'unica caldaia tradizionale alimentata a metano con potenza nominale al focolare pari a 639 kW, installata nel 2010 ed asservita alla climatizzazione invernale dell'edificio.

In alcuni locali della struttura sono inoltre presenti alcune unità split con e senza inverter utilizzate per il raffrescamento ed, eventuale, riscaldamento dei locali stessi.

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

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

**IMMAGINI DI DETTAGLIO DELL'INVOLUCRO TERMICO**

**Pareti verticali disperdenti ed orizzontamenti esterni**



dettaglio parete esterna in tufo e serramento in alluminio e vetro singolo



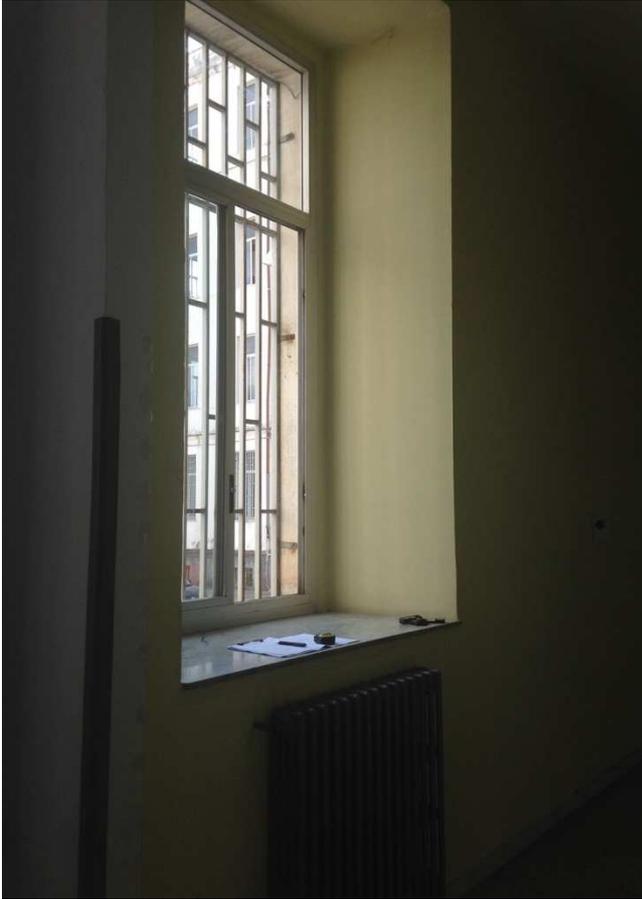
Dettaglio solaio interpiano in acciaio e cemento



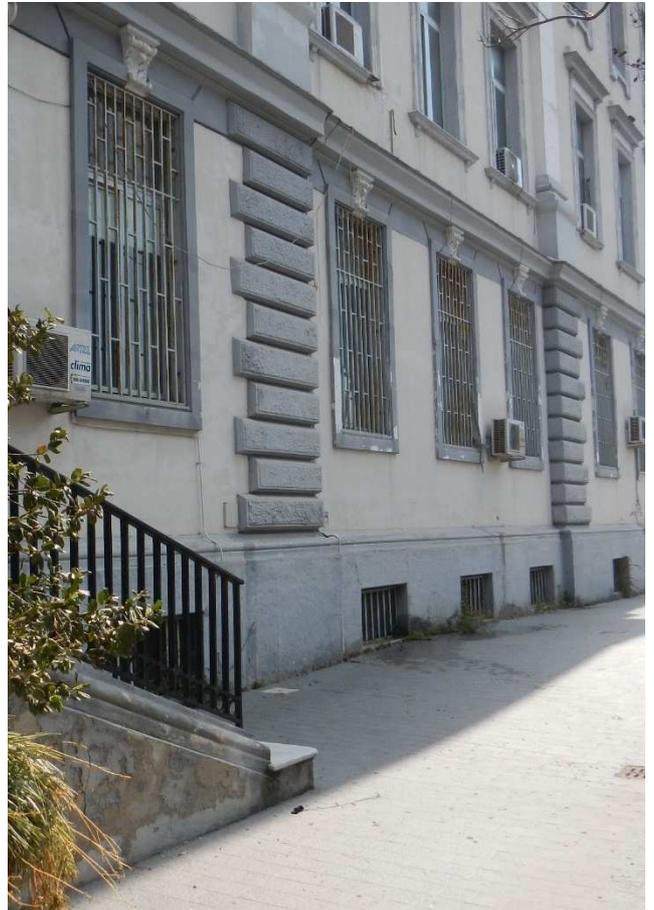
copertura impermeabilizzata con manto bituminoso



Dettaglio solaio di copertura in latero cemento



**Dettaglio finestra esterna in alluminio e vetro singolo**



**Dettaglio parete esterna intonacata e decorata**

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

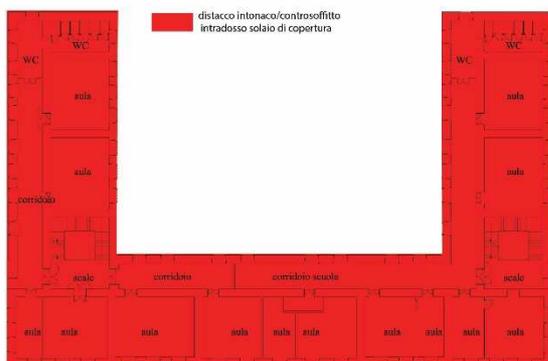
**Degrado del solaio di copertura – distacco intonaco nell'intradosso**



Immagine relativa al degrado dell'intonaco sull'intradosso del solaio di copertura



immagine relativa al degrado dell'intonaco sull'intradosso del solaio di copertura



Pianta piano quarto fuori terra, identificazioni delle aree prevalenti di degrado

**Descrizione stato di degrado:**

Si evidenzia uno stato di cattiva conservazione dell'intradosso del solaio di copertura con evidente distacco dell'intonaco in corrispondenza delle travi in acciaio. Tale fenomeno è diffuso su tutto il quarto piano fuori terra con alcuni punti in particolare nei corridoi ed in alcune aule dove risulta più accentuato.

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

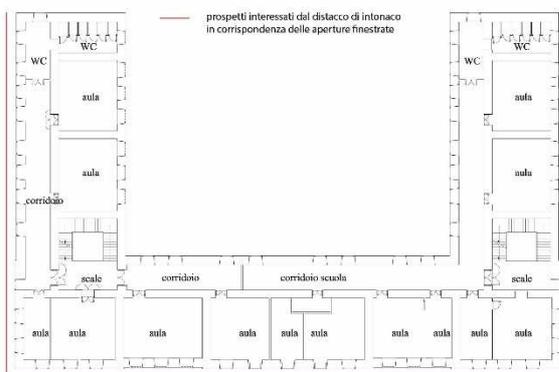
**Degrado della parete esterna – distacco intonaco in corrispondenza delle finestre**



Immagine relativa al degrado dell'intonaco esterno in corrispondenza delle finestre del quarto piano fuori terra



Immagine relativa al degrado dell'intonaco esterno in corrispondenza delle finestre del quarto piano fuori terra



Pianta piano quarto fuori terra, identificazioni delle aree prevalenti di degrado

**Descrizione stato di degrado:**

Si evidenzia uno stato di cattiva conservazione dell'intonaco interno ed esterno in corrispondenza delle finestre dell'ultimo piano fuori terra. Tale fenomeno è diffuso su tutto il quarto piano fuori terra con alcuni punti in particolare nei corridoi della manica NO dove risulta più accentuato.

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

**Degrado della finestre – vetri rotti- veneziane rotte**

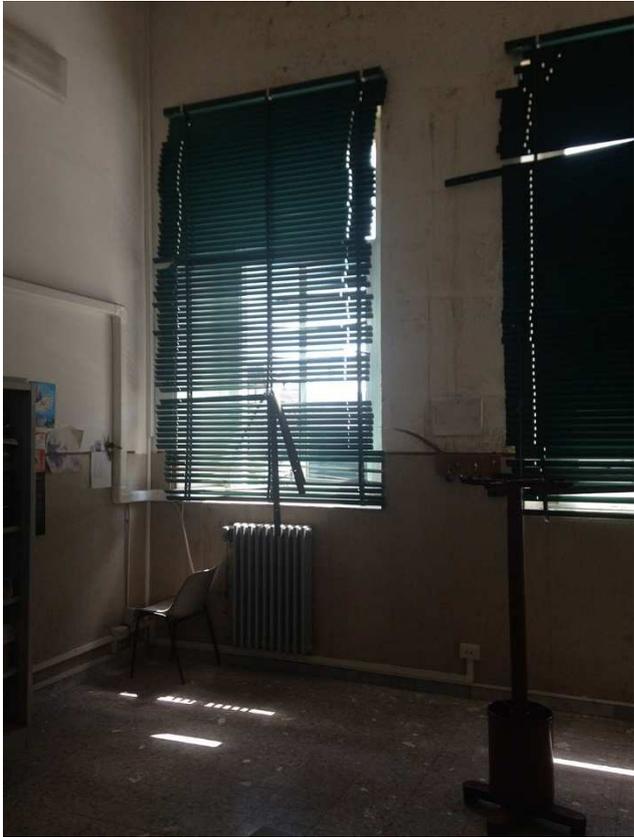


Immagine relativa al degrado dell'intonaco esterno in corrispondenza delle finestre del quarto piano fuori terra

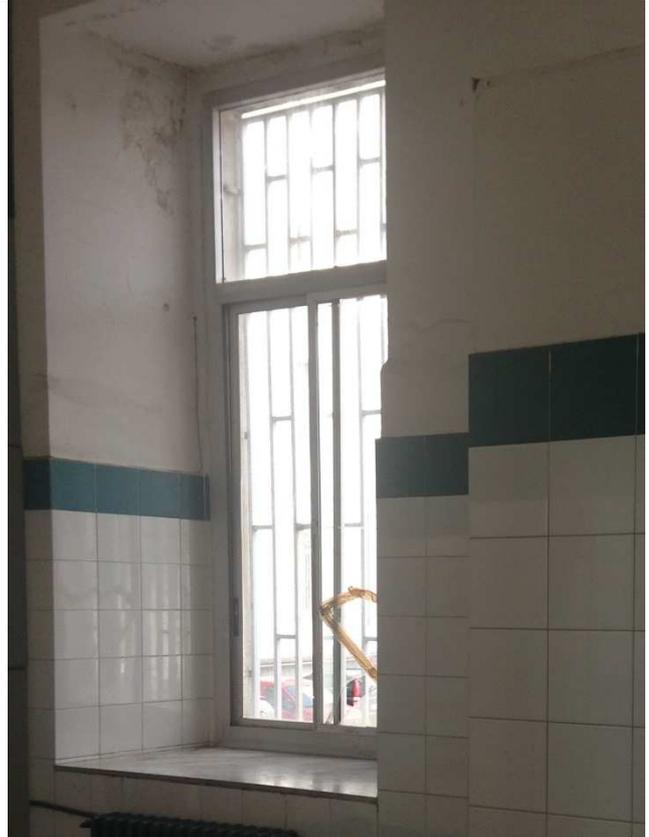
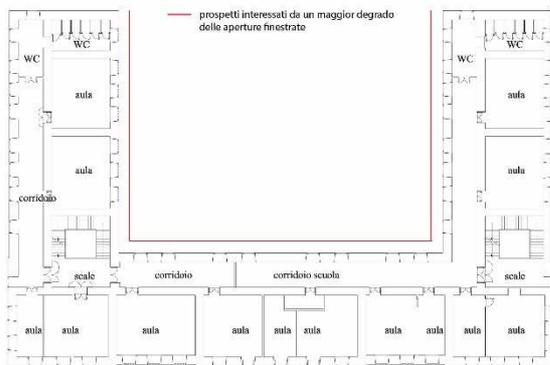


Immagine relativa al degrado dell'intonaco esterno in corrispondenza delle finestre del quarto piano fuori terra



Pianta piano tipo, identificazioni delle aree prevalenti di degrado

**Descrizione stato di degrado:**

Si evidenzia uno stato di cattiva conservazione dei componenti vetrati come ad esempio vetri rotti serramenti non a tenuta e sistemi oscuranti deteriorati. Tale fenomeno è diffuso su tutti i piani sebbene risulti più accentuato nelle finestre verso il cortile interno

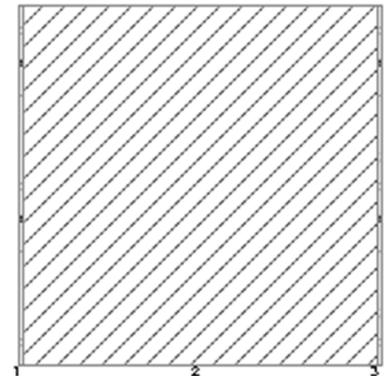
Si riportano di seguito i dettagli stratigrafici relativi alle strutture opache disperdenti dell'edificio

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

**Descrizione della struttura: Via Del Plebiscito Rialzato**

**Codice: M1**

Trasmittanza termica	<b>0,592</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>960</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,021</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1442</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1410</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,001</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,002</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,4</b>	h



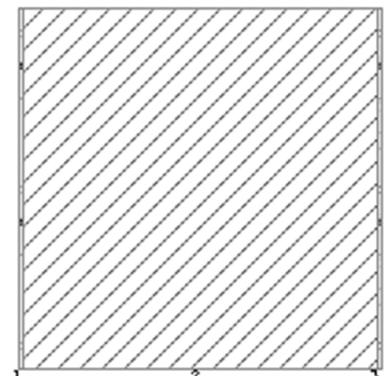
**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	10,00
2	Tufo	940,00
3	Intonaco di calce e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: Via Del Plebiscito P1**

**Codice: M2**

Trasmittanza termica	<b>0,681</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>820</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,025</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1232</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1200</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,003</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,005</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-4,4</b>	h



**Stratigrafia:**

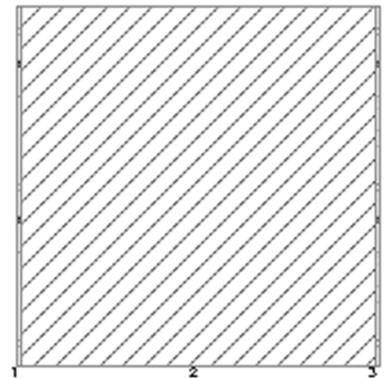
N.	Descrizione strato	s
----	--------------------	---

-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	10,00
2	Tufo	800,00
3	Intonaco di calce e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: Via Del Plebiscito P1**

**Codice: M2**

Trasmittanza termica	<b>0,681</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>820</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,025</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1232</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1200</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,003</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,005</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-4,4</b>	h



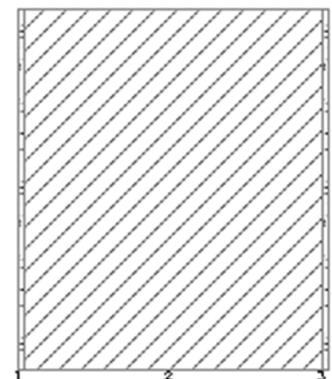
**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	10,00
2	Tufo	800,00
3	Intonaco di calce e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: Via Del Plebiscito P3**

**Codice: M4**

Trasmittanza termica	<b>1,178</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>430</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,049</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>647</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>615</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,127</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,108</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-14,6</b>	h



**Stratigrafia:**

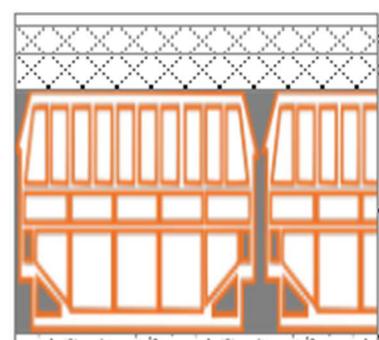
N.	Descrizione strato	s
----	--------------------	---

-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	10,00
2	Tufo	410,00
3	Intonaco di calce e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: Pavimento su NR**

**Codice: P1**

Trasmittanza termica	<b>0,713</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>460</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>11,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,001</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>610</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>583</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,044</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,061</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-16,9</b>	h



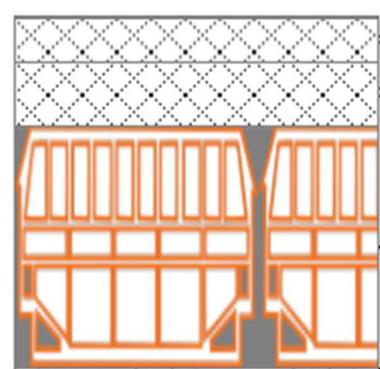
**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	15,00
2	Sottofondo di cemento magro	40,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in laterizio	340,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	15,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: Solaio**

**Codice: S1**

Trasmittanza termica	<b>0,789</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>504</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,263</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>691</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>673</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,062</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,079</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-16,7</b>	h



**Stratigrafia:**

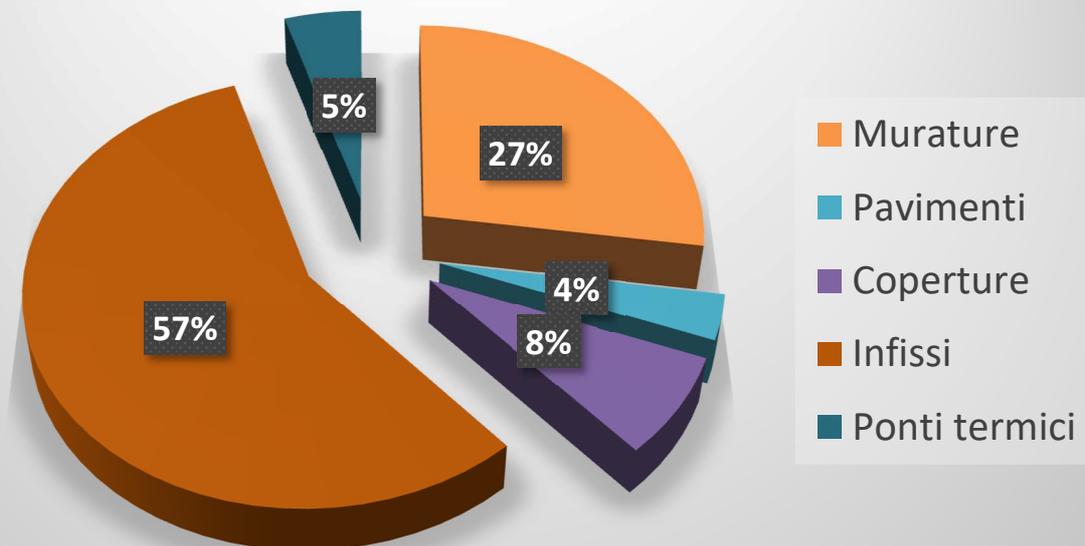
<b>N.</b>	<b>Descrizione strato</b>	<b>s</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	4,00
2	Sottofondo di cemento magro	60,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	90,00
4	Soletta in laterizio	340,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

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

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m <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	Via Del Plebescito F1 133X283	6,113	2,0	558,71	69381	32,6
W2	T	Via Del Plebescito F2 133X399	5,152	2,0	13,94	1551	0,7
W4	T	Via Del Plebescito F4 112X260	5,663	2,0	210,67	23999	11,3
W5	T	Via Del Plebescito F5 227X410	2,224	2,0	9,31	391	0,2
W6	T	Via Del Plebescito F6 131X398	5,059	2,0	14,36	1504	0,7
W7	T	Via Del Plebescito F7 133X403	4,890	2,0	16,08	1321	0,6
W8	T	Via Del Plebescito F4 bis 112X260	3,141	2,0	55,44	3553	1,7
W9	T	Via Del Plebescito F1* 133X283	4,750	2,0	184,66	17146	8,0
W10	T	Via Del Plebescito F4* 112X260	4,633	2,0	25,87	2296	1,1

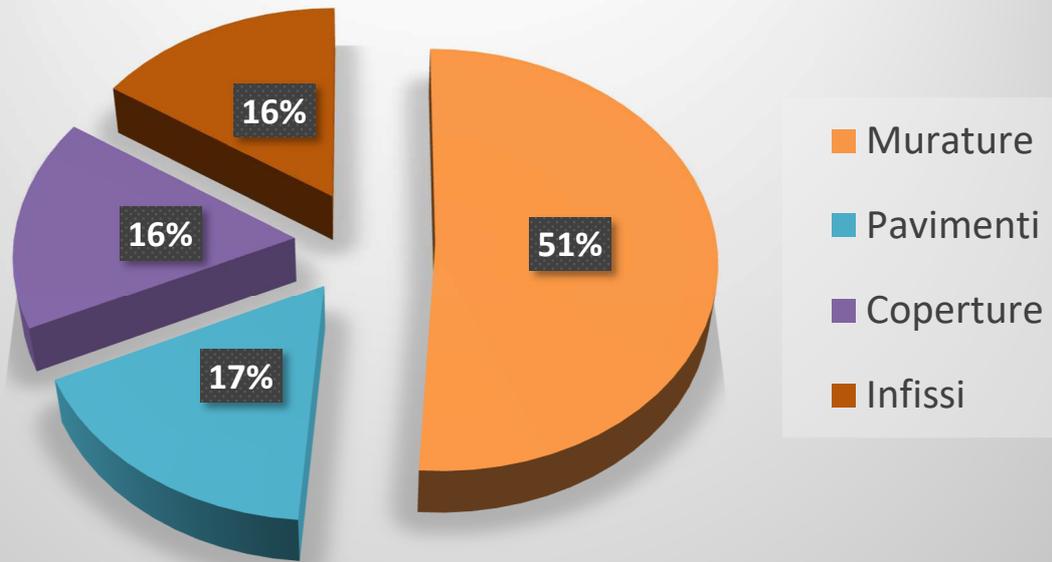
A partire dalle informazioni sopradescritte, viene effettuata un'analisi preliminare dello stato di fatto. Viene ora riportata una rappresentazione delle dispersioni per tipologia edilizia.

## 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:

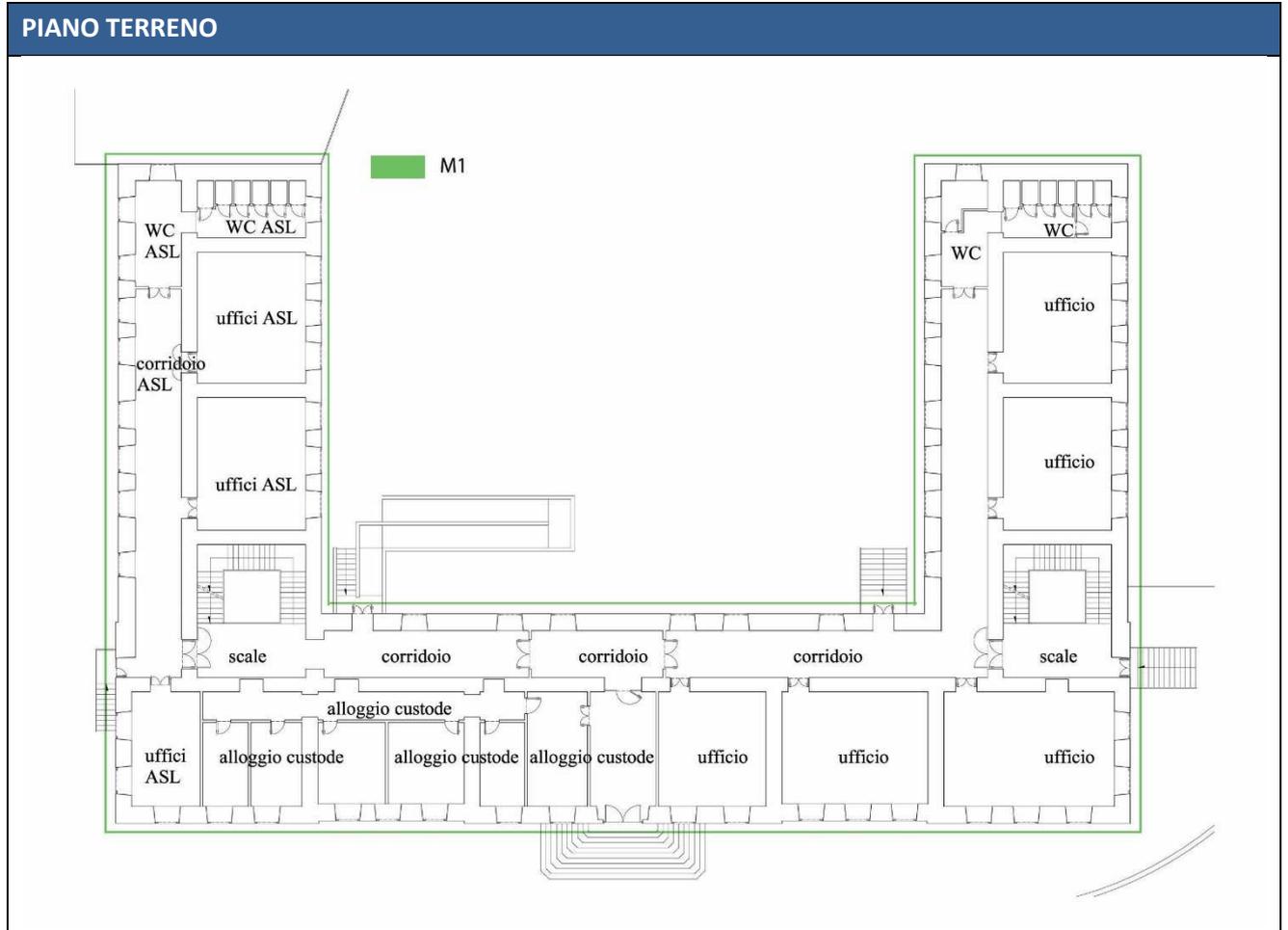
<b>Cod</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrizione elemento</b>	<b>U [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>θ<sub>e</sub> [°C]</b>	<b>S<sub>Tot</sub> [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Φ<sub>tr</sub> [W]</b>	<b>% Φ<sub>Tot</sub> [%]</b>
M1	T	Via Del Plebiscito Rialzato	0,593	2,0	924,37	11119	5,2
M2	T	Via Del Plebiscito P1	0,683	2,0	827,36	11385	5,3
M3	T	Via Del Plebiscito P2	0,775	2,0	983,50	15481	7,3
M4	T	Via Del Plebiscito P3	1,182	2,0	828,81	19903	9,3
P1	U	Pavimento su NR	0,713	11,0	1175,99	7551	3,5
S1	T	Solaio	0,791	2,0	1136,69	16186	7,6

Totale:

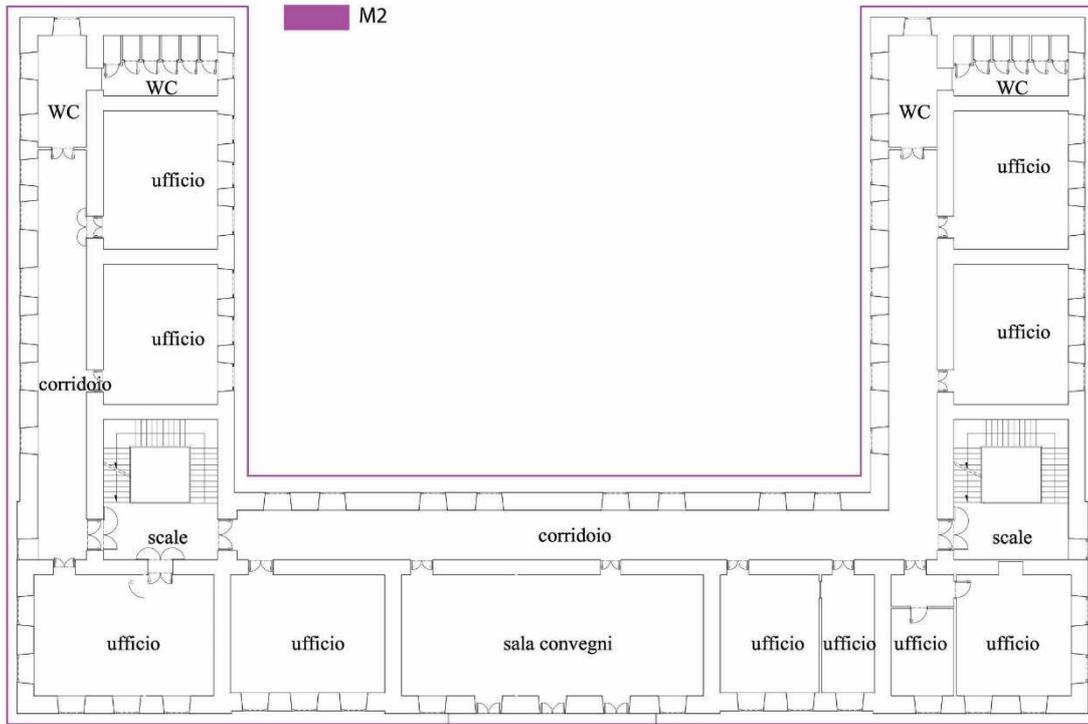
**81624**

**38,3**

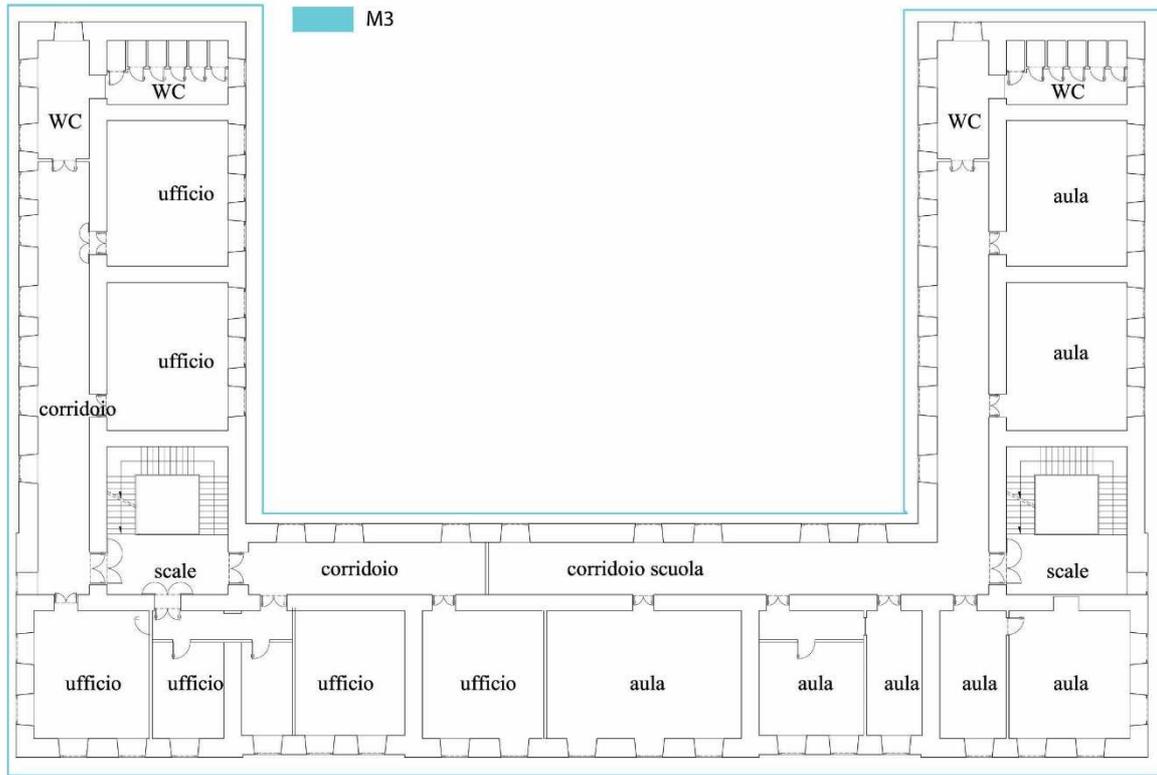
**LOCALIZZAZIONE DELLE STRATIGRAFIE NEI PIANI**



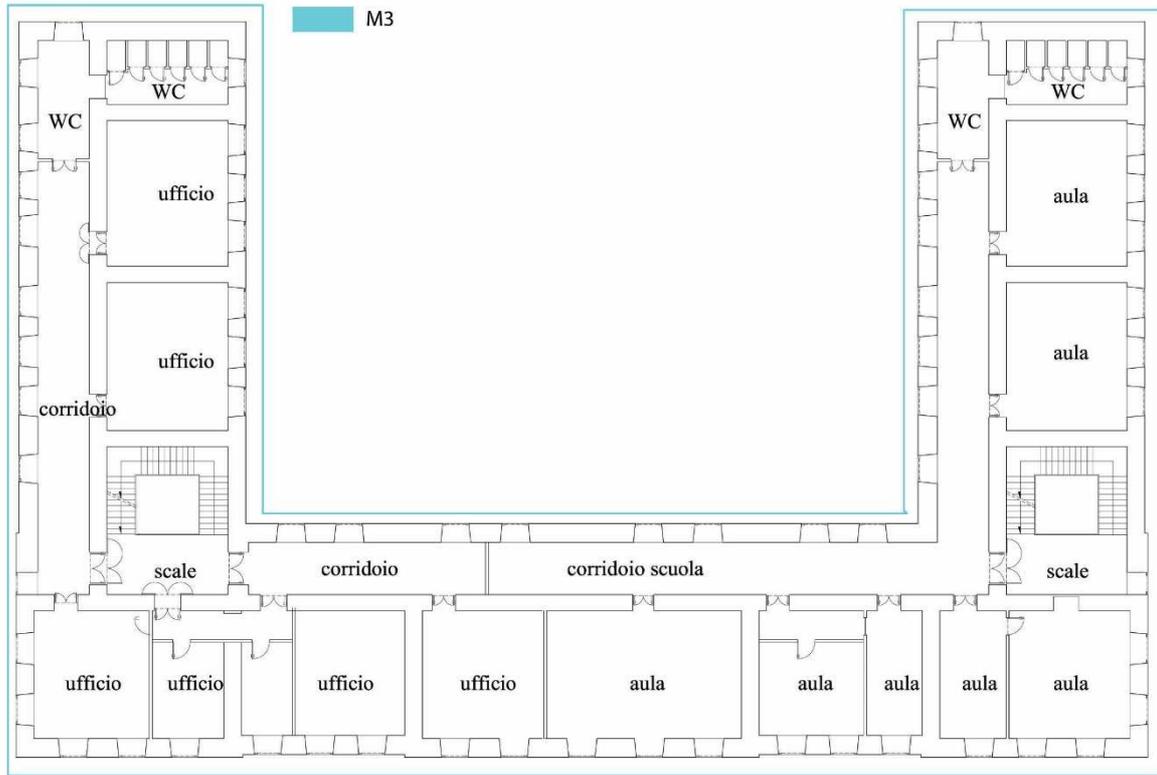
PIANO PRIMO FT



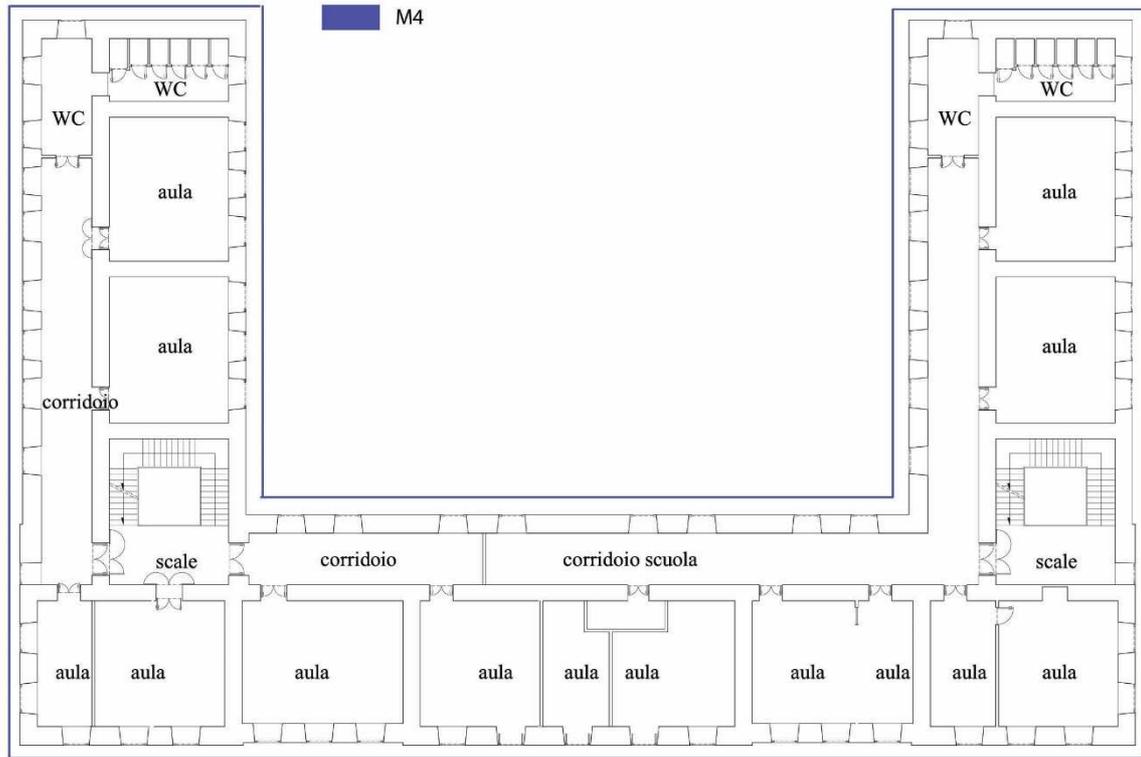
PIANO SECONDO FT



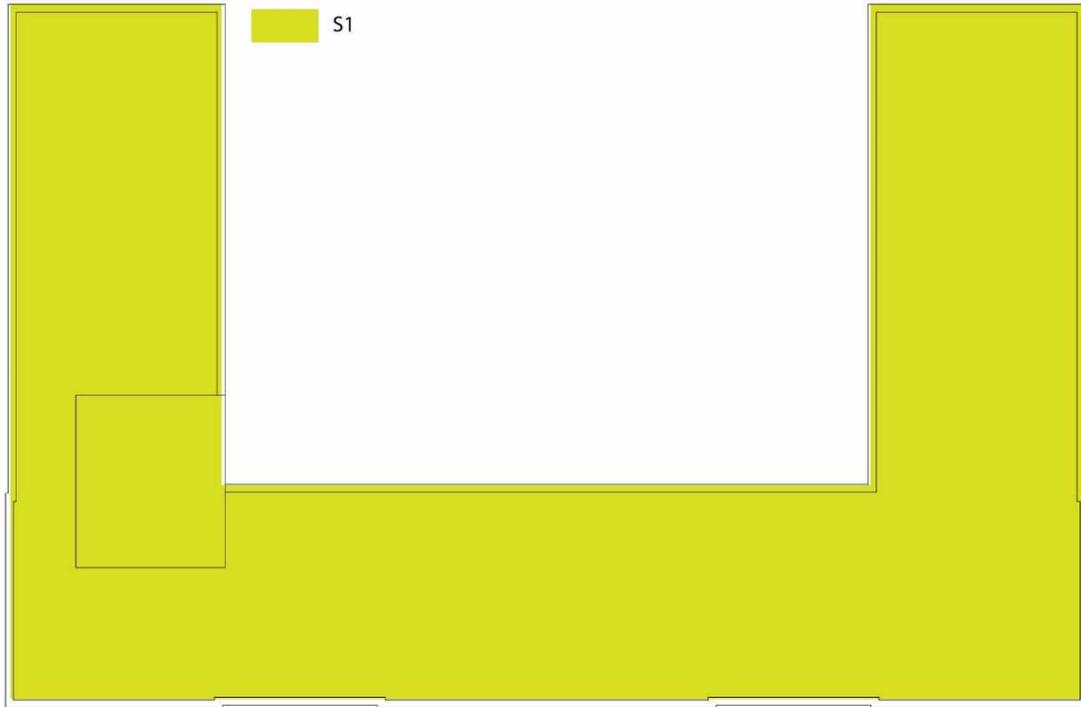
PIANO TERZO FT



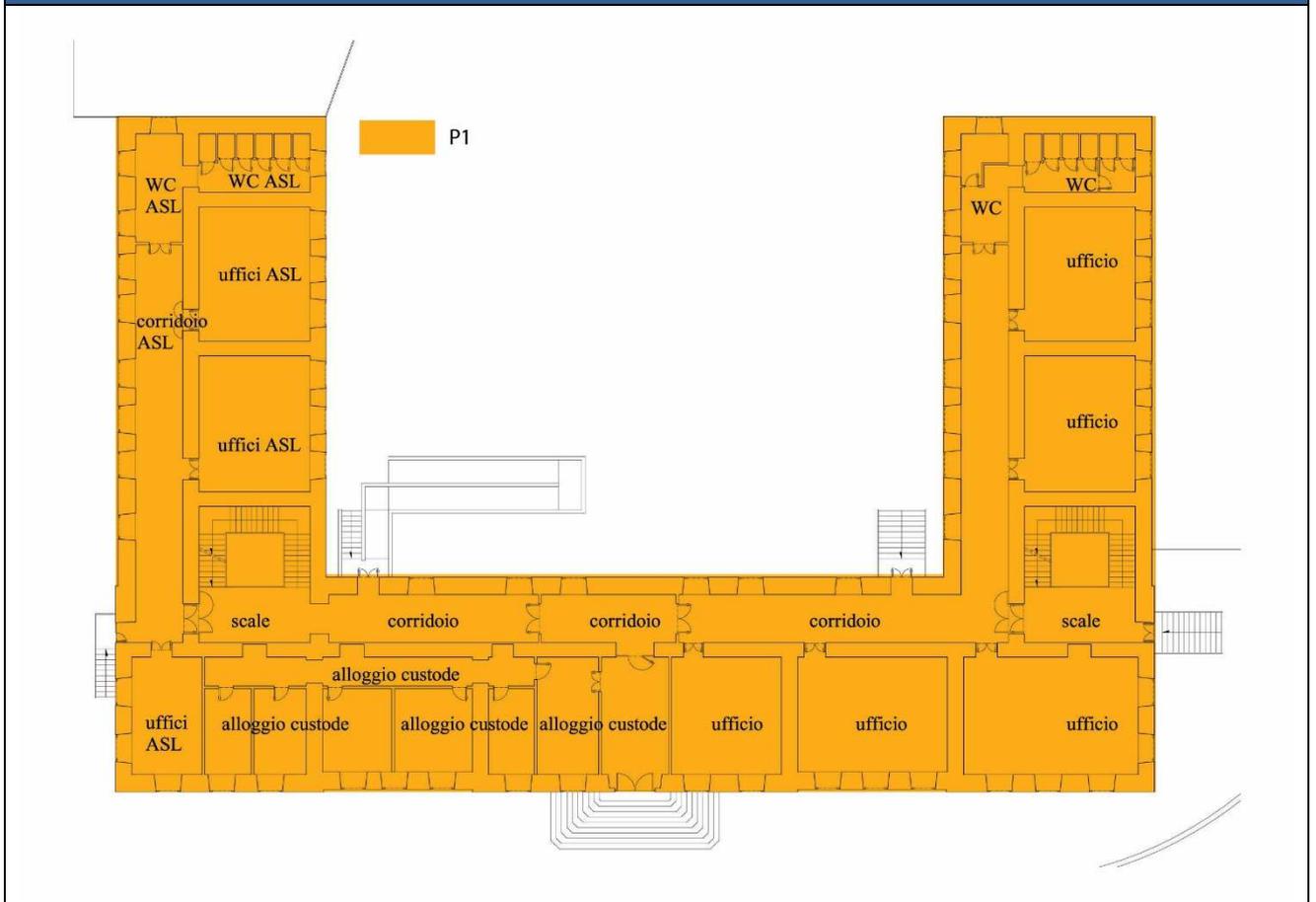
PIANO QUARTO FT



**PIANTA COPERTURE**



PIANTA PIANO PRIMO FT



Al fine di comprendere maggiormente il comportamento dell'edificio si riportano di seguito alcuni dettagli relativi alle dispersioni dei n.74 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 - Rialzato Uffici 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	PO ufficio asl	20,0	0,54	4728	1422	1596	7746	7746
2	PO stanza custode/androne	20,0	0,36	747	236	397	1381	1381
3	PO ufficio	20,0	0,54	1308	668	749	2726	2726
4	PO ufficio	20,0	0,54	1315	681	764	2761	2761
5	PO ufficio asl	20,0	0,54	2246	370	415	3032	3032
6	PO stanza custode	20,0	0,36	640	119	201	961	961
7	PO stanza custode	20,0	0,36	711	135	227	1073	1073
8	PO stanza custode	20,0	0,36	983	172	290	1444	1444
9	PO stanza custode	20,0	0,36	1031	194	327	1552	1552
10	PO stanza custode	20,0	0,36	658	118	198	974	974
11	PO stanza custode	20,0	0,36	770	217	365	1351	1351
12	PO ufficio	20,0	0,54	1486	580	651	2718	2718
13	PO ufficio	20,0	0,54	2138	770	864	3771	3771
14	PO ufficio	20,0	0,54	3614	919	1031	5565	5565
15	PO corridoio asl	20,0	0,54	5249	844	947	7039	7039
16	PO corridoio custode	20,0	0,36	266	305	513	1084	1084
17	PO corridoio ingresso	20,0	0,54	3018	450	506	3974	3974
18	PO corridoio	20,0	0,54	1302	303	340	1945	1945
19	PO corridoio	20,0	0,54	9102	1451	1628	12181	12181
20	PO WC	20,0	0,56	3711	525	589	4825	4825
21	PO WC	20,0	0,56	3886	519	582	4988	4988
26	P1 ufficio	20,0	0,54	1828	668	749	3245	3245
27	P1 ufficio	20,0	0,54	1773	681	764	3219	3219
28	P1 ufficio	20,0	0,54	1828	668	749	3245	3245
29	P1 ufficio	20,0	0,54	1833	681	764	3278	3278
30	P1 ufficio	20,0	0,54	3055	919	1032	5006	5006
32	P1 ufficio	20,0	0,54	2166	770	864	3800	3800
33	P1 sala conferenze	18,0	0,54	3166	1380	1743	6289	6289
35	P1 ufficio	20,0	0,54	1180	494	554	2228	2228
36	P1 ufficio	20,0	0,54	740	262	294	1297	1297
37	P1 ufficio	20,0	0,54	779	320	359	1458	1458
38	P1 ufficio	20,0	0,54	2896	585	656	4137	4137
39	P1 corridoio	20,0	0,54	4835	843	947	6625	6625
40	P1 corridoio	20,0	0,54	12111	2204	2473	16789	16789
41	P1 WC	20,0	0,54	3687	525	589	4801	4801

42	P1 WC	20,0	0,54	3996	553	621	5170	5170
47	P2 ufficio	20,0	0,44	2000	668	749	3417	3417
48	P2 ufficio	20,0	0,44	2135	681	764	3580	3580
49	P2 aula	20,0	0,70	2000	1062	749	3812	3812
50	P2 aula	20,0	0,66	2007	1083	764	3855	3855
51	P2 ufficio	20,0	0,44	2722	559	627	3909	3909
52	P2 ufficio	20,0	0,44	672	259	291	1223	1223
53	P2 ufficio	20,0	0,44	667	178	200	1045	1045
54	P2 ufficio	20,0	0,44	1321	517	580	2418	2418
55	P2 ufficio	20,0	0,44	1377	587	659	2623	2623
56	P2 aula	20,0	0,44	2464	941	1056	4462	4462
57	P2 aula	20,0	0,44	1541	373	419	2333	2333
58	P2 aula	20,0	0,44	808	262	294	1365	1365
59	P2 aula	20,0	0,44	829	320	359	1509	1509
60	P2 aula	20,0	0,44	3471	585	656	4713	4713
61	P2 corridoio	20,0	0,44	5072	843	947	6862	6862
62	P2 corridoio	20,0	0,44	2920	641	719	4280	4280
63	P2 corridoio scuola	20,0	0,44	9689	1859	2086	13634	13634
64	P2 WC	20,0	0,44	3959	525	589	5073	5073
65	P2 WC	20,0	0,44	4550	553	621	5725	5725
70	P3 aula	20,0	0,85	3315	1062	749	5126	5126
71	P3 aula	20,0	0,85	3328	1083	764	5176	5176
72	P3 aula	20,0	0,85	3315	1062	749	5126	5126
73	P3 aula	20,0	0,85	3328	1083	764	5176	5176
74	P3 aula	20,0	0,85	2291	428	302	3021	3021
75	P3 aula	20,0	0,85	1925	1011	713	3649	3649
76	P3 aula	20,0	0,85	3431	1225	864	5520	5520
77	P3 aula	20,0	1,34	2636	1468	659	4763	4763
78	P3 aula	20,0	0,85	1227	470	332	2029	2029
79	P3 aula	20,0	0,85	2134	848	598	3581	3581
80	P3 aula	20,0	0,85	3425	1225	864	5513	5513
81	P3 aula	20,0	0,85	1336	509	359	2205	2205
82	P3 aula	20,0	1,34	3894	1462	656	6013	6013
83	P3 corridoio	20,0	0,85	5255	1342	947	7543	7543
84	P3 corridoio	20,0	0,85	17227	3664	2585	23476	23476
85	P3 wc	20,0	0,85	4211	835	589	5635	5635
86	P3 wc	20,0	0,85	5733	880	621	7235	7235

Totale: **212999**      **54707**      **52592**      **320298**      **320298**

### Zona 2 - Rialzato Scale 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]
24	scala A	20,0	0,13	2438	677	759	3874	3874

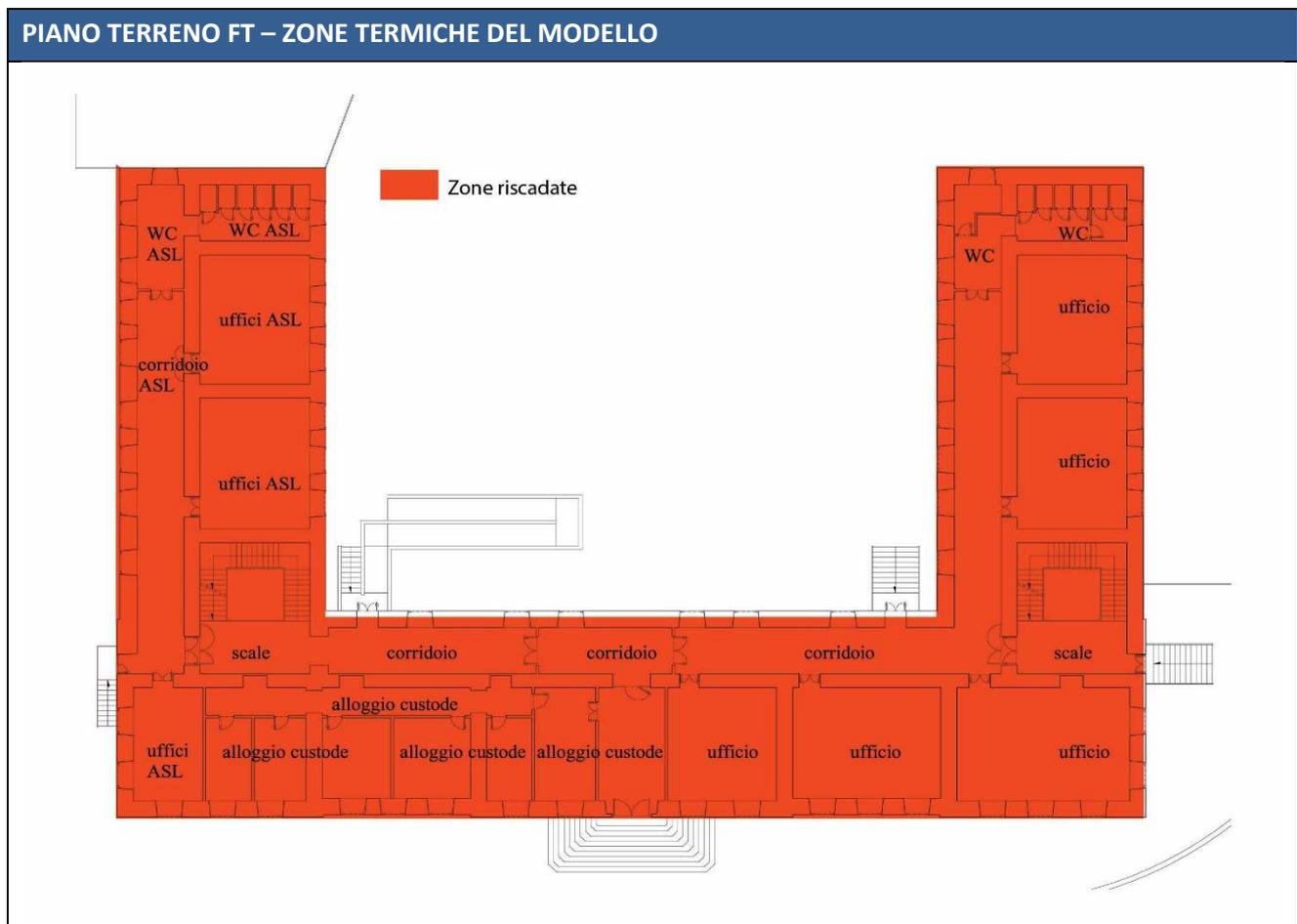
25	scala B	18,0	0,13	3149	601	759	4510	4510
Totale:				<b>5587</b>	<b>1278</b>	<b>1519</b>	<b>8384</b>	<b>8384</b>
<b>Totale Edificio:</b>				<b>218587</b>	<b>55985</b>	<b>54110</b>	<b>328682</b>	<b>328682</b>

Legenda simboli

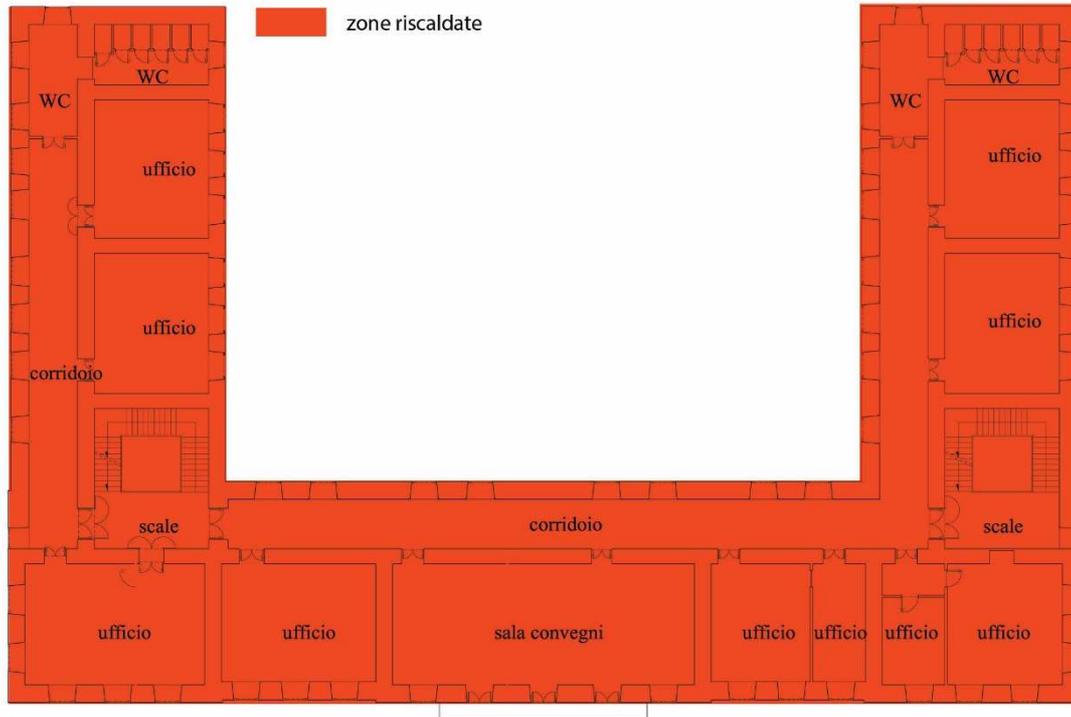
$\theta_i$	Temperatura interna del locale
n	Ricambio d'aria del locale
$\Phi_{tr}$	Potenza dispersa per trasmissione
$\Phi_{ve}$	Potenza dispersa per ventilazione
$\Phi_{rh}$	Potenza dispersa per intermittenza
$\Phi_{hi}$	Potenza totale dispersa
$\Phi_{hi\ sic}$	Potenza totale moltiplicata per il coefficiente 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.

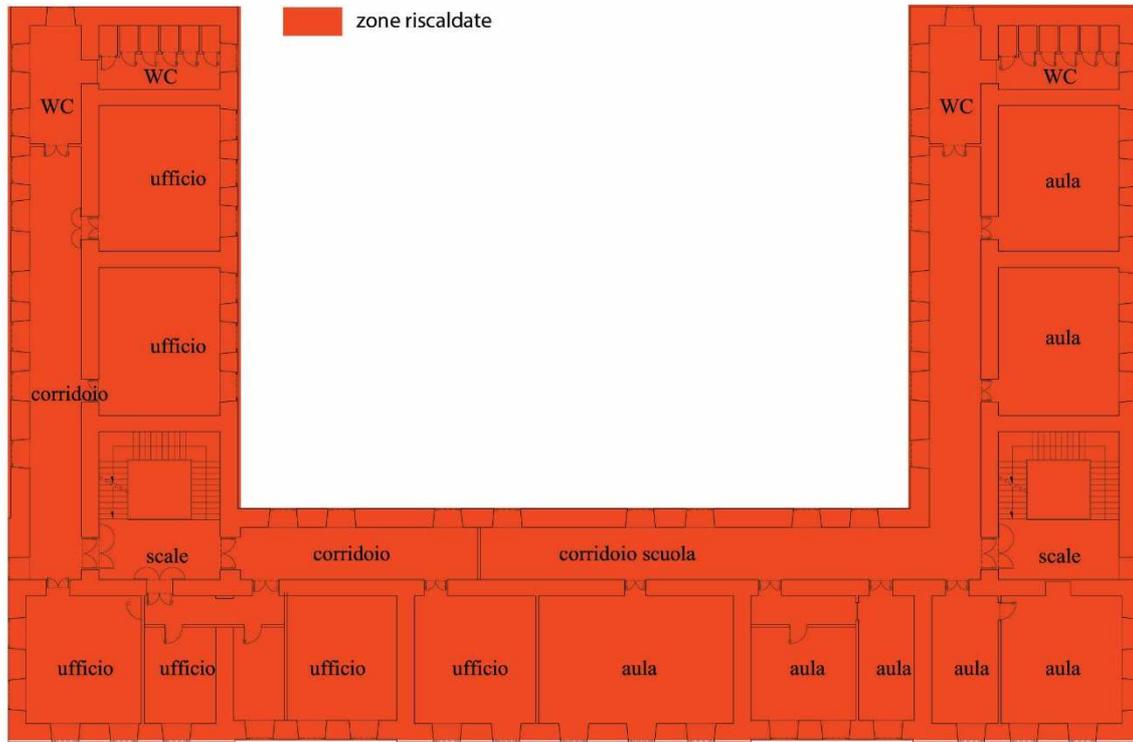
**LOCALIZZAZIONE E TIPOLOGIE DI ZONE TERMICHE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE**



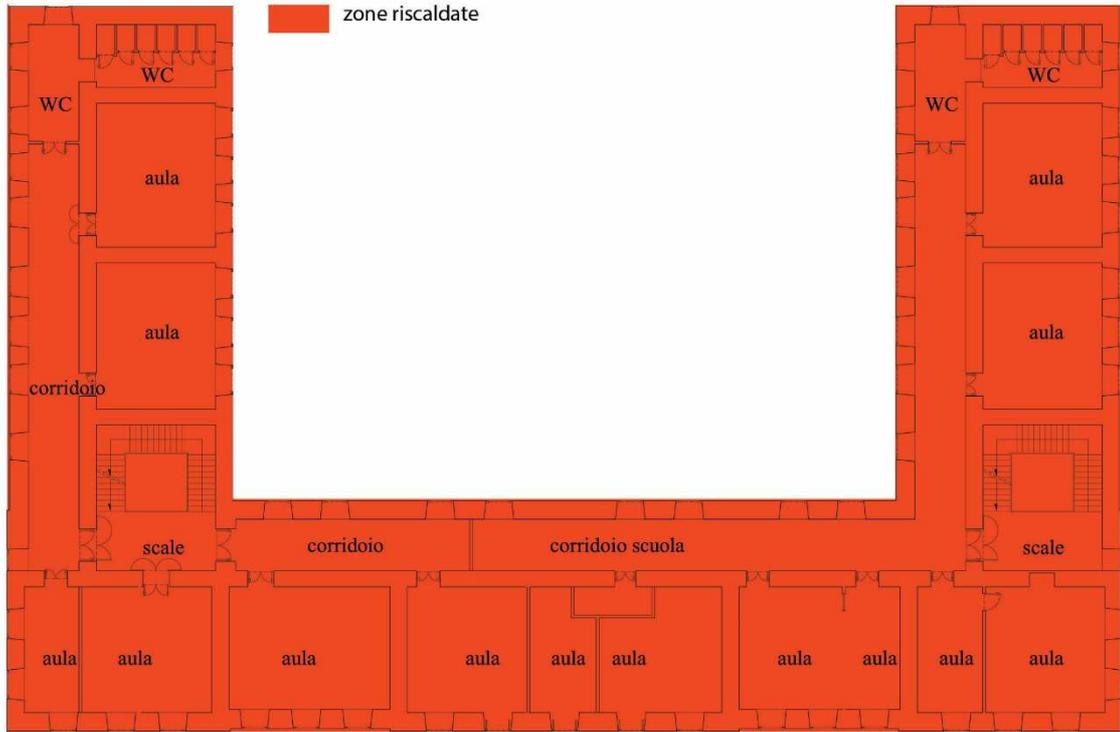
PIANO PRIMO FT – ZONE TERMICHE DEL MODELLO



PIANO SECONDO FT – ZONE TERMICHE DEL MODELLO

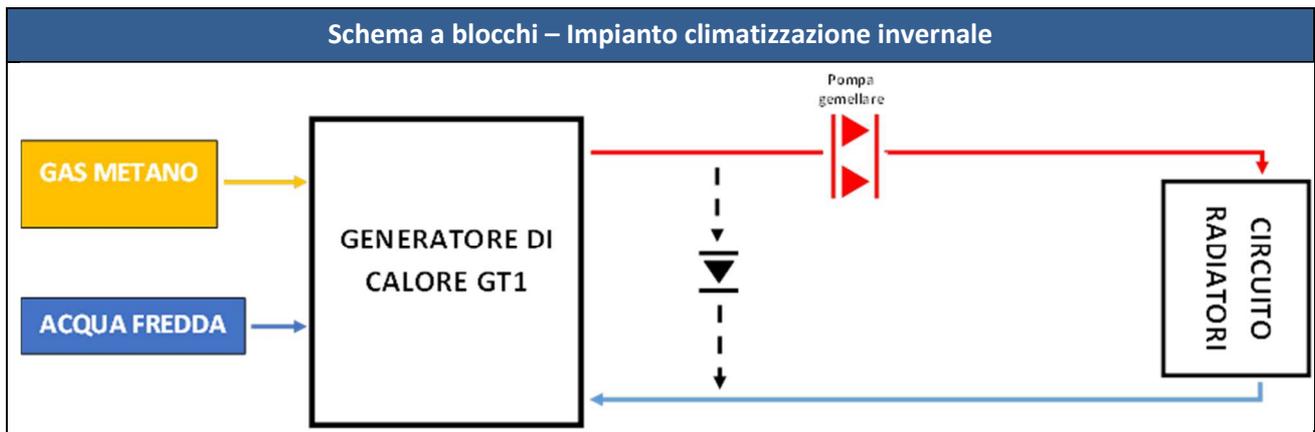


**PIANO TERZO FT – ZONE TERMICHE DEL MODELLO**



#### 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 639 kW.

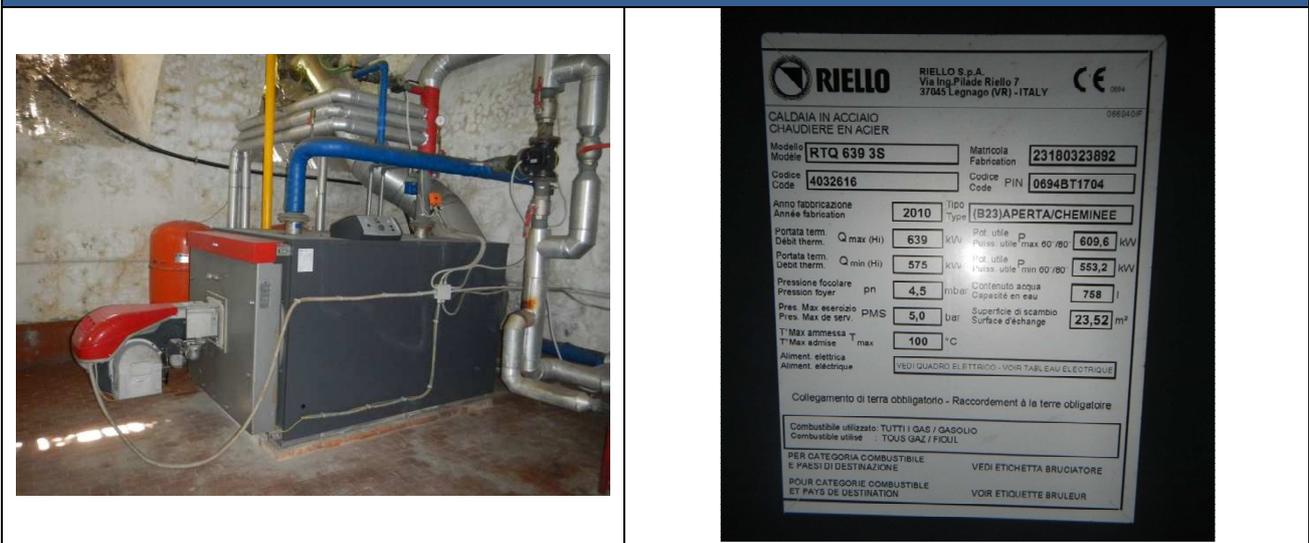


### Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una centrale termica dotata di una caldaia tradizionale modulante RIELLO RTQ 639 3S, installata nel 2010.

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

#### Caldaie tradizionali a metano



#### Riepilogo caratteristiche sottosistema di generazione

Marca	Modello	Servizio	Tipologia	Combustibile
Riello	RTQ 639 3S	Riscaldamento	Tradizionale modulante	Metano
<b>Potenza utile nominale</b>	<b>Potenza utile minima</b>	<b>Potenza al focolare nominale</b>	<b>Potenza minima al focolare</b>	<b>Potenza ausiliari elettrici</b>
[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[W]
609,2	307,8	639	320	1400

### 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;

#### 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 radiatori	Velocità costante	1.100

### Riepilogo caratteristiche sottosistema di distribuzione

Caratteristiche tubazioni/canalizzazioni			
Diametro [cm]	Materiale	Coibentazione	Lunghezza [m]
-	-	-	-
Tipologia fluido termovettore	Temperatura di mandata	Potenza idraulica di progetto	Potenza elettrica elettropompa
[-]	[°C]	[m3/h]	[W]
Acqua	70	-	1.100

### Sottosistema di regolazione

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

Non sono presenti valvole termostatiche installate sui terminali di emissione.

### Sottosistema di emissione

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

- Radiatori su parete esterna non isolata all'interno dei locali, dei servizi igienici e nelle aree di circolazione interna;



**Riepilogo caratteristiche sottosistema di emissione**

Tipologia	Numero	Potenza ausiliari elettrici	Potenza termica terminali per zona termica
[-]	[-]	[W]	[W]
Radiatore	127	-	328.682

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>Caldia tradizionale</b>
Metodo di calcolo	<b>Analitico</b>
Marca/Serie/Modello	<b>RIELLO/RTQ 3S -RTQ 3S GTA- COMPONIBILE/217 3S -COMP - G/1- G/2- S/1- S/2-S/M</b>
Potenza nominale al focolare	$\Phi_{cn}$ <b>216,00</b> kW

Caratteristiche:

Perdita al camino a bruciatore acceso	$P'_{ch,on}$ <b>3,30</b> %
<b>Valore noto da costruttore o misurato</b>	
Perdita al camino a bruciatore spento	$P'_{ch,off}$ <b>1,40</b> %
<b>Valore noto da costruttore o misurato</b>	
Perdita al mantello	$P'_{gn,env}$ <b>1,40</b> %
<b>Valore noto da costruttore o misurato</b>	
Rendimento utile a potenza nominale	$\eta_{gn,Pn}$ <b>95,30</b> %
Rendimento utile a potenza intermedia	$\eta_{gn,Pint}$ <b>96,30</b> %

Fabbisogni elettrici:

Potenza elettrica bruciatore	$W_{br}$ <b>600</b> W
Fattore di recupero elettrico	$k_{br}$ <b>0,80</b> -
Potenza elettrica pompe circolazione	$W_{af}$ <b>0</b> W
Fattore di recupero elettrico	$k_{af}$ <b>0,80</b> -

Dati per generatori modulanti (riferiti alla potenza minima):

Potenza minima al focolare	$\Phi_{cn,min}$ <b>166,00</b> kW
Perdita al camino a bruciatore acceso	$P'_{ch,on,min}$ <b>3,30</b> %

Potenza elettrica bruciatore  $W_{br,min}$  **33** W

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:

<b>Tipo di terminale di erogazione</b>	<b>Radiatori su parete esterna non isolata (<math>U &gt; 0,8 W/m^2K</math>)</b>	
<b>Temperatura di mandata di progetto</b>	<b>70,0</b>	<b>°C</b>
<b>Potenza nominale dei corpi scaldanti</b>	<b>328682</b>	<b>W</b>
<b>Fabbisogni elettrici</b>	<b>0</b>	<b>W</b>

**Rendimento di emissione** **90,0** %

Caratteristiche sottosistema di regolazione:

<b>Tipo</b>	<b>Per zona + climatica</b>
<b>Caratteristiche</b>	<b>P banda proporzionale 1 °C</b>

**Rendimento di regolazione** **97,0** %

Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:

<b>Metodo di calcolo</b>	<b>Semplificato</b>	
<b>Tipo di impianto</b>	<b>Centralizzato con montanti non isolati correnti in traccia nel lato interno delle pareti esterne</b>	
<b>Posizione impianto</b>	-	
<b>Posizione tubazioni</b>	-	
<b>Isolamento tubazioni</b>	<b>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</b>	
<b>Numero di piani</b>	<b>4</b>	
<b>Fattore di correzione</b>	<b>0,82</b>	
<b>Rendimento di distribuzione utenza</b>	<b>94,5</b>	<b>%</b>
<b>Fabbisogni elettrici</b>	<b>1100</b>	<b>W</b>

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

Il servizio di produzione di acqua calda sanitaria è soddisfatto mediante 5 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

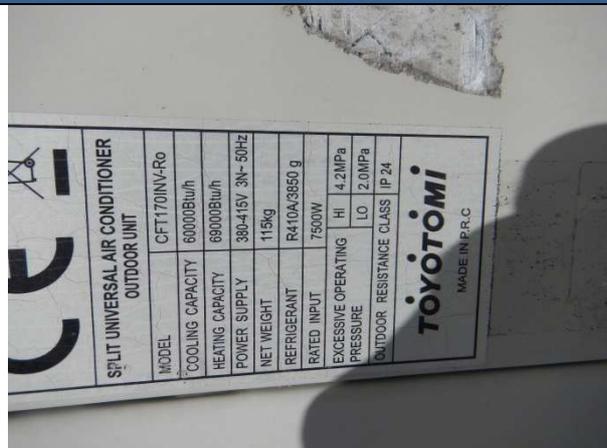


Riepilogo caratteristiche impianto di produzione acqua calda sanitaria.

Tipologia	Numero	Potenza elettrica
[-]	[-]	[W]
Boiler elettrici ad accumulo	5	1.200

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

Il servizio di climatizzazione in regime estivo è effettuato mediante 21 unità singole split installate solo in alcuni locali dell'edificio.

Impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva	
Unità esterna Split	Unità interna Split
 <p>Technical label for a split air conditioner outdoor unit. The label includes the following information:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>MODEL: CFT170INV/R0</li> <li>COOLING CAPACITY: 6000Btu/h</li> <li>HEATING CAPACITY: 6900Btu/h</li> <li>POWER SUPPLY: 380-415V 3N-50HZ</li> <li>NET WEIGHT: 115kg</li> <li>REFRIGERANT: R410A/3850 g</li> <li>RATED INPUT: 7500W</li> <li>EXCESSIVE OPERATING PRESSURE: HI 4.2MPa, LO 2.0MPa</li> <li>OUTDOOR RESISTANCE CLASS: IP 24</li> <li>TOYOTOMI MADE IN P.R.C.</li> </ul>	 <p>Photograph of a split air conditioner indoor unit installed on a wall.</p>

#### 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	21	Vari	Raffrescamento/ Riscaldamento	3,3	1,1	3

#### 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	21	840

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

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

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

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE	POTENZA COMPLESSIVA	ORE ANNUE DI UTILIZZO
			[W]	[W]	[ore]
Uffici	PC	22	300	6.600	1.518
	Stampante	19	1130	5655	506
	LIM	5	150	750	1.296
Locale ascensore	Ascensore	1	1,5	1,5	[-]
<b>POMPE E AUSILIARI</b>					
DESCRIZIONE	STATO DI CONSERVAZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	
Pompa gemellare a velocità costante	Sufficiente	1	1100	1100	

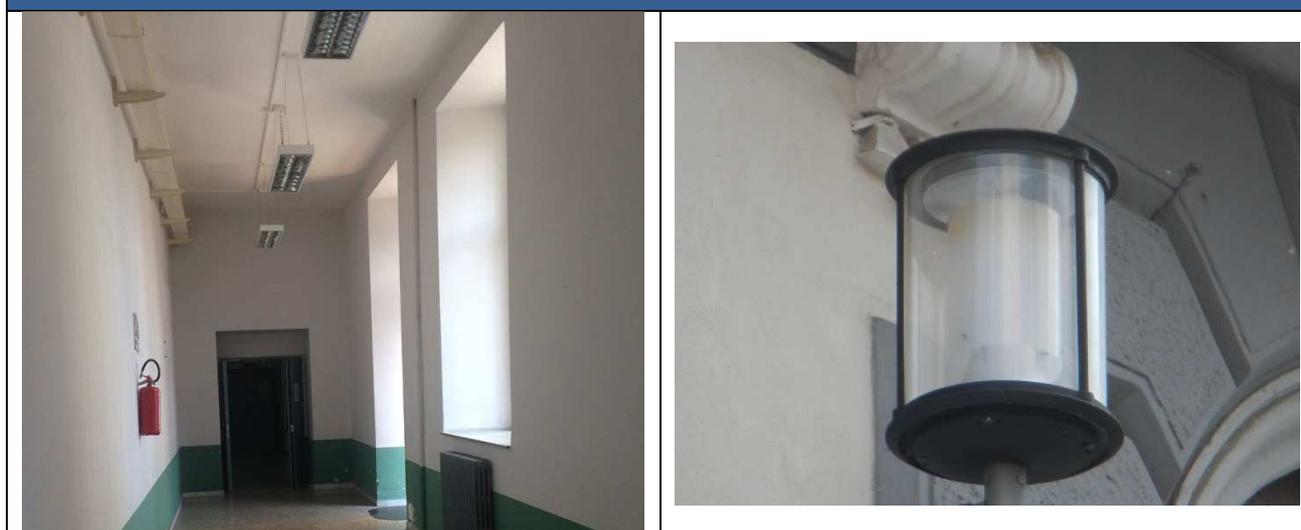
Ai fini di un'identificazione più precisa del funzionamento dei componenti impiantistici si è proceduto, in sede di sopralluogo, al rilevamento dei dati di targa dei singoli dispositivi e all'intervista dell'utenza per meglio comprenderne le modalità di utilizzo.

#### 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 58 W diffusi sui piani dell'edificio mentre sono installate all'esterno lampade con tecnologia ioduro metallico.

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

**Dettaglio delle lampade a neon presenti nei locali dell'edificio**



**Impianto di illuminazione: Caratteristiche dei locali**

OSTRUZIONI	<b>Non sono presenti ostruzioni importanti. Gli spazi circostanti sono costituiti da spazi aperti destinati a parcheggio.</b>
TIPOLOGIA DI SERRAMENTI	<b>Le superfici trasparenti non sono trattate con pellicole e presentano, per alcuni, schermature interne</b>
LIVELLO DI ILLUMINAMENTO MANTENUTO	<b>Secondo quanto riportato nelle norme, l'illuminamento mantenuto dev'essere: Uffici-aule: alto Bagni: medio Corridoi: alto</b>
SISTEMI DI CONTROLLO	<b>Manuale (ON/OFF)</b>
APPARECCHI DI EMERGENZA	<b>SI</b>

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]
P0 ufficio asl	Neon	Buono	6	36	216
P0 stanza custode/androne	Neon	Buono	4	36	144
P0 ufficio	Neon	Buono	8	58	464
P0 ufficio	Neon	Buono	8	58	464
P0 ufficio asl	Neon	Buono	6	36	216
P0 stanza custode	Neon	Buono	4	36	144
P0 stanza custode	Neon	Buono	4	36	144
P0 stanza custode	Neon	Buono	4	36	144
P0 stanza custode	Neon	Buono	4	36	144
P0 stanza custode	Neon	Buono	4	36	144
P0 stanza custode	Neon	Buono	4	36	144
P0 stanza custode	Neon	Buono	4	36	144
P0 ufficio	Neon	Buono	8	58	464
P0 ufficio	Neon	Buono	8	58	464
P0 ufficio	Neon	Buono	12	58	696
P0 corridoio asl	Neon	Buono	8	58	464
P0 corridoio ingresso	Neon	Buono	8	36	288
P0 corridoio	Neon	Buono	10	36	360
P0 corridoio	Neon	Buono	10	36	360
P0 WC	Neon	Buono	9	36	324
P0 WC	Neon	Buono	4	58	232
P1 ufficio	Neon	Buono	12	58	696
P1 ufficio	Neon	Buono	24	36	864
P1 ufficio	Neon	Buono	12	36	432
P1 ufficio	Neon	Buono	12	36	432
P1 ufficio	Neon	Buono	15	36	540
P1 ufficio	Neon	Buono	12	36	432
P1 ufficio	Neon	Buono	9	36	324

P1 ufficio	Neon	Buono	9	36	324
P1 ufficio	Neon	Buono	9	36	324
P1 corridoio	Neon	Buono	8	36	288
P1 corridoio	Neon	Buono	26	36	936
P1 WC	Neon	Buono	9	36	324
P1 WC	Neon	Buono	4	58	232
P2 ufficio	Neon	Buono	18	36	648
P2 ufficio	Neon	Buono	12	36	432
P2 aula	Neon	Buono	12	36	432
P2 aula	Neon	Buono	12	36	432
P2 ufficio	Neon	Buono	9	36	324
P2 ufficio	Neon	Buono	6	36	216
P2 ufficio	Neon	Buono	20	18	360
P2 ufficio	Neon	Buono	24	18	432
P2 ufficio	Neon	Buono	12	36	432
P2 aula	Neon	Buono	4	36	144
P2 aula	Neon	Buono	8	36	288
P2 aula	Neon	Buono	9	36	324
P2 aula	Neon	Buono	9	36	324
P2 corridoio	Neon	Buono	4	90	360
P2 corridoio	Neon	Buono	3	90	270
P2 corridoio scuola	Neon	Buono	6	36	216
P2 WC	Neon	Buono	12	36	432
P2 WC	Neon	Buono	8	36	288
P3 aula	Neon	Buono	12	36	432
P3 aula	Neon	Buono	12	36	432
P3 aula	Neon	Buono	10	36	360
P3 aula	Neon	Buono	12	36	432
P3 aula	Neon	Buono	4	36	144
P3 aula	Neon	Buono	8	36	288
P3 aula	Neon	Buono	13	36	468
P3 aula	Neon	Buono	11	36	396
P3 aula	Neon	Buono	4	36	144
P3 aula	Neon	Buono	10	36	360
P3 aula	Neon	Buono	10	36	360
P3 aula	Neon	Buono	9	36	324
P3 aula	Neon	Buono	9	36	324
P3 corridoio	Neon	Buono	8	36	288
P3 corridoio	Neon	Buono	14	36	504

P3 wc	Neon	Buono	8	36	288
P3 wc	Neon	Buono	11	36	396
scala A	Neon	Buono	8	36	288
scala B	Neon	Buono	12	36	432
Luci esterne	Ioduri metallici	Buono	6	150	900

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:

$$W = W_L + W_P$$

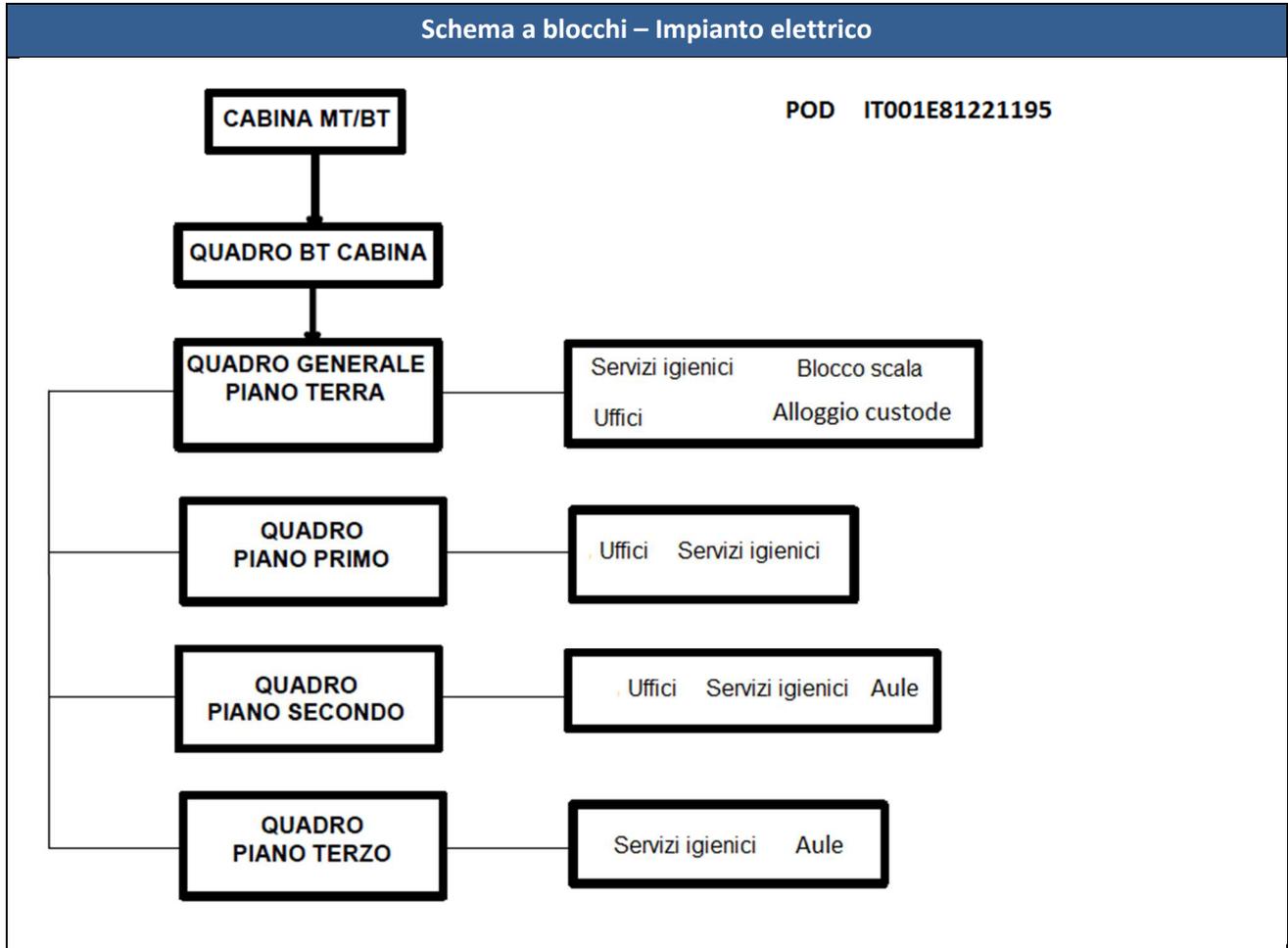
Dove:

$W_L$  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 28.004 **kWh** mentre  $W_P$  è pari a 3.594 **kWh** per un totale di energia annuo pari a **49.216 kWh**.

**Schema a blocchi – Impianto elettrico**



## 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.

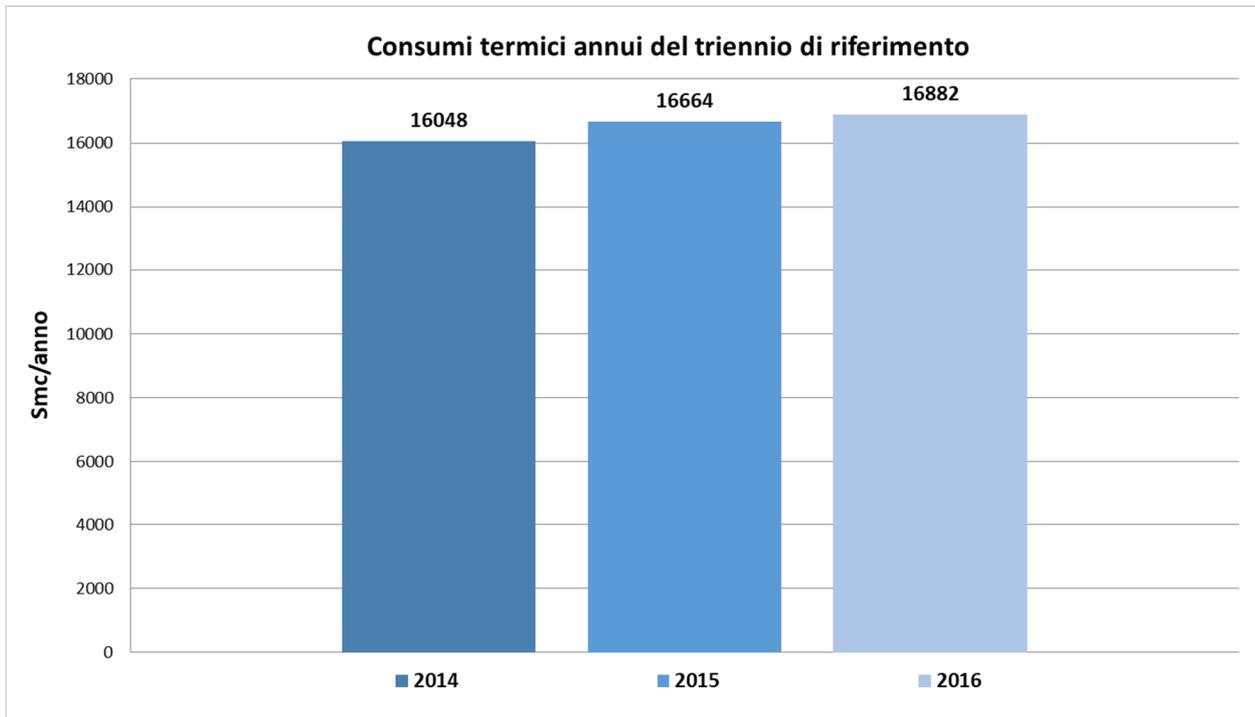
#### Energia termica

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]
00352512950219	Riscaldamento	16.048	16.664	16.882	151.172	156.974	159.028



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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

ANNO	GG <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	16.048	15.196	15.329	-	-
2015	1.247	1.034	16.664	15.779	13.084	-	-
2016	1.131	1.034	16.882	15.986	14.615	-	-
<b>Media</b>	<b>1.134</b>	<b>1.034</b>	<b>16.531</b>	<b>15.654</b>	<b>14.343</b>	-	-

Il consumo normalizzato rispetto ai GG di normativa e utile alla validazione del modello di calcolo dell'edificio **Qvalidazione** risulta pari a **14.343 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	16.048	<b>16.531</b>	<b>16.617</b>	<b>156.592</b>
2015	1.247		16.664			
2016	1.131		16.882			

Il consumo normalizzato rispetto ai GG medi delle tre annualità considerate **Qbaseline** risulta pari a **156.529 kWh/anno**.

## Energia elettrica

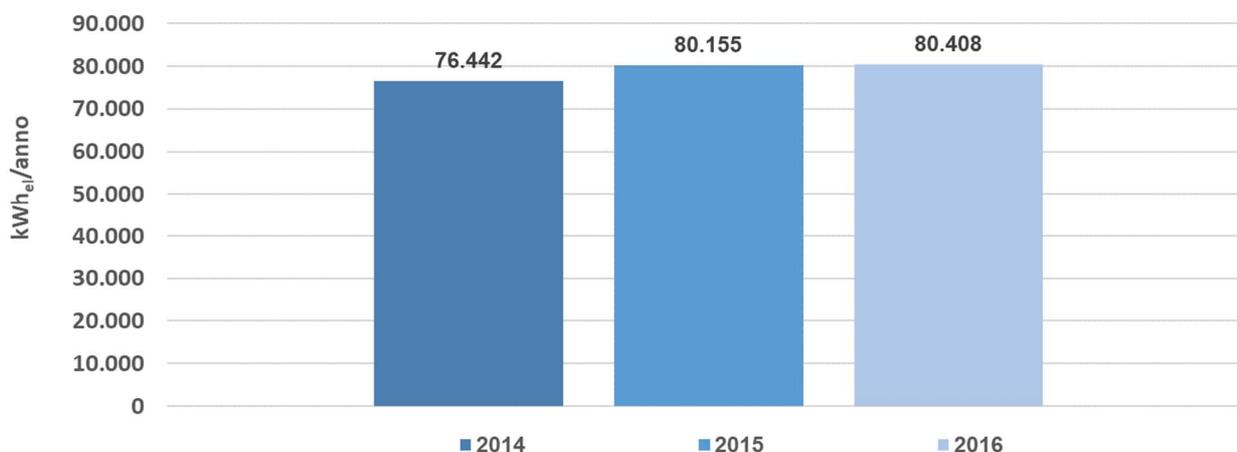
L'analisi dei consumi storici di energia elettrica è avvenuta sulla base dei kWh ottenuti dai dati trasmessi dalla società di distribuzione dell'energia elettrica riferiti al triennio di riferimento.

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]
IT001E81221195	Intero edificio	76.442	80.155	80.408	79.002	0,20
<b>TOTALE</b>		<b>76.442</b>	<b>80.155</b>	<b>80.408</b>	<b>79.002</b>	<b>0,20</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.

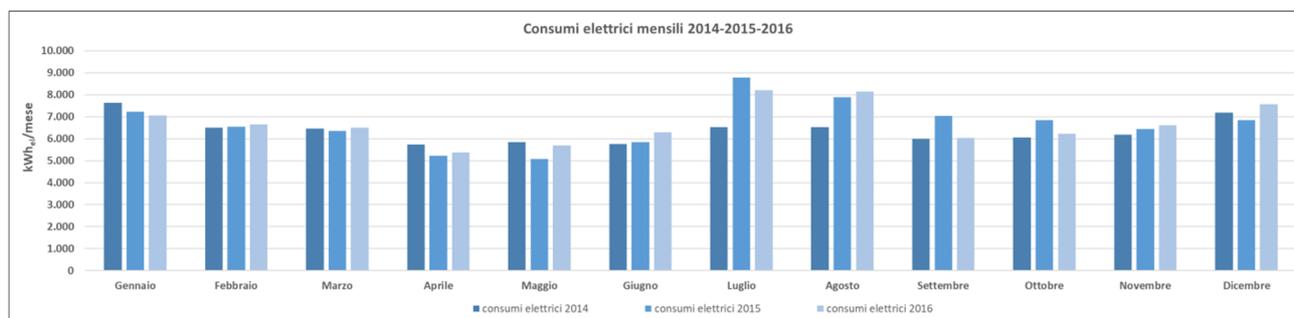
Si è pertanto definito un consumo **EEbaseline** pari a **79.002 kWh**, quello rilevato dall'Auditor nella fase di analisi dei dati di consumo.

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

POD: IT001E81221195	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	4306	1321	2010	7637
Febbraio	3502	1233	1769	6504
Marzo	3199	1335	1926	6460
Aprile	2628	1150	1961	5739
Maggio	2546	1225	2080	5851
Giugno	2755	1020	1978	5753
Luglio	3525	1132	1862	6519
Agosto	3020	1283	2230	6533
Settembre	3013	1143	1848	6004
Ottobre	2997	1187	1877	6061
Novembre	2954	1175	2058	6187
Dicembre	3521	1334	2339	7194
<b>Totale</b>	<b>37.966</b>	<b>14.538</b>	<b>23.938</b>	<b>76.442</b>
POD: IT001E00234836	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	3803	1374	2059	7.236
Febbraio	3561	1255	1728	6.544
Marzo	3233	1223	1906	6.362
Aprile	2531	932	1775	5.238
Maggio	2058	1065	1946	5.069
Giugno	2862	1074	1914	5.850
Luglio	5642	1208	1928	8.778
Agosto	4079	1323	2491	7.893
Settembre	3918	1206	1917	7.041
Ottobre	3528	1377	1936	6.841

Novembre	3392	1211	1846	6.449
Dicembre	3671	1082	2101	6.854
<b>Totale</b>	<b>42.278</b>	<b>14.330</b>	<b>23.547</b>	<b>80.155</b>
<b>POD: IT001E00234836</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	3687	1268	2109	7064
Febbraio	3907	1148	1600	6655
Marzo	3664	1146	1686	6496
Aprile	2427	1104	1854	5385
Maggio	2695	1070	1930	5695
Giugno	2917	1186	2188	6291
Luglio	4906	1247	2056	8209
Agosto	4370	1372	2400	8142
Settembre	3302	1056	1685	6043
Ottobre	3191	1199	1848	6238
Novembre	3709	1143	1758	6610
Dicembre	3914	1440	2226	7580
<b>Totale</b>	<b>42.689</b>	<b>14.379</b>	<b>23.340</b>	<b>80.408</b>

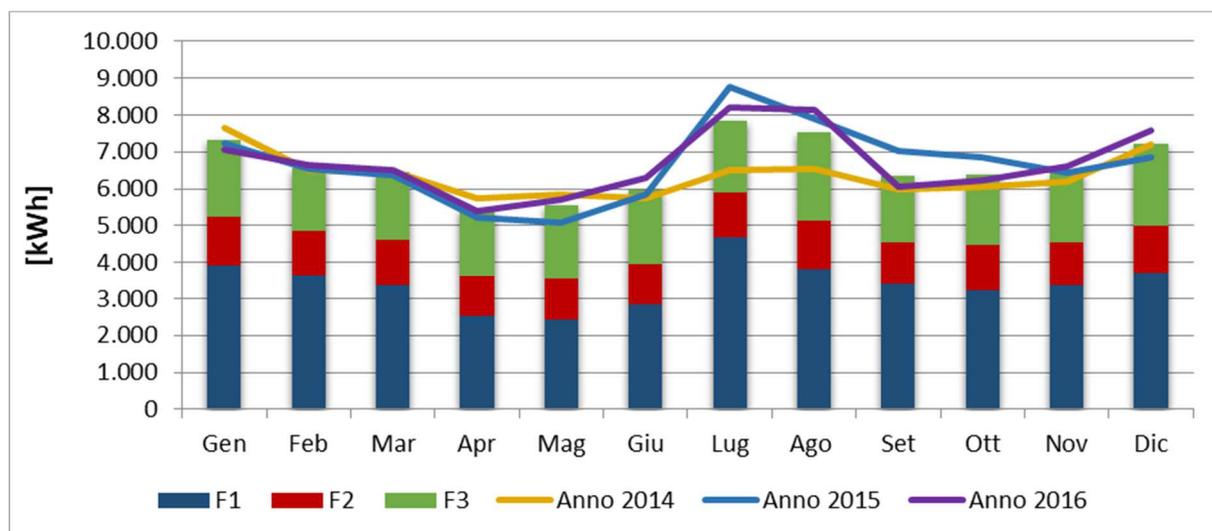
Si riporta di seguito l'andamento dei consumi elettrici mensili per il triennio di riferimento.



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	3932	1321	2059	7312
Febbraio	3657	1212	1699	6568
Marzo	3365	1235	1839	6439
Aprile	2529	1062	1863	5454
Maggio	2433	1120	1985	5538
Giugno	2845	1093	2027	5965
Luglio	4691	1196	1949	7835
Agosto	3823	1326	2374	7523
Settembre	3411	1135	1817	6363
Ottobre	3239	1254	1887	6380
Novembre	3352	1176	1887	6415
Dicembre	3702	1285	2222	7209
<b>Totale</b>	<b>40.978</b>	<b>14.416</b>	<b>23.608</b>	<b>79.002</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 e maggio 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	16.617	0,202	3,4
Energia elettrica	79.002	0,467	36,9

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	3.382	m <sup>2</sup>
FATTORE 2	Volume netto complessivo (aree interne riscaldate)	17.149	m <sup>3</sup>
FATTORE 3	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	26.607	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	156.532	164.359	49	10	6	1	0	0
Energia elettrica	79.002	191.184	57	11	7	11	2	1
<b>TOTALE</b>		<b>355.543</b>	<b>105</b>	<b>21</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>2</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	156.532	164.359	49	10	6	1	0	0
Energia elettrica	79.002	191.184	57	11	7	11	2	1
<b>TOTALE</b>		<b>355.543</b>	<b>105</b>	<b>21</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>2</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]
3.382	23	20	11.362

Da questa analisi risulta un potenziale di risparmio energetico pari a 11.362 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 (%)
<b>2014</b>	<b>15.329</b>	<b>14.930</b>	<b>3,93%</b>
<b>2015</b>	<b>13.084</b>		
<b>2016</b>	<b>14.615</b>		
<b>Consumo medio</b>	<b>14.343</b>	<b>14.930</b>	<b>3,93%</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 [%]
<b>2014</b>	<b>76.442</b>	<b>78.947</b>	<b>-0,07%</b>
<b>2015</b>	<b>80.155</b>		
<b>2016</b>	<b>80.408</b>		
<b>Consumo medio</b>	<b>79.002</b>	<b>78.947</b>	<b>-0,07%</b>

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

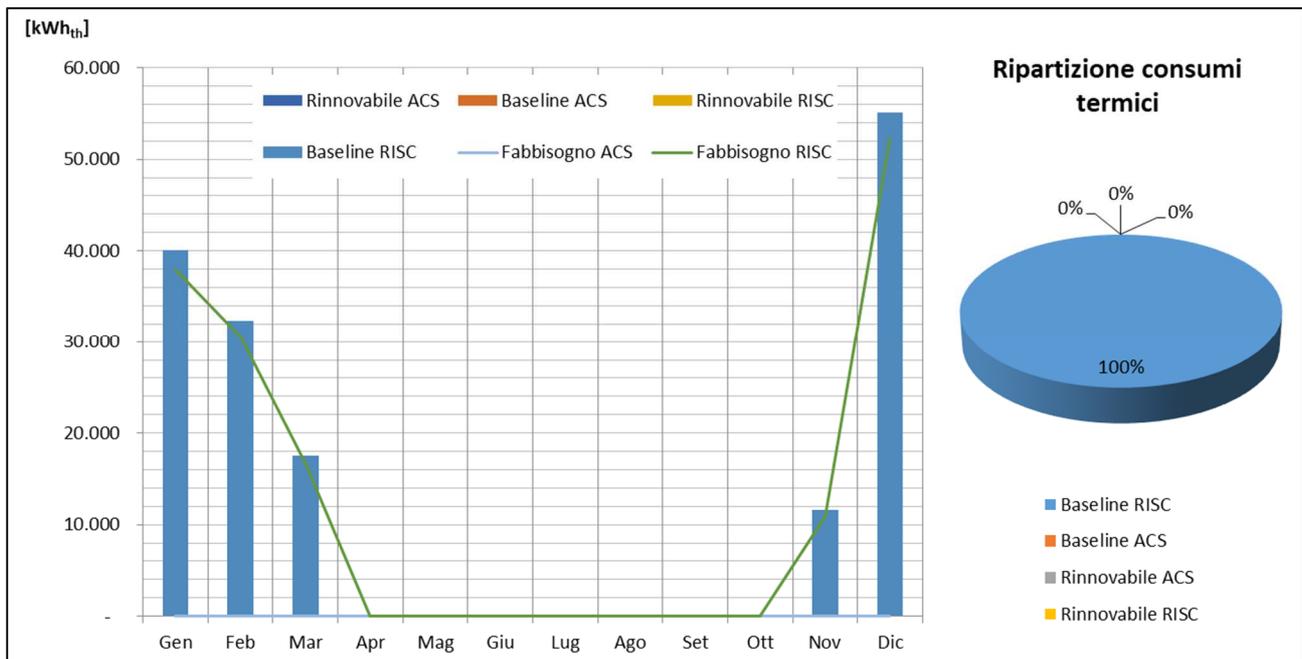
## 6.2 Fabbisogni energetici e profili annuali

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

## 6.3 Profili mensili di consumo energetico

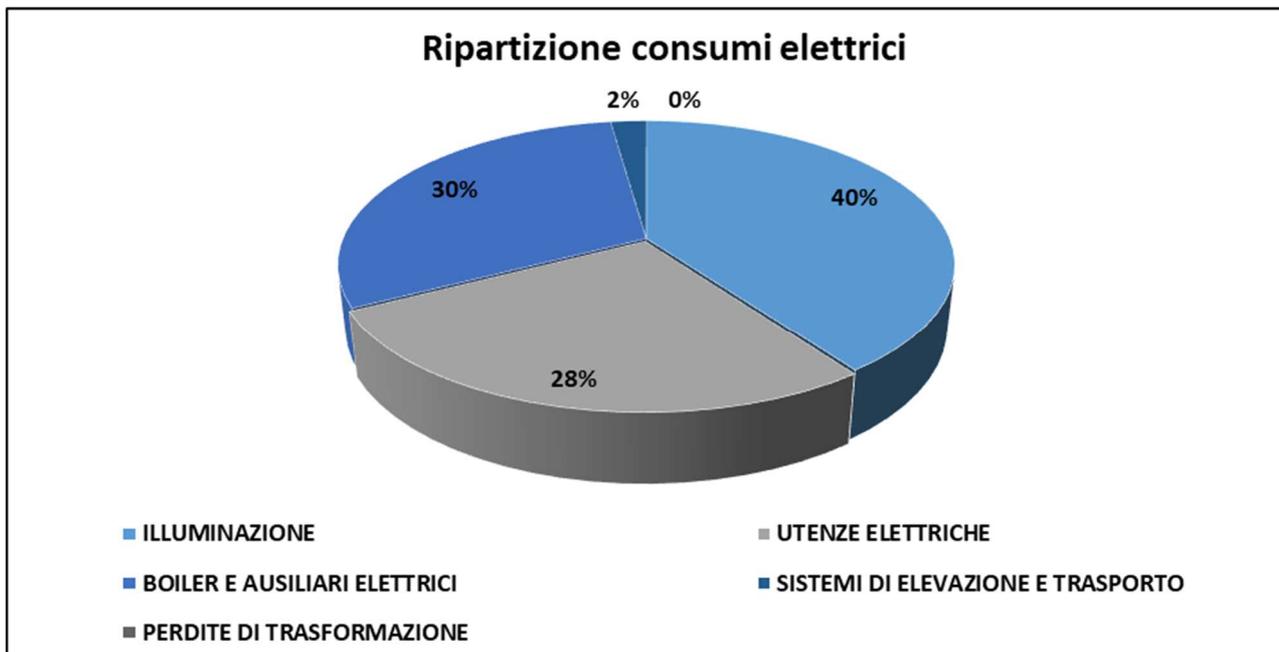
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici in funzione dei diversi utilizzi.

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



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

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



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi all'illuminazione ed 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	151.172	0,078	11.791	76.442	0,2	15.288	27.080
2015	156.975	0,078	12.244	80.155	0,2	16.031	28.275
2016	159.028	0,078	12.404	80.408	0,2	16.082	28.486
<b>Media</b>	<b>155.725</b>	<b>0,078</b>	<b>12.147</b>	<b>79.002</b>	<b>0,2</b>	<b>15.800</b>	<b>27.947</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 11.981 € mentre quella straordinaria è di 3.185 €. 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 **27.969 €** e un  $C_{baseline}$  pari a **53.281 €**.

## 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
Copertura a Falde	Isolamento estradosso con isolante sottotegola	NO	Non sono presenti coperture a falde						
	Isolamento intradosso con controsoffitto isolato	NO	Non sono presenti coperture a falde						

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
	Isolamento intradosso con posa isolante a pavimento	NO	Non sono presenti coperture a falde						
	Controsoffitto isolato	NO	Non sono presenti coperture a falde						
Copertura Piana	Isolamento estradosso	SI	Assenza isolamento						
	Isolamento estradosso con giardino pensile	NO	Intervento						
	Isolamento intradosso con controsoffitto isolato	SI	Possibili condense Interferenze con impianti esistenti						
	Isolamento intradosso con intonaco isolante	SI	Interferenze con impianti esistenti Ininfluyente ai fini dell'efficientamento						
Solaio Cantine	Isolamento intradosso con intonaco isolante	SI	Interferenze con impianti esistenti Ininfluyente ai fini dell'efficientamento						
	Isolamento intradosso con isolamento a lastre	NO	Presenza di impianti Forte umidità						
Muratura Esterna	Isolamento all'esterno a cappotto	NO	Facciata decorata di pregio storico						
	Isolamento all'esterno con parete ventilata	NO	Facciata decorata di pregio storico						
	Isolamento all'esterno con intonaco isolante	NO	Facciata decorata di pregio storico Ininfluyente ai fini dell'efficientamento						
	Isolamento in cassa vuota con materiale sfuso	NO	Assenza intercapedine						
	Isolamento all'interno controparte isolata	SI	Possibili condense/ Riduzione spazi interni						
	Isolamento all'interno	SI	Possibili condense Riduzione spazi interni						

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
	intonaco isolante		Ininfluente ai fini dell'efficientamento						
<b>Serramenti</b>	Sostituzione serramento	SI	Infissi vetusti						
	Posa vetrocamera	NO	Ininfluente ai fini dell'efficientamento se non si prevede anche la sostituzione del serramento						
	Sostituzione serramento su telaio esistente	SI	Infissi vetusti						
	Isolamento cassonetto	SI	Ininfluente 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)	NO	Non applicabile su facciate principali in quanto storiche e decorate, applicabili sulle facciate interne verso cortile ma esposte a NE NO e SE						
	Applicazioni pellicole a controllo solare	SI	Scarsi benefici energetici						
	Installazione meccanismi automatici di regolazione e controllo	SI	Ininfluente 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	NO	Non necessario						
<b>Terminali di emissione</b>	Sostituzione terminali di emissione	SI	Intervento fattibile ma non conveniente date le caratteristiche impiantistiche						
	Installazione valvole termostatiche	SI	Interessanti possibilità di risparmio energetico						

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
<b>Sistemi efficienti di illuminazione</b>	Installazione di lampade a LED	SI	Presenza di lampade poco efficienti						
	Installazione sensori di rilevamento presenza	SI	Necessari in quanto assenti						
<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	Intervento necessario in quanto generatore presente ormai obsoleto						
	Sostituzione bruciatore/i	SI	Intervento necessario in quanto bruciatore presente ormai 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						
<b>Sistemi di climatizzazione estiva</b>	Sostituzione macchine frigorifere	NO	Sistema non presente						
	Efficientamento sistema di distribuzione	NO	Sistema 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 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 interne
- EEM 2: Coibentazione della copertura
- EEM 3: Sostituzione infissi
- EEM 4: Utilizzo di pellicole solari
- EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED
- EEM 6: Realizzazione di sistemi di Building Automation
- EEM 7: Efficientamento impianto di climatizzazione invernale – sostituzione generatore di calore con caldaia a condensazione
- EEM 8: Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC
- EEM 9: 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
Coibentazione pareti esterni con controparete isolata dall'interno	Art. 111 parte II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli		E' necessario verificare la congruenza con le indicazioni riportare ai commi 4 e 5 art. 110 delle II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli
Coibentazione del copertura piana	Art. 111 parte II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli		E' necessario verificare la congruenza con le indicazioni riportare ai commi 4 e 5 art. 110 delle II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli
Sostituzione totale degli infissi con altri aventi $U < 1,75$ [W/m <sup>2</sup> K]	Art. 111 parte II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli		E' necessario verificare la congruenza con le indicazioni riportare ai commi 4 e 5 art. 110 delle II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli
Applicazione di sistemi di schermatura solare	Art. 111 parte II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli		E' necessario verificare la congruenza con le indicazioni riportare ai commi 4 e 5 art. 110 delle II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli
Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED	Art. 111 parte II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli		Intervento consentito ai sensi del commi 7 art. 110 delle II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli
Sistemi di Building Automation	Art. 111 parte II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli		Intervento consentito ai sensi del commi 7 art. 110 delle II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli
Efficientamento generatore di calore – installazione caldaia a condensazione	Art. 111 parte II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli		Intervento consentito ai sensi del commi 7 art. 110 delle II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli
Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC	Art. 111 parte II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli		Intervento consentito ai sensi del commi 7 art. 110 delle II delle Norme di attuazione della Variante al P.R.G. del Comune di Napoli
Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV	Art. 111 parte II delle Norme di attuazione della Variante al		Intervento consentito ai sensi del commi 7 art. 110 delle II delle Norme

P.R.G. del Comune di  
Napoli



di attuazione della Variante al P.R.G.  
del Comune di Napoli

**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 controparete dall'interna*

##### **Fattibilità tecnica**

La misura prevede di coibentare tutte le pareti esterne dell'edificio mediante la realizzazione di una controparete interna costituita da pannelli in polistirene EPS grigio con grafite (sp=10 cm) e doppio pannello in cartongesso.

Si sottolinea che essendo l'edificio classificato all'interno della delle Norme di attuazione della Variante al Piano Regolatore Generale del Comune di Napoli come **Unità edilizia speciale otto-novecentesca originaria o di ristrutturazione a struttura modulare** è soggetto ad alcune **restrizioni nelle possibili trasformazioni fisiche, le quali sono indicate all'art. 110 e 111 della parte II del P.R.G.**

L'intervento in oggetto da una prima verifica non sembra che possa essere soggetto a restrizioni in quanto gli ambienti interni sono privi di elementi o aspetti di pregio che ne possano essere compromessi (vedi punto d comma 4 art. 110 parte II variante al P.R.G.)

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. La controparete riqualificherà le pareti interne degli ambienti, riducendo tuttavia i volumi degli spazi. Particolare attenzione deve essere posta al pericolo di condense interstiziali che dovranno essere opportunamente verificate in fase di progettazione attraverso il metodo del diagramma di Glaser

### **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 sequenza delle lavorazioni da effettuare è la seguente:

- Preparare la parete interna in modo che sia il più complanare possibile, tracciare la posizione delle strutture di supporto della controparete
- posizionare i profili metallici a "U" e a "C" della controparete, provvedendo al fissaggio meccanico tramite idonei tasselli.
- Inserire i pannelli isolanti nei vani della struttura creata in precedenza, a giunti sfalsati. Il pannello deve essere inserito nella scanalatura a "U" della guida metallica.
- Applicare le lastre in cartongesso o gessofibra, avvitandole con viti ed avvitatore alla gabbia metallica
- Stuccare e tinteggiare i pannelli in cartongesso

### **Riduzione costi di manutenzione**

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di coibentazione delle pareti esterne con controparete interna 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 dall'interno delle pareti interne eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali ripristini intonaci, ripristini rivestimenti (piastrelle) 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.

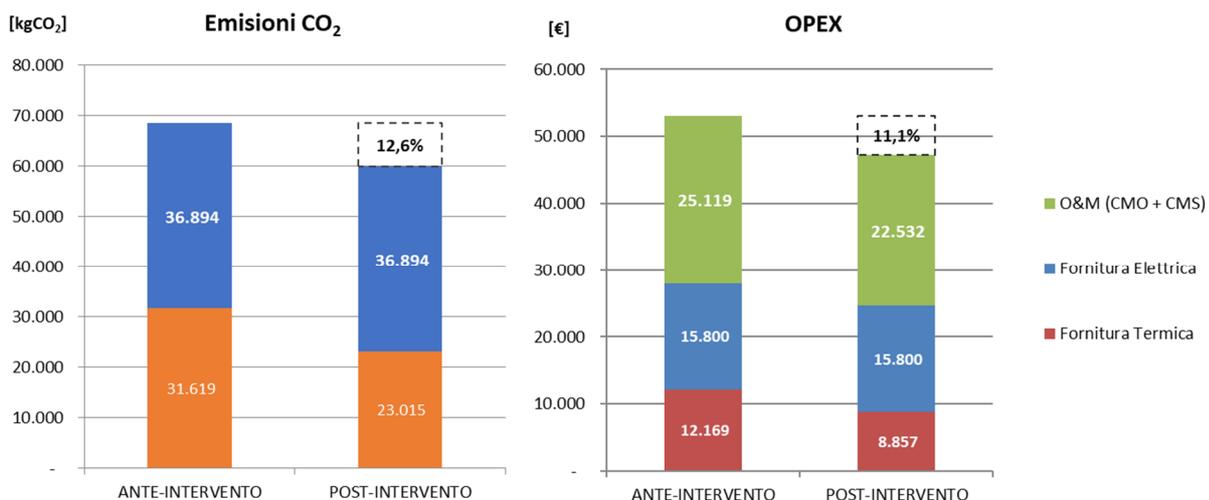
La realizzazione dell'intervento di coibentazione delle pareti esterne con controparete interna riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

### **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 rimandano alle pagine successive le tabelle delle caratteristiche prestazionali delle nuove stratigrafie.

### Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	148.404	108.018	<b>27,2%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	78.947	78.947	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	156.532	113.934	<b>27,2%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	79.002	79.002	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	31.619	23.015	<b>27,2%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	36.894	36.894	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>68.513</b>	<b>59.909</b>	<b>12,6%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	12.169	8.857	<b>27,2%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	15.800	15.800	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>27.969</b>	<b>24.657</b>	<b>11,8%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	11.829	11.829	<b>0,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	3.629	2.704	<b>25,5%</b>
C <sub>MS_I</sub>	[€]	3.144	3.144	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	6.517	4.855	<b>25,5%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>25.119</b>	<b>22.532</b>	<b>10,3%</b>
OPEX	[€]	<b>53.088</b>	<b>47.189</b>	<b>11,1%</b>
Classe energetica	[-]	C	C	0 classe

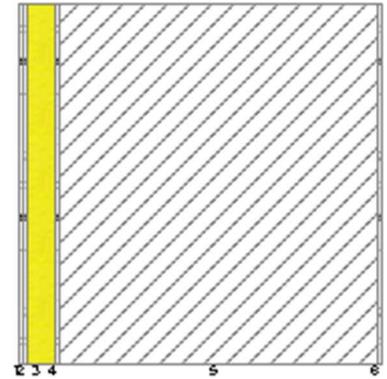


Di seguito viene riportata la stratigrafia della copertura successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

**Descrizione della struttura: Via Del Plebiscito Rialzato**

**Codice: M1**

Trasmittanza termica	<b>0,236</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>1066</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,021</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1465</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1412</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,000</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,000</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-11,9</b>	h



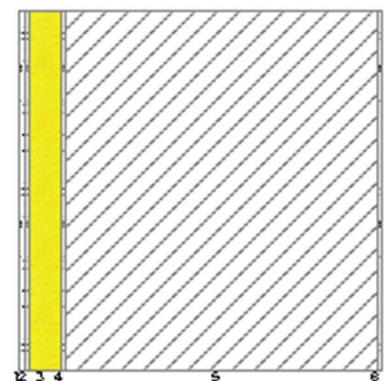
**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Cartongesso 12,5 mm (per THERMOGES)	13,00
2	Cartongesso 12,5 mm (per THERMOGES)	13,00
3	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	80,00
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00
5	Tufo	940,00
6	Intonaco di calce e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: Via Del Plebiscito P1**

**Codice: M2**

Trasmittanza termica	<b>0,249</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>926</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,025</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1255</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1202</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,000</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,001</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-6,9</b>	h



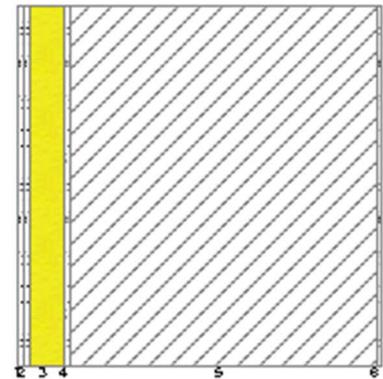
**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Cartongesso 12,5 mm (per THERMOGES)	13,00
2	Cartongesso 12,5 mm (per THERMOGES)	13,00
3	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	80,00
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00
5	Tufo	800,00
6	Intonaco di calce e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: Via Del Plebiscito P2**

**Codice: M3**

Trasmittanza termica	<b>0,260</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>816</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>1090</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1037</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,001</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,003</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-3,0</b>	h



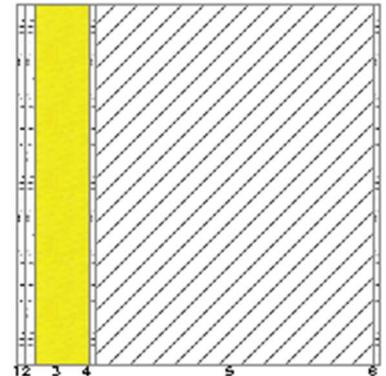
**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Cartongesso 12,5 mm (per THERMOGES)	13,00
2	Cartongesso 12,5 mm (per THERMOGES)	13,00
3	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	80,00
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00
5	Tufo	690,00
6	Intonaco di calce e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: *Via Del Plebiscito P3***

**Codice: *M4***

Trasmittanza termica	<b>0,294</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>536</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,049</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>670</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>617</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,010</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,035</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-17,1</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Cartongesso 12,5 mm (per THERMOGES)	13,00
2	Cartongesso 12,5 mm (per THERMOGES)	13,00
3	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	80,00
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00
5	Tufo	410,00
6	Intonaco di calce e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

### 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 sottolinea che essendo l'edificio classificato all'interno della delle Norme di attuazione della Variante al Piano Regolatore Generale del Comune di Napoli come **Unità edilizia speciale otto-novecentesca originaria o di ristrutturazione a struttura modulare** è soggetto ad alcune **restrizioni nelle possibili trasformazioni fisiche, le quali sono indicate all'art. 110 e 111 della parte II del P.R.G.**

L'intervento in oggetto da una prima verifica non sembra che possa essere soggetto a restrizioni in quanto è previsto il ripristino del manto di copertura con materiale pari all'originale (vedi comma 5 art. 110 parte II variante al P.R.G.), si segnala tuttavia che la quota del piano di calpestio della copertura dovrà necessariamente variare a causa dell'inserimento dello strato isolante, tuttavia la modifica è da ritenersi minimale e poco significativa (vedi comma 5 art. 110 parte II variante al P.R.G.).

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

- Garantire un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziario e soddisfacenti livelli di performance dell'intervento in relazione al rapporto risparmio energetico/costo di investimento e in termini di copertura del fabbisogno energetico effettivo
- Prevedere ove possibile l'utilizzo di materiali ecosostenibili naturali

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

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

### **Descrizione dei lavori**

L'intervento consiste nella fornitura e posa di pannelli in XPS ad alta densità tipo "Styrodur" dello spessore di 10 cm. La posa dell'isolante potrà avvenire direttamente al di sopra del manto impermeabilizzante già esistente, al di sopra dello strato isolante verrà poi realizzato un getto di pendenza in cls su cui verrà realizzato il nuovo manto impermeabilizzante. Laddove fossero presenti delle piastrelle di finitura queste dovranno essere rimosse e posate al di sopra dell'impermeabilizzazione in seguito alla realizzazione di uno strato in sabbia di allettamento.

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

### **Riduzione costi di manutenzione**

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

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

### **OPEX post intervento**

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

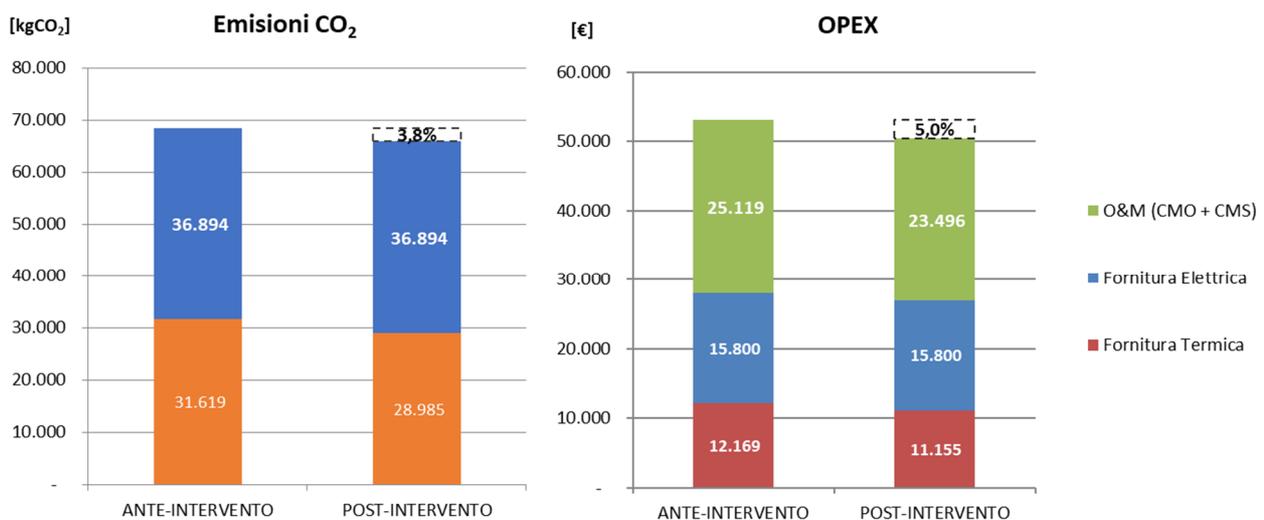
La realizzazione dell'intervento di coibentazione coperture piana riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

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

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali del nuovo componente d'involucro proposto nella misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Isolamento di coperture (...) di edifici esistenti dotati di climatizzazione". Per la tipologia d'intervento si identifica 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]	148.404	136.039	<b>8,3%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	78.947	78.947	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	156.532	143.490	<b>8,3%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	79.002	79.002	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	31.619	28.985	<b>8,3%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	36.894	36.894	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>68.513</b>	<b>65.879</b>	<b>3,8%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	12.169	11.155	<b>8,3%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	15.800	15.800	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>27.969</b>	<b>26.955</b>	<b>3,6%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	11.829	11.829	<b>0,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	3.629	3.048	<b>16,0%</b>
C <sub>MS_I</sub>	[€]	3.144	3.144	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	6.517	5.474	<b>16,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>25.119</b>	<b>23.496</b>	<b>6,5%</b>
OPEX	[€]	<b>53.088</b>	<b>50.451</b>	<b>5,0%</b>
Classe energetica	[-]	C	C	0 classe

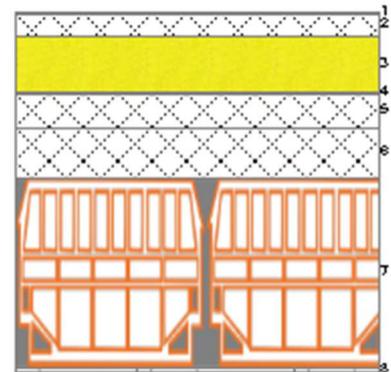


Di seguito viene riportata la stratigrafia della copertura successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

**Descrizione della struttura: *Solaio***

**Codice: *S1***

Trasmittanza termica	<b>0,254</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>646</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,174</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>785</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>767</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,003</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,012</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-20,4</b>	h



**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	4,00
5	Sottofondo di cemento magro	60,00
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	90,00
7	Soletta in laterizio	340,00
8	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Legenda simboli**

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <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 *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 sottolinea che essendo l'edificio classificato all'interno della delle Norme di attuazione della Variante al Piano Regolatore Generale del Comune di Napoli come **Unità edilizia speciale otto-novecentesca originaria o di ristrutturazione a struttura modulare** è soggetto ad alcune **restrizioni nelle possibili trasformazioni fisiche, le quali sono indicate all'art. 110 e 111 della parte II del P.R.G.**

L'intervento in oggetto da una prima verifica non sembra che possa essere soggetto a restrizioni in quanto è previsto di conservare le aperture esistente nel loro numero e nella loro forma, dimensione e posizione (vedi punto c comma 4 art. 110 parte II variante al P.R.G.).

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.

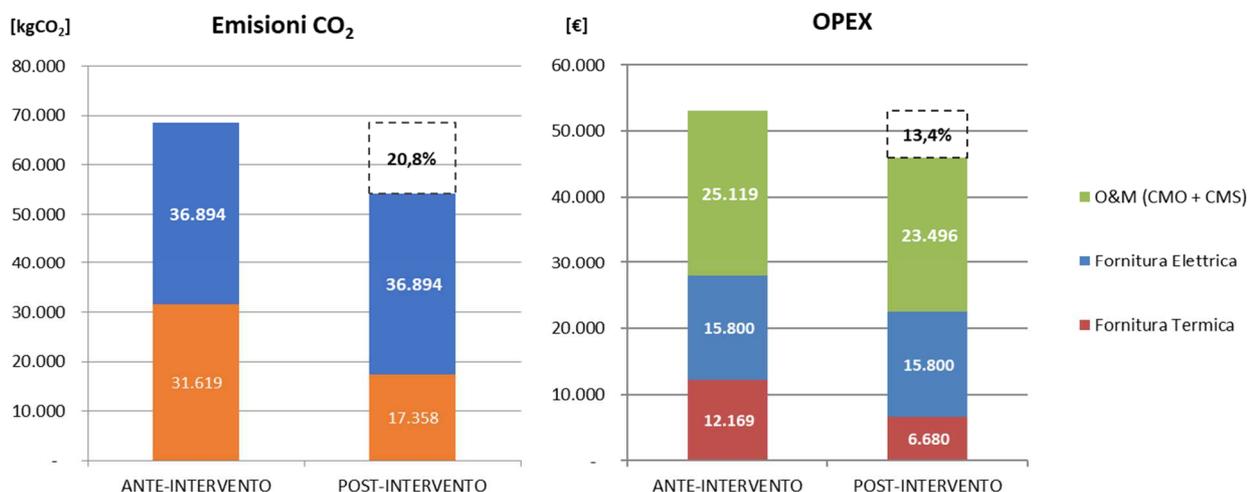
#### **Requisito prestazionale per accedere agli incentivi**

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 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]	148.404	81.468	<b>45,1%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	78.947	78.947	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	156.532	85.930	<b>45,1%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	79.002	79.002	<b>0,0%</b>
Emiss. CO <sub>2</sub> Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	31.619	17.358	<b>45,1%</b>
Emiss. CO <sub>2</sub> Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	36.894	36.894	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO<sub>2</sub> TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>68.513</b>	<b>54.252</b>	<b>20,8%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	12.169	6.680	<b>45,1%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	15.800	15.800	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>27.969</b>	<b>22.481</b>	<b>19,6%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	11.829	11.829	<b>0,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	3.629	3.048	<b>16,0%</b>
C <sub>MS_I</sub>	[€]	3.144	3.144	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	6.517	5.474	<b>16,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>25.119</b>	<b>23.496</b>	<b>6,5%</b>
OPEX	[€]	<b>53.088</b>	<b>45.976</b>	<b>13,4%</b>
Classe energetica	[-]	C	B	1 classe



#### 8.1.1.4 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 sottolinea che essendo l'edificio classificato all'interno delle Norme di attuazione della Variante al Piano Regolatore Generale del Comune di Napoli come **Unità edilizia speciale otto-novecentesca originaria o di ristrutturazione a struttura modulare** è soggetto ad alcune **restrizioni nelle possibili trasformazioni fisiche, le quali sono indicate all'art. 110 e 111 della parte II del P.R.G.**

L'intervento in oggetto da una prima verifica non sembra che possa essere soggetto a restrizioni in quanto è previsto di conservare le aperture esistenti nel loro numero e nella loro forma, dimensione e posizione (vedi punto c comma 4 art. 110 parte II variante al P.R.G.).

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

- Garantire un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziario e soddisfacenti livelli di performance dell'intervento in relazione al rapporto risparmio energetico/costo di investimento e in termini di copertura del fabbisogno energetico effettivo
- Prevedere ove possibile l'utilizzo di materiali ecosostenibili naturali

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

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

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

### **Descrizione dei lavori**

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

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

### **Riduzione costi di manutenzione**

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi applicazione di pellicole a controllo solare è stata stimata sulla base dell'incidenza della superficie del componente di involucro interessato dall'intervento rispetto al totale delle superfici disperdenti. In particolare la riduzione riguarderà soltanto il costo della manutenzione ordinaria e straordinaria edile ( $C_{MO,E}$  e  $C_{MS,E}$ .)

La riduzione dei costi è giustificata dal fatto che la realizzazione degli interventi applicazione di pellicole a controllo solare eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali la regolazione dei serramenti o la sostituzione di elementi obsoleti e non più funzionanti in quanto realizzati nuovi.

### **OPEX post intervento**

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

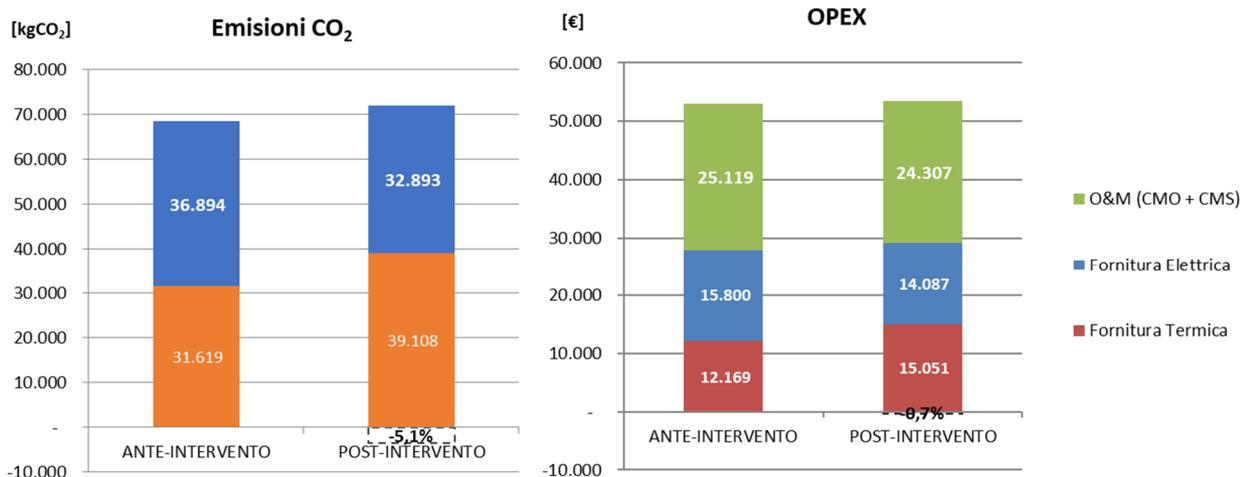
La realizzazione dell'intervento di realizzazione delle pellicole a controllo solare riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

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

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

## Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	148.404	183.552	<b>-23,7%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	78.947	70.386	<b>10,8%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	156.532	193.605	<b>-23,7%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	79.002	70.435	<b>10,8%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	31.619	39.108	<b>-23,7%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	36.894	32.893	<b>10,8%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>68.513</b>	<b>72.001</b>	<b>-5,1%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	12.169	15.051	<b>-23,7%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	15.800	14.087	<b>10,8%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>27.969</b>	<b>29.138</b>	<b>-4,2%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	11.829	11.829	<b>0,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	3.629	3.339	<b>8,0%</b>
C <sub>MS_I</sub>	[€]	3.144	3.144	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	6.517	5.996	<b>8,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>25.119</b>	<b>24.307</b>	<b>3,2%</b>
OPEX	[€]	<b>53.088</b>	<b>53.445</b>	<b>-0,7%</b>
Classe energetica	[-]	C	C	0 classe



### 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. Si sottolinea che essendo l'edificio classificato all'interno della delle Norme di attuazione della Variante al Piano Regolatore Generale del Comune di Napoli come **Unità edilizia speciale otto-novecentesca originaria o di ristrutturazione a struttura modulare** è soggetto ad alcune **restrizioni nelle possibili trasformazioni fisiche, le quali sono indicate all'art. 110 e 111 della parte II del P.R.G.**

L'intervento in oggetto risulta essere classificato tra gli interventi ammissibili in quanto è da considerarsi come adeguamento di impianti tecnologici (vedi comma 7 art. 110 parte II variante al P.R.G.).

##### **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

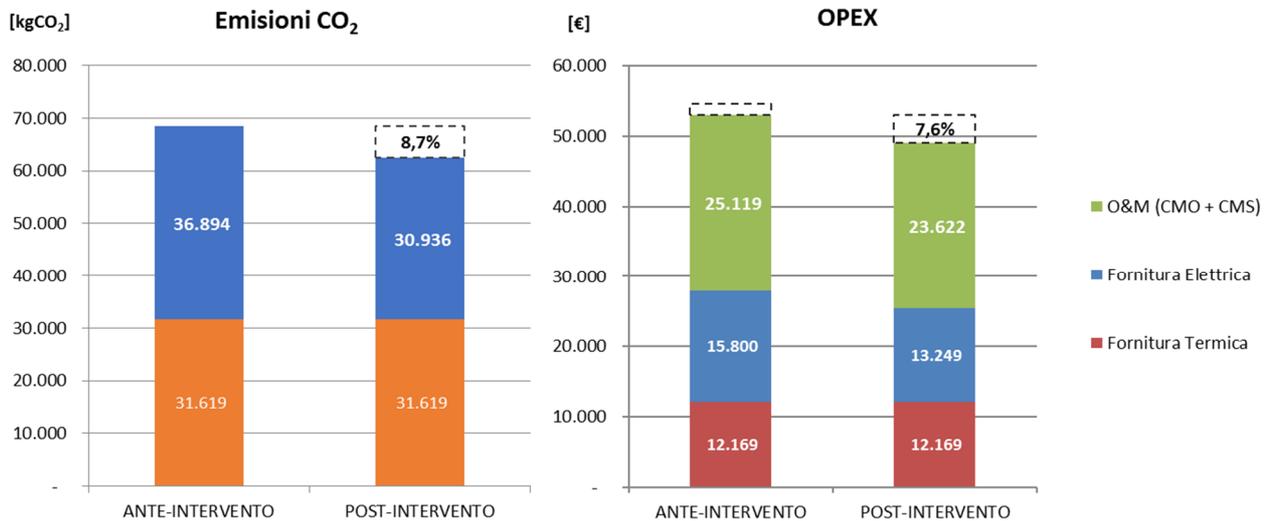
Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali della misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Sostituzione di sistemi per l'illuminazione d'interni e delle pertinenze esterne degli edifici esistenti con 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]	148.404	148.404	<b>0,0%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	78.947	66.199	<b>16,1%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	156.532	156.532	<b>0,0%</b>
$EE_{baseline}$	[kWh]	79.002	66.245	<b>16,1%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	31.619	31.619	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	36.894	30.936	<b>16,1%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>68.513</b>	<b>62.556</b>	<b>8,7%</b>
Fornitura Termica, $C_q$	[€]	12.169	12.169	<b>0,0%</b>

Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	15.800	13.249	<b>16,1%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>27.969</b>	<b>25.418</b>	<b>9,1%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	11.829	10.646	<b>10,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	3.629	3.629	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_I</sub>	[€]	3.144	2.830	<b>10,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	6.517	6.517	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>25.119</b>	<b>23.622</b>	<b>6,0%</b>
OPEX	[€]	<b>53.088</b>	<b>49.039</b>	<b>7,6%</b>
Classe energetica	[-]	C	C	0 classe



### 8.1.3 Sistemi di controllo e gestione degli impianti elettrici e termici

#### 8.1.3.1 Installazione sistema BACS

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

In particolare tale intervento contiene al suo interno:

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

#### **Fattibilità tecnica**

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

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

Si sottolinea che essendo l'edificio classificato all'interno della delle Norme di attuazione della Variante al Piano Regolatore Generale del Comune di Napoli come **Unità edilizia speciale otto-novecentesca originaria o di ristrutturazione a struttura modulare** è soggetto ad alcune **restrizioni nelle possibili trasformazioni fisiche, le quali sono indicate all'art. 110 e 111 della parte II del P.R.G.**

L'intervento in oggetto risulta essere classificato tra gli interventi ammissibili in quanto è da considerarsi come adeguamento di impianti tecnologici (vedi comma 7 art. 110 parte II variante al P.R.G.).

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

I sistemi di automazione e regolazione (BACS) forniscono efficaci funzioni di regolazione dei dispositivi per il riscaldamento, raffrescamento ed illuminazione, che conducono al miglioramento dell'efficienza operativa ed efficienza energetica. Tali sistemi sono poi integrati da funzioni di gestione tecnica dell'edificio (TBM) utili a fornire informazioni sull'esercizio, la manutenzione, i servizi e la gestione degli edifici e da un sistema di

monitoraggio (EMS) con lo scopo di migliorare la prestazione energetica gestendo e monitorando in modo sistematico l'utilizzo dell'energia ed il confort termico.

### **Descrizione dei lavori**

L'intervento proposto prevede le seguenti operazioni:

- Installazione sistema di monitoraggio dei consumi energetici EMS
- Installazione di cronotermostati ambiente con comunicazione ad onde convogliate
- Installazione sistema di controllo pompe multistadio
- Installazione di sistema di controllo automatico dell'impianto termico con partenza/arresto ottimizzato
- Installazione sensori di rilevamento presenza per sistema di illuminazione nei servizi igienici ed uffici
- Installazione sistema di controllo di luce diurna negli uffici
- Installazione sistema di rilevamento guasti, diagnostica e supporto alla diagnosi dei guasti
- Installazione pannello elettronico di controllo del sistema BACS e TBM

### **Riduzione costi di manutenzione**

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

### **OPEX post intervento**

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

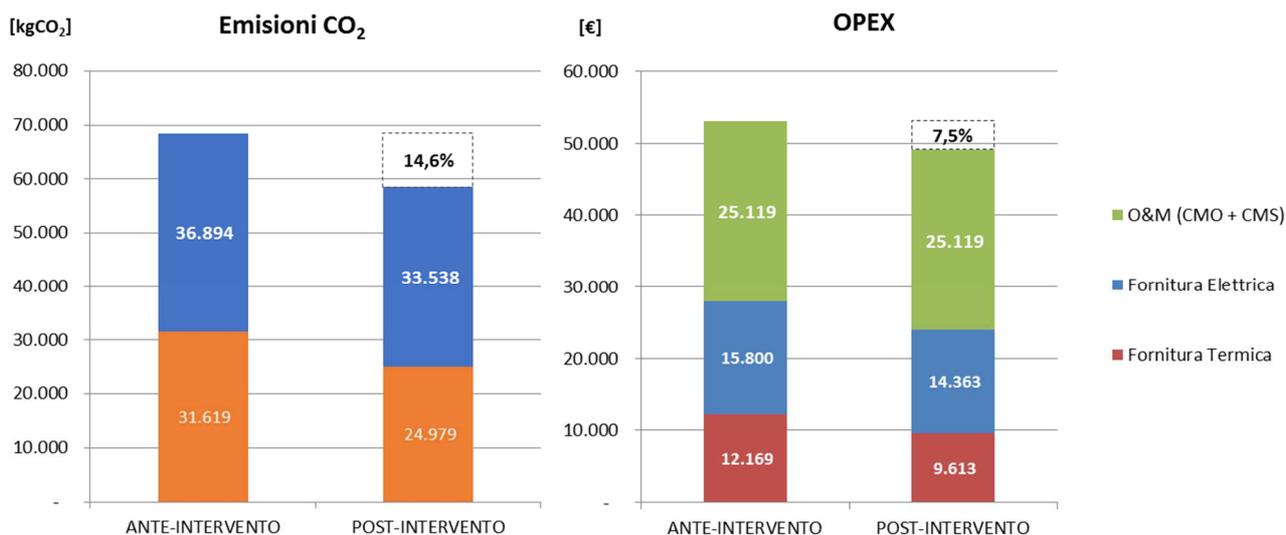
La realizzazione dell'intervento di installazione del sistema BACS riducendo i costi energetici consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

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

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

## Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	148.404	117.239	<b>21,0%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	78.947	71.766	<b>9,1%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	156.532	123.660	<b>21,0%</b>
$EE_{baseline}$	[kWh]	79.002	71.816	<b>9,1%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	31.619	24.979	<b>21,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	36.894	33.538	<b>9,1%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>68.513</b>	<b>58.517</b>	<b>14,6%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	12.169	9.613	<b>21,0%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	15.800	14.363	<b>9,1%</b>
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>27.969</b>	<b>23.976</b>	<b>14,3%</b>
$C_{MO}$	[€]	11.829	11.829	<b>0,0%</b>
$C_{MO,E}$	[€]	3.629	3.629	<b>0,0%</b>
$C_{MS,I}$	[€]	3.144	3.144	<b>0,0%</b>
$C_{MS,E}$	[€]	6.517	6.517	<b>0,0%</b>
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>25.119</b>	<b>25.119</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>53.088</b>	<b>49.095</b>	<b>7,5%</b>
Classe energetica	[-]	C	-	-



#### 8.1.4 Impianto di generazione di calore

##### 8.1.4.1 Efficientamento 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'edifici.

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 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.

Si sottolinea che essendo l'edificio classificato all'interno della delle Norme di attuazione della Variante al Piano Regolatore Generale del Comune di Napoli come **Unità edilizia speciale otto-novecentesca originaria o di ristrutturazione a struttura modulare** è soggetto ad alcune **restrizioni nelle possibili trasformazioni fisiche, le quali sono indicate all'art. 110 e 111 della parte II del P.R.G.**

L'intervento in oggetto risulta essere classificato tra gli interventi ammissibili in quanto è da considerarsi come adeguamento di impianti tecnologici (vedi comma 7 art. 110 parte II variante al P.R.G.).

###### Caratteristiche funzionali e tecniche

La sostituzione dell'attuale generatore di calore di tipo tradizionale con un nuovo generatore a condensazione di potenza pari a 585 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.

###### 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 ( $C_{MO_I}$  e  $C_{MS_I}$ .)

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.

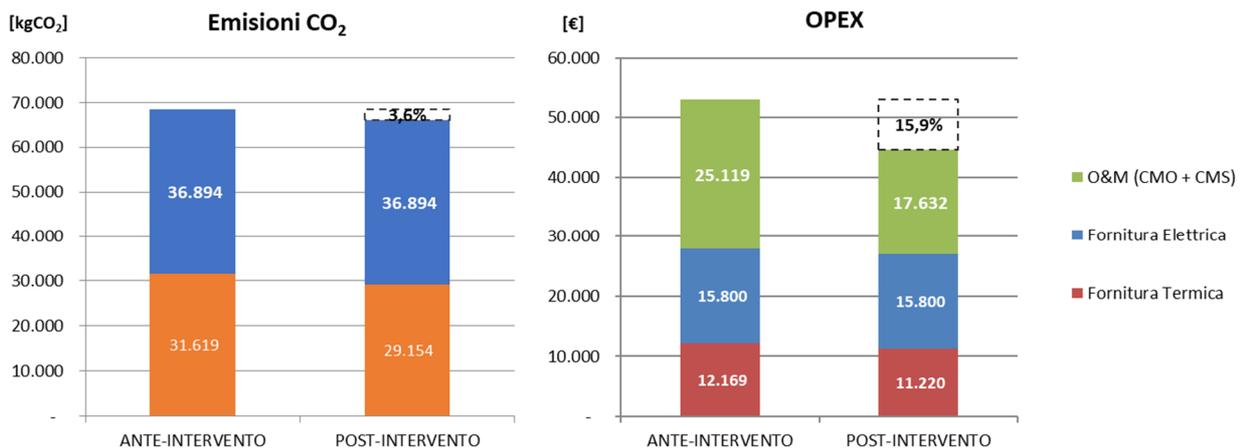
### **Requisito prestazionale per accedere agli incentivi**

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 <sub>teorico*</sub>	[kWh]	70.127	64.660	<b>7,8%</b>
EE <sub>teorico*</sub>	[kWh]	66.199	66.199	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	156.532	144.329	<b>7,8%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	79.002	79.002	<b>0,0%</b>
Emiss. CO <sub>2</sub> Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	31.619	29.154	<b>7,8%</b>
Emiss. CO <sub>2</sub> Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	36.894	36.894	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO<sub>2</sub> TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>68.513</b>	<b>66.048</b>	<b>3,6%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	12.169	11.220	<b>7,8%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	15.800	15.800	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>27.969</b>	<b>27.020</b>	<b>3,4%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	11.829	5.914	<b>50,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	3.629	3.629	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_I</sub>	[€]	3.144	1.572	<b>50,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	6.517	6.517	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>25.119</b>	<b>17.632</b>	<b>29,8%</b>
OPEX	[€]	<b>53.088</b>	<b>44.653</b>	<b>15,9%</b>
Classe energetica	[-]	B	B	0 classi

\*Baseline ridotta che include interventi di 1° Livello



### 8.1.5 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

#### 8.1.5.1 Installazione pompe di calore

##### **Fattibilità tecnica**

Considerate le caratteristiche impiantistiche degli attuali sistemi di climatizzazione estiva ed invernale, si rileva la possibilità di intervenire su entrambi i sistemi proponendo un'unica soluzione di generazione per entrambi i servizi attraverso l'installazione di tre pompe di calore elettriche aria/acqua a sostituzione del generatore di calore a metano.

Si propone, pertanto, la sostituzione dell'attuale caldaia con tre pompe di calore e l'installazione di valvole termostatiche su tutti i radiatori dell'edifici.

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 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.

Si sottolinea che essendo l'edificio classificato all'interno della delle Norme di attuazione della Variante al Piano Regolatore Generale del Comune di Napoli come **Unità edilizia speciale otto-novecentesca originaria o di ristrutturazione a struttura modulare** è soggetto ad alcune **restrizioni nelle possibili trasformazioni fisiche, le quali sono indicate all'art. 110 e 111 della parte II del P.R.G.**

L'intervento in oggetto risulta essere classificato tra gli interventi ammissibili in quanto è da considerarsi come adeguamento di impianti tecnologici (vedi comma 7 art. 110 parte II variante al P.R.G.).

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

Si propone di intervenire sugli impianti di climatizzazione estiva ed invernale attraverso sostituzione degli attuali sistemi di generazione con tre pompe di calore elettriche aria/acqua con potenza utile pari a 190 kW.

Si sostituirà, inoltre, l'attuale pompa di circolazione con una pompa di circolazione ad inverter al fine di ridurre i consumi elettrici dovuti alla distribuzione del fluido termovettore.

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

L'intervento proposto prevede le seguenti operazioni:

- smantellamento del vecchio generatore a gas;
- installazione tre pompe di calore elettriche;

- rifacimento tubazioni in centrale termica e coibentazione delle stesse;
- 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 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.

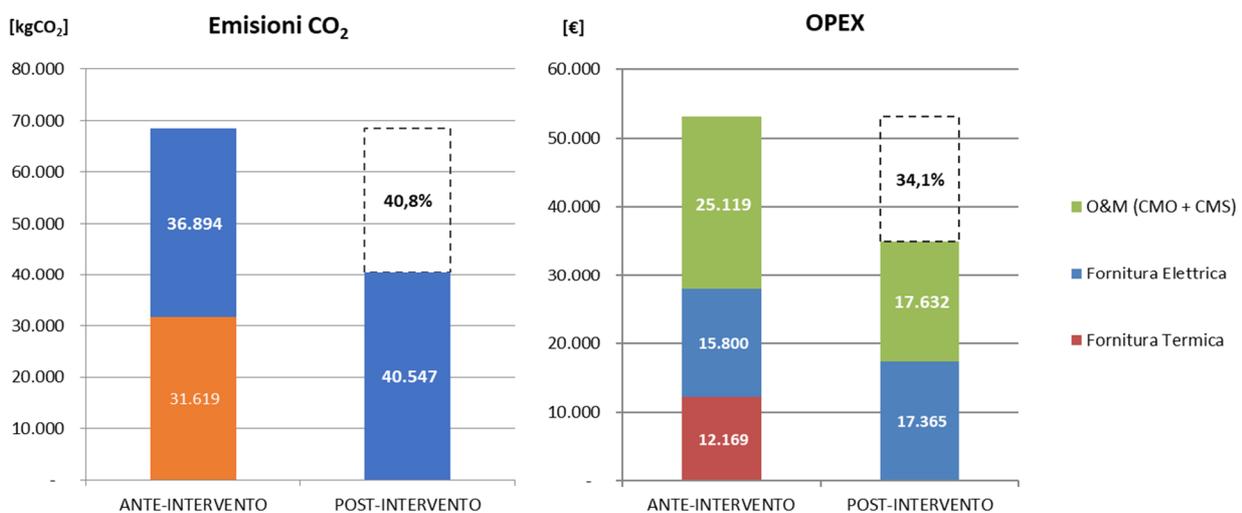
### **Requisito prestazionale per accedere agli incentivi**

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]	70.127	-	<b>100,0%</b>
$EE_{teorico}^*$	[kWh]	66.199	72.754	<b>-9,9%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	156.532	-	<b>100,0%</b>
$EE_{Baseline}$	[kWh]	79.002	86.825	<b>-9,9%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	31.619	-	<b>100,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	36.894	40.547	<b>-9,9%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>68.513</b>	<b>40.547</b>	<b>40,8%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	12.169	-	<b>100,0%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	15.800	17.365	<b>-9,9%</b>
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>27.969</b>	<b>17.365</b>	<b>37,9%</b>
$C_{MO\_I}$	[€]	11.829	5.914	<b>50,0%</b>
$C_{MO\_E}$	[€]	3.629	3.629	<b>0,0%</b>
$C_{MS\_I}$	[€]	3.144	1.572	<b>50,0%</b>
$C_{MS\_E}$	[€]	6.517	6.517	<b>0,0%</b>
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>25.119</b>	<b>17.632</b>	<b>29,8%</b>
OPEX	[€]	<b>53.088</b>	<b>34.997</b>	<b>34,1%</b>
Classe energetica	[-]	B	A2	2 classi

\*Baseline ridotta che include interventi di 1° Livello



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

#### **Fattibilità tecnica**

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

La valutazione energetica di tale scenario di intervento è avvenuta considerando un nuovo valore di baseline ridotto, che include i seguenti interventi di primo livello: sostituzione serramenti, coibentazione copertura, installazione di illuminazione LED ed efficientamento dell'impianto di generazione di calore.

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

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

Nell'edificio in questione si è ipotizzato di installare un impianto fotovoltaico di 30 kWp.

Si sottolinea che essendo l'edificio classificato all'interno della delle Norme di attuazione della Variante al Piano Regolatore Generale del Comune di Napoli come **Unità edilizia speciale otto-novecentesca originaria o di ristrutturazione a struttura modulare** è soggetto ad alcune **restrizioni nelle possibili trasformazioni fisiche, le quali sono indicate all'art. 110 e 111 della parte II del P.R.G.**

L'intervento in oggetto risulta essere classificato tra gli interventi ammissibili in quanto è da considerarsi come inserimento di impianti tecnologici (vedi comma 7 art. 110 parte II variante al P.R.G.).

#### **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**

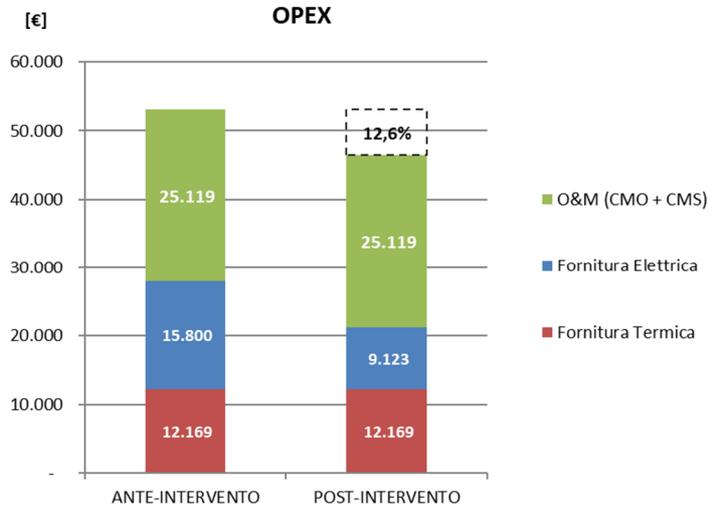
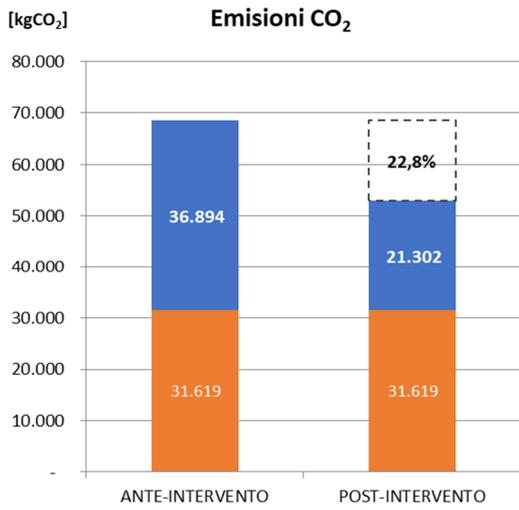
Il termine inglese OPerating EXpense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

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]	64.660	64.660	<b>0,0%</b>
EE <sub>teorico*</sub>	[kWh]	66.199	38.223	<b>42,3%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	156.532	156.532	<b>0,0%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	79.002	45.615	<b>42,3%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	31.619	31.619	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	36.894	21.302	<b>42,3%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>68.513</b>	<b>52.922</b>	<b>22,8%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	12.169	12.169	<b>0,0%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	15.800	9.123	<b>42,3%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>27.969</b>	<b>21.292</b>	<b>23,9%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	11.829	11.829	<b>0,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	3.629	3.629	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_I</sub>	[€]	3.144	3.144	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	6.517	6.517	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>25.119</b>	<b>25.119</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>53.088</b>	<b>46.411</b>	<b>12,6%</b>
Classe energetica	[-]	B	A2	2 classi

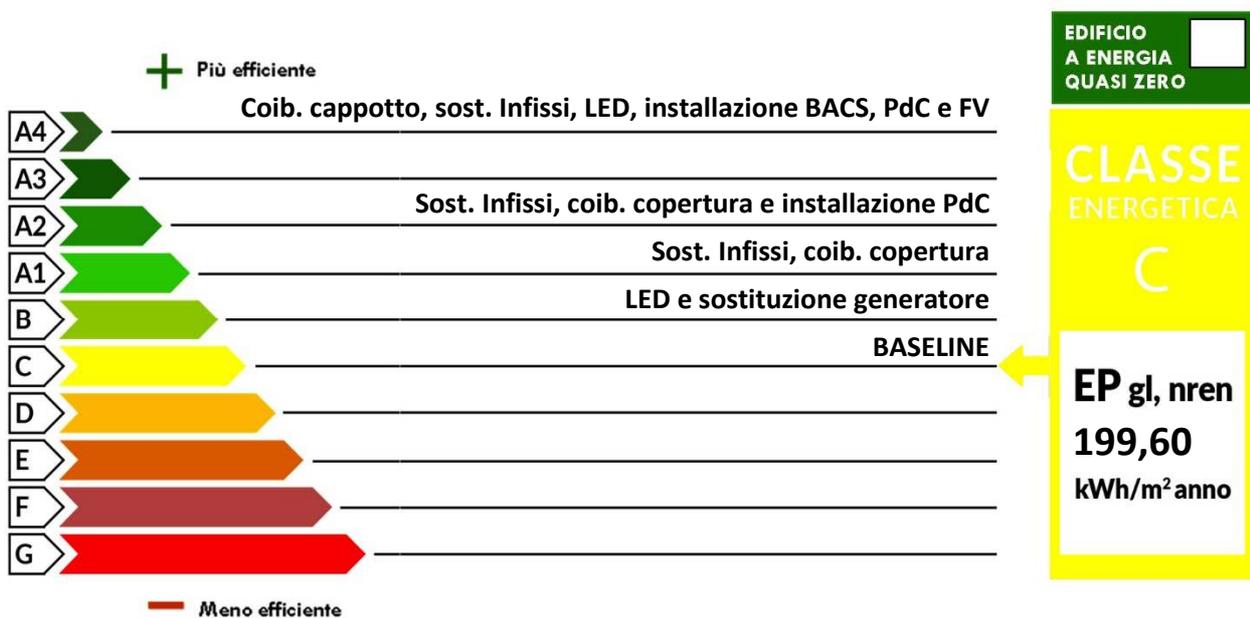
\*Baseline ridotta che include interventi di 1° e 2° Livello



## 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 province ove tali voci erano contemplate. Le fonti alternative utilizzate sono state: Prezzario Regionale Lazio, Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016.

### 9.1 *Analisi dei costi dei singoli interventi migliorativi*

#### 9.1.1 *Coibentazione delle pareti esterne con controparete interna*

Si riporta l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella coibentazione delle pareti esterne dell'edificio mediante la realizzazione di una controparete interna in polistirene EPS grigio con grafite (sp=10cm) e lastre in cartongesso.

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, 2.A, 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 7.658 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

Si precisa tuttavia che per la realizzazione della controparete interna sarà necessario valutare con attenzione in una fase successiva di progettazione le interazioni con gli impianti attualmente addossati alle pareti interessate dall'intervento, come ad esempio spostamento di radiatori, canaline passacavi elettrici, quadri, interruttori ed altro

Per la quantificazione di tale intervento è necessaria una analisi ed una progettazione più approfondita rispetto a quanto previsto in una Diagnosi Energetica.



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]	[€]	[%]	[€]
E.10.10.20.i	Isolamento termico e acustico con pannelli in polistirene espanso sinterizzato, reazione al fuoco euroclasse E, applicati con tasselli in materiale sintetico, compresi gli sfridi, i ponteggi fino a 4,0 m dal piano di appoggio, il tiro e il calo dei materiali, e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte Spessore 5 cm, densità 25 Kg/mc	Prezzario Regione Campania	7658,06	m2	€ 18,45	€ 16,77	€128.446,55	22%	€156.704,79
E.17.50.10.a	Pareti divisorie in lastre di cartongesso dello spessore di 12 mm fissate mediante viti autofilettanti alla struttura portante costituita da profilati in lamiera di acciaio zincato, con interasse non superiore a 60 cm, compresi la formazione di eventuali vani porta e vani finestra, gli spigoli vivi, il nastro a rete coprigiunti, la stuccatura dei giunti, la sigillatura, il materiale di fissaggio, i ponti di servizio fino a 4 m dal piano di appoggio e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte Con una lastra di cartongesso su entrambi i lati della parete	Prezzario Regione Campania	3829,03	m2	€ 28,21	€ 25,65	€ 98.197,21	22%	€119.800,60
E.21.20.30.a	Tinteggiatura con pittura lavabile con resine sintetiche emulsionabili (idropittura), data a pennello o a rullo su pareti o soffitti, con tre mani a perfetta copertura, esclusa la preparazione degli stessi da conteggiarsi calo dei materiali, i ponti di servizio fino a 4 m dal piano di appoggio e quant'altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte a parte, compresi il tiro in alto e il calo dei materiali, i ponti di servizio fino a 4 m dal piano di appoggio e quant'altro	Prezzario Regione Campania	3829,03	m2	€ 6,27	€ 5,70	€ 21.825,47	22%	€ 26.627,07

	occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte A base di resine viniliche								
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 7.454,08	22%	€ 9.093,97
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 17.392,85	22%	€ 21.219,27
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM1)</b>						<b>€ 273.316</b>	<b>22%</b>	<b>€ 333.446</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							<b>€133.378,29</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>€133.378,29</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 prevede 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, 2.A, 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 1.264 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 λ = 0,035 W/m°K spessore 3 cm	Prezzario Regione Lazio	1264	m2	€ 27,40	€ 24,91	€ 31.485,09	22%	€ 38.411,81
A 11.01.2.f.2	per ogni cm in più	Prezzario Regione Lazio	8848	m2	€ 4,54	€ 4,13	€ 36.518,11	22%	€ 44.552,09
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	1264	m2	€ 13,09	€ 11,90	€ 15.041,60	22%	€ 18.350,75

	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 almeo 15 cm alle testate dei teli: armata in filo continuo di poliestere non tessuto spessore 4 mm	Prezzario Regione Campania	1264	m2	€ 10,11	€ 9,19	€ 11.617,31	22%	€ 14.173,12
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 2.839,86	22%	€ 3.464,63
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 6.626,35	22%	€ 8.084,14
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM2)</b>						<b>104.128,32</b>	<b>22%</b>	<b>127.036,55</b>
	Incentivi	[Conto termico]							€ 50.814,62
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 50.814,62

### 9.1.3 Sostituzione infissi con altri aventi $U < 1,75W/m^2k$

Si riportata l'analisi dei costi relativi alla sostituzione degli infissi con altri aventi  $U < 1,75W/m^2k$ . 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 senza 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% calcolato sul costo specifico sostenuto e sulla superficie oggetto di intervento di 1.089 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	1089,03	m2	€ 5,68	€ 5,16	€ 5.623,35	22%	€ 6.860,49
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	Prezziario Regione Campania	248	cad	€ 610,72	€ 555,20	€ 137.689,60	22%	€ 167.981,31

	W/m <sup>2</sup> °C potere fonoisolante pari a 34 dB, fornito e posato in opera su preesistente controtelaio. A due battenti								
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 4.299,39	22%	€ 5.245,25
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 10.031,91	22%	€ 12.238,93
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM1)</b>						€ <b>157.644</b>	<b>22%</b>	€ <b>192.326</b>
	Incentivi	[Conto termico]							€ <b>76.930,39</b>
	Durata incentivi								<b>1</b>
	Incentivo annuo								€ <b>76.930,39</b>

#### 9.1.4 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% al massimo della quota incentivabile pari a 30.000 €.

Si precisa che per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari nel caso in cui tale intervento si affianchi la sostituzione dei serramenti esistenti, nel caso in cui le pellicole venissero applicate sui vetri esistenti è necessario verificare con un'indagine più approfondita la presenza di vetri danneggiati, i quali dovranno necessariamente essere sostituiti.

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
					[€/m <sup>2</sup> cm]	[€/m <sup>2</sup> cm]	(IVA ESCLUSA)	[%]	(IVA INCLUSA)
					[€]	[€]	[€]	[%]	[€]
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	-	1089,03	m2	€ 83,66	€ 76,05	€82.825,68	22%	€ 101.047,33

F01009o	Costo di utilizzo, per la sicurezza e la salute dei lavoratori, di trabattello professionale metallico ad elementi innestabili, con piani di lavoro e scale in alluminio per salita interna, regolabile per altezza variabile, con o senza ruote, fornito e posto in opera. Sono compresi: l'uso per la durata della fase di lavoro che lo Chiede al fine di garantire la sicurezza dei lavoratori; il montaggio e lo smontaggio anche quando, per motivi legati alla sicurezza dei lavoratori, queste azioni vengono ripetute più volte durante l'esecuzione della fase; il documento che indica le caratteristiche tecniche e le istruzioni per l'uso e la manutenzione; l'accatastamento e l'allontanamento a fine opera. Gli apprestamenti sono e restano di proprietà dell'impresa. Dimensioni di riferimento approssimative: profondità m 0,90; larghezza circa m 2,00; fino alla altezza di circa m 7,50. È inoltre compreso quanto altro occorre per l'utilizzo temporaneo del trabattello. Altezza del piano di lavoro circa m 2. Misurato cadauno posto in opera, per il primo giorno di lavoro: fornitura per uso all'esterno. Portata kg 350 comprese 2 persone. Altezza del piano di lavoro circa m 12,50. Misurato cadauno posto in opera, per il primo giorno di lavoro	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	2	CAD	€ 96,30	€ 87,55	€ 175,09	22%	€ 213,61
F01009p	per ogni giorno di lavoro successivo al primo	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	10	cad/giorno	€ 23,70	€ 21,55	€ 215,45	22%	€ 262,85
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 2.490,02	22%	€ 3.037,83
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 5.810,05	22%	€ 7.088,27
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM5)</b>						<b>€ 91.516</b>	<b>22%</b>	<b>€ 111.650</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							<b>€ 30.000,00</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>€ 30.000,00</b>

### 9.1.5 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% 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	€30.000,00	€27.272,73	€ 27.272,73	22%	€ 33.272,73
NP	Installazione di sistema di monitoraggio e visualizzazione all'utenza dei consumi dell'edifici (EMS)	-	1	cad	€ 7.000,00	€ 6.363,64	€ 6.363,64	22%	€ 7.763,64
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.009,09	22%	€ 1.231,09
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 2.354,55	22%	€ 2.872,55
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub>- EEM6)</b>						<b>€ 37.000</b>	<b>22%</b>	<b>€ 45.140</b>
	Incentivi	[Conto termico]							€ 18.056,00
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 18.056,00

### 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 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> ]	[€]	[%]	[€]
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	10	cad	€ 11,30	€ 10,27	€ 102,73	22%	€ 125,33
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	111	cad	€ 11,86	€ 10,78	€ 1.196,78	22%	€ 1.460,07
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	135	cad	€ 13,03	€ 11,85	€ 1.599,14	22%	€ 1.950,95
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	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	5	m <sup>3</sup>	€ 46,14	€ 41,95	€ 209,73	22%	€ 255,87

	fino a 50 q, compresi carico, viaggio di andata e ritorno e scarico con esclusione degli oneri di discarica								
D03104a	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 69' mm, 20 W, 1.620 lm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	20	cad	€ 124,50	€ 113,18	€ 2.263,64	22%	€ 2.761,64
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 lunghez 600 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	44	cad	€ 14,56	€ 13,24	€ 582,40	22%	€ 710,53
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	111	cad	€ 155,99	€ 141,81	€ 15.740,81	22%	€ 19.203,79
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	539	cad	€ 19,97	€ 18,15	€ 9.785,30	22%	€ 11.938,07
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	135	cad	€ 221,58	€ 201,44	€ 27.193,91	22%	€ 33.176,57

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 lunghezza 1.500 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	79	cad	€ 21,66	€ 19,69	€ 1.555,58	22%	€ 1.897,81
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.806,90	22%	€ 2.204,42
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 4.216,10	22%	€ 5.143,64
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub>- EEM7)</b>						<b>€ 66.253</b>	<b>22%</b>	<b>€ 80.829</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico ]</b>							<b>€ 32.331,47</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>€ 32.331,47</b>

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

Si riporta l'analisi dei costi relativi all'efficientamento dell'impianto di generazione di calore, ottenuto mediante sostituzione del generatore attualmente installato.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati 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)
							[€]	[%]	[€]
E02011b	Caldaia a basamento a condensazione ad alto rendimento (classe A secondo direttiva Europea) 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 costante, controllo aria comburente per mezzo del sensore della pressione differenziale, regolazione gas/aria per ottimizzare la combustione e modulazione della potenza, funzionamento del bruciatore completamente automatico, con accensione ad alta tensione e controllo della fiamma di ionizzazione, pannello di comando della caldaia integrato, dispositivo di sicurezza a microprocessore, valvola del gas combinata composta da due valvole principali, rivestimento colorato verniciato a polvere e termo	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	2	cad	€21.114,79	€ 19.195,26	€ 38.390,53	22%	€ 46.836,44

	isolamento, alimentazione elettrica 230 V - 50 Hz, per solo riscaldamento, potenza termica nominale in riscaldamento 80 °C - 60 °C, della potenza resa di: 280 kW									
A01119e	Rimozione di caldaia pressurizzata, compreso ogni onere per il taglio e la chiusura delle tubazioni di adduzione e scarico, della potenzialità di: 697-1046 kW kW	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	1	cad	€ 266,11	€ 241,92	€ 241,92	22%	€ 295,14	
NP	Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 20 mm	-	127	cad	€ 41,37	€ 37,61	€ 4.776,35	22%	€ 5.827,15	
NP	Detentori in bronzo per tubi del diametro di: 20 mm a squadra	-	127	cad	€ 10,12	€ 9,20	€ 1.168,40	22%	€ 1.425,45	
NP	Impianti Elettrici Idrulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	-	85	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 2.453,79	22%	€ 2.993,63	
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.410,93	22%	€ 1.721,33	
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3.292,17	22%	€ 4.016,45	
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM8)</b>						<b>€ 51.734</b>	<b>22%</b>	<b>€ 63.116</b>	
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							<b>14980</b>	
	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>	
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>14980</b>	

### 9.1.8 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 19.408 €.

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 [€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA) [€]	[%]	(IVA INCLUSA) [€]
E03017i	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 105 kW, assorbimento elettrico 30,8 kW; resa termica 103 kW, assorbimento elettrico 26,1 kW	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	5	cad	€28.878,83	€ 26.253,48	€131.267,41	22%	€ 160.146,24
A01119e	Rimozione di caldaia pressurizzata, compreso ogni onere per il taglio e la chiusura delle tubazioni di adduzione e scarico, della potenzialità di: 697-1046 kW kW	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	1	cad	€ 266,11	€ 241,92	€ 241,92	22%	€ 295,14
NP	Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 20 mm	-	127	cad	€ 41,37	€ 37,61	€ 4.776,35	22%	€ 5.827,15
NP	Detentori in bronzo per tubi del diametro di: 20 mm a squadra	-	127	cad	€ 10,12	€ 9,20	€ 1.168,40	22%	€ 1.425,45
NP	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	-	85	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 2.453,79	22%	€ 2.993,63
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 4.197,24	22%	€ 5.120,63
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 9.793,55	22%	€ 11.948,13
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub>- EEM9)</b>						<b>€ 153.899</b>	<b>22%</b>	<b>€ 187.756</b>

	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							<b>19408</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>19408</b>

### 9.1.9 Installazione impianto fotovoltaico da 30 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 PREZZARI O	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
					[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
							[€]	[%]	[€]
D07001c	Modulo fotovoltaico a struttura rigida con celle al silicio monocristallino di forma quadrata o pseudoquadrata colore blu, efficienza del modulo > 14%, tensione massima di sistema 1.000 V, completo di cavi con connettori MC3 e scatola di giunzione IP 65 con diodi di by-pass, involucro in classe II con struttura sandwich e telaio in alluminio anodizzato, certificazione IEC 61215, garanzia di prestazione del 90% in 12 anni e dell'80% in 25 anni; cablaggio e fornitura in opera di struttura di supporto modulare in alluminio anodizzato inclusi: 66 celle, potenza di picco 260 W, dimensioni 160 x 110 x 5 cm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	116	cad	€ 636,11	€ 578,28	€ 66.982,45	22%	€ 81.718,59
D07009f	Inverter monofase bidirezionale per impianti connessi in rete (grid connected), conversione DC/AC realizzata con tecnica PWM e ponte a IGBT, trasformatore toroidale in uscita, filtri EMC in ingresso ed in uscita, controllore di isolamento in c.c., dispositivo di distacco automatico dalla rete, conforme Direttiva ENEL DK 5940, range di tensione MPPT 260-520 V, tensione di uscita 230 V c.a. ± 15% con frequenza 50 Hz e distorsione armonica < 3%, efficienza > 90%, display a cristalli liquidi, interfaccia seriale, in contenitore metallico installato a parete con grado di protezione IP 65, certificazione CEI 11-20, compresa l'attivazione dell'impianto: potenza	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	5	cad	€ 1.774,82	€ 1.613,47	€ 8.067,36	22%	€ 9.842,18

	nominale 6000 VA, fattore di potenza pari a 1								
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 2.251,49	22%	€ 2.746,82
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 5.253,49	22%	€ 6.409,25
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>€ 82.555</b>	<b>22%</b>	<b>€ 100.717</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 SCN a) e SCN b);

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.

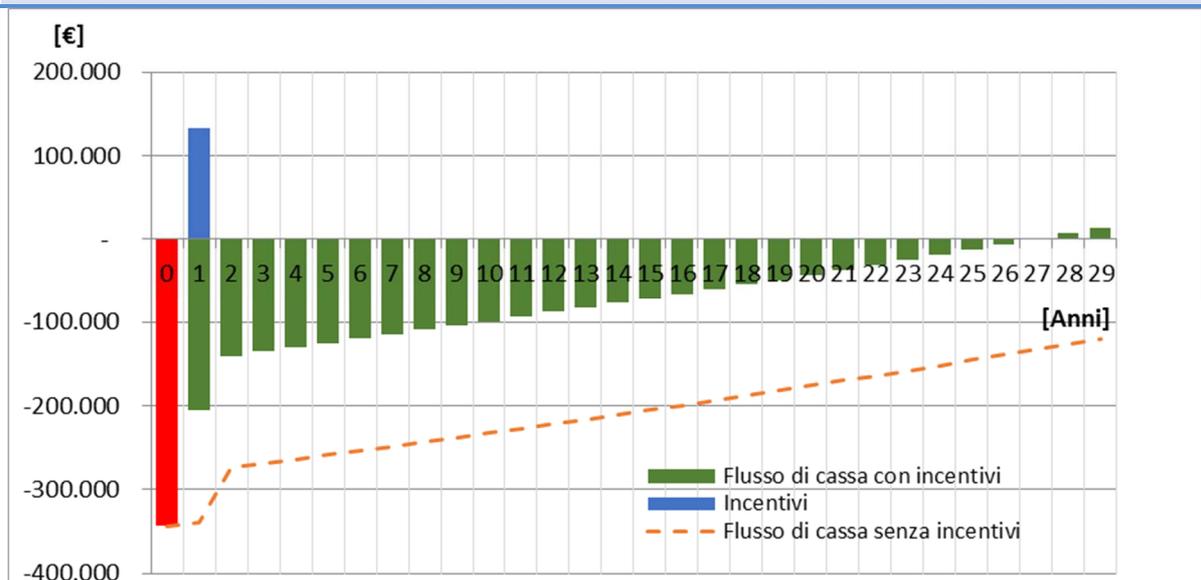
Analogamente la rappresentazione grafica dei flussi di cassa cumulati attualizzati permetterà la visualizzazione del TRA e del VAN.

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

### 9.2.1 Coibentazione pareti esterne con controparete interna

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

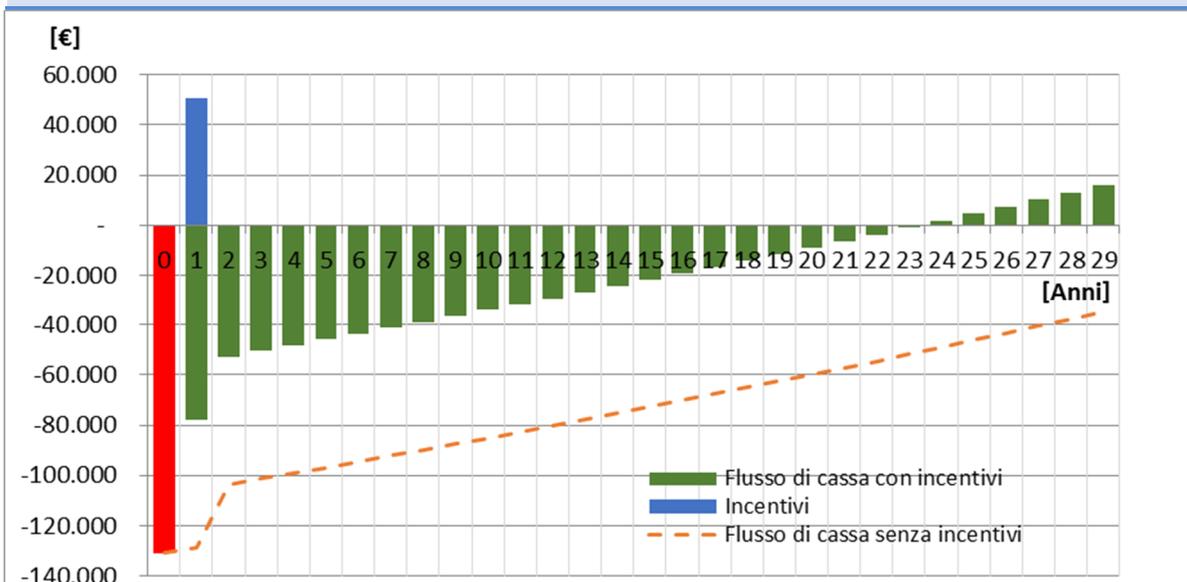
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	333.446
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	133.378
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	46,1	27,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	75,2	39,0
Valore attuale netto	VAN	-	-
		206.407	79.380
Tasso interno di rendimento	TIR	-3,1%	0,5%
Indice di profitto	IP	-0,62	-0,24



### 9.2.2 Coibentazione della copertura piana

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

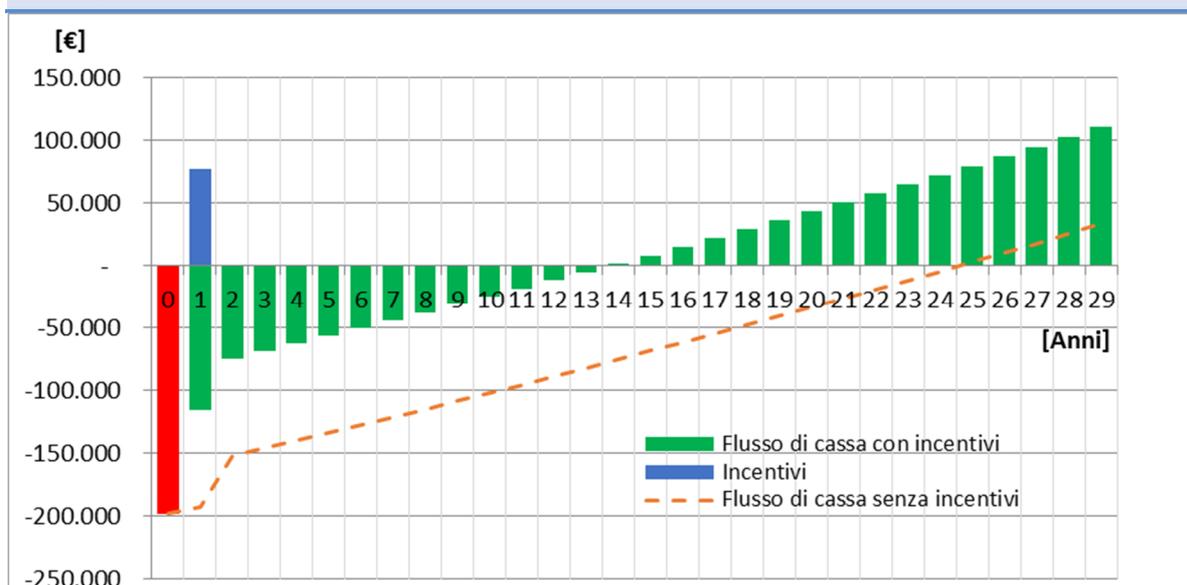
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	127.037
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	50.815
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	40,9	23,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	68,1	37,0
Valore attuale netto	VAN	-73.183	24.788
Tasso interno di rendimento	TIR	-2,3%	1,5%
Indice di profitto	IP	-0,58	-0,20



### 9.2.3 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:

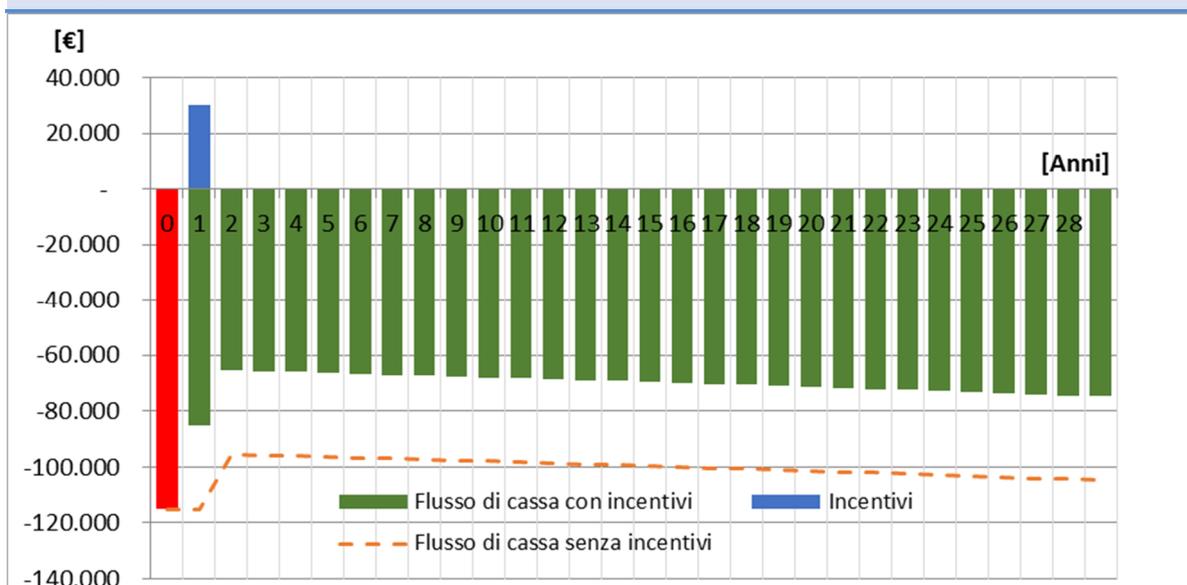
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	192.326
Oneri Finanziari % $I_0$	<b>OF</b>	[%]	3,0%
Aliquota IVA	<b>%IVA</b>	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	30
Incentivo annuo	<b>B</b>	€/anno	76.930
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	<b>TRS</b>	24,6	13,9
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	45,4	26,0
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	-67.168	6.099
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	1,2%	5,5%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,35	0,03



### 9.2.4 Applicazione di sistemi di schermatura solare

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

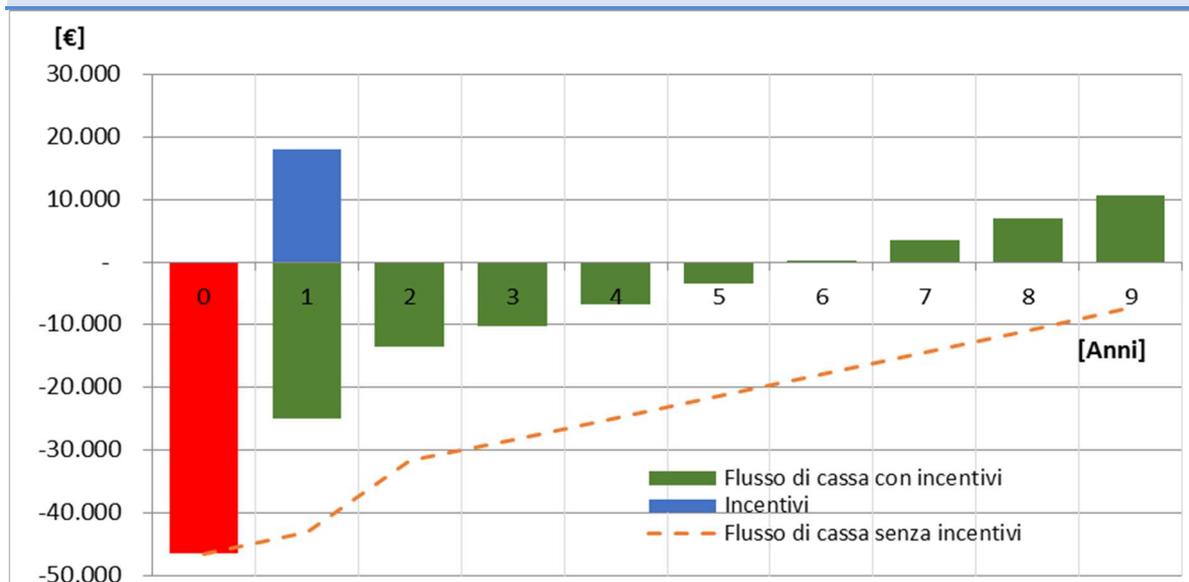
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	111.650
Oneri Finanziari % $I_0$	$OF$	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	30
Incentivo annuo	$B$	€/anno	30.000
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	$TRS$	336,6	85,7
Tempo di rientro attualizzato	$TRA$	260,0	82,5
Valore attuale netto	$VAN$	-101.730	-73.158
Tasso interno di rendimento	$TIR$	nd	nd
Indice di profitto	$IP$	-0,91	-0,66



### 9.2.5 Installazione sistema BACS

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

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	45.140
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	18.056
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	$TRS$	11,9	6,0
Tempo di rientro attualizzato	$TRA$	14,6	8,0
Valore attuale netto	$VAN$	-14.734	2.462
Tasso interno di rendimento	$TIR$	-3,7%	6,8%
Indice di profitto	$IP$	-0,33	0,05



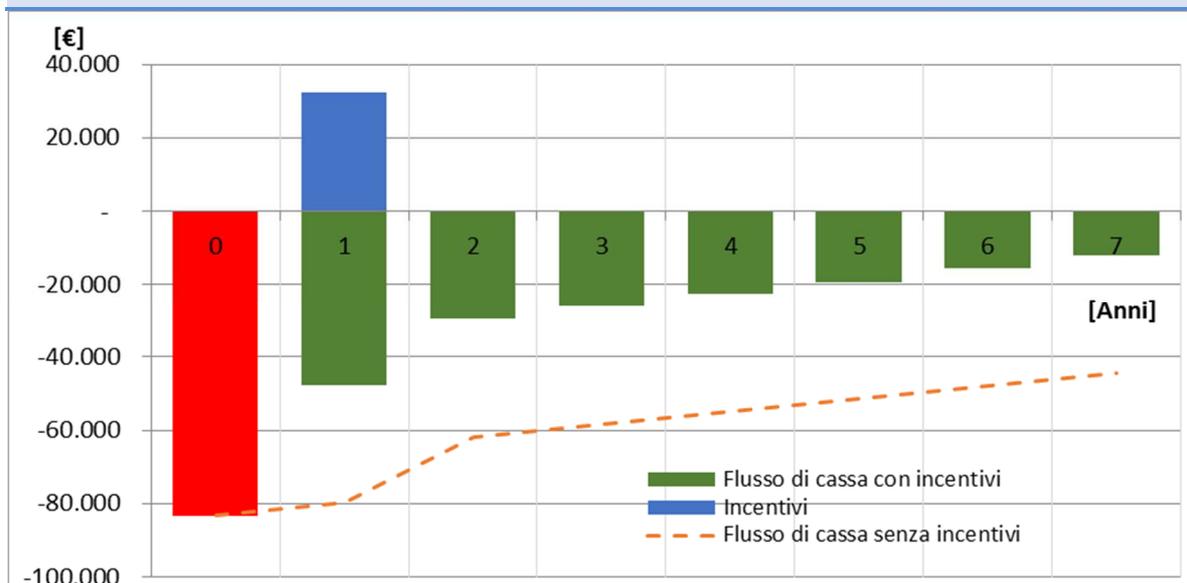
### 9.2.6 Efficiamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED

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

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	80.829
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	32.331
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	<b>i</b>	[%]	4,0%

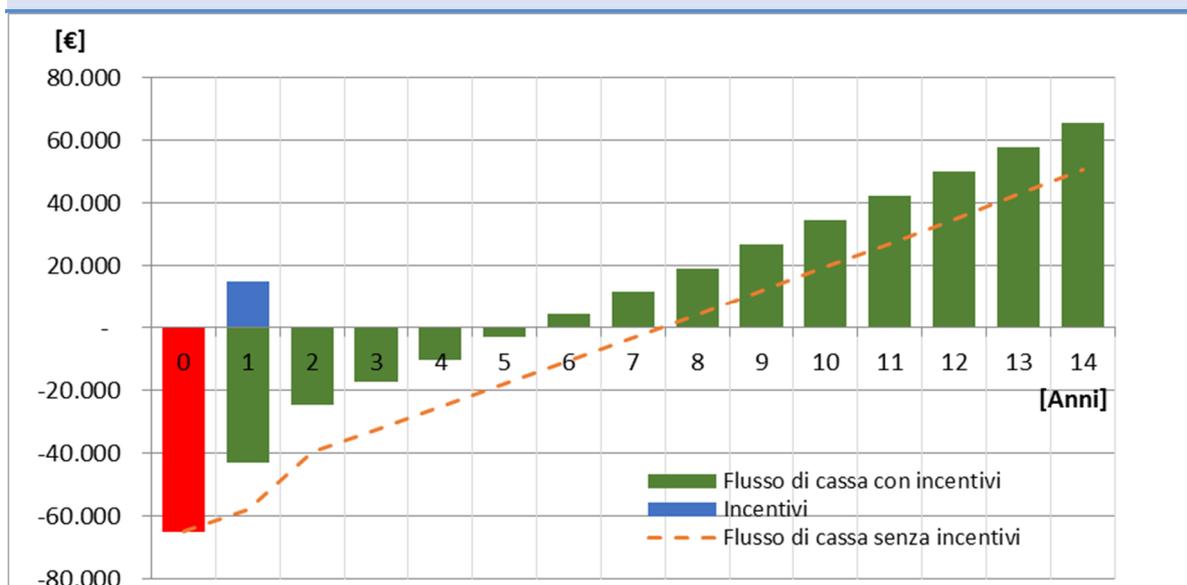
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	<b>TRS</b>	17,2	9,4
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	20,1	10,4
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	-50.086	19.294
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	-18,8%	-6,5%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,62	-0,24



### 9.2.7 Efficiamento impianto di generazione del calore

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

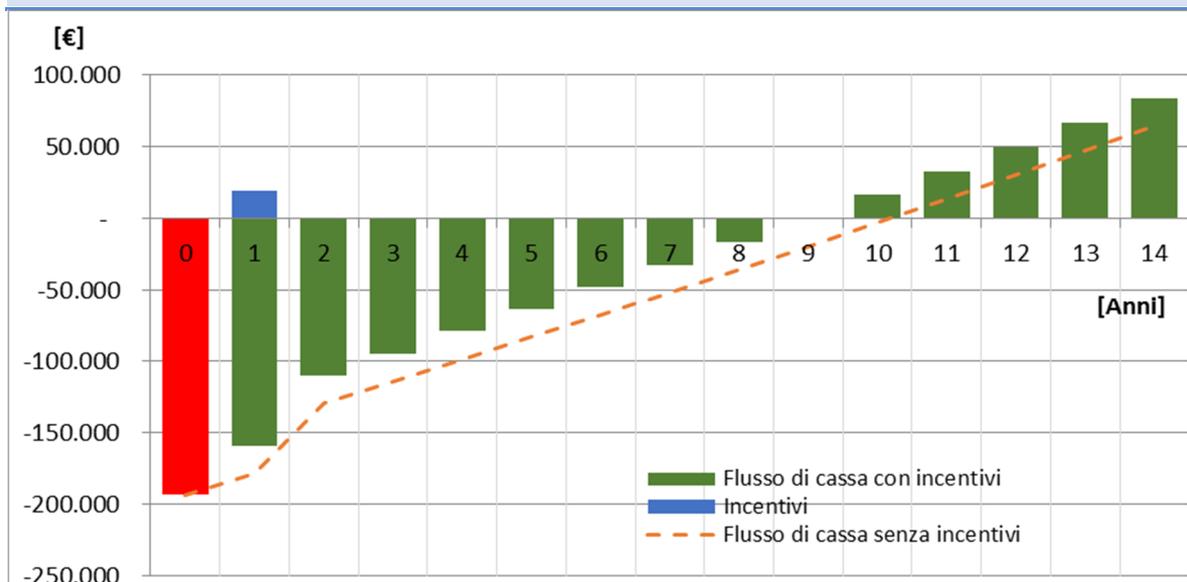
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	63.116
Oneri Finanziari % $l_0$	<b>OF</b>	[%]	3,0%
Aliquota IVA	<b>%IVA</b>	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	<b>n</b>	anni	15
Incentivo annuo	<b>B</b>	€/anno	14.980
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	<b>i</b>	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	<b>TRS</b>	7,5	5,6
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	9,8	6,9
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	18.539	32.806
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	9,5%	14,3%
Indice di profitto	<b>IP</b>	0,29	0,52



### 9.2.8 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	$I_0$	€	187.756
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	15
Incentivo annuo	<b>B</b>	€/anno	19.408
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>	10,3	9,0
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	15,5	12,7
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	-5.635	12.849
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	4,5%	6,2%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,03	0,07



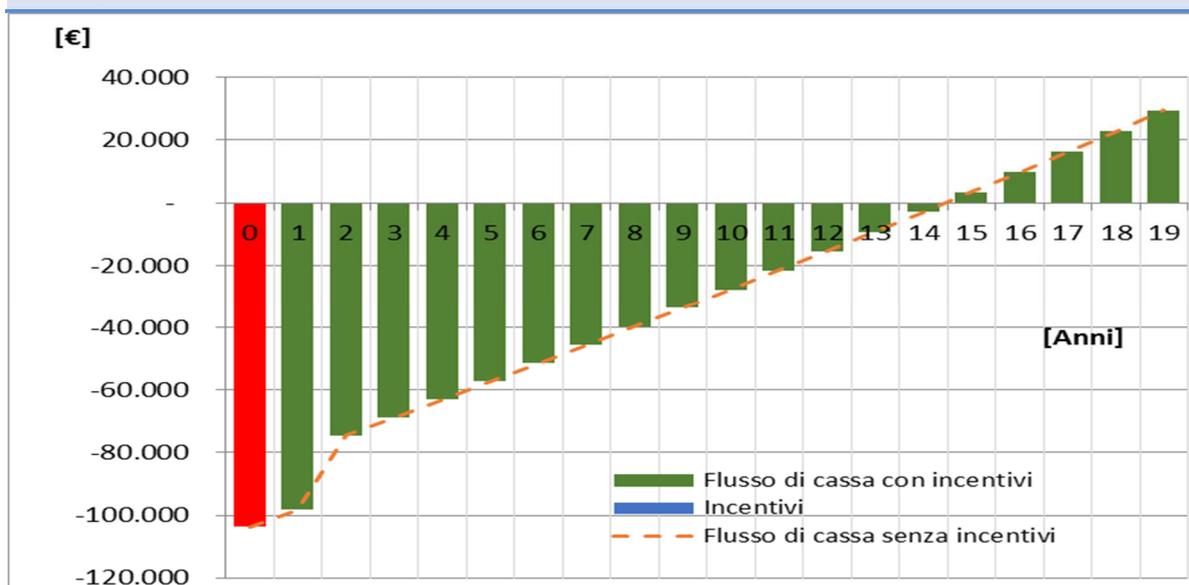
### 9.2.9 Impianto di generazione da fonti rinnovabili: installazione impianto FV

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	$I_0$	€	100.717
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	20
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	14,5	14,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	23,4	23,4
Valore attuale netto	VAN	-15.138	-15.138
Tasso interno di rendimento	TIR	2,9%	2,9%
Indice di profitto	IP	-0,15	-0,15



### 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 impianto di climatizzazione invernale – sostituzione generatore di calore con caldaia a condensazione

#### Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	148.404	138.275	6,8%
$EE_{teorico}$	[kWh]	78.947	64.720	18,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	156.532	145.849	6,8%
$EE_{baseline}$	[kWh]	79.002	64.765	18,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	31.619	29.461	6,8%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	36.894	30.245	18,0%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	68.513	59.707	12,9%
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	12.169	11.338	6,8%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	15.800	12.953	18,0%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	27.969	24.291	13,1%
$C_{MO\_I}$	[€]	11.829	5.914	50,0%
$C_{MO\_E}$	[€]	3.629	3.629	0,0%
$C_{MS\_I}$	[€]	3.144	1.572	50,0%
$C_{MS\_E}$	[€]	6.517	6.517	0,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	25.119	17.632	29,8%
OPEX	[€]	53.088	41.924	21,0%
Classe energetica	[-]	C	C	0 classe

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	66.253	14.576	80.829
EEM7 Sost. Generatore di calore	51.734	11.381	63.115
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>117.987</b>	<b>25.957</b>	<b>143.944</b>
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA) [€]
O&M	9.543	8.089	17.632
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>9.543</b>	<b>8.089</b>	<b>17.632</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]	
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>	<b>47.311</b>	
<b>Durata incentivi</b>		<b>1</b>	
<b>Incentivo annuo</b>		<b>47.311</b>	

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 40% per la sostituzione del generatore mentre è del 35 €/m<sup>2</sup> per i LED.

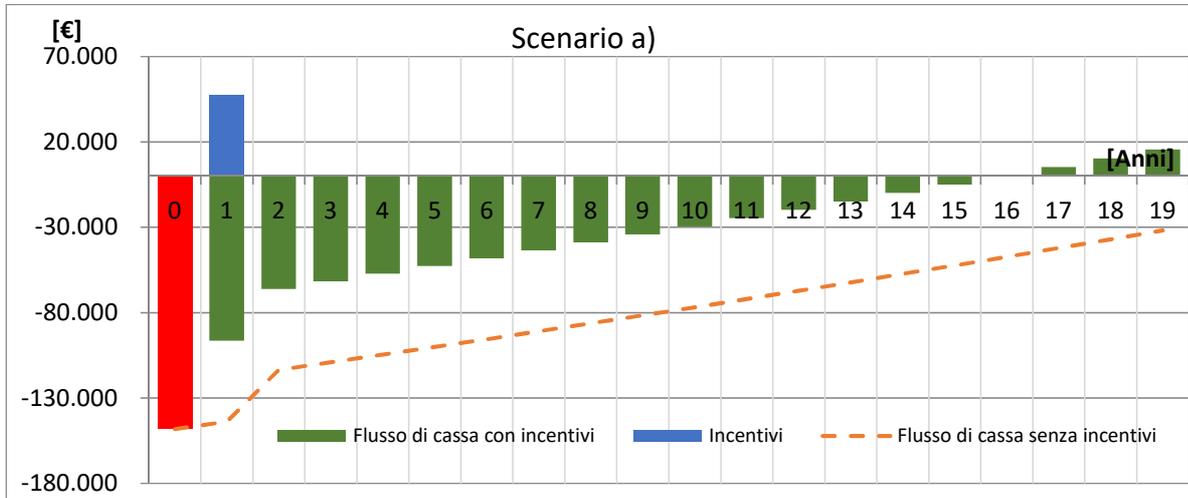
L'analisi di convenienza effettuata per lo **Scenario a)** porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I <sub>0</sub>	€	143.945
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	47.311
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
<b>INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO</b>		<b>VALORE SENZA INCENTIVI</b>	<b>VALORE SENZA INCENTIVI</b>

Tempo di rientro semplice	<b>TRS</b>	28,9	18,8
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	41,5	25,4
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	- 76.749	- 31.691
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	-4,0%	0,2%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,53	-0,22

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
<b>0</b>	- 143.945	-	- 148.263	- 148.263
<b>1</b>	-	47.311	- 143.917	- 96.606
<b>2</b>	-	-	- 113.570	- 66.258
<b>3</b>	-	-	- 109.136	- 61.825
<b>4</b>	-	-	- 104.658	- 57.347
<b>5</b>	-	-	- 100.135	- 52.824
<b>6</b>	-	-	- 95.567	- 48.256
<b>7</b>	-	-	- 90.953	- 43.642
<b>8</b>	-	-	- 86.293	- 38.982
<b>9</b>	-	-	- 81.587	- 34.275
<b>10</b>	-	-	- 76.833	- 29.522
<b>11</b>	-	-	- 72.032	- 24.721
<b>12</b>	-	-	- 67.183	- 19.872
<b>13</b>	-	-	- 62.286	- 14.974
<b>14</b>	-	-	- 57.339	- 10.028
<b>15</b>	-	-	- 52.343	- 5.031
<b>16</b>	-	-	- 47.297	15
<b>17</b>	-	-	- 42.200	5.111
<b>18</b>	-	-	- 37.053	10.258
<b>19</b>	-	-	- 31.854	15.457



### 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 interne

EEM 3: Sostituzione infissi

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

EEM 6: Realizzazione di un sistema di Building Automation

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]	148.404	-	100,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	78.947	33.522	57,5%
$Q_{baseline}$	[kWh]	156.532	-	100,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	79.002	33.545	57,5%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	31.619	-	100,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	36.894	15.666	57,5%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>68.513</b>	<b>15.666</b>	<b>77,1%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	12.169	-	100,0%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	15.800	6.709	57,5%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>27.969</b>	<b>6.709</b>	<b>76,0%</b>
$C_{MO\_I}$	[€]	11.829	5.914	50,0%
$C_{MO\_E}$	[€]	3.629	3.048	16,0%
$C_{MS\_I}$	[€]	3.144	1.572	50,0%
$C_{MS\_E}$	[€]	6.517	5.474	16,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	25.119	16.009	36,3%
OPEX	[€]	53.088	22.718	57,2%
Classe energetica	[-]	C	A3	5 classe

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 Coib. Interno	273.316	60.130	333.446
EEM3 Sost. Infissi	157.644	34.682	192.326
EEM5 sost. LED	66.253	14.576	80.829
EEM6 BACS	37.000	8.140	45.140
EEM8 PdC	153.899	33.858	187.757
EEM9 FV	82.555	18.162	100.717
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>770.667</b>	<b>169.548</b>	<b>940.215</b>

VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA) [€]
O&M	8.963	7.047	16.009
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>8.963</b>	<b>7.047</b>	<b>16.009</b>

VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Incentivi	[Conto termico]	545.674
Durata incentivi		1
<b>Incentivo annuo</b>		<b>545.674</b>

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".

Si precisa che non è prevista incentivazione sull'installazione dell'impianto FV, pertanto la spesa ammissibile dal Conto Termico 2.0 include i costi relativi agli interventi: EEM1-EEM3-EEM5-EEM6-EEM8.

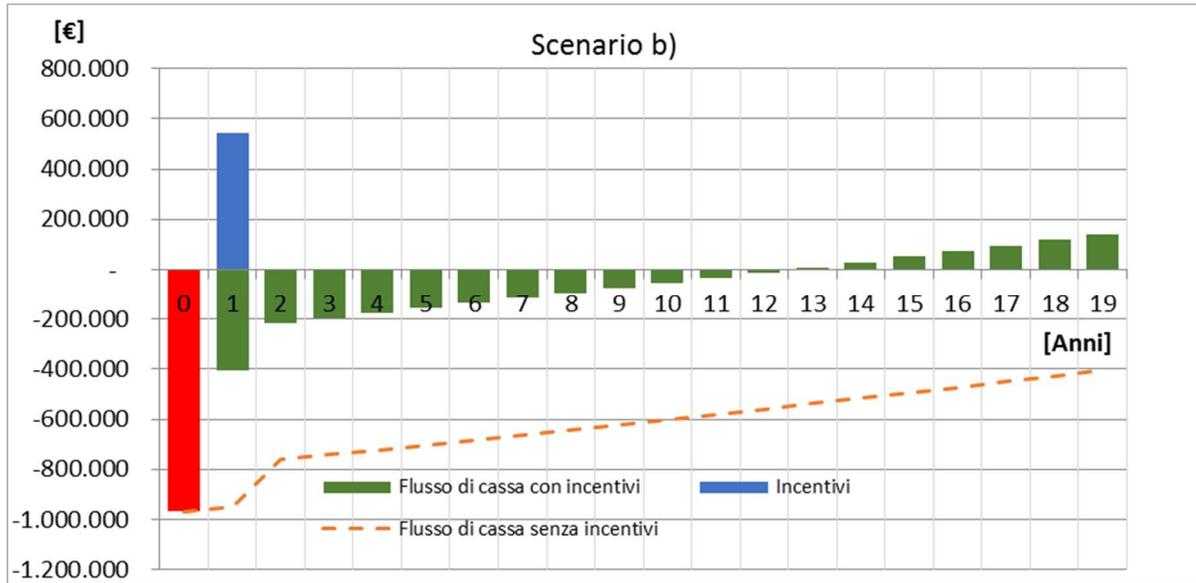
L'analisi di convenienza effettuata per lo **Scenario b)** porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I <sub>0</sub>	€	940.215
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	545.674
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	1

Tasso di attualizzazione	<b>i</b>	[%]	4,0%
<b>INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO</b>		<b>VALORE SENZA INCENTIVI</b>	<b>VALORE SENZA INCENTIVI</b>
Tempo di rientro semplice	<b>TRS</b>	34,4	12,9
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	48,4	21,1
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	-568.009	-48.319
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	-5,9%	3,4%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,60	-0,05

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

ANNO	$I_0$	INCENTIVI	FLUSSO DI CASSA SENZA INCENTIVI	FLUSSO DI CASSA CON INCENTIVI
0	-940.215	-	-968.421	-968.421
1	-	545.674	-949.519	-403.846
2	-	-	-760.881	-215.208
3	-	-	-741.600	-195.926
4	-	-	-722.125	-176.451
5	-	-	-702.455	-156.782
6	-	-	-682.589	-136.915
7	-	-	-662.524	-116.851
8	-	-	-642.259	-96.585
9	-	-	-621.791	-76.117
10	-	-	-601.118	-55.444
11	-	-	-580.238	-34.564
12	-	-	-559.150	-13.476
13	-	-	-537.851	7.823
14	-	-	-516.338	29.335
15	-	-	-494.611	51.063
16	-	-	-472.666	73.007
17	-	-	-450.502	95.171
18	-	-	-428.117	117.557
19	-	-	-405.507	140.167



## 10 CONCLUSIONI

Dai risultati della diagnosi energetica emerge che l'edificio che ospita la sede della Municipalità 8 del Comune di Napoli sito in via del Plebiscito a Piscinola 38 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/m <sup>2</sup> anno	79	87	68	74	19	45
<b>Climatizzazione invernale</b>	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	48	48	44	44	2	11
<b>Produzione di acqua calda sanitaria</b>	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	5	7	5	7	2	4
<b>Ventilazione</b>	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	-	-	-	-	-	-
<b>Raffrescamento</b>	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	7	8,5	7	8,5	6,5	11

illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/ mq anno	18	23	11	13,5	8,5	18
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/ mq anno	1	1,2	1	1,2	0,3	0,8
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	CO <sub>2e</sub> q	kg/mq anno	15,5	17	13,3	14,4	4,6	9

## 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 interno su pareti perimetrali esterne
- EEM 2: Coibentazione della copertura
- EEM 3: Sostituzione infissi
- EEM 4: Utilizzo di pellicole solari
- EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED
- EEM 6: Sistemi di Building Automation

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

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

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

- EEM 8: Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC
- EEM 9: 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 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED (in tabella abbreviato con LED)
- EEM 7: Efficientamento generatore di calore (in tabella abbreviato con Caldaia)

**Interventi previsti nello Scenario b):**

- EEM 1: Cappotto Termico interno su pareti perimetrali esterne (in tabella abbreviato con Cap)
- EEM 3: Sostituzione infissi (in tabella abbreviato con Inf)
- EEM 5: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED (in tabella abbreviato con LED)
- EEM 6: Sistemi di Building Automation (in tabella abbreviato con BACS)
- EEM 8: Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC (in tabella abbreviato con PdC)
- EEM 9: 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	11,8	12,6	3.312	925	1.661	333.446	30	27	39	-79.380	0,5	-0,24
Cop	3,6	3,8	1.014	580	1.042	127.037	30	23,7	37	-24.788	1,5	-0,20
Inf	19,6	20,8	5.489	581	1.043	192.326	30	13,9	26	6.099	5,5	0,03
PeI	-4,2	-5,1	-1.169	290	521	111.650	30	85,7	82,5	-73.158	nd	-0,66
LED	9,1	8,7	2.551	0	0	80.829	8	9,4	10,4	-19.294	-6,5	-0,24
BACS	14,3	14,6	3.993	0	0	45.140	10	6	8	2.462	6,8	0,05
Caldaia	3,4	3,6	949	5.914	1.572	63.116	15	5,6	6,9	32.806	14,3	0,52
PdC	37,9	40,8	10.604	5.914	1.572	187.756	15	9	12,7	12.849	6,2	0,07
FV	23,9	22,8	6.677	0	0	100.717	20	14,5	23,4	-15.138	2,9	-0,15
SCN a	13,1	12,9	3.678	5.914	1.572	143.945	20	16,0	23,7	22.950	1,7	-0,16
SCN b	76	77,1	21.260	5.914	1.043	1.043.974	20	12,9	21,1	-48.319	3,4	-0,05

### 10.3 *Conclusioni e commenti*

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

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

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

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

- Garantire un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziario e soddisfacenti livelli di performance dell'intervento in relazione al rapporto risparmio energetico/costo di investimento e in termini di copertura del fabbisogno energetico effettivo
- Prevedere ove possibile l'utilizzo di materiali ecosostenibili naturali

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

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