

**PROGETTO**

# DIAGNOSI ENERGETICA

## “ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA”

**Strada delle Cacce, 91 – 10135 Torino**

**DOCUMENTO**

# Rapporto di Diagnosi

**COMMITTENTE**

ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA  
METROLOGICA - INRiM

**DATA 02/04/2019**

**REV 01 COD. COMMESSA RIBI061806**

**RESPONSABILE PROGETTO**

Stefano Dotta

**DOCUMENTO PRODOTTO DA**

Stefano Dotta

Sergio Ravera

Mauro Cornaglia

Angela Baccaro



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
1.1	<i>Ruolo nome e qualifica del personale coinvolto.....</i>	1
1.2	<i>Identificazione del complesso edilizio .....</i>	2
1.3	<i>Metodologia di lavoro .....</i>	60
1.4	<i>Sintesi della diagnosi.....</i>	69
1.5	<i>Struttura del report .....</i>	74
	<b>DATI DEL COMPLESSO DI EDIFICI ANALIZZATI .....</b>	<b>75</b>
1.6	<i>Informazioni sul sito e descrizione del complesso di edifici analizzati .....</i>	75
1.7	<i>Verifica dei vincoli interferenti sulle parti di immobile interessate dall'intervento .....</i>	79
1.8	<i>Modalità di gestione e manutenzione di edifici ed impianto .....</i>	80
<b>2</b>	<b>ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DEI SINGOLI EDIFICI.....</b>	<b>82</b>
2.1	<i>Edificio A .....</i>	82
2.1.1	<i>Elaborati grafici.....</i>	82
2.1.2	<i>Caratteristiche dimensionali e funzionali .....</i>	85
2.1.3	<i>Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio .....</i>	87
2.1.4	<i>Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici .....</i>	96
2.2	<i>Edificio B.....</i>	99
2.2.1	<i>Elaborati grafici.....</i>	99
2.2.2	<i>Caratteristiche dimensionali e funzionali .....</i>	103
2.2.3	<i>Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio .....</i>	105
2.2.4	<i>Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici .....</i>	116
2.3	<i>Edificio C.....</i>	122
2.3.1	<i>Elaborati grafici.....</i>	122
2.3.2	<i>Caratteristiche dimensionali e funzionali .....</i>	125
2.3.3	<i>Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio .....</i>	127
2.3.4	<i>Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici .....</i>	136
2.4	<i>Edificio D.....</i>	140
2.4.1	<i>Elaborati grafici.....</i>	140
2.4.2	<i>Caratteristiche dimensionali e funzionali .....</i>	143
2.4.3	<i>Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio .....</i>	145
2.4.4	<i>Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici .....</i>	157
2.5	<i>Edificio L .....</i>	161

2.5.1	Elaborati grafici.....	161
2.5.2	Caratteristiche dimensionali e funzionali .....	163
2.5.3	Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio .....	165
2.5.4	Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici .....	171
2.6	<b>Edificio M .....</b>	<b>174</b>
2.6.1	Elaborati grafici.....	174
2.6.2	Caratteristiche dimensionali e funzionali .....	176
2.6.3	Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio .....	178
2.6.4	Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici .....	188
2.7	<b>Edificio O.....</b>	<b>191</b>
2.7.1	Elaborati grafici.....	191
2.7.2	Caratteristiche dimensionali e funzionali .....	192
2.7.3	Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio .....	194
2.7.4	Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici .....	200
2.8	<b>Edificio Q-R.....</b>	<b>202</b>
2.8.1	Elaborati grafici.....	202
2.8.2	Caratteristiche dimensionali e funzionali .....	203
2.8.3	Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio .....	205
2.8.4	Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici .....	212
2.9	<b>Sintesi delle caratteristiche energetiche dell'involucro edilizio del Complesso .....</b>	<b>214</b>
2.10	<b>Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici del Complesso</b>	<b>220</b>
2.10.1	Descrizione impianti centralizzati per la climatizzazione invernale .....	221
2.10.2	Descrizione impianto centralizzato per la climatizzazione estiva .....	230
2.10.3	Descrizione impianti di produzione da fonte rinnovabile .....	237
<b>3</b>	<b>DATI CLIMATICI .....</b>	<b>238</b>
3.1	<i>Dati climatici di riferimento.....</i>	<i>238</i>
3.2	<i>Dati climatici reali .....</i>	<i>239</i>
3.3	<i>Analisi dell'andamento dei dati climatici e profili annuali dei gradi giorno.....</i>	<i>241</i>
<b>4</b>	<b>CONSUMI RILEVATI.....</b>	<b>244</b>
4.1	<i>Consumi energetici storici gas naturale .....</i>	<i>244</i>
4.2	<i>Consumi energetici storici energia elettrica .....</i>	<i>249</i>
<b>5</b>	<b>MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO .....</b>	<b>254</b>
5.1	<i>Metodologia di calcolo adottata .....</i>	<i>254</i>



5.2	Validazione dei modelli di calcolo .....	267
<b>6</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA .....</b>	<b>269</b>
6.1	Elenco, descrizione, fattibilità, prestazioni e costi-benefici dei singoli interventi migliorativi .....	269
6.1.1	Involucro edilizio.....	272
6.1.1.1	Coibentazione pareti esterne con cappotto termico .....	272
6.1.1.2	Coibentazione delle murature esterne con insufflaggio delle intercapedini d'aria .....	285
6.1.1.3	Coibentazione dei solai su sottotetto non riscaldato con insufflaggio delle intercapedini d'aria	293
6.1.1.4	Coibentazione delle coperture piane .....	302
6.1.1.5	Sostituzione degli infissi con altri aventi $U < 1,30$ [W/m <sup>2</sup> K] .....	308
6.1.1.6	Installazione di schermature solari.....	312
6.1.1	Impianti elettrici .....	315
6.1.1.1	Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED.	315
6.1.1.2	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV.....	320
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>324</b>
7.1	Riassunto degli scenari di investimento e dei principali risultati .....	324
<b>7.2</b>	<b>Scenario consigliato .....</b>	<b>328</b>

## 1 INTRODUZIONE

### *1.1 Ruolo nome e qualifica del personale coinvolto*

RUOLO	NOME e QUALIFICA
Responsabile diagnosi energetica e capo progetto	<b>Arch. Stefano Dotta - ICIM-EGE-012854-00</b>
Esperto Impianti	<b>Ing. Mauro Cornaglia</b>
Esperto Involucro	<b>Arch. Sergio Ravera</b>
Affiancamento esperti impianti e involucro nella caratterizzazione del Sistema edificio impianto	<b>Ing. Angela Baccaro</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 di una porzione del Complesso di edifici che ospitano l'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM) sito in Strada delle Cacce n.91 a Torino. La parte di edifici oggetto di Audit Energetico è quella costituita dai Fabbricati A-B-C-D-L-M-O-Q-R; tali edifici, costruiti in epoche differenti, possiedono caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali diverse tra loro.

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.

***Si precisa che l'edificio O (attualmente adibito ad Officina), facendo seguito alla crescente necessità di ampliare gli spazi da destinare ai laboratori di ricerca all'interno del campus verrà completamente rifunzionalizzato e rinnovato in ogni sua parte. Tale intervento risulta incompatibile con una possibile candidatura per un contratto EPC; per tale ragione il fabbricato O verrà escluso dalla candidatura di cui sopra. Esso è stato incluso nella presente Diagnosi Energetica non essendo possibile disaggregare i consumi degli altri n.7 fabbricati ai fini della corretta "validazione del modello di calcolo". All'interno del presente report di Diagnosi Energetica sono state comunque ipotizzate alcune misure di efficientamento energetico specifiche (anche per l'edificio di cui sopra) su richiesta specifica della Committenza.***

Il Complesso di edifici ospitante INRiM, (unitamente a quelli occupati dal CNR e situati a nord di essi), è stato costruito nella seconda metà del Novecento a seguito della dismissione dell'Aeroporto Torino-Mirafiori (in servizio dall'anno 1910 al secondo dopoguerra). Gli spazi di cui sopra a seguito della riqualificazione dell'area sono stati rifunzionalizzati in parte per la costruzione di edifici al fine di ospitare i Centri di Ricerca di INRiM e CNR e in parte da destinare ad aree verdi a servizio della collettività di cui il Parco Gustavo Colonnetti.

L'area ex-Aeroporto di Mirafiori è quella attualmente delimitata verso nord da Via Onorato Vigliani, verso ovest da Strada delle Cacce, verso sud da Strada Castello di Mirafiori e verso est da via Artom.

Si riporta nell'immagine sottostante una foto aerea dei fabbricati che costituiscono l'intero complesso di edifici che ospitano le attività di ricerca di INRiM (indicazione in blu) e della porzione di essi che è stata analizzata e descritta nel presente documento di Diagnosi Energetica (indicazione in giallo).

## IMMAGINE AEREA DELL'AREA OGGETTO DI AUDIT NEL CONTESTO URBANISTICO



Area complessiva di attuale pertinenza dell'Istituto

Area oggetto di diagnosi energetica

Gli edifici presenti differiscono tra loro per dimensioni (numero di livelli riscaldati variabili da n.1 a 5), tipologie architettoniche ed epoche costruttive. Gli spazi interni sono utilizzati come laboratori, uffici, officine e depositi. Tutti gli edifici analizzati, nonostante le differenze, risultano costituiti da strutture puntiformi in cemento armato con tamponamenti ed orizzontamenti diversi a seconda dei singoli fabbricati. Quelli più recenti risultano in parte coibentati sia nelle murature verticali, sia nelle coperture esterne.

I tamponamenti presenti sono in parte costituiti da pannelli prefabbricati ed in parte da murature tradizionali in laterizio. Il sopralluogo ha talvolta evidenziato la compresenza di tamponamenti esterni in calcestruzzo e murature tradizionali in laterizio sul lato interno.

Alcuni dei fabbricati analizzati, presentano principalmente coperture in latero-cemento costituite da doppi solai con aperture di ventilazione come in uso nell'edilizia pubblica dalla prima metà degli anni settanta. Gli edifici dell'intero complesso sono collegati tra loro da cunicoli e percorsi sotterranei (risalenti all'epoca di costruzione), alcuni dei quali sono stati poi successivamente ampliati e adattati agli attuali standard di sicurezza (con lo scopo di essere percorribili dai mezzi di trasporto motorizzati per prestare in caso di emergenza il primo soccorso).

Si ritiene che le strutture analizzate (che verranno descritte dettagliatamente all'interno del presente documento), se correttamente efficientate possano generare un'importante riduzione delle dispersioni per trasmissione dell'involucro opaco sia verticale che orizzontale. Si riportano di seguito le immagini storiche del Geoportale del Comune di Torino da cui sono state estratte le ortofoto degli anni 1979, 1990 e 2010. Visionandole in ordine cronologico è possibile comprendere maggiormente la successione temporale che ha caratterizzato la costruzione del complesso di INRiM.



GEOPORTALE ORTOFOTO ANNO 1979



GEOPORTALE ORTOFOTO ANNO 1990





## GEOPORTALE ORTOFOTO ANNO 2010



A partire dal 2018, sono state annesse all'Istituto alcune strutture precedentemente di pertinenza del CNR. Attualmente tutti gli edifici che costituiscono il complesso sono alimentate da un'unica centrale termica situata in posizione attigua all'edificio Q-R e la rete di distribuzione del fluido termovettore è stata estesa alle palazzine ex-CNR.

La centrale termica ospita tre caldaie di cui una a condensazione ad alta efficienza installata nell'estate del 2018, che assolvono ai servizi di climatizzazione invernale degli edifici e post-riscaldamento delle UTA.

Il fluido termovettore viene distribuito alle singole utenze mediante un anello primario che raggiunge i singoli edifici dove viene ripartito sui differenti circuiti presenti in ciascuna sottocentrale.

I principali terminali di emissione sono termosifoni o termoconvettori, fancoil (a 2 e 4 tubi) e bocchette per aria trattata centralizzata.

Per quanto concerne il servizio di climatizzazione estiva, è presente all'esterno della centrale termica una centrale frigo che ospita tre gruppi frigo di cui uno installato nel dicembre del 2018.

L'acqua refrigerata prodotta in centrale viene distribuita alle singole utenze mediante un sistema di distribuzione simile a quello descritto per l'acqua calda, attraverso un anello primario ed una successiva ripartizione sui singoli circuiti secondari ospitati in ciascuna sottocentrale.

Gli impianti termici ed elettrici presenti nelle singole strutture del complesso saranno descritte dettagliatamente nei capitoli successivi.

Il servizio di condizionamento è invece svolto dalle unità UTA ubicate in corrispondenza dei singoli edifici.

### 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 dai tecnici del Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRIM, dei sopralluoghi effettuati, dei rilievi realizzati direttamente sul complesso 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 ed elettrici);
- dei dati climatici reali forniti dalla stazione meteorologica ARPA più prossima al complesso di edifici oggetto di audit ed avente caratteristiche di contesto urbano analoghe all'area interessata dal presente studio energetico. 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;
- 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.

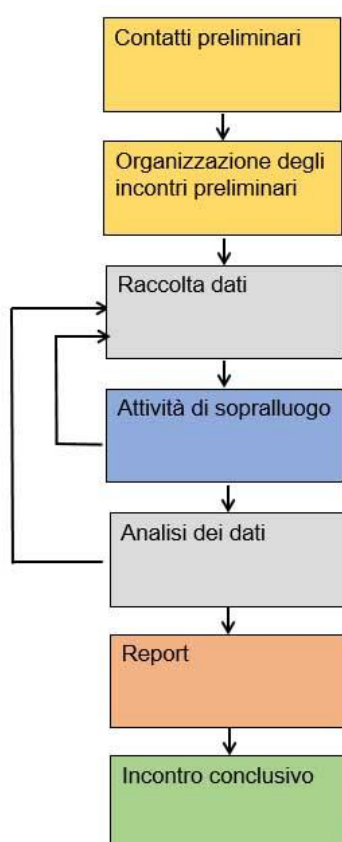
Gli audit energetici sono stati pertanto eseguiti seguendo le norme UNI attualmente in vigore di cui si riporta di seguito un elenco dettagliato.

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



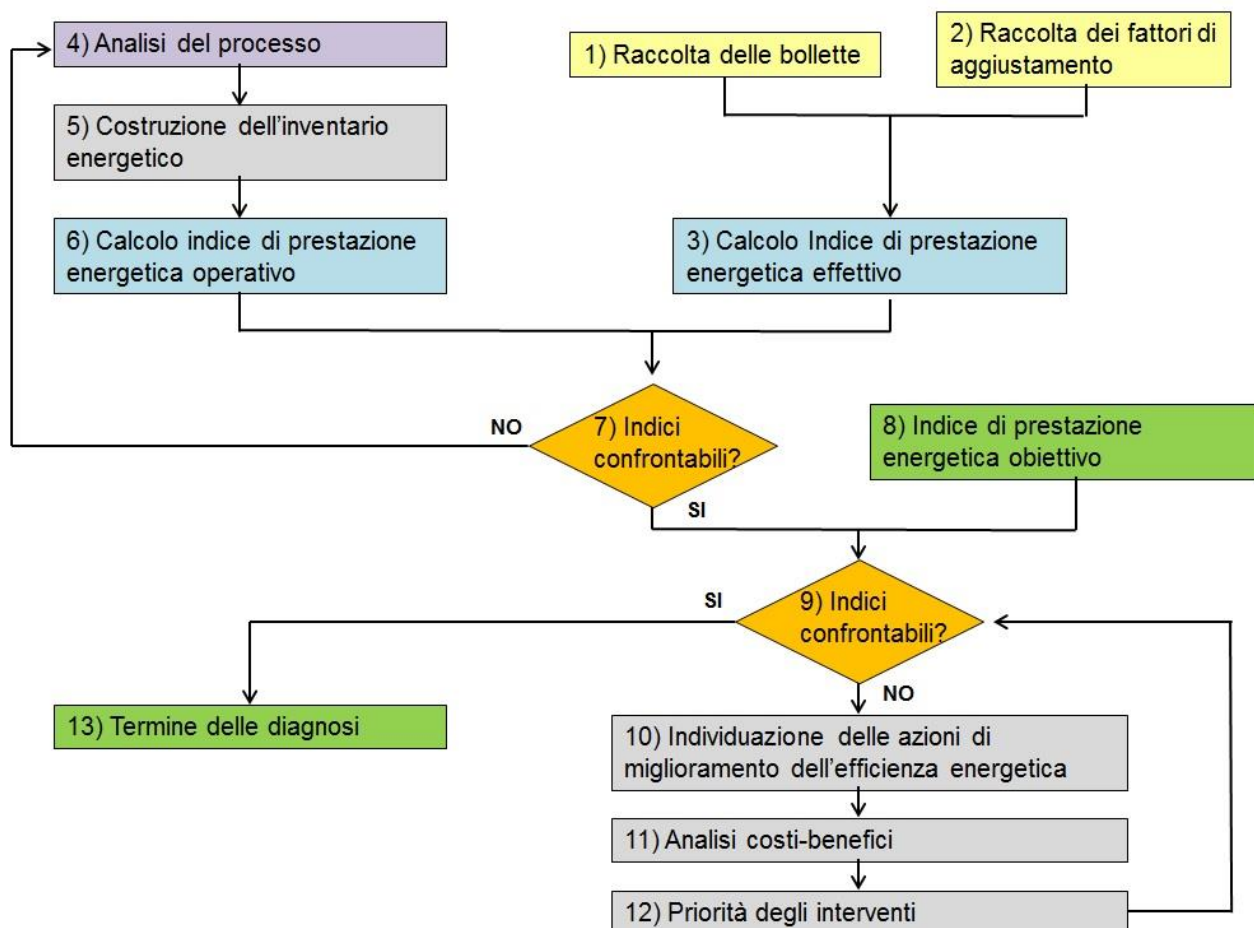
UNI CEI EN 16247-3	Diagnosi energetiche – parte 3: processi
UNI CEI TR 11428	Diagnosi energetiche – Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica
UNI CEI EN 16212	Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)

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*

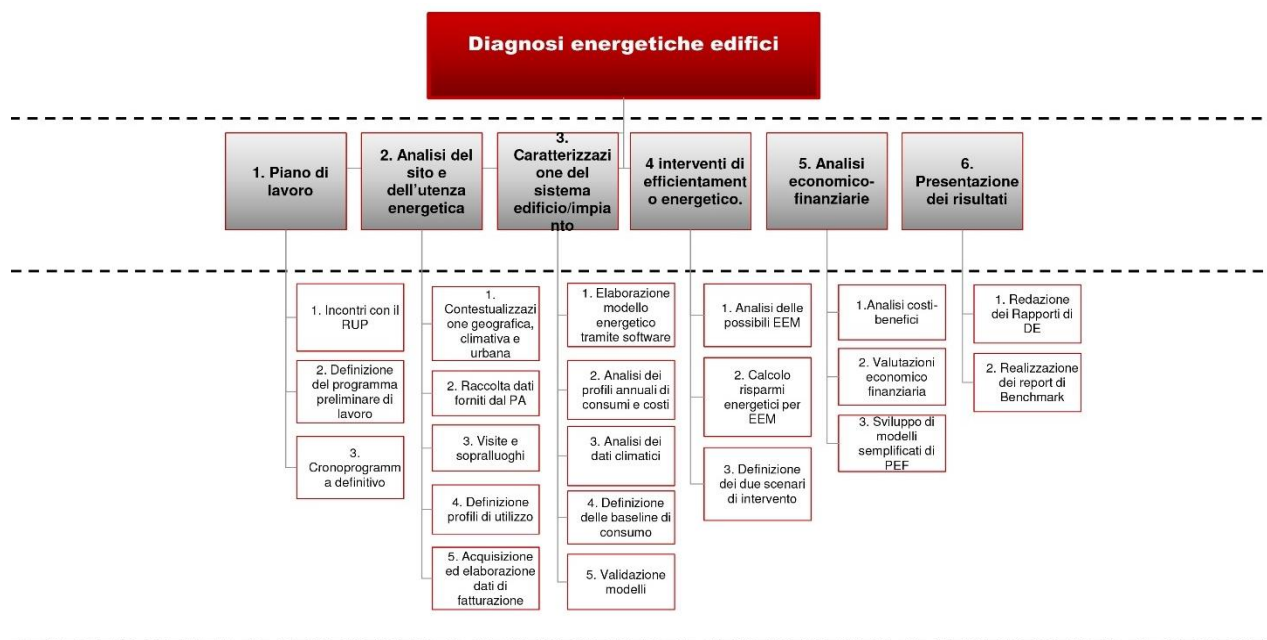
PROCEDURA DI DETTAGLIO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	
Fasi di lavoro, rilievo ed indagine	
<b>1) Contatti preliminari:</b>	Definizione delle esigenze della committenza, definizione dell'ambito di intervento, del grado di accuratezza e degli obiettivi da raggiungere.
<b>2) Organizzazione degli incontri preliminari:</b>	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.
<b>3) Raccolta dati:</b>	Raccolta dei dati del sistema energetico, reperimento dei documenti di progetto, funzionamento e manutenzione.
<b>4) Attività di sopralluogo:</b>	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.
<b>5) Analisi dei dati:</b>	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.
<b>6) Report:</b>	Elaborazione dei contenuti del rapporto di diagnosi energetica in funzione del campo di applicazione, obiettivi e livello di dettaglio della diagnosi.
<b>7) Incontro conclusivo:</b>	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 non invasiva dell'involucro termico (e talvolta sfruttando la possibilità di approfondire la conoscenza di alcune stratigrafie quando erano presenti fori in alcune strutture praticati per apportare agli edifici le normali e periodiche attività di manutenzione ordinaria degli impianti).

Di seguito una breve descrizione della strumentazione utilizzata dal gruppo di lavoro.

STRUMENTAZIONE ANALISI NON INVASIVA	DESCRIZIONE
 <p><i>Bindella metrica/distanziometro laser</i></p>	<p>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><i>Spessivetro</i></p>	<p>Al fine di definire le caratteristiche dei vetri si procede alla misura dello spessore avvalendosi di uno spessivetro.</p>
 <p><i>Termometro ad infrarossi</i></p>	<p>Al fine di rilevare le temperature di superficie degli elementi costruttivi opachi disperdenti degli edifici.</p>
 <p><i>Macchina fotografica</i></p>	<p>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>
 <p><i>Termocamera ad infrarossi</i></p>	<p>Tale strumento viene utilizzato per individuare le maggiori criticità in termini di dispersioni energetiche dell'involucro termico, evidenziando la presenza di porti termici in corrispondenza delle interconnessioni tra le strutture degli edifici.</p>
	<p>Contatore/analizzatore di energia, utilizzato per monitorare i consumi della linea di illuminazione esterna.</p>

Di seguito si riporta la schematizzazione grafica del Piano di Lavoro e la sua scomposizione in “progetti” e “macroattività” secondo la strutturazione ad albero WBS.





I sopralluoghi sono stati eseguiti con l'obiettivo di indagare il sistema edificio-impianto, accedendo sia alle centrali termiche all'interno delle quali sono stati rilevati il generatore di calore, le pompe di distribuzione, le apparecchiature, sia nei locali riscaldati e non del complesso di edifici al fine di rilevarne le caratteristiche dimensionali, stratigrafiche, costruttive e di utilizzo ritenute indispensabili a svolgere una corretta attività di diagnosi energetica.

#### IMMAGINI DEI SOPRALLUOGHI DEL COMPLESSO DI EDIFICI



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

Per effettuare la raccolta dei dati di sopralluogo sono state utilizzate le schede di audit previste per la diagnosi di II livello di cui all'appendice A delle LGEE – Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici – sett 2013 – 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;
- L'analisi della variazione della baseline (energetica, delle emissioni di CO<sub>2</sub> 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).

#### 1.4 Sintesi della diagnosi

Il modello energetico è stato implementato in modo da simulare il comportamento reale dell'edificio durante il periodo invernale. Si è verificata, quindi, la coerenza tra il consumo termico restituito dal modello energetico e quello reale ottenuto dai dati reali forniti dalla società di distribuzione del gas naturale su base giornaliera, rispetto alla stagione termica di riferimento definita dalla norma UNI 10349:2016.

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 UNI 10349:2016 per il Comune di Torino pari a **2.617 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.

CLIMATIZZAZIONE INVERNALE 15 ottobre-15 aprile						
Stagione termica	Consumi reali [Sm <sup>3</sup> ]	GG Stazione Arpa Torino-Le Vallere	GG DPR 412/93	Consumi reali destagionalizzati $Q_{\text{validazione}}$ [Nm <sup>3</sup> ]	Consumo modello energetico $Q_{\text{teorico}}$ [Nm <sup>3</sup> ]	
2015/2016	353.781	2.367	2.617	370.480	370.256	Congruità
2016/2017	355.247	2.368		371.831		
2017/2018	320.520	2.569		309.233		
Media	<b>343.183</b>	<b>2.434</b>	<b>2.617</b>	<b>350.512</b>	<b>370.256</b>	<b>5,6%</b>

A questo punto si è normalizzato il valore di consumo termico reale di 350.512 Nm<sup>3</sup> rispetto al valor medio dei gradi giorno delle tre stagioni analizzate pari a 2.434 e convertendo in Sm<sup>3</sup> si è ottenuto un valore di consumo termico pari a 344.302 Sm<sup>3</sup>.

A seguito dell'intervento di efficientamento della centrale termica (anno 2018), mediante sostituzione di un generatore di calore con una caldaia ad alta efficienza e l'esclusione dell'edificio O dagli interventi di riqualificazione energetica, è stata calcolata una seconda baseline che tenesse conto della riduzione dei consumi associati alla climatizzazione invernale conseguente a tali variazioni.

Il valore precedentemente calcolato pari a **344.202 Sm<sup>3</sup>**, a seguito della suddetta riduzione è pari a **282.328 Sm<sup>3</sup>**.

Si riporta nella tabella seguente il valore di baseline reale annuale utilizzato per le successive valutazioni economico-finanziarie delle misure di efficienza energetica proposte.

BASELINE ECONOMICO-FINANZIARIA		
Consumo medio reale destagionalizzato (15 ottobre-15 aprile) [Sm <sup>3</sup> ]	Consumo medio reale (16 aprile-14 ottobre) [Sm <sup>3</sup> ]	Consumo medio reale baseline [Sm <sup>3</sup> ]
<b>282.328</b>	<b>127.914</b>	<b>410.242</b>



Principali interventi migliorativi individuati per ridurre il fabbisogno di energia termica ed elettrica:

- EEM 1: Coibentazione delle murature esterne con cappotto termico (ove possibile e necessario)
- EEM 2: Coibentazione delle murature esterne con insufflaggio delle intercapedini d'aria (ove possibile e necessario)
- EEM 3: Coibentazione dei solai su sottotetto non riscaldato con insufflaggio delle intercapedini d'aria (ove possibile e necessario)
- EEM 4: Coibentazione delle coperture esterne (ove possibile e necessario)
- EEM 5: Sostituzione infissi (ove necessario)
- EEM 6 Installazione schermature solari (ove necessario)
- EEM 7: Efficientamento del sistema di illuminazione interna attraverso l'installazione di sistemi a LED (Edifici A-B-C-D-L-M-Q-R ed illuminazione esterna notturna);
- EEM 8: Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV (Edifici B-C-D-L-O-Q-R);

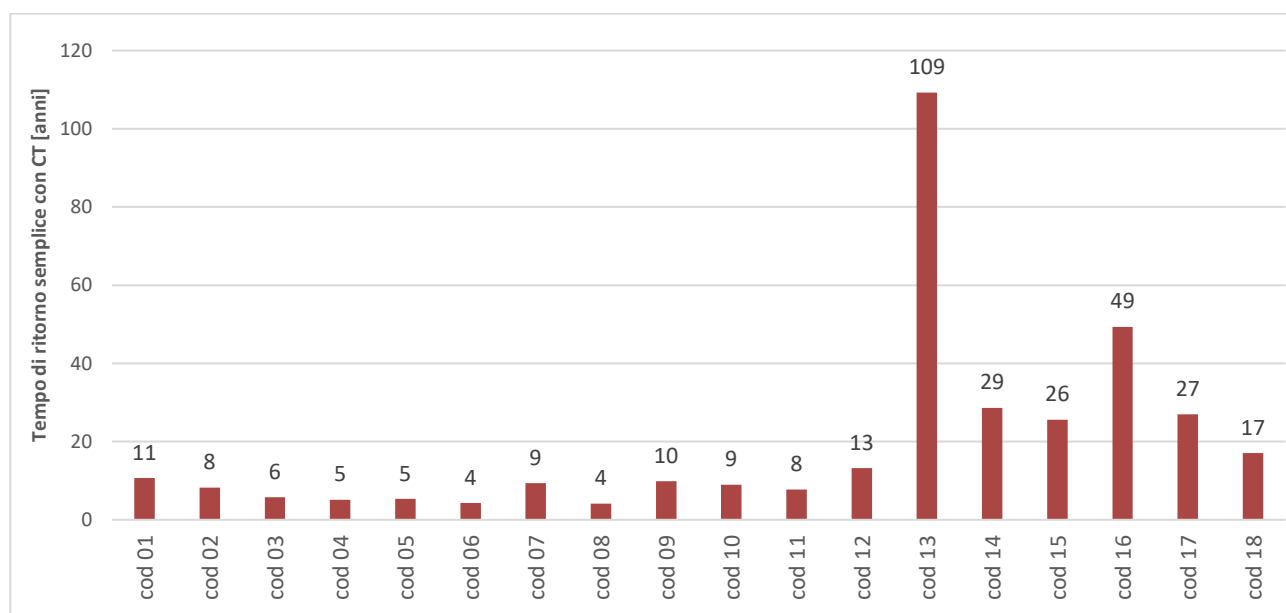
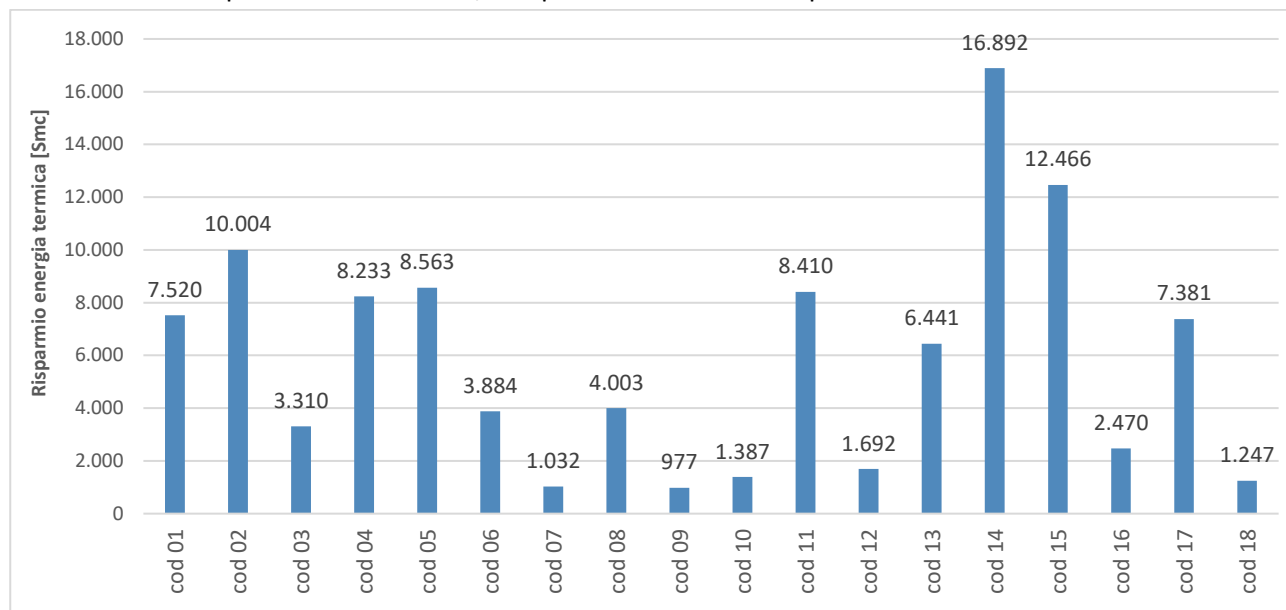
Si riportano di seguito i risultati principali delle misure di efficienza energetica simulati nel presente documento.

Al fine di una migliore comprensione della tabella sottostante si definisco i seguenti indicatori:

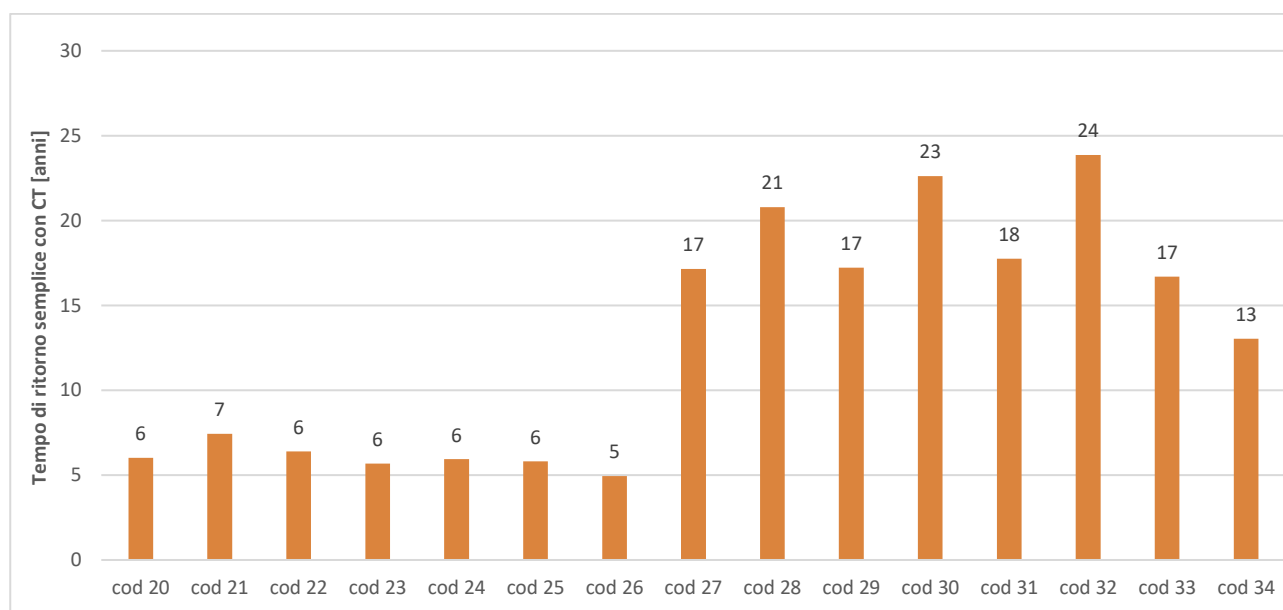
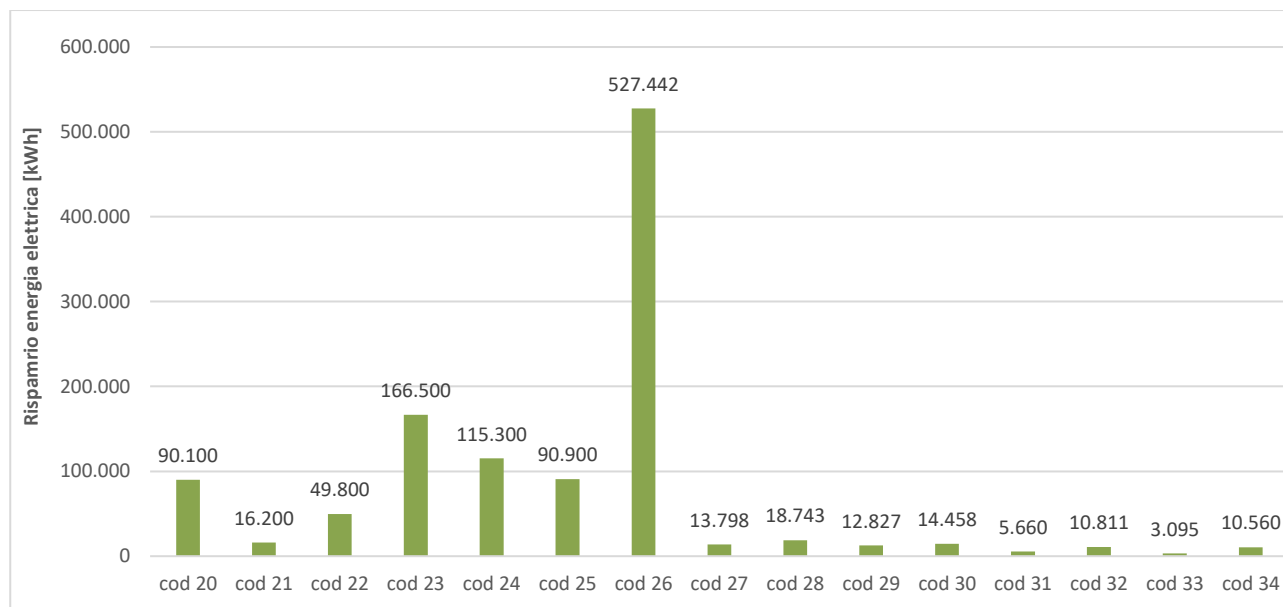
- $\% \Delta_E$ : percentuale di risparmio energetico della misura di efficienza energetica
- $\Delta C_E$ : valore assoluto del risparmio economico della misura di efficienza energetica
- $I_0$ : valore dell'investimento iniziale
- TRS: tempo di ritorno semplice
- TRS con CT: tempo di ritorno semplice con incentivi da Conto Termico 2.0

Codice EEM	Descrizione EEM	% $\Delta_E$	$\Delta C_E$	$I_0$	TRS	TRS con CT
		[%]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]
cod 01	Coibentazione pareti esterne con cappotto EPS grigio sp=14cm Edificio D	2,7%	€ 3.910	€ 83.674	21	11
cod 02	Coibentazione pareti esterne con cappotto EPS grigio sp=14cm Edificio L	3,5%	€ 5.202	€ 85.739	16	8
cod 03	Coibentazione pareti esterne con cappotto EPS grigio sp=14cm Edificio Q-R	1,2%	€ 1.721	€ 19.783	11	6
cod 04	Coibentazione muri verticali con insufflaggio fiocchi cellulosa Edificio A	2,9%	€ 4.281	€ 21.827	5	5
cod 05	Coibentazione muri verticali con insufflaggio fiocchi cellulosa Edificio C	3,0%	€ 4.453	€ 23.781	5	5
cod 06	Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi cellulosa Edificio A	1,4%	€ 2.020	€ 17.211	9	4
cod 07	Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi cellulosa Edificio B	0,4%	€ 537	€ 10.043	19	9
cod 08	Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi cellulosa Edificio C	1,4%	€ 2.081	€ 17.106	8	4
cod 09	Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi cellulosa Edificio D	0,3%	€ 508	€ 10.012	20	10
cod 10	Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi cellulosa Edificio M	0,5%	€ 721	€ 12.940	18	9
cod 11	Coibentazione coperture con poliuretano tra lamiere sp=10cm Edificio L	3,0%	€ 4.373	€ 67.466	15	8
cod 12	Coibentazione coperture con poliuretano tra lamiere sp=10cm Edificio Q-R	0,6%	€ 880	€ 23.285	26	13
cod 13	Sostituzione totale infissi con altri aventi $U < 1,30 \text{ W/m}^2\text{k}$ Edificio A-C	2,3%	€ 3.349	€ 465.912	139	109
cod 14	Sostituzione totale infissi con altri aventi $U < 1,30 \text{ W/m}^2\text{k}$ Edificio B	6,0%	€ 8.784	€ 351.670	40	29
cod 15	Sostituzione totale infissi con altri aventi $U < 1,30 \text{ W/m}^2\text{k}$ Edificio D	4,4%	€ 6.482	€ 266.055	41	26
cod 16	Sostituzione totale infissi con altri aventi $U < 1,30 \text{ W/m}^2\text{k}$ Edificio L	0,9%	€ 1.284	€ 105.657	82	49
cod 17	Sostituzione totale infissi con altri aventi $U < 1,30 \text{ W/m}^2\text{k}$ Edificio M	2,6%	€ 3.838	€ 172.608	45	27
cod 18	Sostituzione totale infissi con altri aventi $U < 1,30 \text{ W/m}^2\text{k}$ Edificio Q-R	0,4%	€ 649	€ 18.436	28	17
cod 19	Installazione schermature solari esterne Edificio B	0,0%	€ 0	€ 340.500	-	-
cod 20	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV Edificio B	2,1%	€ 12.614	€ 75.855	6	-
cod 21	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV Edificio C	0,4%	€ 2.268	€ 16.862	7	-
cod 22	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV Edificio D	1,2%	€ 6.972	€ 44.622	6	-
cod 23	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV Edificio L	3,9%	€ 23.310	€ 132.551	6	-
cod 24	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV Edificio O	2,7%	€ 16.142	€ 95.834	6	-
cod 25	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV Edificio QR	2,1%	€ 12.726	€ 73.845	6	-
cod 26	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV scenario complessivo	12,3 %	€ 73.842	€ 365.724	5	-
cod 27	Trasformazione led illuminazione interna Edificio A	0,3%	€ 1.932	€ 55.230	29	17
cod 28	Trasformazione led illuminazione interna Edificio B	0,4%	€ 2.624	€ 90.937	35	21
cod 29	Trasformazione led illuminazione interna Edificio C	0,3%	€ 1.796	€ 51.554	29	17
cod 30	Trasformazione led illuminazione interna Edificio D	0,3%	€ 2.024	€ 76.320	38	23
cod 31	Trasformazione led illuminazione interna Edificio L	0,1%	€ 792	€ 23.440	30	18
cod 32	Trasformazione led illuminazione interna Edificio M	0,3%	€ 1.514	€ 60.202	40	24
cod 33	Trasformazione led illuminazione interna Edificio QR	0,1%	€ 433	€ 12.055	28	17
cod 34	Intervento di relamping illuminazione esterna Edifici A-B-C-D-L-M-O-QR	0,2%	€ 1.478	€ 32.106	22	13

Il seguente grafico mostra i risparmi di energia termica potenzialmente conseguibili grazie all'implementazione delle misure di efficienza energetica che intervengono sul servizio di climatizzazione invernale ed i tempi di ritorno associati, comprensivi dell'incentivo previsto dal Conto Termico 2.0.



Il seguente grafico mostra i risparmi di energia elettrica potenzialmente conseguibili grazie all'implementazione delle misure di efficienza energetica ed i tempi di ritorno associati, comprensivi dell'incentivo previsto dal Conto Termico 2.0 (per i soli interventi di relamping).



Si precisa che le EEM relative all'installazione non sono soggette ad incentivo da Conto Termico 2.0, pertanto il tempo di ritorno rappresentato nel grafico è privo di incentivo.

### *1.5 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 del complesso di edifici 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 delle caratteristiche dei singoli edifici e del complesso di edifici
- Una quarta parte contenente l'analisi dei dati climatici reali e dei profili annuali dei gradi giorno.
- Una quinta parte relativa ai consumi rilevati per ciascun vettore energetico e all'analisi dei costi pre-intervento per la fornitura di energia.
- 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'identificazione delle singole misure di efficienza energetica sull'involucro e sugli impianti ed alla loro valutazione economico-finanziaria.
- Un'ottava parte dedicata alle conclusioni con riassunto delle performance di prestazione energetica e dei risultati principali degli interventi proposti

## DATI DEL COMPLESSO DI EDIFICI ANALIZZATI

### 1.6 Informazioni sul sito e descrizione del complesso di edifici analizzati

INFORMAZIONI GENERALI	
Comune	Comune di Torino
Nome edificio	“Istituto Nazionale di Ricerca e Metrologia”
Indirizzo	Strada delle Cacce n.91
Destinazione d’uso	E.2- Edifici adibiti ad uffici e assimilabili
Contesto urbano	Periferia
Anni di costruzione	Dal 1971 ai primi anni Duemila
Storia del complesso	<p>Il Complesso di edifici ospitante INRIM, (unitamente a quelli occupati dal CNR e situati a nord di essi), è stato costruito nella seconda metà del Novecento a seguito della dismissione dell’Aeroporto Torino-Mirafiori (in servizio dall’anno 1910 al secondo dopoguerra). Gli spazi di cui sopra a seguito della riqualificazione dell’area sono stati rifunzionalizzati in parte per la costruzione di edifici al fine di ospitare i Centri di Ricerca di INRIM e CNR e in parte da destinare ad aree verdi a servizio della collettività di cui il Parco Gustavo Colonnetti.</p> <p>L’area ex-Aeroporto di Mirafiori è quella attualmente delimitata verso nord da Via Onorato Vigliani, verso ovest da Strada delle Cacce, verso sud da Strada Castello di Mirafiori e verso est da via Artom.</p>
Descrizione generale	<p>Gli edifici presenti differiscono tra loro per dimensioni (numero di livelli riscaldati variabili da n.1 a 5), tipologie architettoniche ed epoche costruttive. Gli spazi interni sono utilizzati come laboratori, uffici, officine e depositi. Tutti gli edifici analizzati, nonostante le differenze, risultano costituiti da strutture puntiformi in cemento armato con tamponamenti ed orizzontamenti diversi a seconda dei singoli fabbricati. Quelli più recenti risultano in parte coibentati sia nelle murature verticali, sia nelle coperture esterne.</p> <p>I tamponamenti presenti sono in parte costituiti da pannelli prefabbricati ed in parte da murature tradizionali in laterizio. Il sopralluogo ha talvolta evidenziato la compresenza di tamponamenti esterni in calcestruzzo e murature tradizionali in laterizio sul lato interno.</p> <p>Alcuni dei fabbricati analizzati, presentano principalmente coperture in latero-cemento costituite da doppi solai con aperture di ventilazione come in uso nell’edilizia pubblica dalla prima metà degli anni settanta. Gli edifici dell’intero complesso sono collegati tra loro da cunicoli e percorsi sotterranei (risalenti all’epoca di costruzione), alcuni dei quali sono stati</p>

poi successivamente ampliati e adattati agli attuali standard di sicurezza (con lo scopo di essere percorribili dai mezzi di trasporto motorizzati per prestare in caso di emergenza il primo soccorso).

Si ritiene che le strutture analizzate (che verranno descritte dettagliatamente all'interno del presente documento), se correttamente efficientate possano generare un'importante riduzione delle dispersioni per trasmissione dell'involucro opaco sia verticale che orizzontale.

A partire dal 2018, sono state annesse all'Istituto alcune strutture precedentemente di pertinenza del CNR. Attualmente tutti gli edifici che costituiscono il complesso sono alimentate da un'unica centrale termica situata in posizione attigua all'edificio Q-R e la rete di distribuzione del fluido termovettore è stata estesa alle palazzine ex-CNR.

La centrale termica ospita tre caldaie di cui una a condensazione ad alta efficienza installata nell'estate del 2018, che assolvono ai servizi di climatizzazione invernale degli edifici e post-riscaldamento delle UTA.

Il fluido termovettore viene distribuito alle singole utenze mediante un anello primario che raggiunge i singoli edifici dove viene ripartito sui differenti circuiti presenti in ciascuna sottocentrale.

I principali terminali di emissione sono termosifoni o termoconvettori, fancoil (a 2 e 4 tubi) e bocchette per aria trattata centralizzata.


Per quanto concerne il servizio di climatizzazione estiva, è presente all'esterno della centrale termica una centrale frigo che ospita tre gruppi frigo di cui uno installato nel dicembre del 2018.

L'acqua refrigerata prodotta in centrale viene distribuita alle singole utenze mediante un sistema di distribuzione simile a quello descritto per l'acqua calda, attraverso un anello primario ed una successiva ripartizione sui singoli circuiti secondari ospitati in ciascuna sottocentrale.

Gli impianti termici ed elettrici presenti nelle singole strutture del complesso saranno descritte dettagliatamente nei capitoli successivi.

Il servizio di condizionamento è invece svolto dalle unità UTA ubicate in corrispondenza dei singoli edifici.

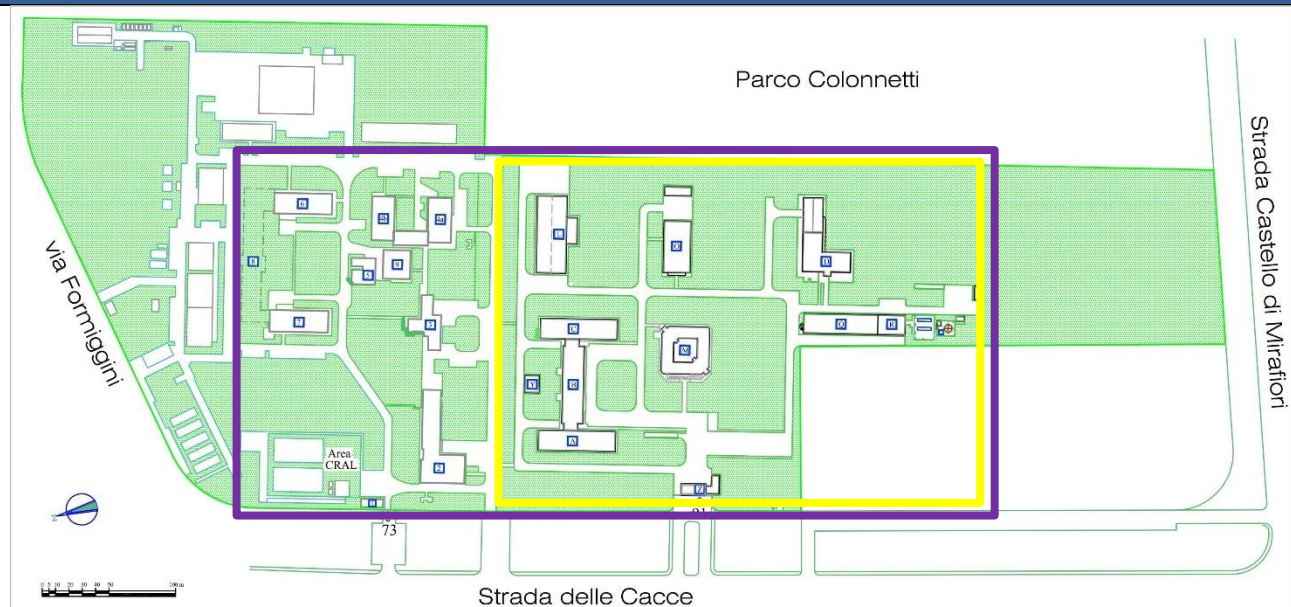


SITO DELL'INTERVENTO				
Zona climatica e GG		Zona climatica E– Gradi Giorno 2617 ai sensi della UNI 10349		
Altitudine s.l.m.		239 m		
Latitudine		45.7 N		
Longitudine		7.43 E		
Foto aerea				
				
In rosso il sito oggetto della Diagnosi Energetica				
CARATTERISTICHE DEL COMPLESSO DI EDIFICI				
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata [m²]	Superficie disperdente involucro edilizio [m²]	Volume lordo riscaldato [m³]	Rapporto S/V [m <sup>-1</sup> ]
da 1 a 6	17.804,39	33.306,00	91.747,77	0,36



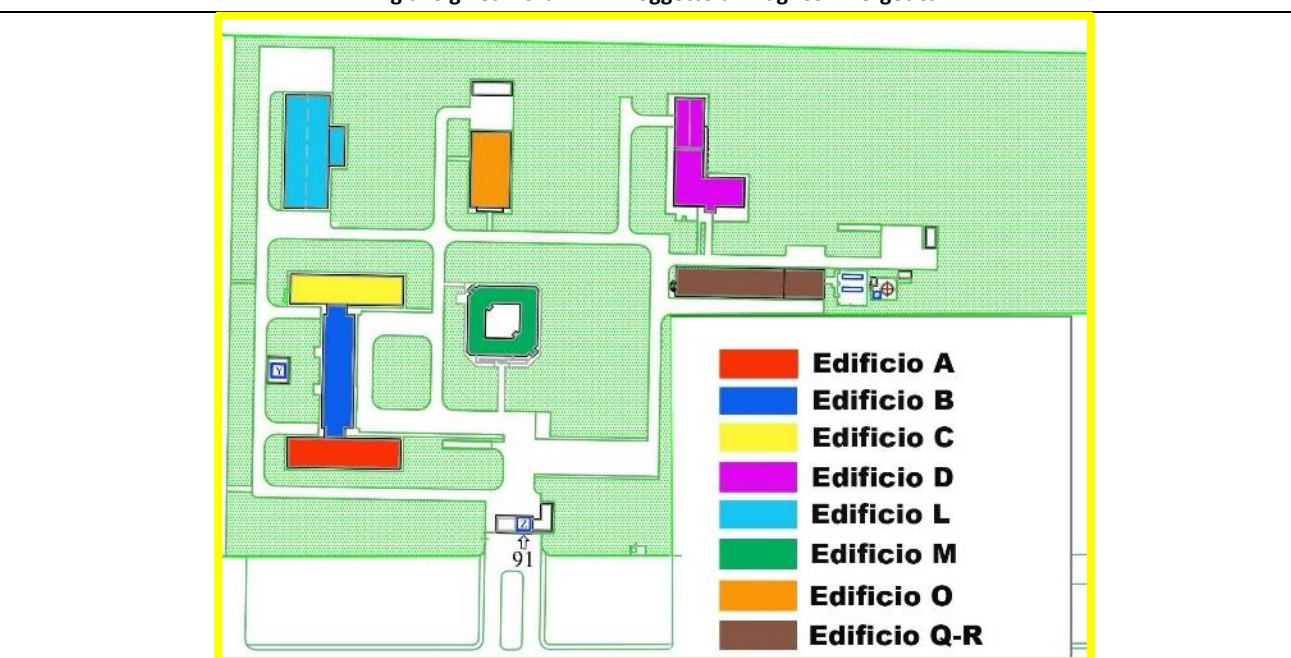
## COMPLESSO DELL'ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGIA

### IDENTIFICAZIONE DEL POSIZIONAMENTO DEGLI EDIFICI OGGETTO DI AUDIT ENERGETICO



In viola il totale degli edifici che costituiscono il complesso INRiM

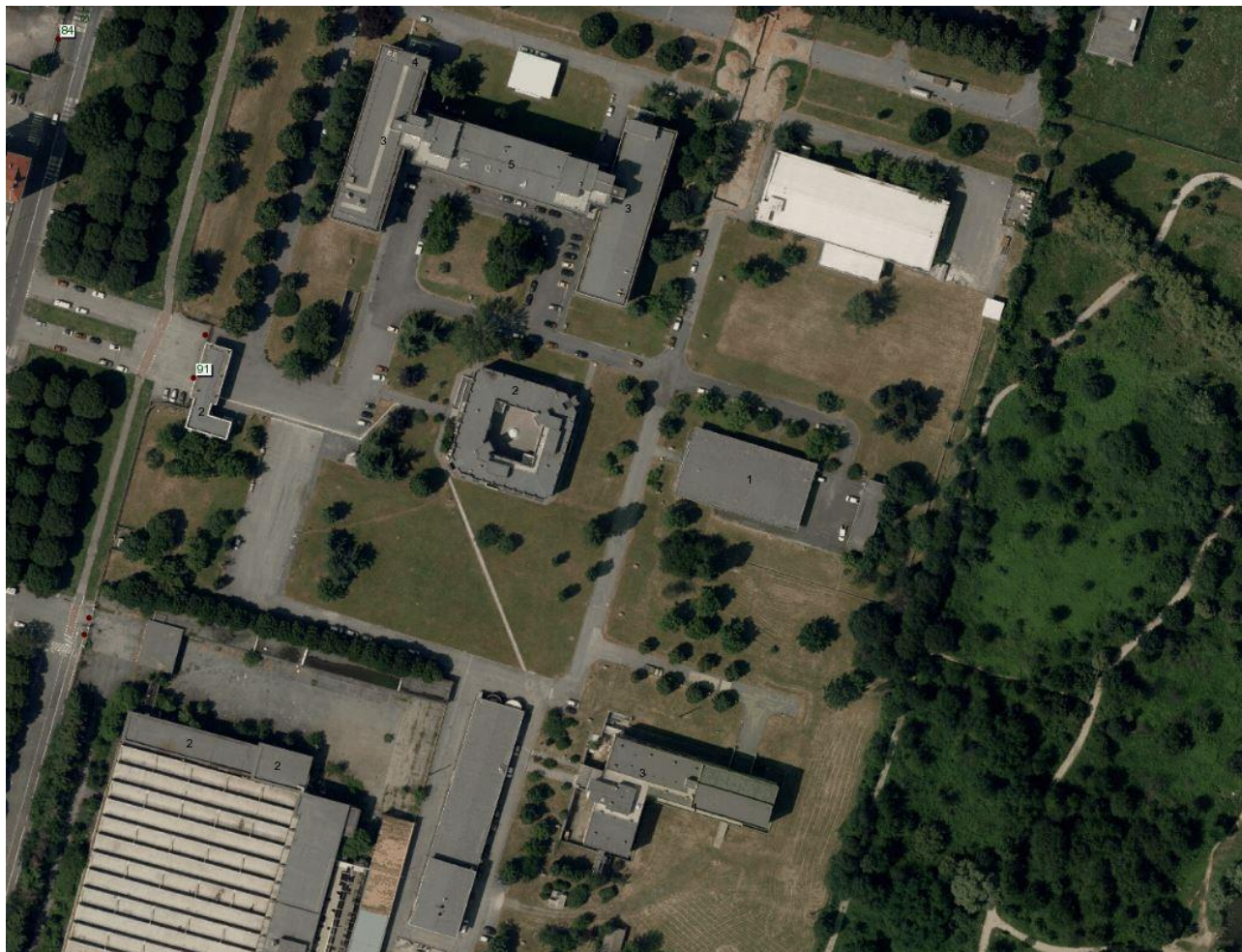
In giallo gli edifici di INRiM oggetto di Diagnosi Energetica



Dettaglio planimetrico degli edifici analizzati

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

Si riportano di seguito i risultati della verifica dei vincoli interferenti sugli immobili interessati dall'intervento che nel caso specifico non impediscono i possibili interventi di riqualificazione energetica che successivamente verranno riportati nella presente DE.



Vista satellitare dal Geoportale del Comune di Torino



### 1.8 Modalità di gestione e manutenzione di edifici ed impianto

Durante la fase di sopralluogo è stato possibile rilevare gli orari di utilizzo dei differenti locali, intesi come gli orari di effettiva presenza del personale all'interno delle strutture oggetto di diagnosi.

Gli orari di utilizzo dei diversi padiglioni ed i periodi di accensione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dal personale tecnico dell'Istituto.

Nella tabella sottostante si riportano gli orari indicativi di utilizzo degli uffici e laboratori ospitati nelle diverse strutture analizzate.

EDIFICIO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO DI OCCUPAZIONE
A	Dal lunedì al venerdì	Dalle 7.30 alle 19.30
B	Dal lunedì al venerdì	Dalle 7.30 alle 19.30
C	Dal lunedì al venerdì	Dalle 7.30 alle 19.30
D	Dal lunedì al venerdì	Dalle 7.30 alle 19.30
L	Dal lunedì al venerdì	Dalle 7.30 alle 19.30
M	Dal lunedì al venerdì	Dalle 7.30 alle 19.30
O	Dal lunedì al venerdì	Dalle 7.30 alle 19.30
Q-R	Dal lunedì al venerdì	Dalle 7.30 alle 19.30

Nella tabella sottostante si riportano invece gli orari di funzionamento degli impianti asserviti alla climatizzazione invernale ed estiva.

CENTRALE TERMICA			
SERVIZIO	PERIODO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO DI FUNZIONAMENTO
Climatizzazione invernale	Illimitato (in base alla richiesta di energia termica per riscaldamento)	Dal lunedì alla domenica	24h
Climatizzazione estiva*	Illimitato (in base alla richiesta di energia termica per raffrescamento)	Dal lunedì alla domenica	24h

\*Funzionamento limitato con un'unica caldaia attiva per batterie post-riscaldamento UTA

CENTRALE FRIGORIFERA			
SERVIZIO	PERIODO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO DI FUNZIONAMENTO
Climatizzazione invernale*	Illimitato (in base alla richiesta di energia termica per riscaldamento)	Dal lunedì alla domenica	24h
Climatizzazione estiva	Illimitato (in base alla richiesta di energia termica per raffrescamento)	Dal lunedì alla domenica	24h

\*Funzionamento limitato con un unico gruppo frigorifero attivo per batterie fredde UTA ed acqua refrigerata per locali ed usi specifici

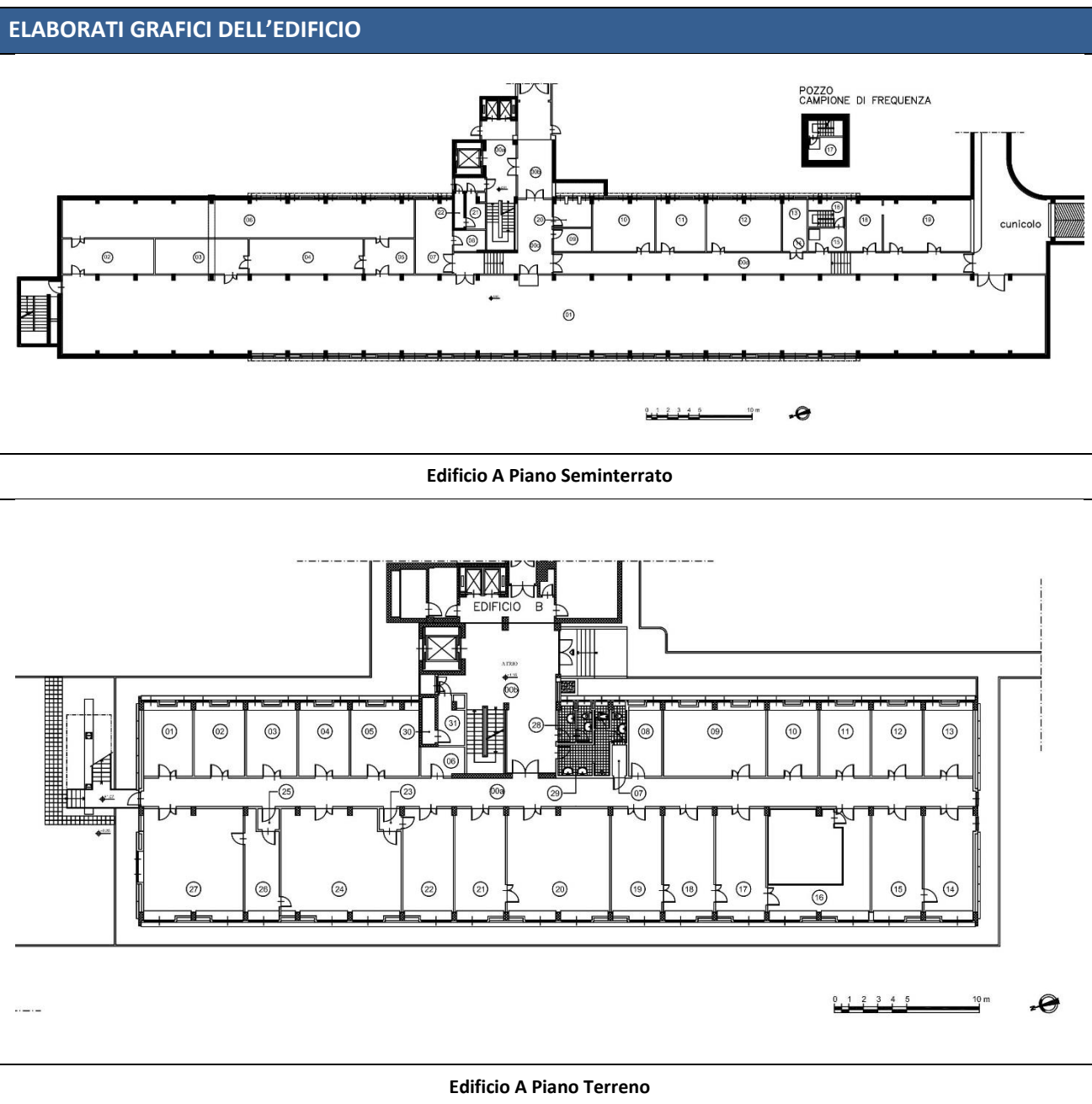
SOTTOCENTRALI TERMICHE			
EDIFICIO	SERVIZIO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO DI FUNZIONAMENTO
A	Climatizzazione invernale	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00
	Climatizzazione estiva	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00
B	Climatizzazione invernale	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00
	Climatizzazione estiva	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00
C	Climatizzazione invernale	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00
	Climatizzazione estiva	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00
D	Climatizzazione invernale	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00
	Climatizzazione estiva	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00
L	Climatizzazione invernale	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00
	Climatizzazione estiva	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00
M	Climatizzazione invernale	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00
	Climatizzazione estiva	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00
O	Climatizzazione invernale	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00
	Climatizzazione estiva	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00
Q-R	Climatizzazione invernale	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00
	Climatizzazione estiva	Dal lunedì al venerdì	7.00-20.00

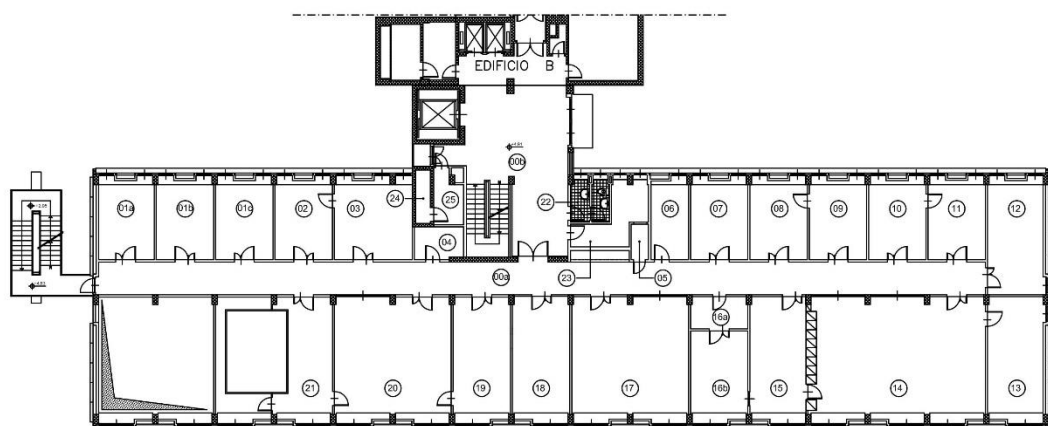
## 2 ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DEI SINGOLI EDIFICI

### 2.1 Edificio A

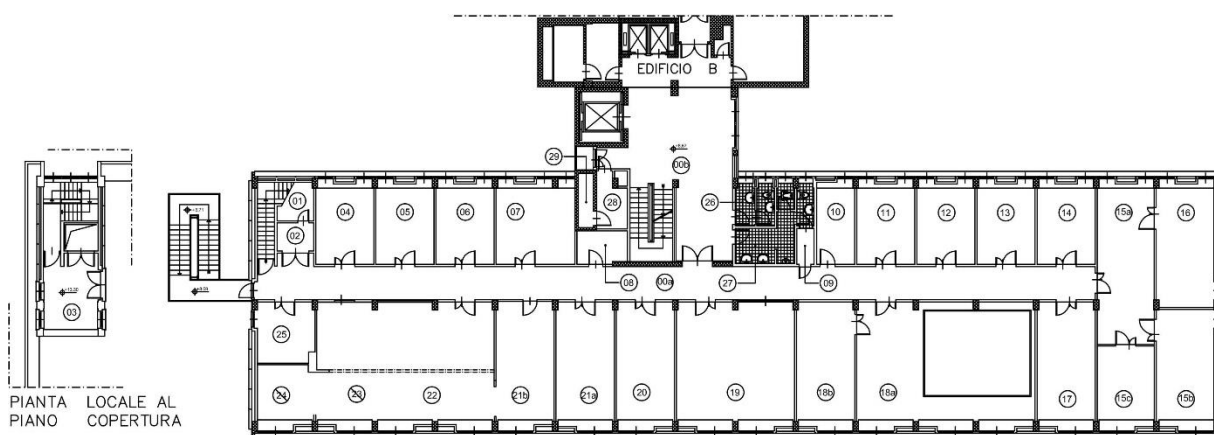
#### 2.1.1 Elaborati grafici

Si riportano di seguito le immagini degli elaborati grafici forniti dal Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRiM.

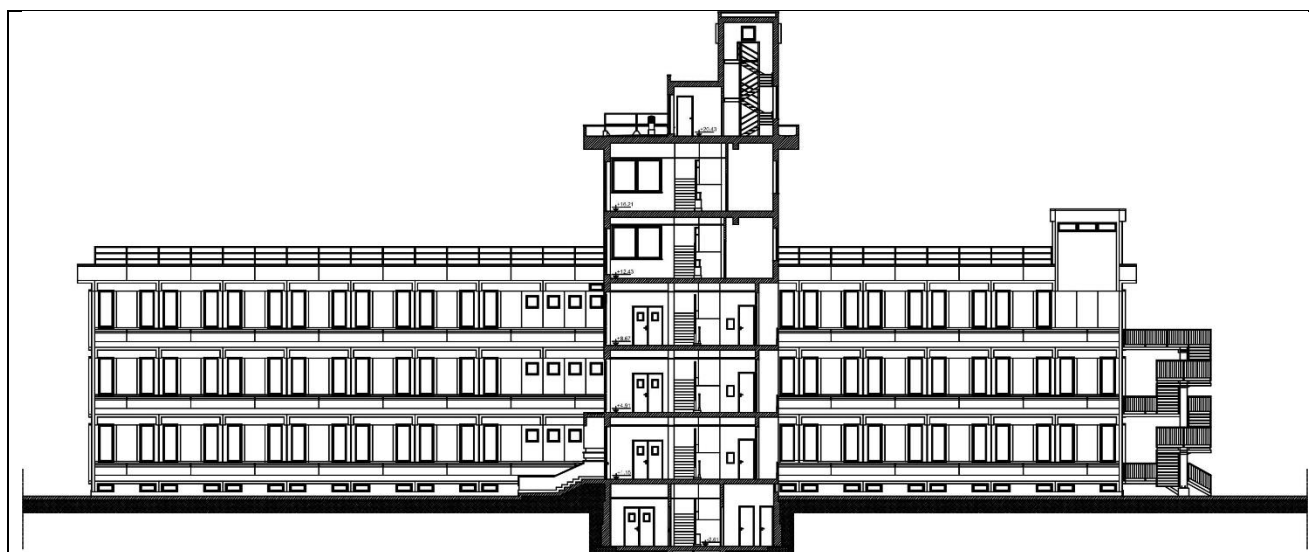




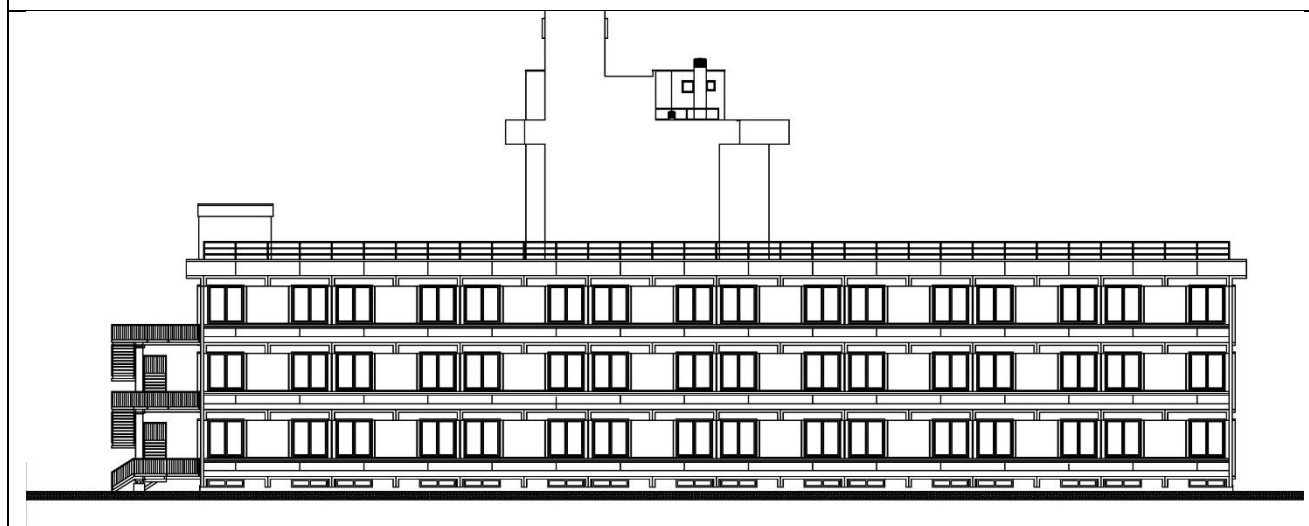
**Edificio A Piano Primo**



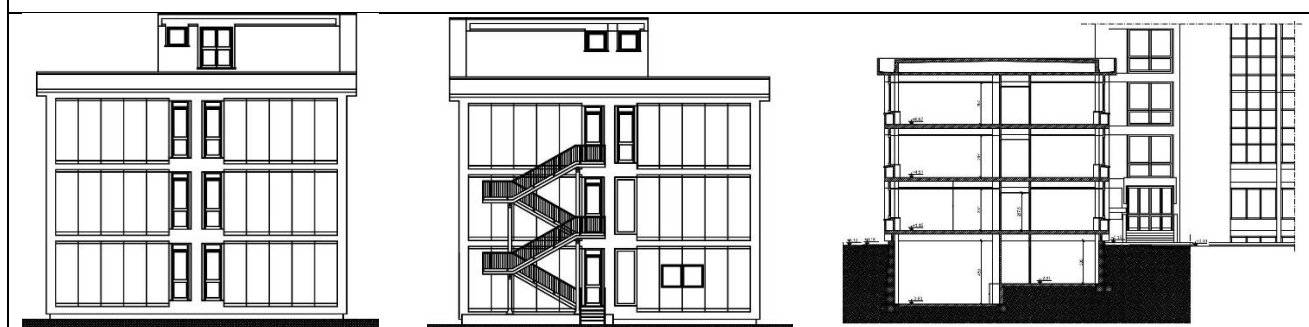
**Edificio A Piano Secondo**



Edificio A Prospetto est



Edificio A Prospetto ovest



Edificio A Prospetti nord, sud e Sezione trasversale



## 2.1.2 Caratteristiche dimensionali e funzionali

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI CONTESTO



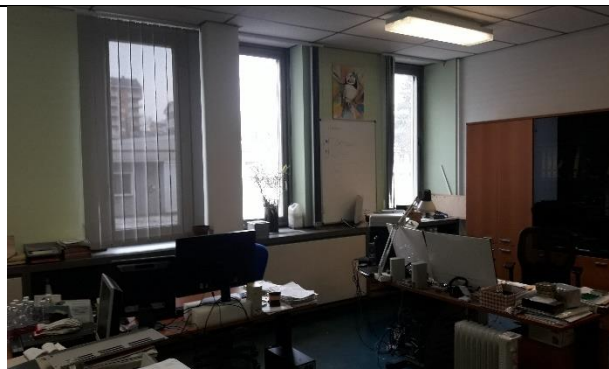
Facciata dell'edificio sul lato sud-est



Immagine della scansione modulare di facciata



Dettaglio dell'estradosso della copertura piana



Interno degli uffici-tipo localizzati nei piani

### CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata [m <sup>2</sup> ]	Superficie lorda riscaldata [m <sup>2</sup> ]	Volume utile riscaldato [m <sup>3</sup> ]	Volume lordo riscaldato [m <sup>3</sup> ]
3	2.450,04	4.223,66	8.091,87	10.514,63

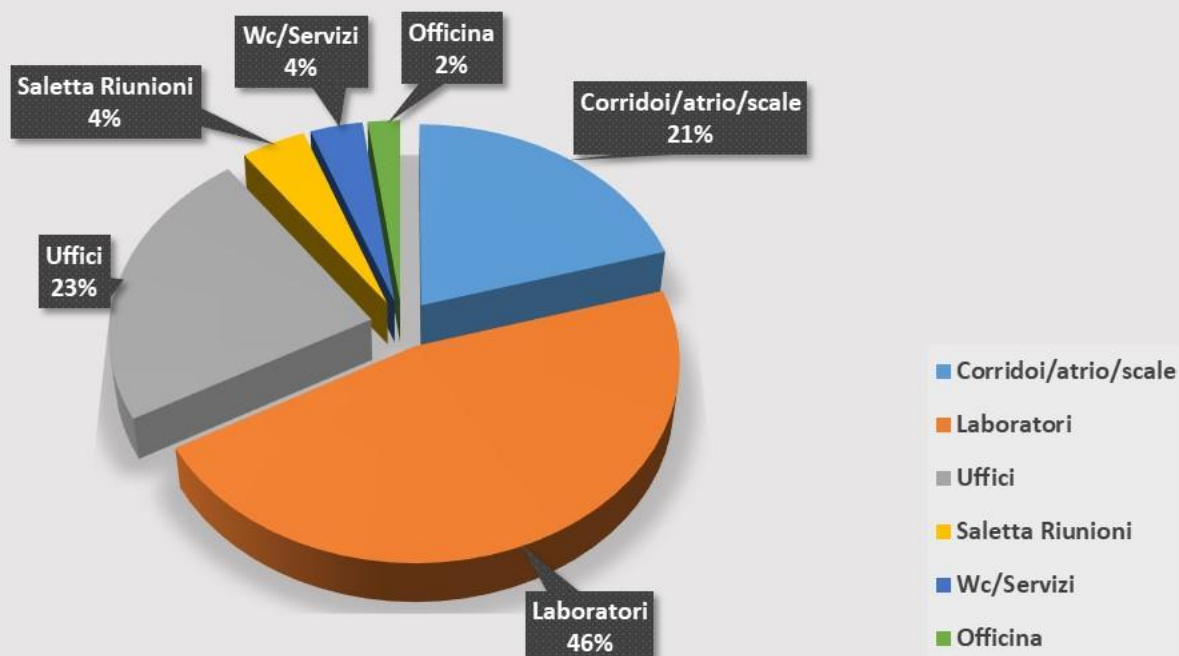
### INFORMAZIONI GENERALI

L'Edificio A progettato nel 1971 da "FIAT Sezione Costruzioni e Impianti (Servizio Centrale Tecnico)" è di forma regolare con facciate principali orientate est-ovest e costituito da tre piani fuori terra completamente riscaldati ed uno non riscaldato. La scansione delle facciate del fabbricato è regolare e rivela la struttura portante puntiforme in cemento armato con tamponamenti non coibentati come anche riportato sulla documentazione fornita dalla Committenza (proveniente dagli Archivi di INRiM). Tali informazioni sembrano trovare conferma dall'Analisi Termografica effettuata durante i sopralluoghi (i cui risultati sono riportati nel documento in oggetto nel paragrafo 4.1).



## UTILIZZI PRINCIPALI

### Destinazioni d'uso principali dei locali climatizzati - Edificio A



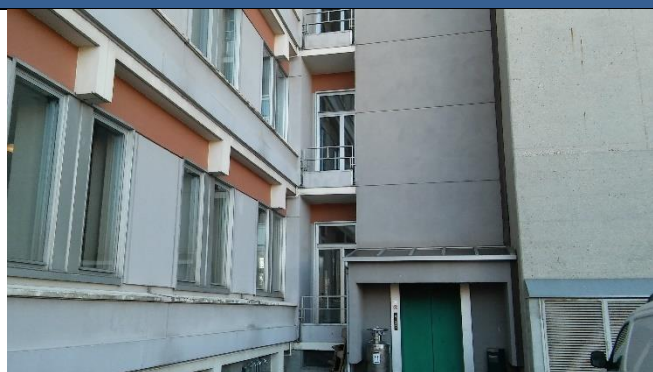
Superficie Utile dei Locali Climatizzati			Localizzazione
Destinazione d'uso	[m <sup>2</sup> ]	[% tot.]	
Corridoi/atrio/scale	501,00	20,45%	
Laboratori	1.137,42	46,42%	
Uffici	567,18	23,15%	
Saletta Riunioni	105,99	4,33%	
Wc/Servizi	85,97	3,51%	
Officina	52,48	2,14%	
<b>Totale</b>	<b>2.450,04</b>	<b>100,00%</b>	





L'Edificio A presenta una struttura portante in pilastri di cemento armato con tamponamenti verticali costituiti da una stratigrafia in pannelli di calcestruzzo prefabbricato sul lato esterno e da uno strato in muratura tradizionale sul lato interno. La cassavuota della muratura non risulta coibentata ed assume spessori importanti in corrispondenza delle murature di sottofinestra. La presenza di volumi d'aria non coibentati all'interno delle murature verticali esterne trova conferma nelle "sezioni di facciata" di cui è stata riportata qualche immagine nella tabella soprastante. I solai del fabbricato sono in latero-cemento; il solaio di copertura è costituito da un doppio solaio non coibentato con camini di ventilazione. La copertura è finita all'estradosso con un manto impermeabilizzante in guaina bituminosa. L'involucro trasparente è caratterizzato da infissi in alluminio con doppio vetro senza taglio termico che risalgono all'epoca di costruzione del fabbricato. Negli anni, al fine di ridurre i carichi solari (soprattutto durante il periodo estivo), sono state installate delle pellicole oscuranti sui vetri degli infissi aventi orientamenti sud e est.

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DELL'INVOLUCRO TERMICO



Particolare di facciata del muro di sottofinestra non coibentato



Dettaglio del davanzale esterno della facciata tipo



Estradosso della doppia copertura e dei camini di areazione



Intradosso dell'ultimo solaio in laterocemento

L'utilizzo di strumenti come la termocamera ha permesso di avvalorare le informazioni in possesso e di modellizzare l'edificio con maggiore correttezza.

Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

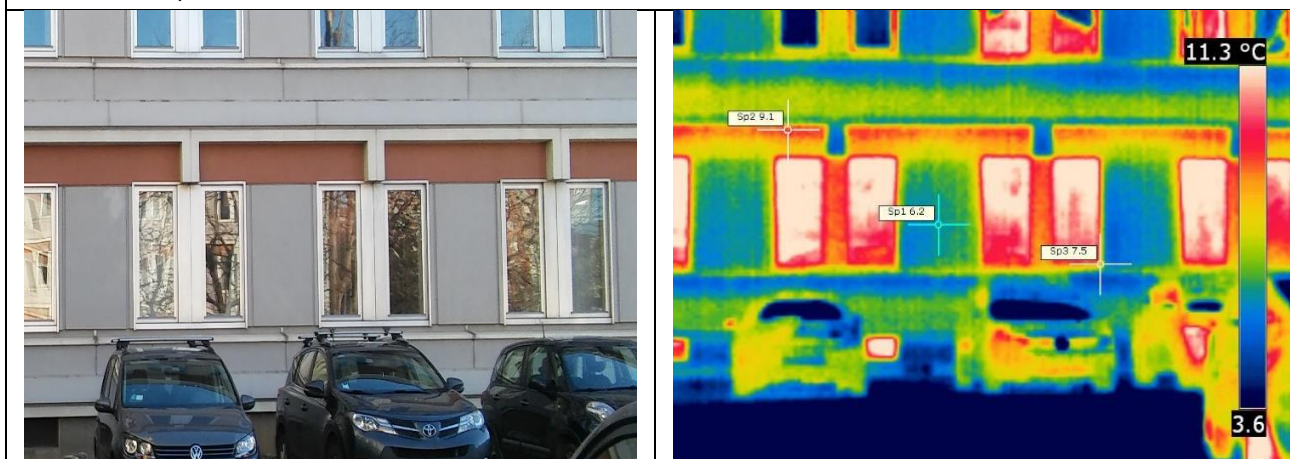
- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR ThermaCAM E45 secondo le seguenti modalità: si sono misurate le condizioni climatiche esterne (Temperatura dell'aria e umidità relativa), rilevate le caratteristiche di emissività della superficie e la temperatura riflessa sulla superficie. Ci si posiziona davanti all'oggetto e si effettua la foto congiuntamente con la misura della distanza.

Si riportano di seguito i risultati dell'analisi termografica effettuata sulla facciata-tipo del fabbricato.

## ANALISI TERMOGRAFICA

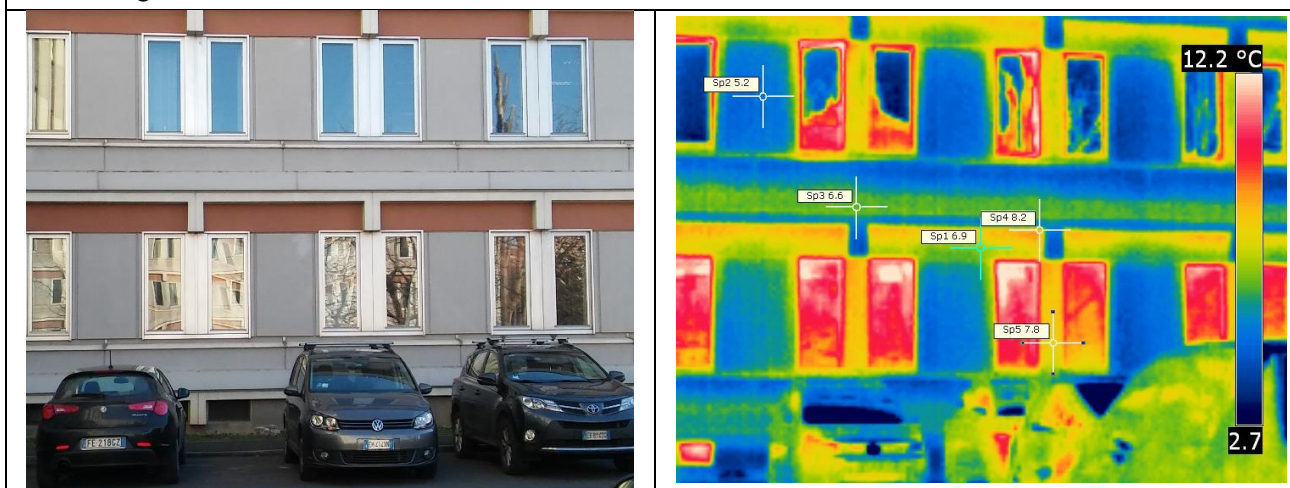
### Termografia 1:

La termografia realizzata sulla facciata-tipo rivela la presenza dei ponti termici telaio-serramento presenti nella muratura standard non coibentata (come confermato anche dagli elaborati di progetto forniti dalla committenza).



### Termografia 2:

L'indagine termografica documenta la presenza del ponte termico del solaio interpiano presente in entrambi gli edifici A e C a tutti i livelli del volume riscaldato.



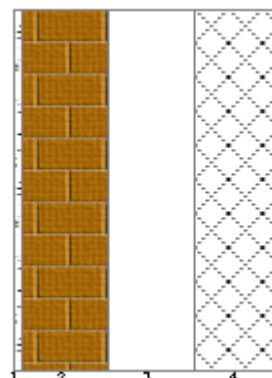
Si riportano di seguito i dettagli stratigrafici relativi alle strutture opache disperdenti dell'edificio.

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

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 001 Standard A*

**Codice:** *M49*

Trasmittanza termica	<b>1,391</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>370</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>13,029</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>402</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>384</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,485</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,349</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,8</b>	h

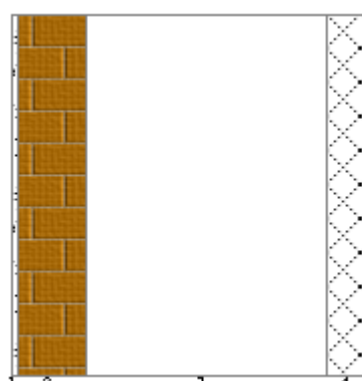


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>120,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 002 SF A*

**Codice:** *M50*

Trasmittanza termica	<b>1,439</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>630</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>18,957</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>314</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>296</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,665</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,462</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-7,6</b>	h



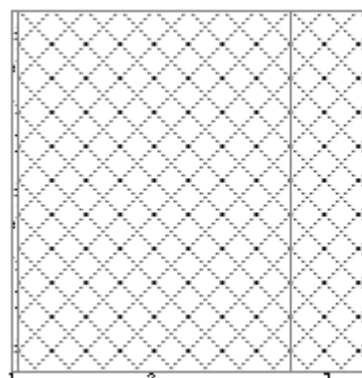
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>420,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>80,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-



**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 003 Standard con PIL A*

**Codice:** *M51*

Trasmittanza termica	<b>2,185</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>530</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,008</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1202</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1184</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,190</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,087</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-13,4</b>	h

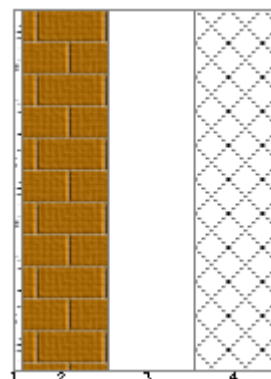


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>400,00</b>
3	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 004 Standard laterale A*

**Codice:** *M52*

Trasmittanza termica	<b>1,391</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>370</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>13,029</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>402</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>384</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,485</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,349</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,8</b>	h

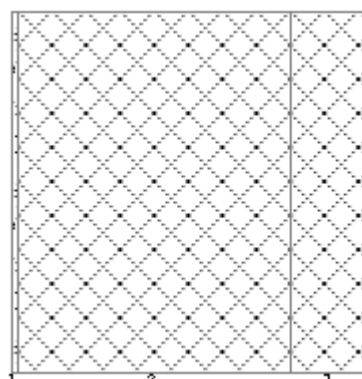


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>120,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Codice:** *M53*

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 005 Standard laterale con PIL A*

Trasmittanza termica	<b>2,185</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>530</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,008</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1202</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1184</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,190</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,087</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-13,4</b>	h

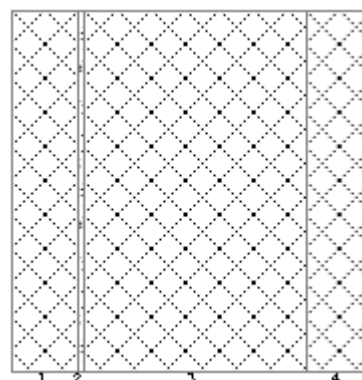


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>400,00</b>
3	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 008 Standard doppio muro con PIL A*

**Codice:** *M56*

Trasmittanza termica	<b>1,885</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>650</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>2,472</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1466</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1448</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,085</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,045</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-16,6</b>	h

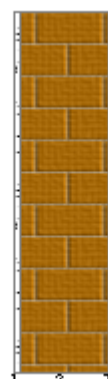


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
2	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
3	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>400,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Codice:** *M58*

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 010 Muratura su NR A*

Trasmittanza termica	<b>1,868</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>140</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-2,4</b>	°C
Permeanza	<b>192,308</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>156</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>120</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>1,328</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,711</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-4,4</b>	h

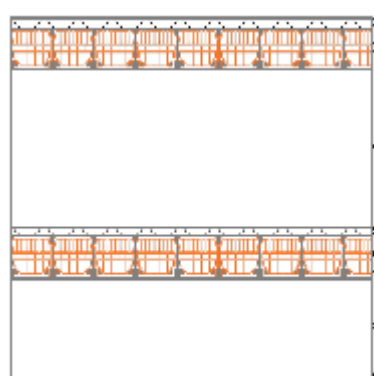


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 004 Doppio Solaio A*

**Codice:** *S16*

Trasmittanza termica	<b>0,856</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>1563</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>20000,00</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>847</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>829</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,038</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,045</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-16,5</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	<b>3,00</b>
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
3	Soletta in laterizio	<b>180,00</b>
4	Intercapedine debolmente ventilata Av=700 mm <sup>2</sup> /m	<b>680,00</b>
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
6	Soletta in laterizio	<b>180,00</b>
7	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>

8	Intercapedine debolmente ventilata $A_v=600 \text{ mm}^2/\text{m}$	420,00
9	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 005 Solaio su Loc pompe NR*

**Codice:** *S17*

Trasmittanza termica	1,861	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
Spessore	270	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-5,1	$^{\circ}\text{C}$
Permeanza	0,002	$10^{-12}\text{kg}/\text{sm}^2\text{Pa}$
Massa superficiale (con intonaci)	501	$\text{kg}/\text{m}^2$
Massa superficiale (senza intonaci)	483	$\text{kg}/\text{m}^2$
Trasmittanza periodica	0,598	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
Fattore attenuazione	0,321	-
Sfasamento onda termica	-8,7	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00
2	Sottofondo di cemento magro	30,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
4	Soletta in laterizio	180,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 006 Copertura della scala A*

**Codice:** *S18*

Trasmittanza termica	1,929	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
Spessore	263	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	$^{\circ}\text{C}$
Permeanza	0,351	$10^{-12}\text{kg}/\text{sm}^2\text{Pa}$
Massa superficiale (con intonaci)	482	$\text{kg}/\text{m}^2$
Massa superficiale (senza intonaci)	464	$\text{kg}/\text{m}^2$
Trasmittanza periodica	0,677	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
Fattore attenuazione	0,351	-
Sfasamento onda termica	-8,3	h



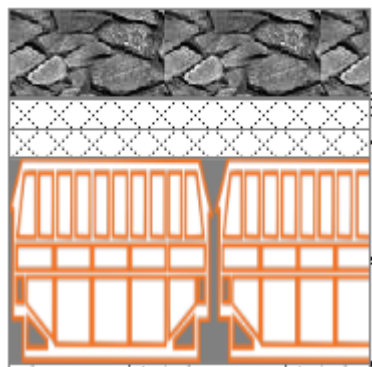
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
2	Sottofondo di cemento magro	30,00

3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
4	Soletta in laterizio	180,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A 001 Solaio su terreno*

**Codice:** *S19*

Trasmittanza termica	0,469	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	613	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,331	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	1094	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	1076	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,022	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	0,047	-
Sfasamento onda termica	-16,3	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Argilla espansa sfusa granuli 3-25 mm (um. 1%)	150,00
2	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
3	Sottofondo di cemento magro	50,00
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
5	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	350,00
6	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

#### Legenda simboli

s	Spessore
Cond.	Conducibilità termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi
R	Resistenza termica
M.V.	Massa volumica
C.T.	Capacità termica specifica
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto

mm
W/mK
m <sup>2</sup> K/W
kg/m <sup>3</sup>
kJ/kgK
-



#### 2.1.4 Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici

Le informazioni sulle caratteristiche impiantistiche dei fabbricati sono state ottenute, ove possibile, a seguito di un'analisi della documentazione d'archivio del Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRIM.

Tale indagine (effettuata sulla documentazione originaria di progetto), ha permesso di ottenere alcune informazioni sulle caratteristiche degli impianti termici ed elettrici dei fabbricati oggetto della presente Diagnosi Energetica.

Maggiori informazioni sono state poi ottenute mediante sopralluoghi puntuali nei singoli locali e sottocentrali di ciascuna struttura oggetto di diagnosi.

Nello specifico, l'Edificio A presenta una sottocentrale termica recentemente rinnovata dai cui dipartono i circuiti secondari dedicati a termosifoni e fancoil (acqua calda e fredda).

Si precisa che alcuni locali dell'edificio sono climatizzati mediante fancoil serviti dal circuito "mandata ventilconvettori" della sottocentrale CDZ LAB. EDIF. A-B, ubicata al piano seminterrato dell'Edificio B.

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DELLA SOTTOCENTRALE TERMICA E DEI TERMINALI DI EMISSIONE



Particolare sottocentrale termica



Dettaglio collettore di ritorno acqua calda



Collettori di mandata e ritorno acqua refrigerata



Pompa di circolazione acqua calda fancoil



Dettaglio fancoil uffici/laboratori



Dettaglio radiatori aree di circolazione

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche dei circuiti secondari presenti in sottostazione.

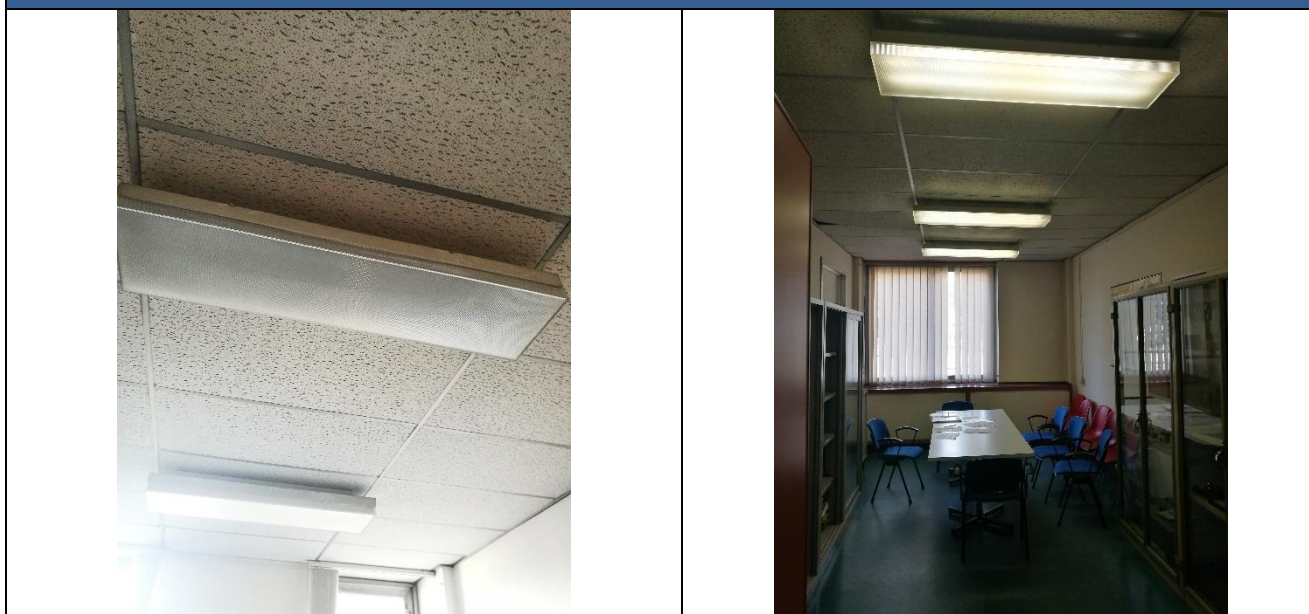
Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
Sottocentrale edificio A	Acqua calda termosifoni	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua calda fancoil	Climatizzazione invernale	Lowara	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	2,2
	Acqua fredda fancoil	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
Sottostazione condizionamento lab. Edificio "A" - "B"	Acqua calda GTA	Climatizzazione invernale	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,37
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,585
	Acqua calda fancoil UPS	Climatizzazione invernale	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità variabile	n/d
	Acqua refrigerata GTA	Climatizzazione estiva	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,585
	Acqua refrigerata ventilconvettori	Climatizzazione estiva	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,585
	Acqua refrigerata fancoil UPS	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente

Per quanto concerne i principali sistemi elettrici, l'impianto di illuminazione dell'edificio appare piuttosto vetusto e costituito quasi interamente da corpi illuminanti a fluorescenza tubolari.

All'interno di uffici e laboratori sono collocate lampade a fluorescenza lineari da 36W alloggiate in plafoniere doppie ed in numero di 2 o 3 per locale.

Complessivamente sono installate circa 681 lampade a fluorescenza per un totale di 25987W, ripartiti sui piani terra, primo e secondo.

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DEI CORPI ILLUMINANTI PRESENTI

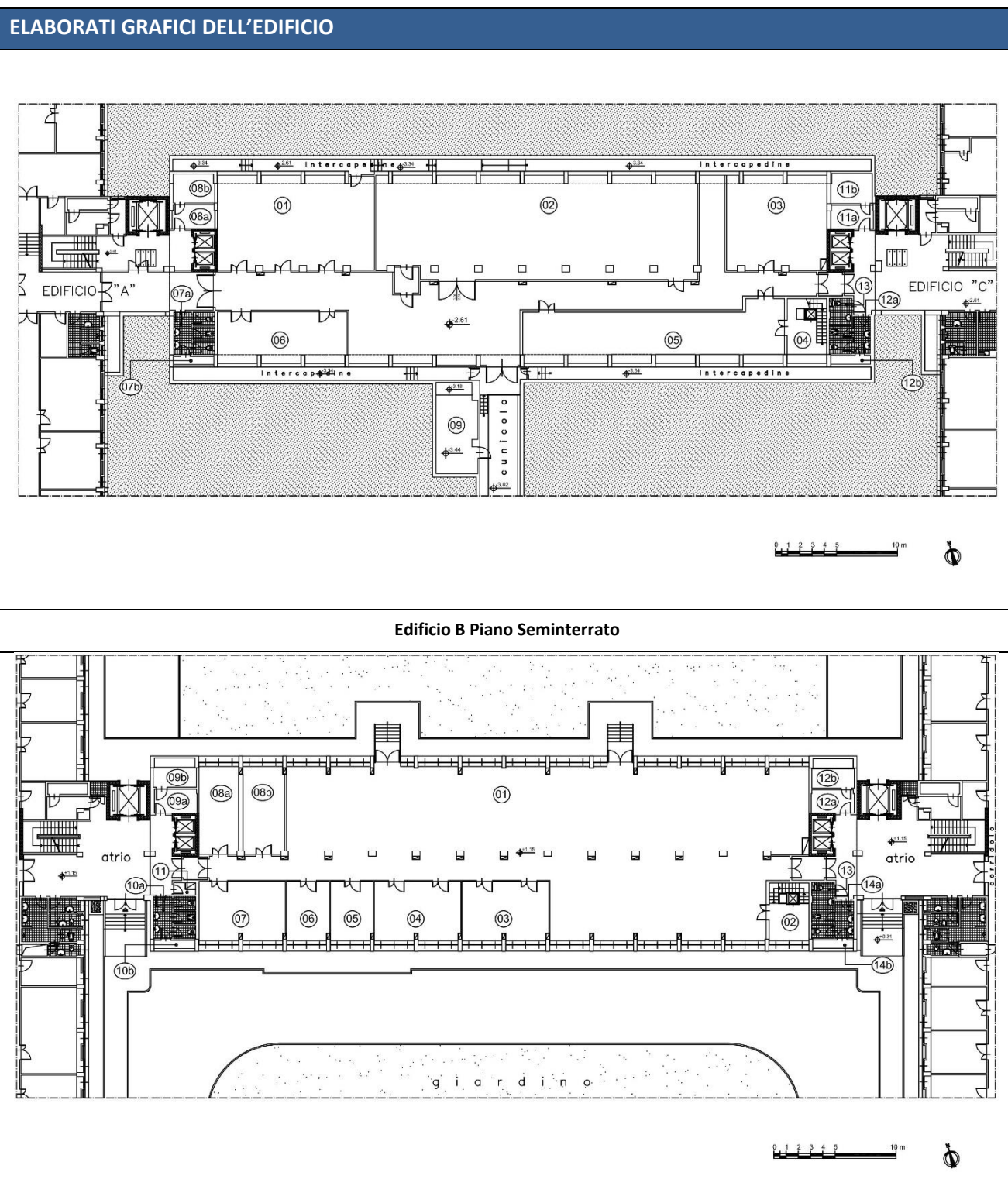




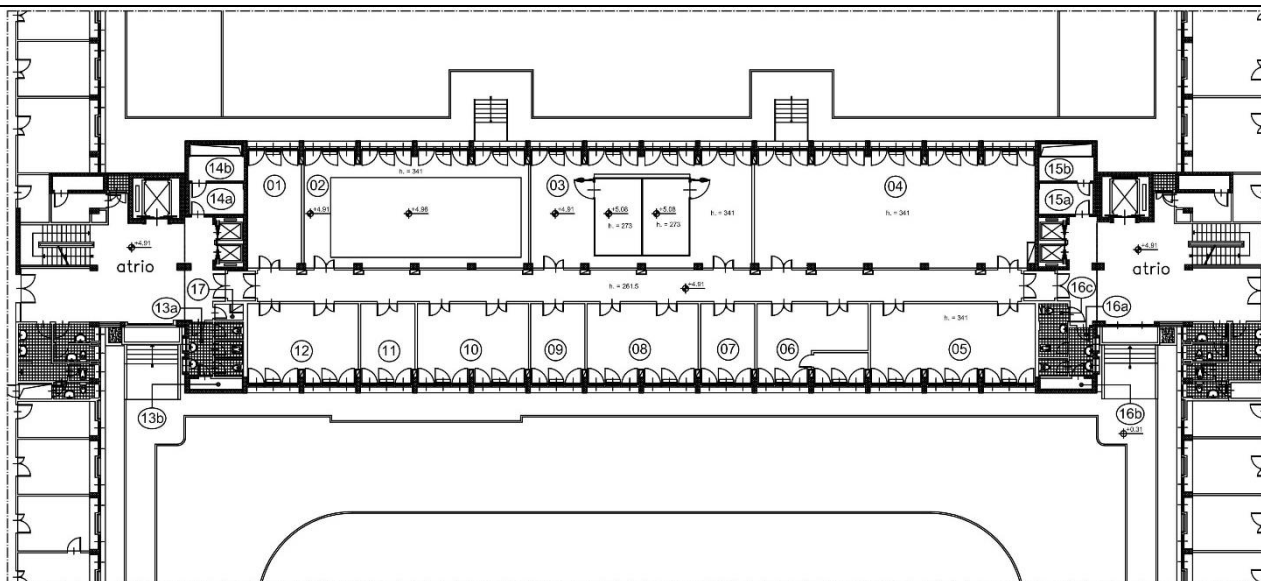
## 2.2 Edificio B

### 2.2.1 Elaborati grafici

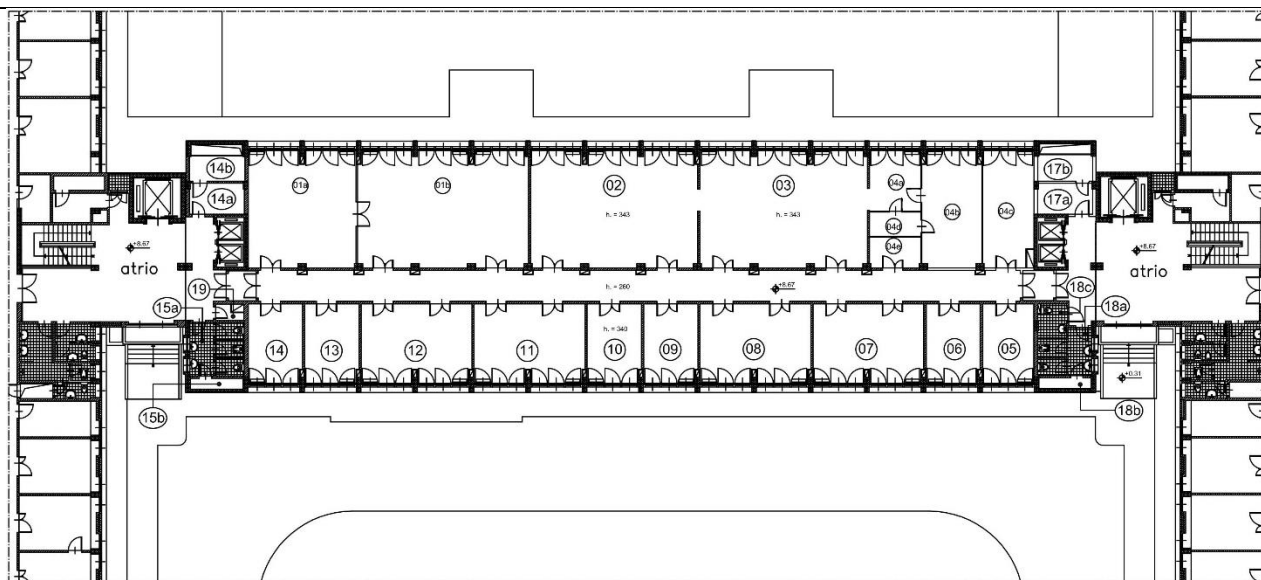
Si riportano di seguito le immagini degli elaborati grafici forniti dal Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRiM.



Edificio B Piano Terreno

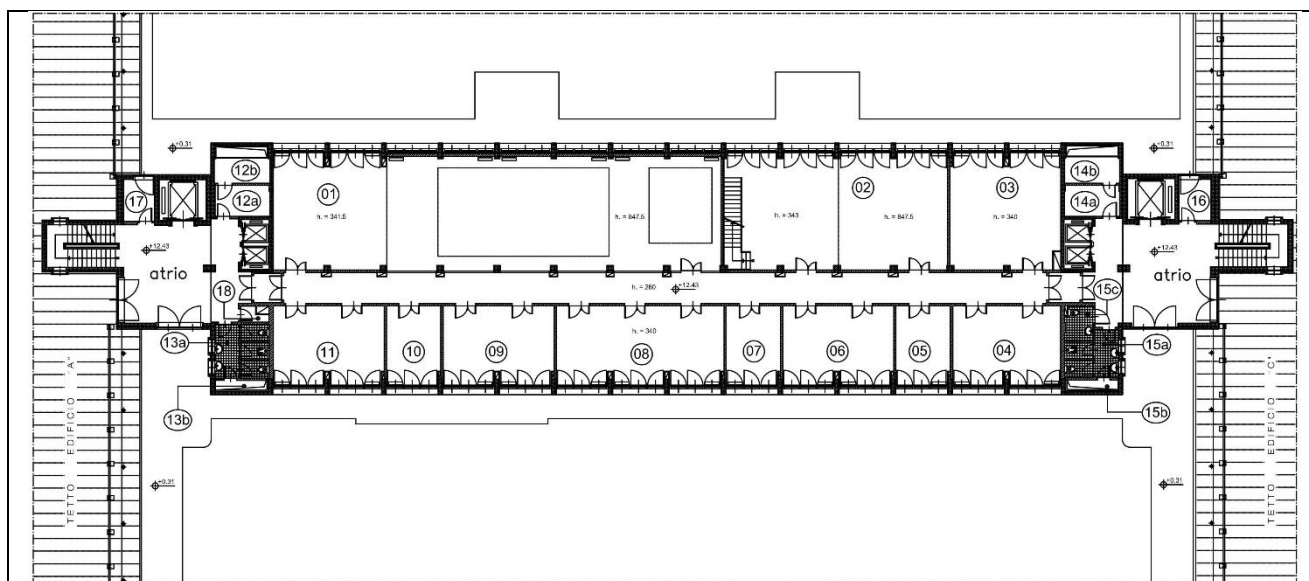


Edificio B Piano Primo

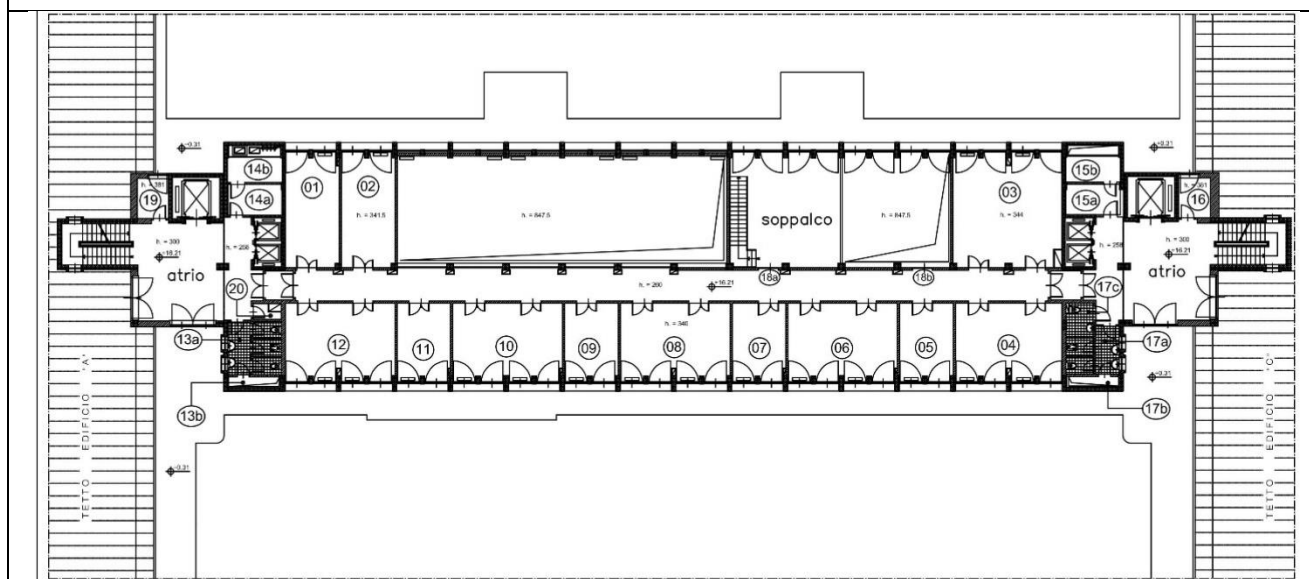


Edificio B Piano Secondo

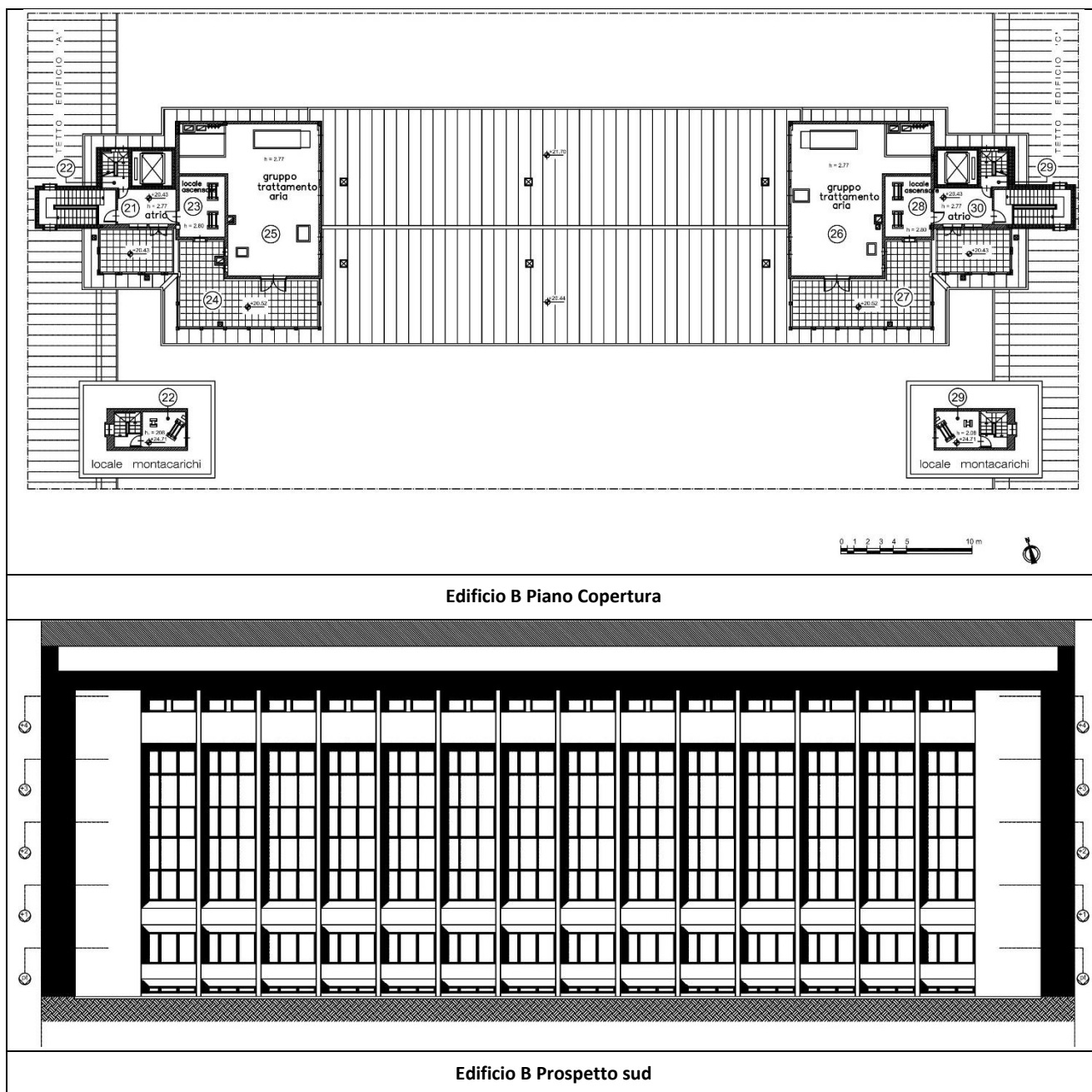




Edificio B Piano terzo



Edificio B Piano Quarto



## 2.2.2 Caratteristiche dimensionali e funzionali

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI CONTESTO

A wide-angle photograph of a modern, multi-story office building with a facade of large glass windows and concrete panels. The building is situated behind a landscaped area with bare trees and a paved road with parked cars.

Facciata dell'edificio sul lato sud

A photograph of the same building from the opposite side, showing a different facade with more concrete and fewer windows. The foreground features a snow-covered lawn and a few trees.

Facciata dell'edificio sul lato nord

An interior shot of a bright, open-plan space that serves as a library or study area. It features rows of blue chairs, wooden tables, and large windows that provide a view of the outdoors.

Immagine interna del locale Biblioteca situato al piano terreno

A photograph of a modern interior staircase with a glass railing. Large windows on the side offer a panoramic view of the city skyline.

Interno della scala interna di pertinenza in uso agli edifici B e C

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata [m²]	Superficie lorda riscaldata [m²]	Volume utile riscaldato [m³]	Volume lordo riscaldato [m³]
6	4.209,80	4.875,66	15.543,95	20.322,38

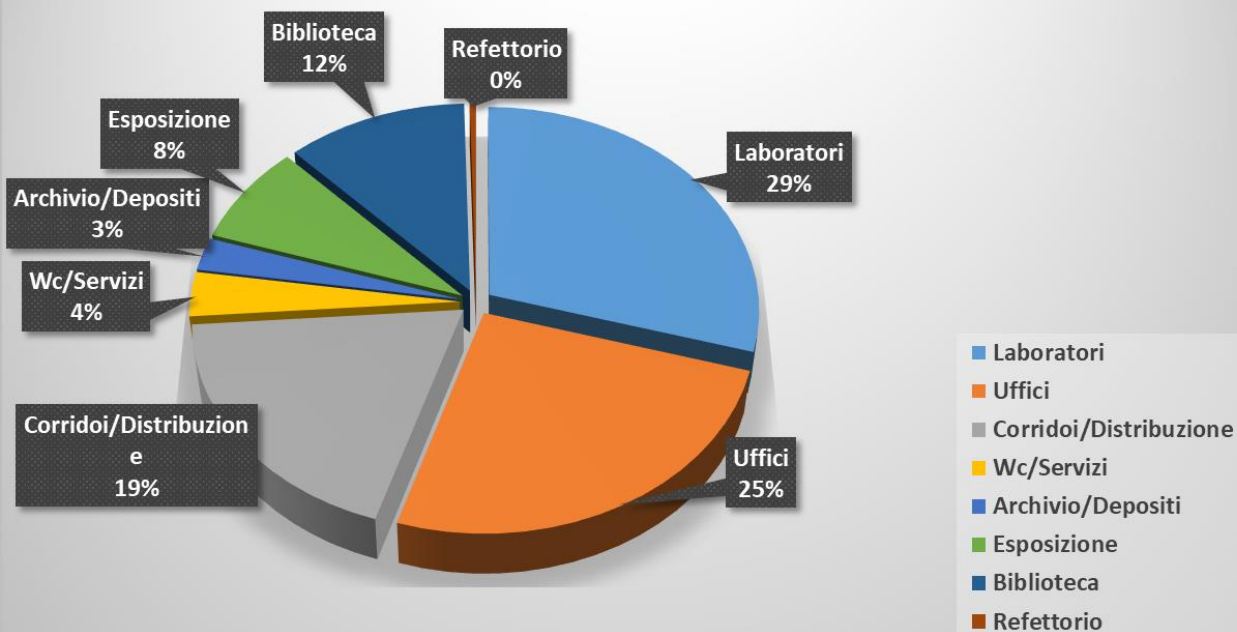
INFORMAZIONI GENERALI

L'Edificio B realizzato nei primi Anni Duemila con facciate principali orientate nord-sud è costituito da cinque piani fuori terra completamente riscaldati ed uno interrato parzialmente riscaldato. Il fabbricato è stato costruito a seguito della necessità di ampliare gli spazi dedicati ad uffici e laboratori. L'Edificio in oggetto costituisce un collegamento tra gli Edifici A e C integrandosi tra i due con un volume regolare e maggiore. Le facciate principali nord-sud sono caratterizzate da importanti superfici vetrate.



## UTILIZZI PRINCIPALI

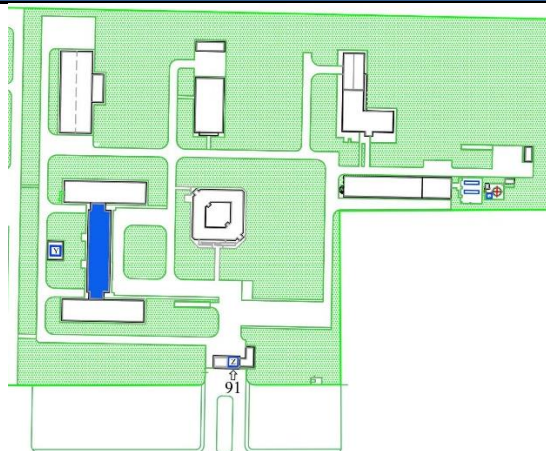
### Destinazioni d'uso principali dei locali climatizzati - Edificio B



#### Superficie Utile dei Locali Climatizzati

Destinazione d'uso	[m <sup>2</sup> ]	[% tot.]
Laboratori	1.241,13	29,48%
Uffici	1.067,75	25,36%
Corridoi/Distribuzione	799,82	19,00%
Wc/Servizi	148,36	3,52%
Archivio/Depositi	109,28	2,60%
Esposizione	334,45	7,94%
Biblioteca	491,95	11,69%
Refettorio	17,06	0,41%
<b>Totale</b>	<b>4.209,80</b>	<b>100,00%</b>

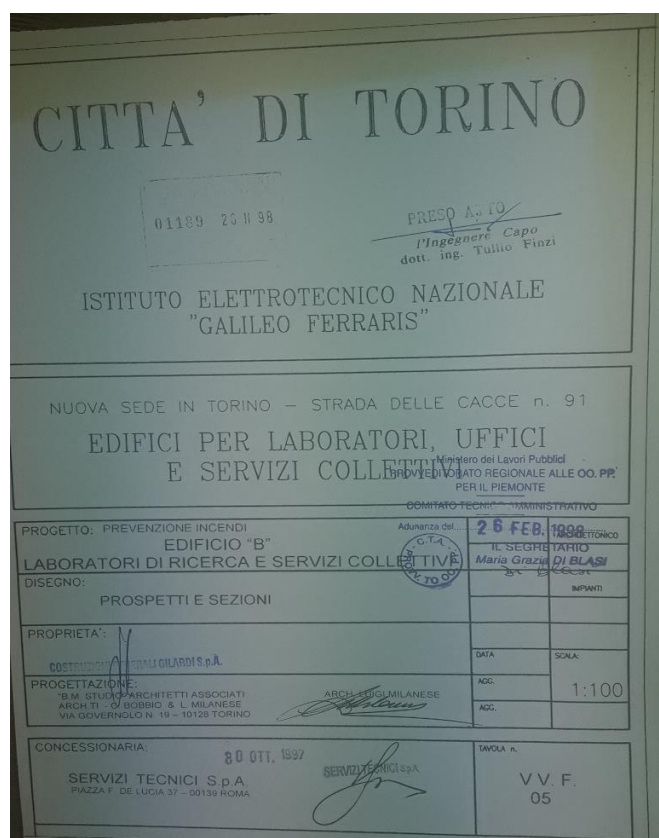
#### Localizzazione



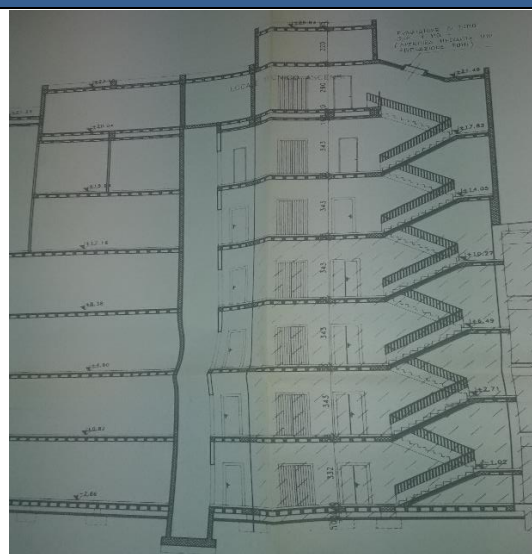
### 2.2.3 Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio

L'Edificio B è stato costruito in risposta alla necessità di ampliare gli spazi da dedicare alla ricerca. È il fabbricato con il maggior numero di livelli ed ospita principalmente uffici e laboratori; ha la particolarità di creare un collegamento tra i due Edifici A e C realizzati nella prima metà degli anni Settanta. È dotato di una struttura portante in pilastri di cemento armato e doppi solai in latero-cemento con coibentazione interna. I tamponamenti sono in parte realizzati in pannelli di cemento armato prefabbricato verso l'esterno e finitura interna in muratura (sulle testate laterali est/ovest e in corrispondenza dei sottofinestra del piano terra e primo delle testate nord/sud) ed in gran parte da superfici vetrate principalmente sulle facciate nord e sud. Nei livelli superiori al primo si segnala la presenza di pannelli opachi (coibentati) in corrispondenza dei sottofinestra. Gli infissi sono tutti con telaio in alluminio (senza taglio termico) e doppi vetri. In corrispondenza della facciata con orientamento sud sono state installate le pellicole oscuranti con lo scopo di ridurre i carichi solari soprattutto durante la stagione estiva. Nonostante l'installazione delle pellicole all'interno del fabbricato sono state riscontrate importanti situazioni di "discomfort indoor" dovute agli eccessivi carichi solari nei locali con orientamento sud (situati ai livelli intermedi). Il sopralluogo dell'Edificio B ha evidenziato tale situazione di disagio per stessa ammissione dell'utenza. La copertura è piana e costituita anch'essa da un doppio solaio (coibentato); si riportano di seguito alcune immagini dei documenti originari di progetto nelle tabelle sottostanti.

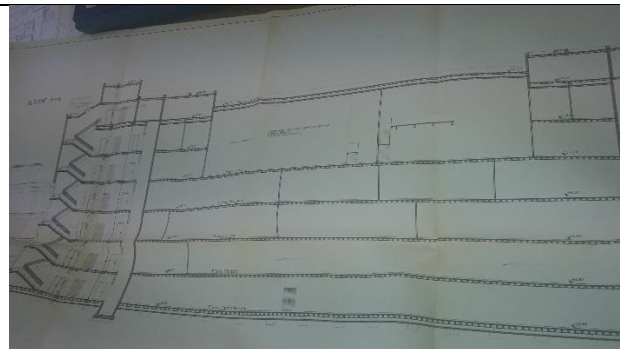
#### DOCUMENTAZIONE D'ARCHIVIO DI SUPPORTO



Immagini dei progetti originari del fabbricato



Sezione longitudinale del corpo scala



Sezione trasversale in corrispondenza dei doppi solai



## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DELL'INVOLUCRO TERMICO



Copertura piana in corrispondenza dei doppi solai



Dettaglio delle aperture di ventilazione dei solai



Intradosso del solaio-tipo in latero-cemento e della coibentazione



Dettaglio dell'intercapedine d'aria tra i due solai

L'indagine di dettaglio del doppio solaio di copertura è stata possibile poiché durante il periodo dei sopralluoghi era stato praticato un foro all'interno del primo orizzontamento con lo scopo di realizzare un intervento di manutenzione ordinaria; tale intervento ha generato un'opportunità importante per approfondire la conoscenza degli strati interni di coibentazione dell'ultimo solaio.

L'utilizzo di strumenti come la termocamera ha permesso di avvalorare le informazioni in possesso e di modellizzare l'edificio con maggiore correttezza.

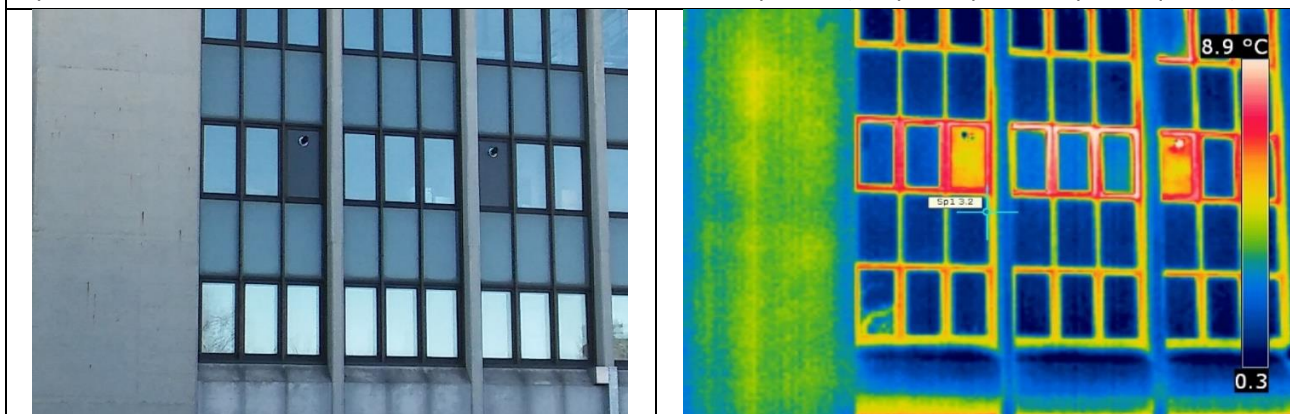
Le condizioni climatiche esterne (differenza di temperatura tra l'interno del fabbricato e l'aria esterna di almeno 10-15°C) hanno permesso di realizzare delle analisi termografiche della facciata-tipo del fabbricato.

Si riportano di seguito i risultati di tale analisi.

## ANALISI TERMOGRAFICA

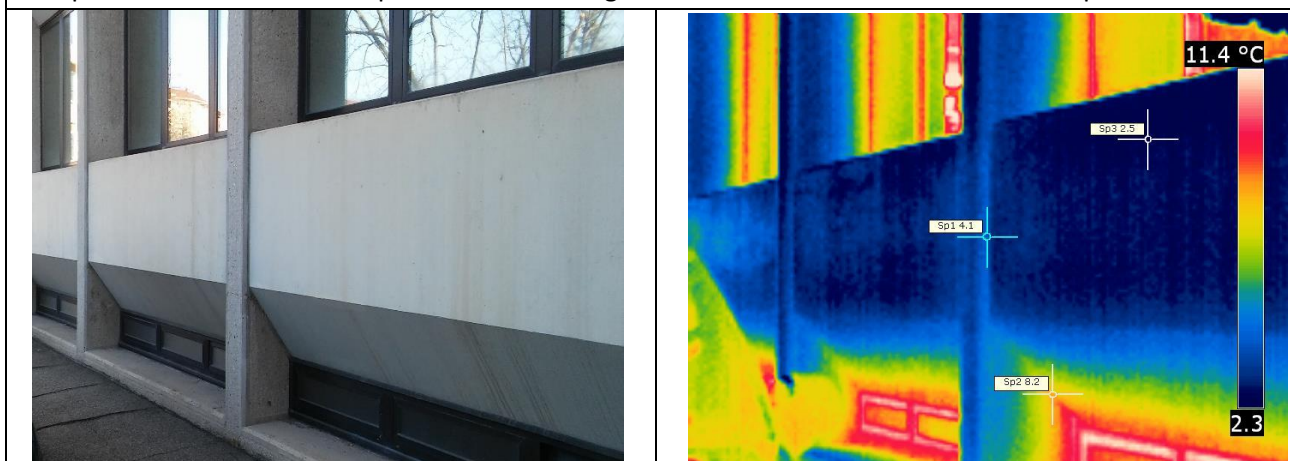
### Termografia 3:

La termografia realizzata sulla facciata principale conferma la presenza di isolanti all'interno dei pannelli opachi sottofinestra che definiscono la facciata sud ai livelli superiori (dal piano primo al piano quarto).



### Termografia 4:

La termografia di dettaglio della muratura sottofinestra del piano terreno risulta difficilmente comprensibile dato l'elevato spessore della stratigrafia muraria della biblioteca situata al piano terreno.



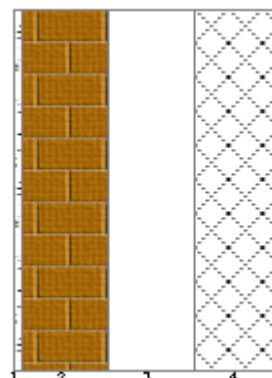
Si riportano di seguito i dettagli stratigrafici relativi alle strutture opache disperdenti dell'edificio.

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

**Descrizione della struttura:** *Ed. B 001 Standard*

**Codice:** *M18*

Trasmittanza termica	<b>1,458</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>370</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>13,029</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>426</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>408</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,470</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,323</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,1</b>	h

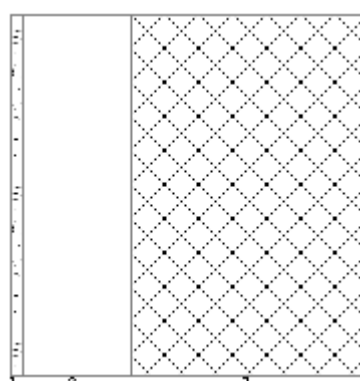


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>120,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. B 002 PIL*

**Codice:** *M19*

Trasmittanza termica	<b>0,984</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>1500</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>1,532</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>2345</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>2300</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,004</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,004</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-2,1</b>	h

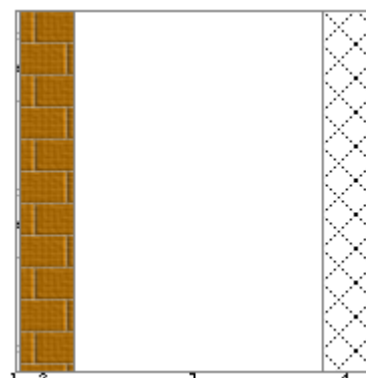


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Cartongesso in lastre	<b>50,00</b>
2	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>450,00</b>
3	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>1000,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. B 003 SF PT*

**Codice:** *M20*

Trasmittanza termica	<b>1,458</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>800</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>13,029</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>426</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>408</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,470</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,323</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,1</b>	h

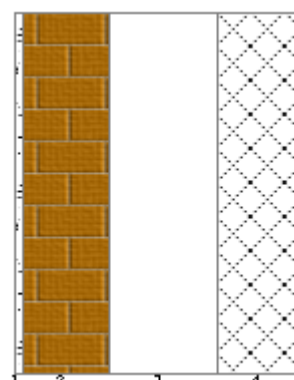


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>550,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. B 004 Sovrafin PT*

**Codice:** *M21*

Trasmittanza termica	<b>1,458</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>400</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>13,029</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>426</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>408</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,470</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,323</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,1</b>	h

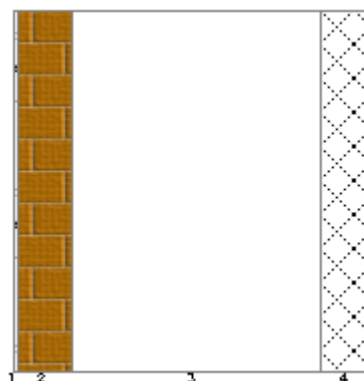


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>150,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. B 005 SF P1*

**Codice:** *M22*

Trasmittanza termica	<b>1,458</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>800</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>13,029</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>426</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>408</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,470</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,323</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,1</b>	h

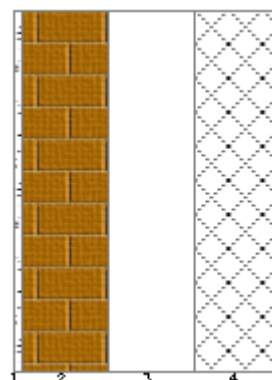


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>550,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. B 006 SF P4*

**Codice:** *M23*

Trasmittanza termica	<b>1,458</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>370</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>13,029</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>426</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>408</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,470</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,323</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,1</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>120,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-



**Descrizione della struttura:** *Ed. B 007 SF P2-P3 Pannello*

**Codice:** *M24*

Trasmittanza termica	<b>0,408</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>110</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,001</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>55</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>55</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,396</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,970</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-1,4</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Alluminio	<b>10,00</b>
2	Feltro in lana di vetro	<b>90,00</b>
3	Alluminio	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. B 008 Sovrafin Pannello*

**Codice:** *M25*

Trasmittanza termica	<b>0,408</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>110</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,001</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>55</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>55</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,396</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,970</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-1,4</b>	h

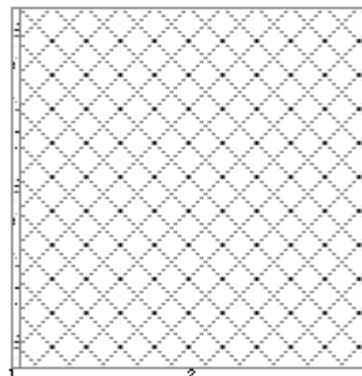


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Alluminio	<b>10,00</b>
2	Feltro in lana di vetro	<b>90,00</b>
3	Alluminio	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. B 006 Controterra*

**Codice:** *M27*

Trasmittanza termica	<b>2,516</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza controterra	<b>0,564</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>510</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,072</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1168</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1150</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,322</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,570</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-12,2</b>	h

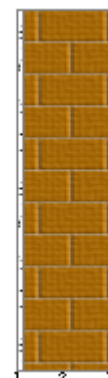


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>500,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. B 010 Muratura su NR*

**Codice:** *M55*

Trasmittanza termica	<b>1,789</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>140</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>0,3</b>	°C
Permeanza	<b>192,308</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>180</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>144</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>1,151</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,643</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-5,1</b>	h

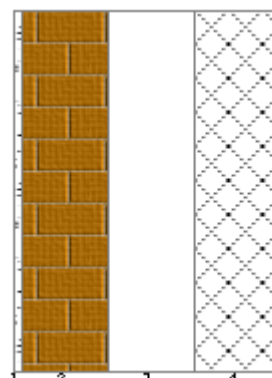


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	<b>120,00</b>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. B 011 Standard su intercapedine PS*

**Codice:** *M57*

Trasmittanza termica	<b>1,458</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>370</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>13,029</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>426</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>408</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,470</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,323</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,1</b>	h

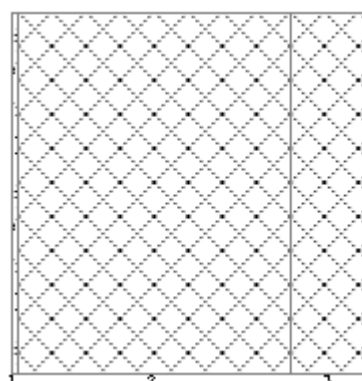


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	Intercapedine non ventilata $Av < 500 \text{ mm}^2/\text{m}$	<b>120,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. B 012 Standard con PIL su intercapedine*

**Codice:** *M59*

Trasmittanza termica	<b>2,185</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>530</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,008</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1202</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1184</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,190</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,087</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-13,4</b>	h

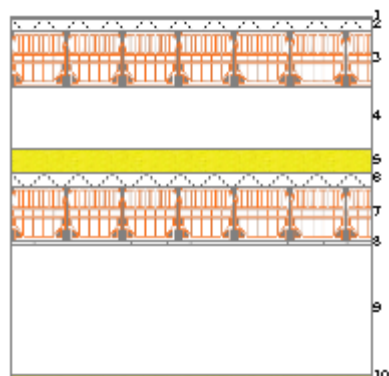


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>400,00</b>
3	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. B 001 Doppio Solaio standard*

**Codice:** *S3*

Trasmittanza termica	<b>0,412</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>1163</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>20000,00</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>956</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>938</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,006</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,014</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-17,2</b>	h

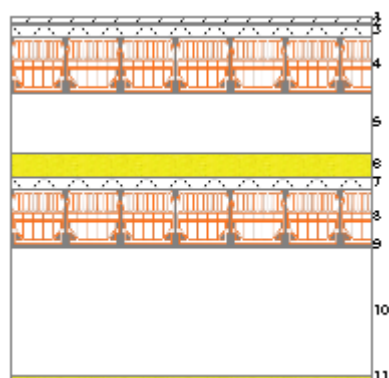


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
3	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	180,00
4	Intercapedine debolmente ventilata Av=700 mm <sup>2</sup> /m	200,00
5	Lana di roccia	80,00
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
7	Soletta in laterizio	180,00
8	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
9	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm <sup>2</sup> /m	420,00
10	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. B 002 Doppio Solaio standard 2*

**Codice:** *S4*

Trasmittanza termica	<b>0,410</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>1183</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>20000,00</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>991</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>973</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,005</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,012</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-17,7</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Pietra artificiale	20,00
2	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
4	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	180,00
5	Intercapedine debolmente ventilata $Av=700 \text{ mm}^2/\text{m}$	200,00
6	Lana di roccia	80,00
7	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
8	Soletta in laterizio	180,00
9	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
10	Intercapedine debolmente ventilata $Av=600 \text{ mm}^2/\text{m}$	420,00
11	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. B 003 Solaio su Loc tecnico NR*

**Codice:** *S20*

Trasmittanza termica	<b>1,861</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>270</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-1,7</b>	°C
Permeanza	<b>0,002</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>501</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>483</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,598</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,321</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,7</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00
2	Sottofondo di cemento magro	30,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
4	Soletta in laterizio	180,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Legenda simboli**

s	Spessore
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi
R	Resistenza termica
M.V.	Massa volumica
C.T.	Capacità termica specifica
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto

mm
W/mK
m <sup>2</sup> K/W
kg/m <sup>3</sup>
kJ/kgK
-



#### 2.2.4 Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici

Le informazioni sulle caratteristiche impiantistiche dei fabbricati sono state ottenute, ove possibile, a seguito di un'analisi della documentazione d'archivio del Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRIM.

Tale indagine (effettuata sulla documentazione originaria di progetto), ha permesso di ottenere alcune informazioni sulle caratteristiche degli impianti termici ed elettrici dei fabbricati oggetto della presente Diagnosi Energetica.

Maggiori informazioni sono state poi ottenute mediante sopralluoghi puntuali nei singoli locali e sottocentrali di ciascuna struttura oggetto di diagnosi.

Nello specifico, l'Edificio B ospita due sottocentrali termiche di cui una preposta al condizionamento dei laboratori posti al piano seminterrato dell'edificio ed al servizio dei fancoil dei locali dell'Edificio A ed una seconda dedicata ai circuiti di climatizzazione invernale dell'Edificio B.

La prima sottocentrale termica (denominata Sottostazione condizionamento lab. Edificio "A"- "B") è ubicata al piano seminterrato in un locale dedicato attiguo ai laboratori e ospita i circuiti secondari dell'acqua calda e dell'acqua refrigerata di mandata e ritorno ai fancoil dei locali dell'Edificio A, al fancoil della sala UPS ed alle due UTA asservite ai due laboratori posti al medesimo piano.

Si evidenzia che tale sottocentrale è stata recentemente rinnovata e risulta essere in ottime condizioni.

La seconda sottocentrale termica è ubicata anch'essa al piano seminterrato ed ospita i circuiti secondari dell'acqua calda e fredda di mandata e ritorno ai fancoil dei laboratori ed uffici dell'Edificio B.

In copertura dell'edificio sono presenti due locali che ospitano i gruppi di trattamenti aria asserviti agli uffici e laboratori dell'edificio B.

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DELLE SOTTOCENTRALI TERMICHE E DEI TERMINALI DI EMISSIONE



Particolare sottocentrale termica 2



Dettaglio pompe di circolazione sottocentrale termica 2



Sottocentrale termica 1 - Sottostazione condizionamento lab. Edificio "A"-"B"



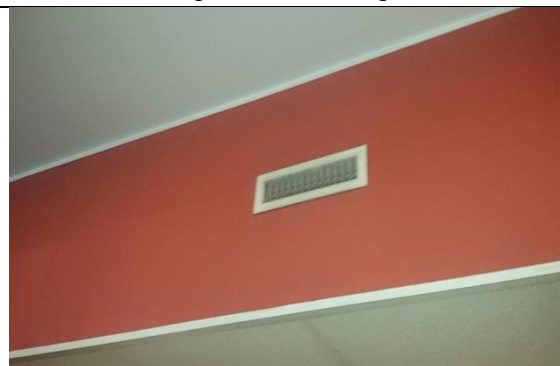
Dettaglio fancoil uffici/laboratori



Dettaglio radiatori servizi igienici



Dettaglio bocchetta estrazione aria corridoi



Dettaglio bocchetta immissione aria uffici

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DELLE UTA ASSERVITE ALL'EDIFICIO B

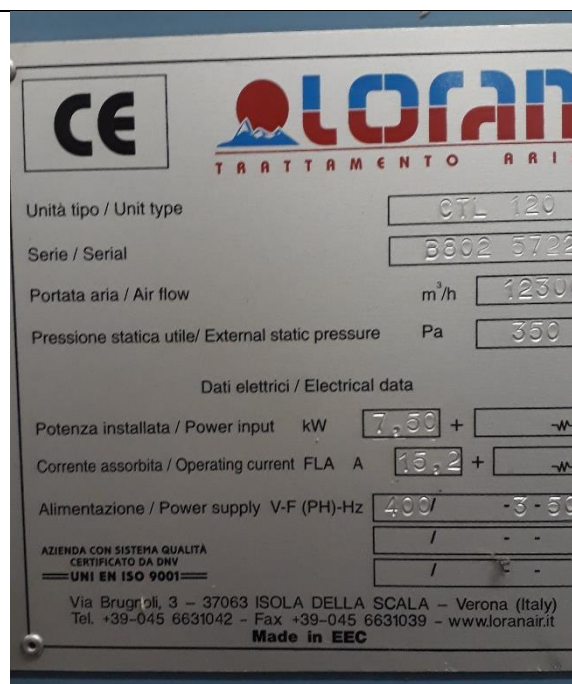


Gruppi trattamento aria lab. grande e lab piccolo - Sottostazione condizionamento lab. Edificio "A"-"B"

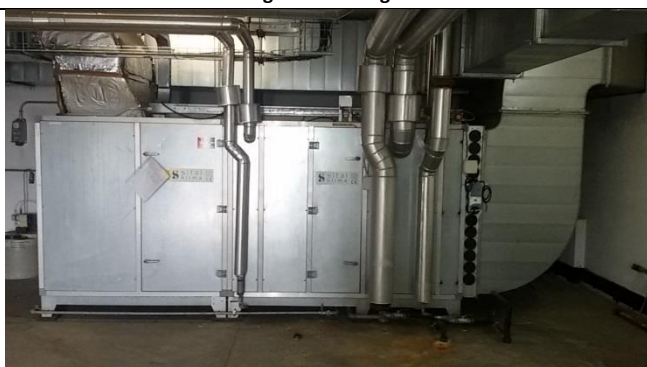




Dettaglio UTA lab. grande



Dettaglio UTA lab. piccolo



UTA uffici/laboratori - Sottocentrale GTA-Copertura edificio B-Lato A



Dettaglio UTA uffici/laboratori



UTA estrazione uffici - Sottocentrale GTA-Copertura edificio B-Lato A



Dettaglio UTA estrazione uffici



UTA estrazione bagni - Sottocentrale GTA-Copertura edificio B-Lato A



Dettaglio UTA estrazione bagni



UTA uffici/laboratori - Sottocentrale GTA-Copertura edificio B-Lato C



Dettaglio UTA uffici/laboratori



Dettaglio UTA estrazione bagni



Dettaglio UTA estrazione uffici

Tabella riepilogativa delle UTA presenti nell'edificio B:

UTA	TIPOLOGIA	PORTATA [m <sup>3</sup> /h]	POTENZA [W]	BATTERIA PRE-RISC	BATTERIA POST-RISC	BATTERIA FREDDO
Sital Klima CTS 08	Immissione	13.500	5.000	✓	-	✓
Sital Klima CTS 05	Estrazione	7.500	3.000	-	-	-
Sital Klima CTS 08	Immissione	13.500	5.000	✓	-	✓
Sital Klima CTS 05	Estrazione	7.500	3.000	-	-	-
CTL 100	Immissione	8.000	3.000	✓	-	✓
CTL 120	Immissione	12.300	7.500	✓	-	✓
Sital Klima CTS 02	Estrazione	2.500	550	-	-	-
Sital Klima CTS 02	Estrazione	2.500	550	-	-	-



Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche dei circuiti secondari presenti in ciascuna sottostazione.

Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
Sottocentrale edificio B	Acqua calda/fredda fancoil uffici	Climatizzazione invernale ed estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	3
	Acqua calda fancoil laboratori	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,5
	Acqua calda batterie CTA	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2
	Acqua fredda fancoil laboratori	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	5,5
	Acqua fredda CTA	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	5,5
Sottostazione condizionamento lab. Edificio "A"- "B"	Acqua calda GTA	Climatizzazione invernale	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,37
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,585
	Acqua calda fancoil UPS	Climatizzazione invernale	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità variabile	n/d
	Acqua refrigerata GTA	Climatizzazione estiva	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,585
	Acqua refrigerata ventilconvettori	Climatizzazione estiva	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,585
	Acqua refrigerata fancoil UPS	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente

Per quanto concerne i principali sistemi elettrici, l'impianto di illuminazione dell'edificio è costituito quasi interamente da corpi illuminanti a fluorescenza tubolari.

All'interno di uffici e laboratori sono collocate lampade a fluorescenza lineari da 18 e 36W alloggiate in plafoniere singole e doppie ed in numero di 2 o 3 per locale.

Complessivamente sono installate circa 1.004 lampade a fluorescenza per un totale di 43.317, ripartiti sui piani seminterrato, terra, primo, secondo, terzo e quarto.

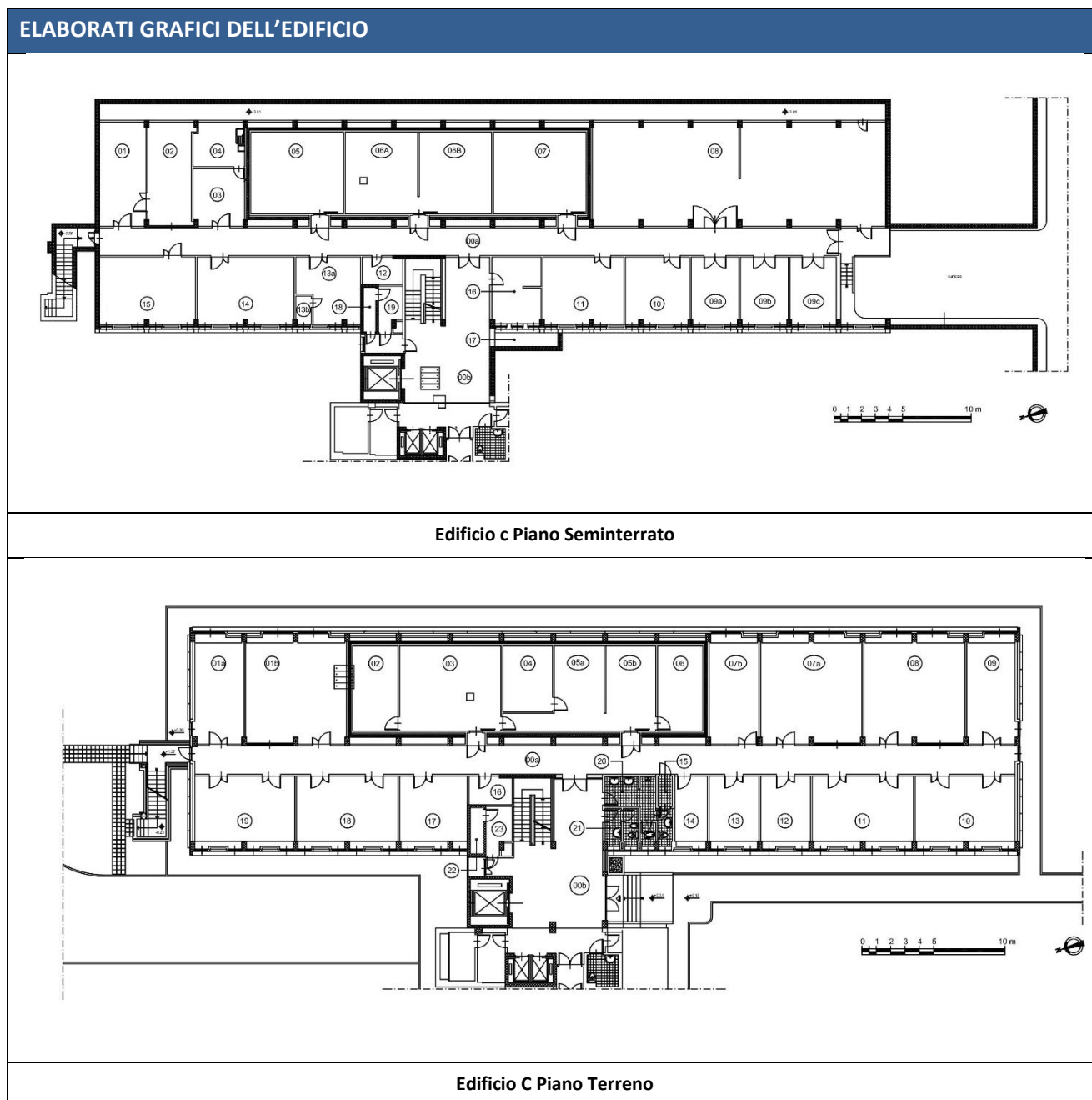
#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DEI CORPI ILLUMINANTI PRESENTI

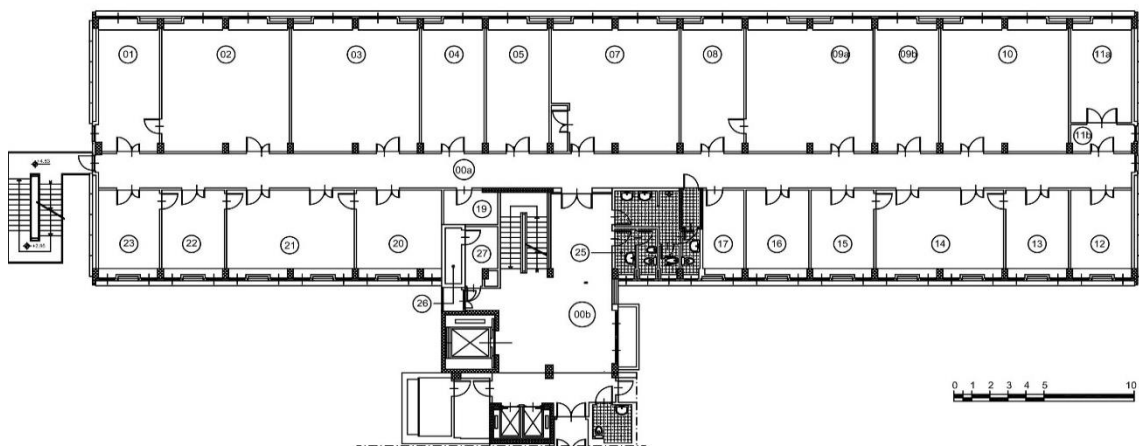


## 2.3 Edificio C

### 2.3.1 Elaborati grafici

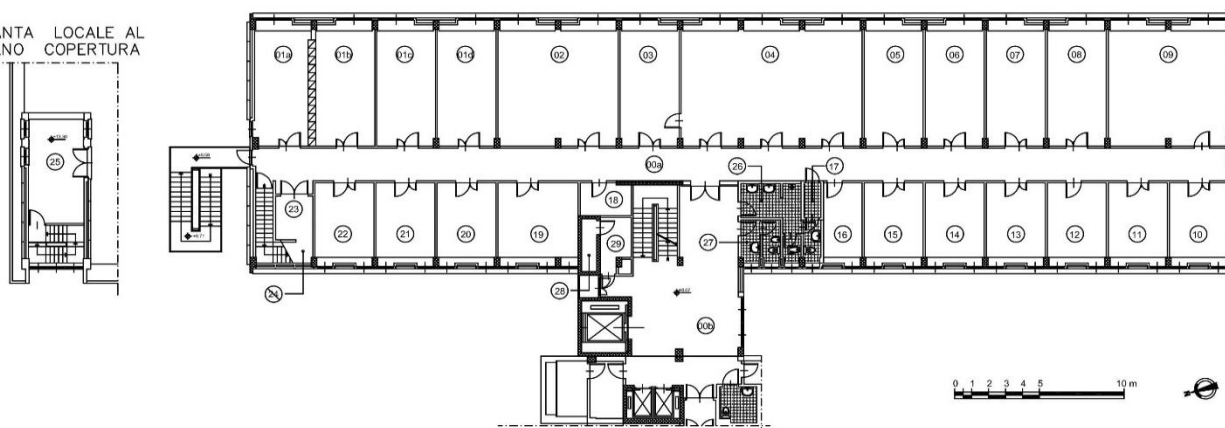
Si riportano di seguito le immagini degli elaborati grafici forniti dal Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRiM.



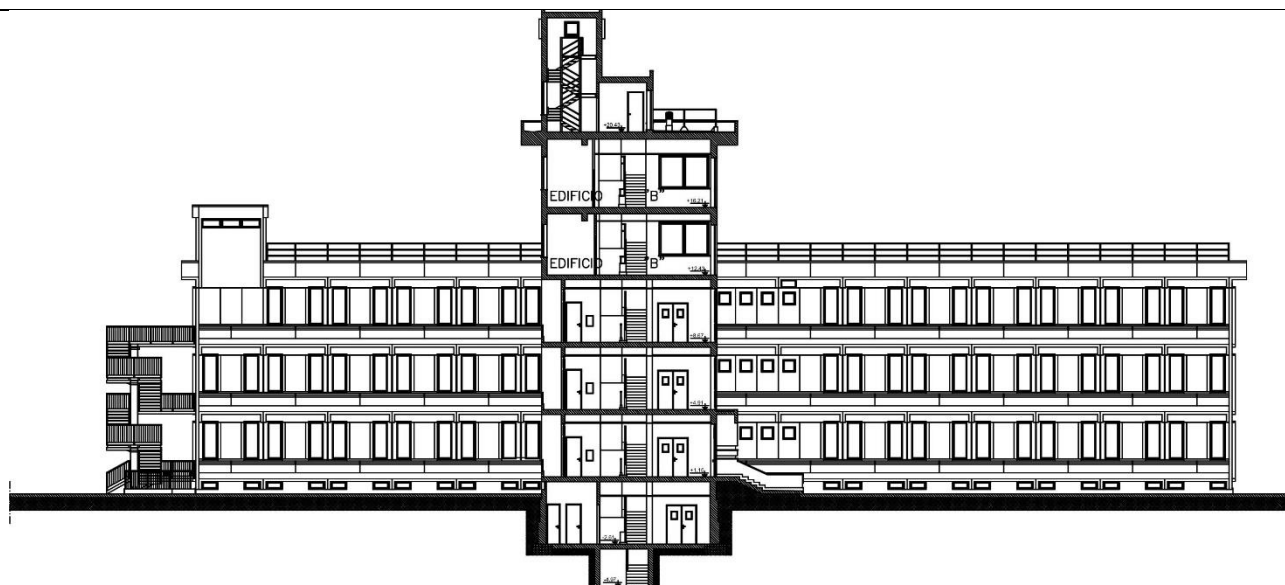


Edificio C Piano Primo

PIANTA LOCALE AL  
PIANO COPERTURA

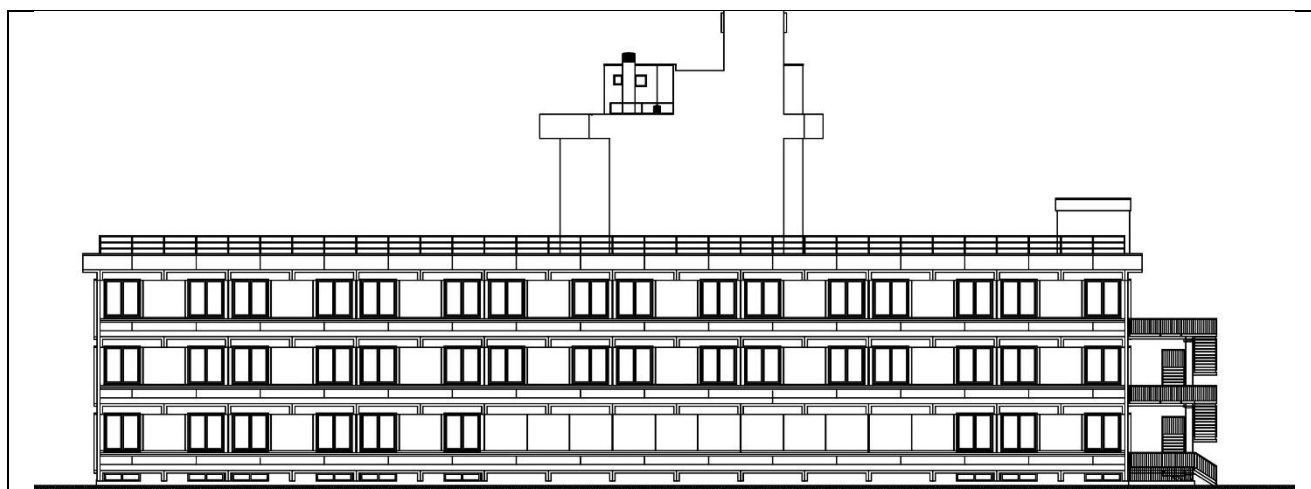


Edificio C Piano Secondo

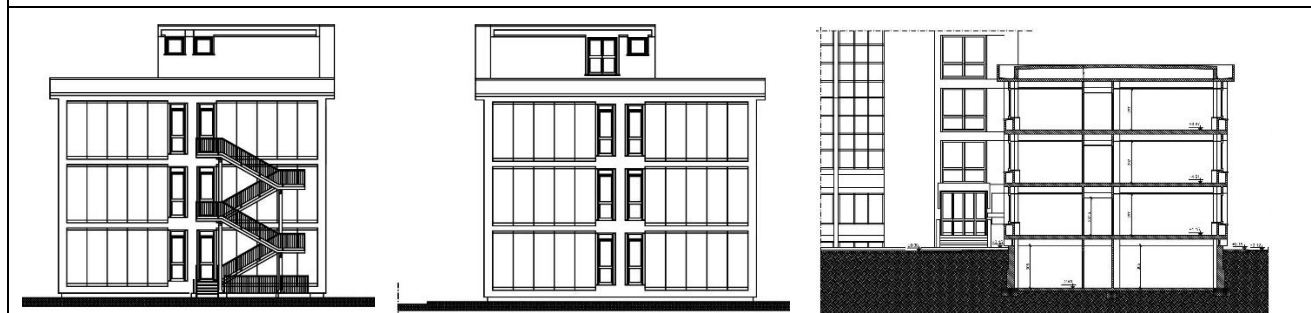


Edificio C Prospetto ovest





Edificio C Prospetto est



Edificio C Prospetti nord, sud e sezione trasversale

## 2.3.2 Caratteristiche dimensionali e funzionali

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI CONTESTO

Dettaglio di facciata lato ovest

Immagine della copertura piana e dell'impianto FV installato

Dettaglio delle aperture modulari presenti

Regolarità della facciata ai piani

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

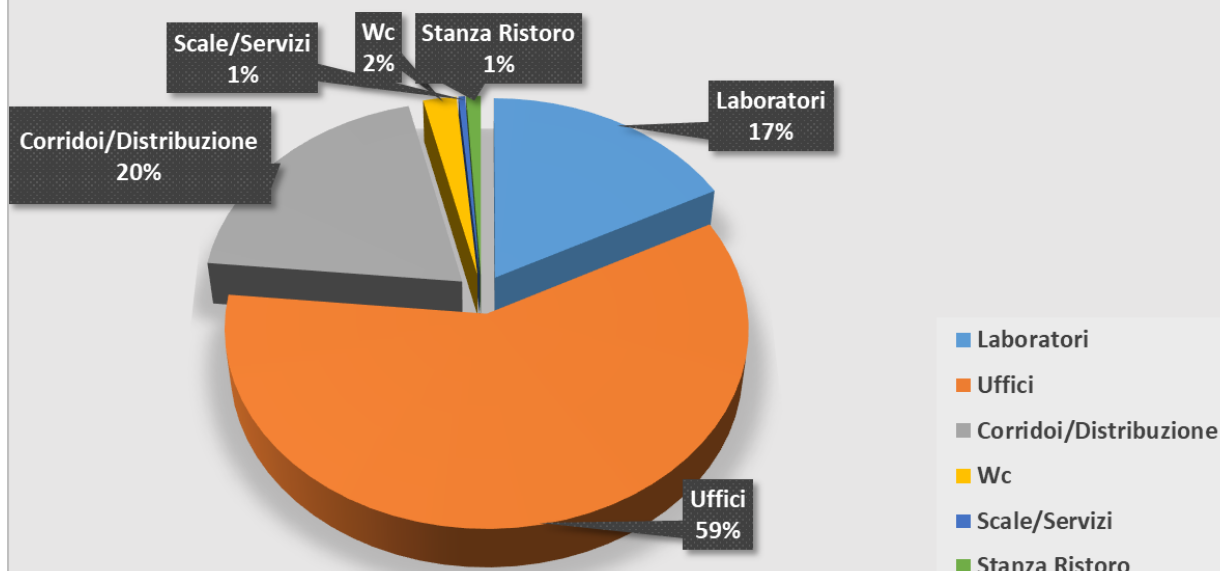
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata [m <sup>2</sup> ]	Superficie lorda riscaldata [m <sup>2</sup> ]	Volume utile riscaldato [m <sup>3</sup> ]	Volume lordo riscaldato [m <sup>3</sup> ]
4	2.864,67	3.245,49	9.294,86	12.686,94

INFORMAZIONI GENERALI

L'Edificio C progettato nel 1971 da "FIAT Sezione Costruzioni e Impianti (Servizio Centrale Tecnico)" è di forma regolare con facciate principali orientate est-ovest e costituito da tre piani fuori terra completamente riscaldati ed uno non riscaldato. L'edificio (nei piani fuori terra) risulta identico all'Edificio A. Il sopralluogo ha evidenziato una differenza nelle dimensioni dei livelli interrati. La destinazione d'uso dei piani fuori terra, se paragonato all'edificio A, è differente e maggiormente uniforme soprattutto nei livelli superiori. Sulla copertura piana calpestabile è installato un impianto fotovoltaico come documentato nel par. 4.2.3.

## UTILIZZI PRINCIPALI

### Destinazioni d'uso principali dei locali climatizzati - Edificio C



Superficie Utile dei Locali Climatizzati			Localizzazione
Destinazione d'uso	[m <sup>2</sup> ]	[% tot.]	
Laboratori	495,14	17,28%	
Uffici	1.697,51	59,26%	
Corridoi/Distribuzione	566,89	19,79%	
Wc	64,30	2,24%	
Scale/Servizi	12,80	0,45%	
Stanza Ristoro	28,03	0,98%	
<b>Totale</b>	<b>2.864,67</b>	<b>100,00%</b>	



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

L'Edificio C per caratteristiche costruttive, tecnologiche e dimensionali risulta essere molto simile all'Edificio A. Entrambi sono stati progettati da "FIAT Sezione Costruzioni e Impianti" nello stesso periodo. Tale similitudine è stata riscontrata in tutti i livelli fuori terra. Il sopralluogo ha evidenziato alcune differenze esclusivamente in corrispondenza del livello interrato. Attualmente differiscono nel tipo di utilizzo: l'Edificio A ospita maggiori spazi adibiti ai laboratori; l'Edificio C è principalmente a destinazione uffici. Il fabbricato presenta una struttura portante in pilastri di cemento armato con tamponamenti verticali costituiti da una stratigrafia in pannelli di calcestruzzo prefabbricato sul lato esterno e da uno strato in muratura tradizionale sul lato interno. La cassavvota della muratura non risulta coibentata ed assume spessori importanti in corrispondenza delle murature di sottofinestra. I solai del fabbricato sono in latero-cemento; il solaio di copertura è costituito da un doppio solaio non coibentato con camini di ventilazione. La copertura è finita all'estradosso con un manto impermeabilizzante in guaina bituminosa. L'involucro trasparente è costituito da infissi in alluminio (senza taglio termico) con doppio vetro, che risalgono all'epoca di costruzione del fabbricato. Negli anni, al fine di ridurre i carichi solari (soprattutto durante il periodo estivo) sono state installate delle pellicole oscuranti sui vetri degli infissi aventi orientamenti sud ed est. Si riportano di seguito le immagini della documentazione d'archivio del progetto originale relativamente all'abaco serramenti. I serramenti rilevati e misurati in occasione del sopralluogo (effettuato al fine di redigere la presente Diagnosi) risultano essere ancora quelli originali risalenti all'epoca di costruzione del fabbricato.

#### DOCUMENTAZIONE D'ARCHIVIO DI SUPPORTO



Immagini dei progetti originali del fabbricato

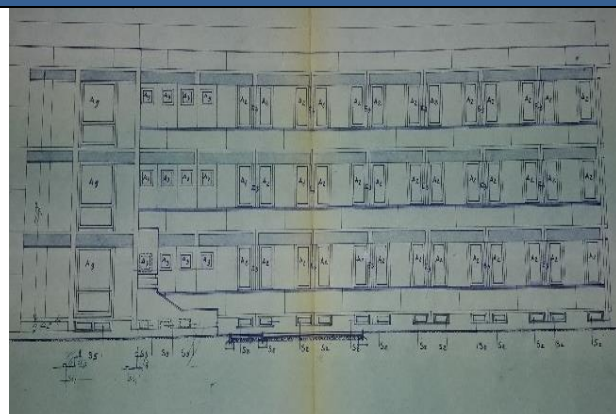
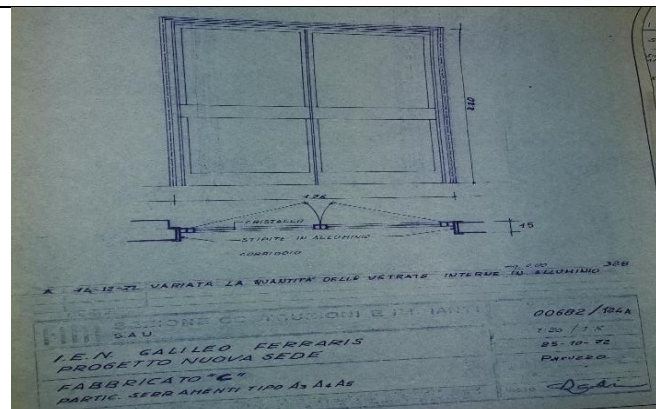
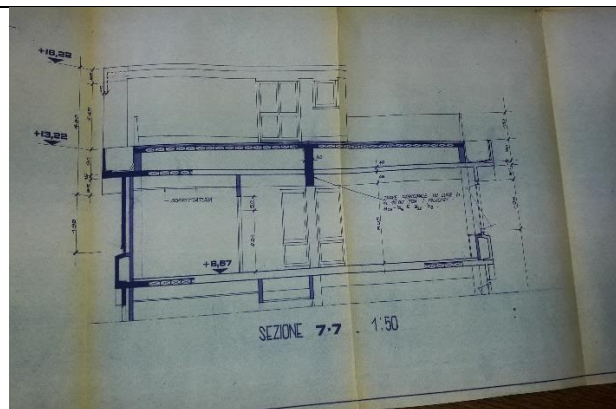


Immagine di facciata dell'abaco serramenti dei progetti originali



Particolare dell'abaco serramenti originario



Sezione trasversale degli infissi e del doppio solaio

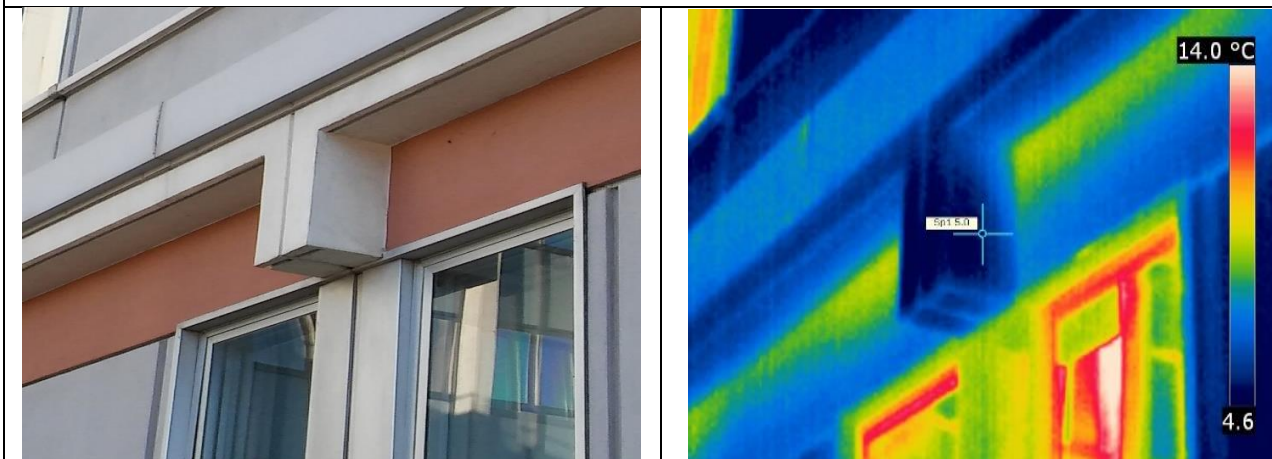


L'analisi termografica di supporto alla presente Diagnosi Energetica ha contribuito maggiormente alla comprensione delle criticità dell'involucro termico e delle sue caratteristiche energetico-costruttive.

## ANALISI TERMOGRAFICA

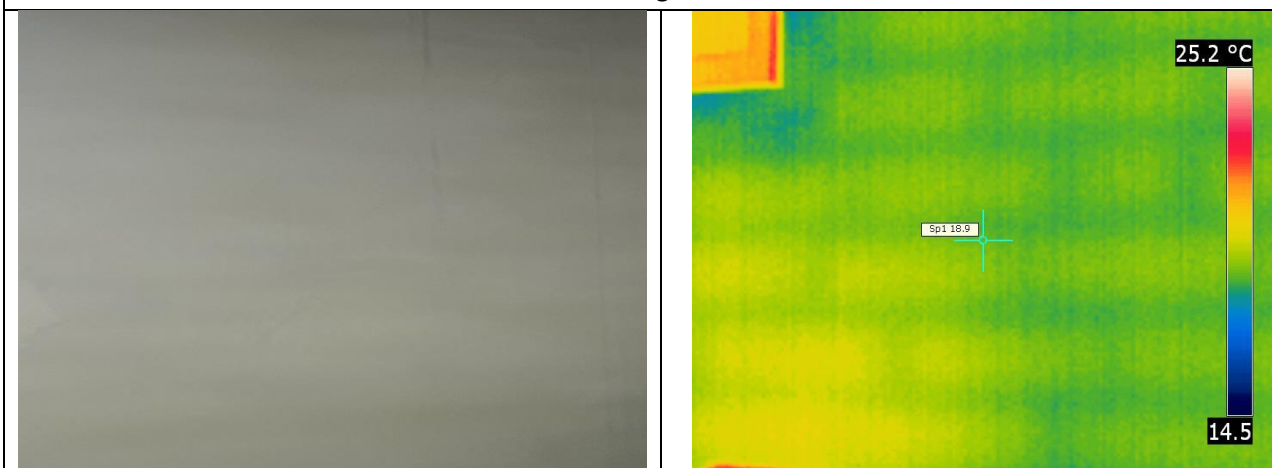
### Termografia 5:

Dettaglio della struttura portante orizzontale in cemento armato e del ponte termico interpiano.



### Termografia 6:

La termografia realizzata dall'interno conferma la presenza di uno strato di muratura (sp=12cm) ad integrazione del pacchetto di tamponamento costituito da un'intercapedine d'aria e finitura esterna in pannelli di cemento armato (non coibentati). L'analisi della documentazione di progetto fornita dalla committenza trova conferma nelle informazioni stratigrafiche ottenute in sede di rilievo.



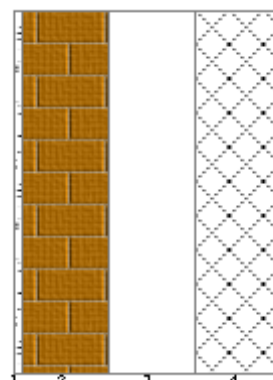
Si riportano di seguito i dettagli stratigrafici relativi alle strutture opache disperdenti dell'edificio.

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

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 001 Standard C*

**Codice:** *M13*

Trasmittanza termica	<b>1,391</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>370</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>13,029</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>402</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>384</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,485</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,349</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,8</b>	h

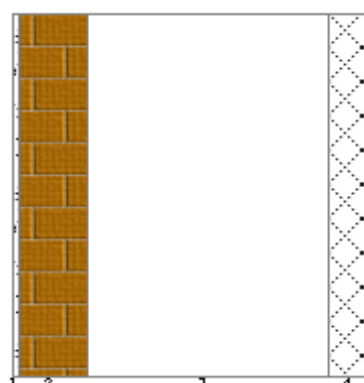


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>120,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 002 SF C*

**Codice:** *M14*

Trasmittanza termica	<b>1,439</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>630</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>18,957</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>314</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>296</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,665</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,462</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-7,6</b>	h

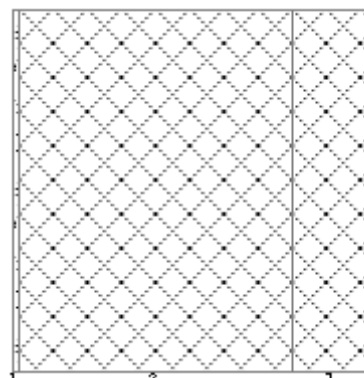


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>420,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>80,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 003 Standard con PIL C*

**Codice:** *M15*

Trasmittanza termica	<b>2,185</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>530</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,008</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1202</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1184</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,190</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,087</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-13,4</b>	h

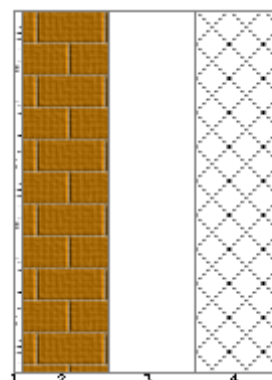


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>400,00</b>
3	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 004 Standard laterale C*

**Codice:** *M16*

Trasmittanza termica	<b>1,391</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>370</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>13,029</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>402</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>384</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,485</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,349</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,8</b>	h

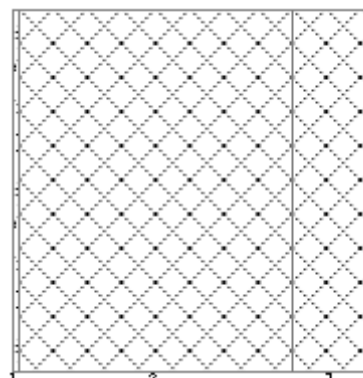


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>120,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 005 Standard laterale con PIL C*

**Codice:** *M17*

Trasmittanza termica	<b>2,185</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>530</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,008</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1202</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1184</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,190</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,087</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-13,4</b>	h

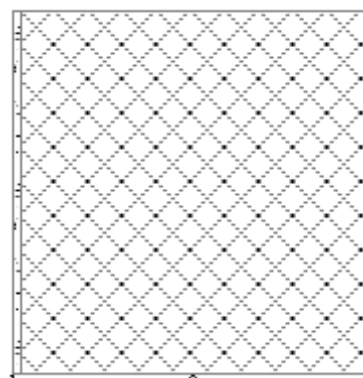


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>400,00</b>
3	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 006 Controtterra C*

**Codice:** *M26*

Trasmittanza termica	<b>2,516</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza controtterra	<b>0,564</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>510</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,072</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1168</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1150</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,322</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,570</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-12,2</b>	h



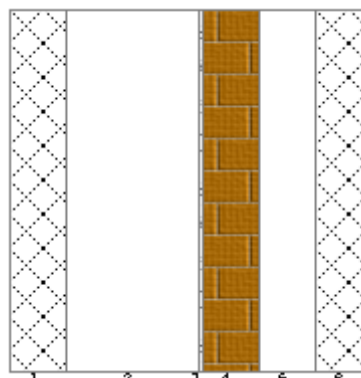
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>500,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-



**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 007 Standard doppio muro C*

**Codice:** *M43*

Trasmittanza termica	<b>1,029</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>770</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>6,720</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>666</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>648</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,108</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,105</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-14,4</b>	h

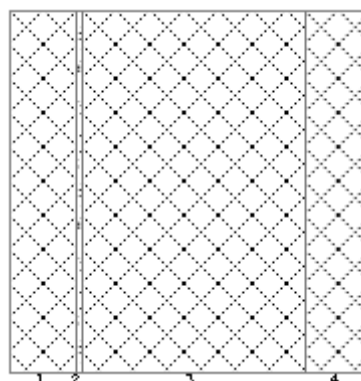


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. con massa volumica media	<i>120,00</i>
2	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<i>280,00</i>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<i>10,00</i>
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<i>120,00</i>
5	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<i>120,00</i>
6	C.I.s. con massa volumica media	<i>120,00</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 008 Standard doppio muro con PIL C*

**Codice:** *M44*

Trasmittanza termica	<b>1,885</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>650</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>2,472</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1466</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1448</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,085</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,045</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-16,6</b>	h

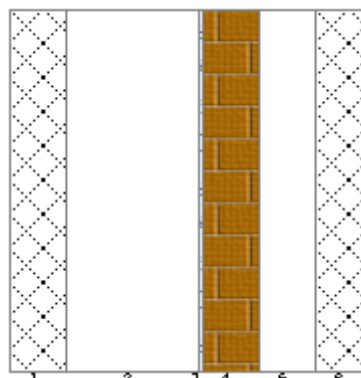


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. con massa volumica media	<i>120,00</i>
2	Intonaco di cemento e sabbia	<i>10,00</i>
3	C.I.s. armato (1% acciaio)	<i>400,00</i>
4	C.I.s. con massa volumica media	<i>120,00</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 009 Standard doppio muro su NR C*

**Codice:** *M45*

Trasmittanza termica	<b>0,970</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>770</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>4,8</b>	°C
Permeanza	<b>6,720</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>666</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>648</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,073</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,076</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-15,0</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
2	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>280,00</b>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
5	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>120,00</b>
6	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 010 Muratura su NR C*

**Codice:** *M46*

Trasmittanza termica	<b>1,868</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>140</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>4,8</b>	°C
Permeanza	<b>192,308</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>156</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>120</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>1,328</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,711</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-4,4</b>	h

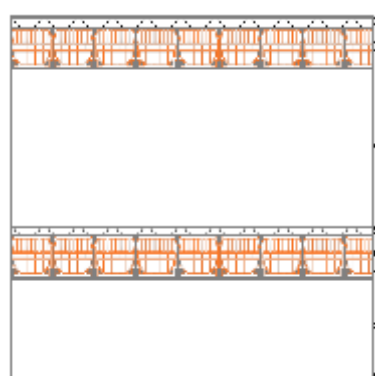


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 001 Doppio Solaio C*

**Codice:** *S1*

Trasmittanza termica	<b>0,856</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>1563</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>20000,00</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>847</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>829</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,038</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,045</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-16,5</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	<b>3,00</b>
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
3	Soletta in laterizio	<b>180,00</b>
4	Intercapedine debolmente ventilata Av=700 mm <sup>2</sup> /m	<b>680,00</b>
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
6	Soletta in laterizio	<b>180,00</b>
7	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
8	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm <sup>2</sup> /m	<b>420,00</b>
9	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 002 Solaio del P4 C*

**Codice:** *S2*

Trasmittanza termica	<b>1,929</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>263</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,351</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>482</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>464</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,677</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,351</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,3</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	<b>3,00</b>
2	Sottofondo di cemento magro	<b>30,00</b>
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>

4	Soletta in laterizio	180,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 003 Copertura della scala C*

**Codice:** *S15*

Trasmittanza termica	1,929	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	263	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,351	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	482	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	464	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,677	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	0,351	-
Sfasamento onda termica	-8,3	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
2	Sottofondo di cemento magro	30,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
4	Soletta in laterizio	180,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conducibilità 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	-



#### 2.3.4 Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici

Le informazioni sulle caratteristiche impiantistiche dei fabbricati sono state ottenute, ove possibile, a seguito di un'analisi della documentazione d'archivio del Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRiM.

Tale indagine (effettuata sulla documentazione originaria di progetto), ha permesso di ottenere alcune informazioni sulle caratteristiche degli impianti termici ed elettrici dei fabbricati oggetto della presente Diagnosi Energetica.

Maggiori informazioni sono state poi ottenute mediante sopralluoghi puntuali nei singoli locali e sottocentrali di ciascuna struttura oggetto di diagnosi.

Nello specifico, l'Edificio C ospita due sottocentrali termiche ubicate al piano seminterrato dell'edificio.

La prima sottocentrale (denominata sottocentrale termica "camere schermate") è dedicata al condizionamento delle camere schermate poste al piano seminterrato ed al piano terra dell'edificio C ed alla climatizzazione invernale/estiva di alcuni laboratori.

Si evidenzia che tale sottocentrale risulta essere ormai obsoleta, manifestando evidenti problemi di corrosione dei collettori secondari ed ausiliari elettrici vetusti.

La seconda sottocentrale (denominata sottocentrale termica 2) posta in posizione prospiciente alla precedente è invece dedicata ai circuiti di mandata e ritorno ai termosifoni ed ai fancoil (acqua calda e refrigerata).

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DELLE SOTTOCENTRALI TERMICHE E DEI TERMINALI DI EMISSIONE



Dettaglio circuiti ventilconvettori – Sottocentrale termica "camere schermate"



Dettaglio circuiti condizionamento – Sottocentrale termica "camere schermate"



Dettaglio pompe di circolazione – Sottocentrale termica “camere schermate”



Dettaglio UTA camere schermate – Sottocentrale termica “camere schermate”

Dettaglio targa pompe di circolazione – Sottocentrale termica “camere schermate”



Dettaglio UTA camere schermate – Sottocentrale termica “camere schermate”



Particolare collettore ritorno acqua calda/refrigerata – Sottocentrale termica 2



Particolare collettore mandata acqua calda– Sottocentrale termica 2



Dettaglio deterioramento collettore 1– Sottocentrale termica 2



Dettaglio termoconvettore

Dalle immagini si può osservare l’elevato stato di deterioramento delle due sottocentrali termiche, entrambe vetuste ed oggetto di intervento di riqualificazione nella presente diagnosi.

Anche gli ausiliari e le UTA asservite alle camere schermate risultano ormai obsolete e malfunzionanti.

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche dei circuiti secondari presenti in sottostazione.

Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
Sottocentrale edificio C	Acqua calda termoconvettori	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Batterie calde condizionatore	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua fredda ventilconvettori a semplice batteria	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Mandata a batteria fredda UTA	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
Sottocentrale edificio C- centrale di condizionamento camere schermate	Acqua calda UTA	Climatizzazione invernale	KSB	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,55
	Acqua fredda UTA	Climatizzazione estiva	KSB	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d

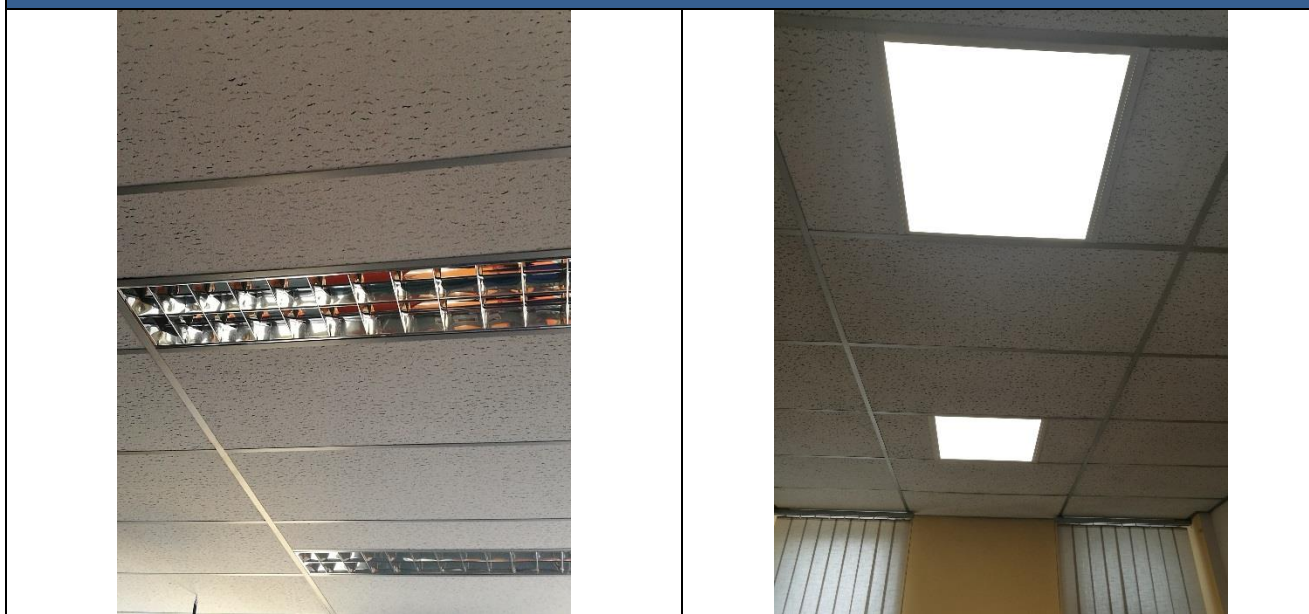


Per quanto concerne i principali sistemi elettrici, l'impianto di illuminazione dell'edificio è stato in parte rinnovato con nuovi corpi lampada a fluorescenza lineari che attualmente costituiscono la tipologia prevalente in tutti i locali del fabbricato.

All'interno di uffici e laboratori sono collocate lampade a fluorescenza lineari da 18 e 36W alloggiate in plafoniere doppie ed in numero di 2 o 3 per locale.

Complessivamente sono installate circa 622 lampade a fluorescenza per un totale di 24.330W, ripartiti sui piani terra, primo e secondo.

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DEI CORPI ILLUMINANTI PRESENTI



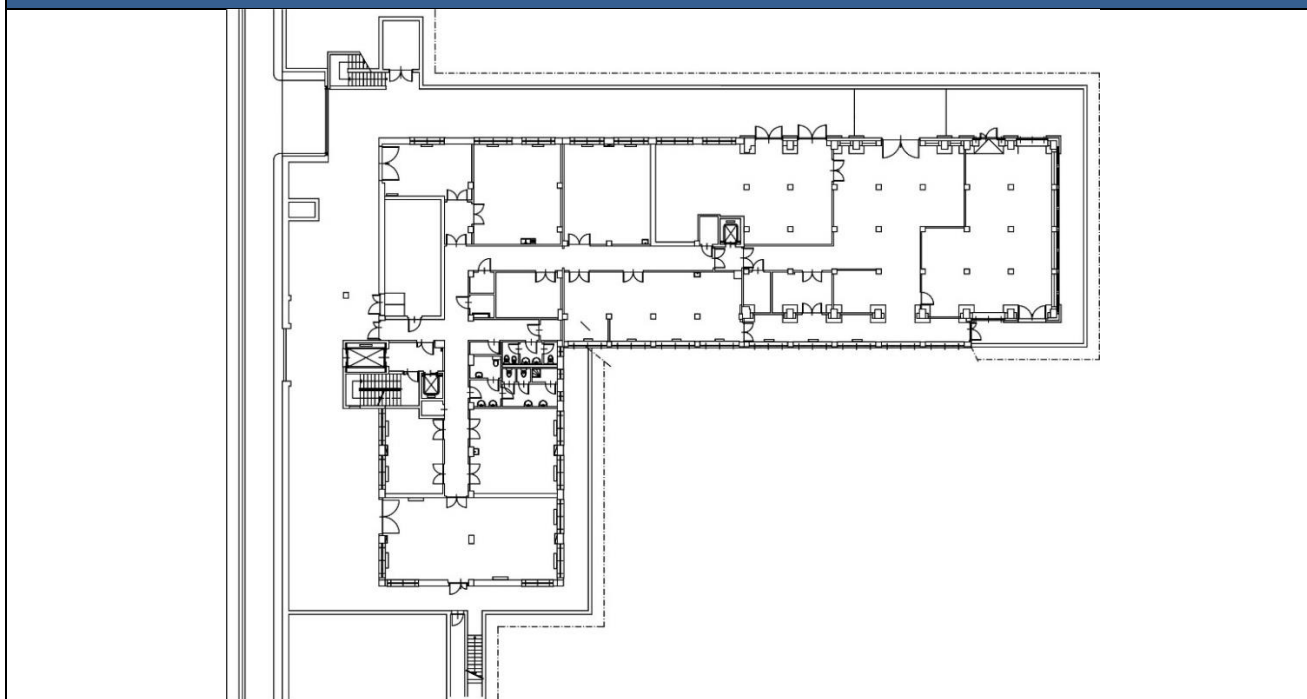


## 2.4 Edificio D

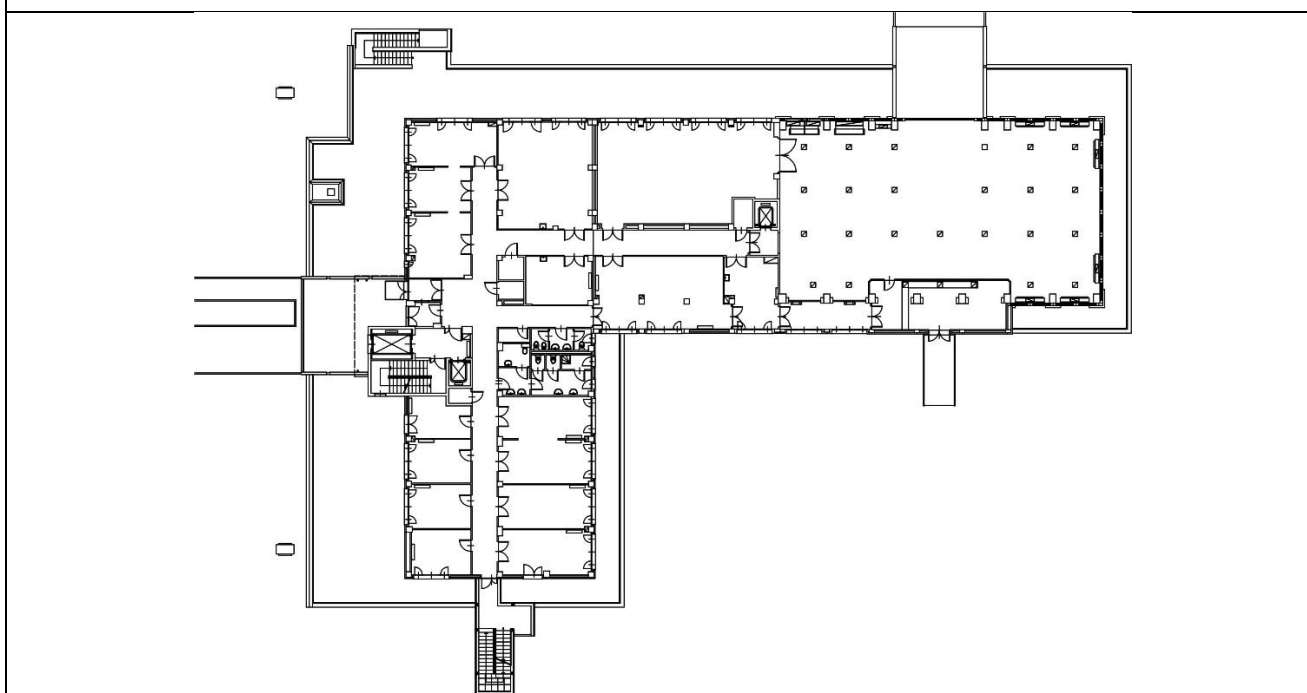
### 2.4.1 Elaborati grafici

Si riportano di seguito le immagini degli elaborati grafici forniti dal Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRiM.

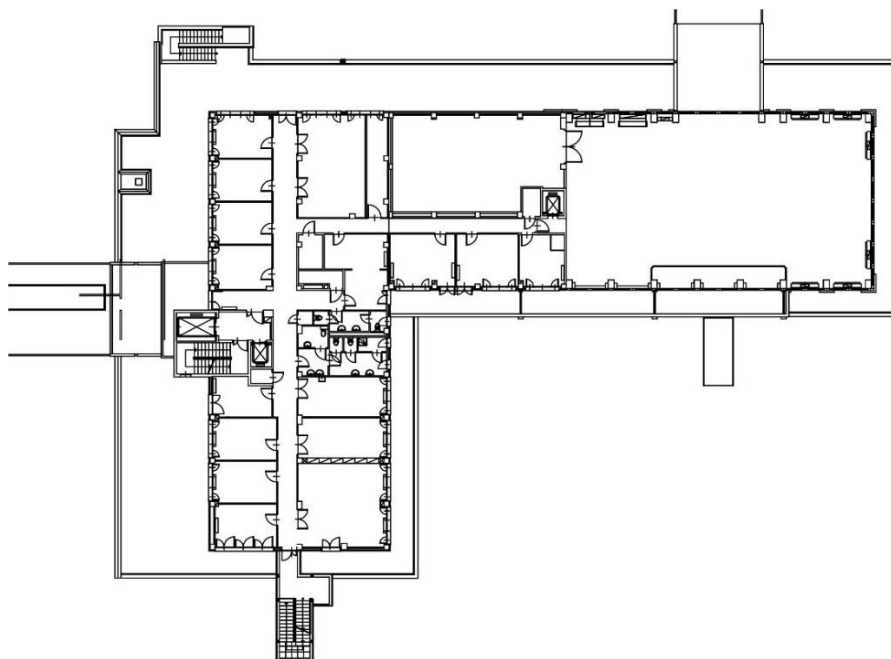
#### ELABORATI GRAFICI DELL'EDIFICIO



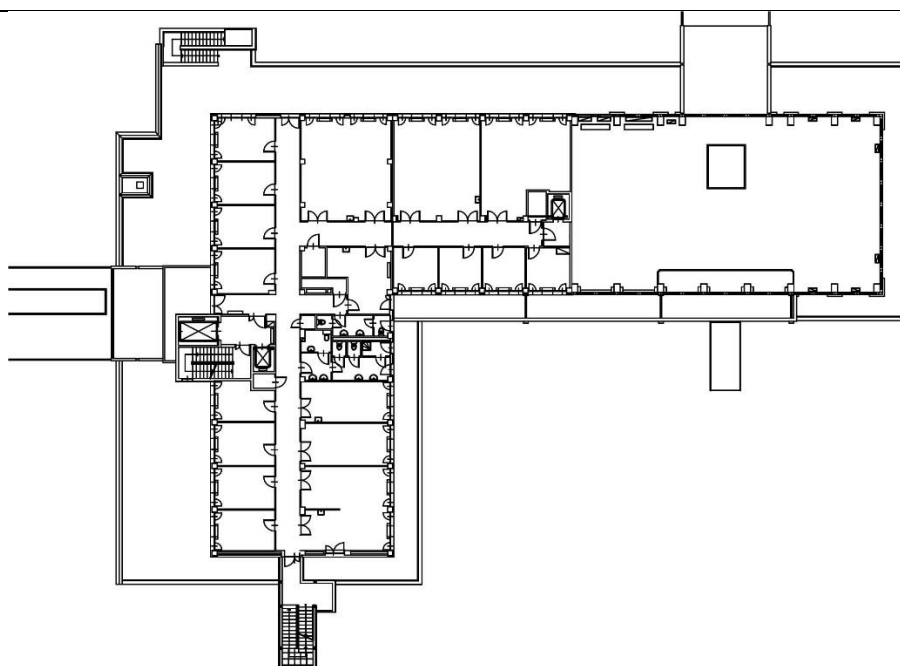
**Edificio D Piano Seminterrato**



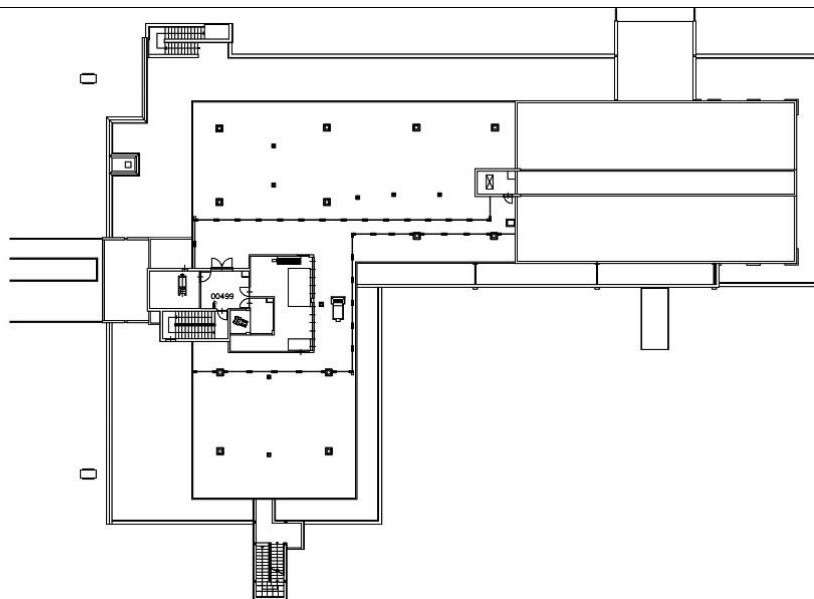
**Edificio D Piano Terreno**



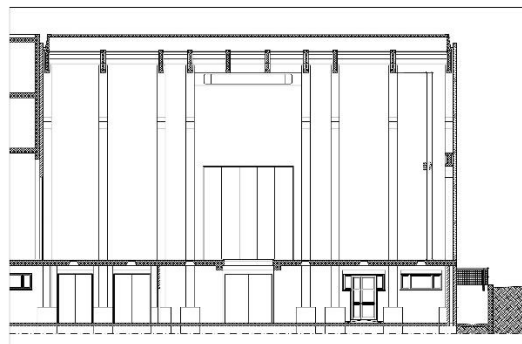
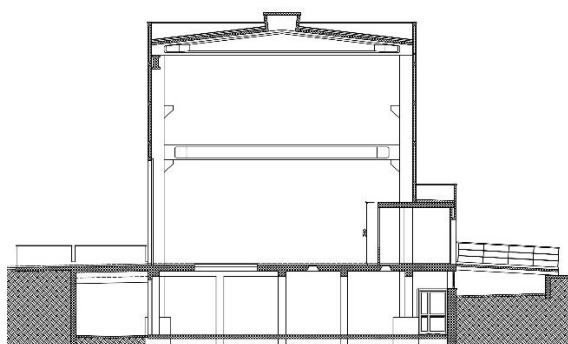
**Edificio D Piano Primo**



**Edificio D Piano Secondo**



**Edificio D Piano Copertura**



**Edificio D Sezioni AA' e BB'**

## 2.4.2 Caratteristiche dimensionali e funzionali

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI CONTESTO

Facciata dell'edificio sul lato nord

Facciata dell'edificio sul lato ovest

Interno del grande volume non riscaldato

Dettagli degli spazi adibiti a laboratori

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata [m <sup>2</sup> ]	Superficie lorda riscaldata [m <sup>2</sup> ]	Volume utile riscaldato [m <sup>3</sup> ]	Volume lordo riscaldata [m <sup>3</sup> ]
4	2.919,04	3.299,68	9.807,30	12.820,59

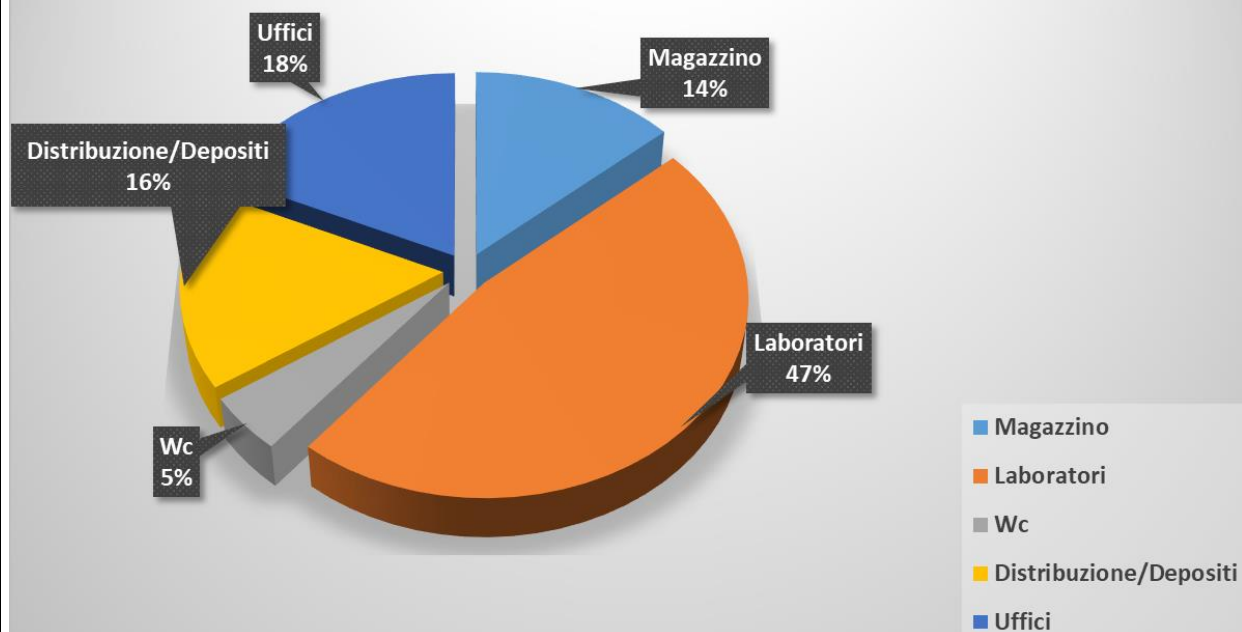
INFORMAZIONI GENERALI

L'Edificio D realizzato nei primi Anni Duemila ha uno sviluppo in pianta "ad L" ed è costituito da quattro livelli riscaldati (parzialmente) di cui uno interrato. Gli spazi del fabbricato sono principalmente dedicati a laboratori e magazzini. Una porzione dell'edificio risulta essere costituita da più livelli (ove sono principalmente collocati gli uffici), mentre un'altra da un unico volume attualmente non riscaldato utilizzato come laboratorio di ricerca.



## UTILIZZI PRINCIPALI

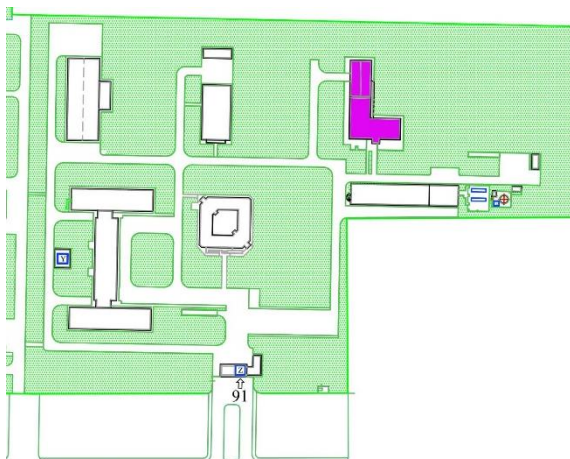
### Destinazioni d'uso principali dei locali climatizzati - Edificio D



#### Superficie Utile dei Locali Climatizzati

Destinazione d'uso	[m <sup>2</sup> ]	[% tot.]
Magazzino	396,91	13,60%
Laboratori	1.380,90	47,31%
Wc	135,43	4,64%
Distribuzione/Depositi	474,55	16,26%
Uffici	531,25	18,20%
<b>Totale</b>	<b>2.919,04</b>	<b>100,00%</b>

#### Localizzazione



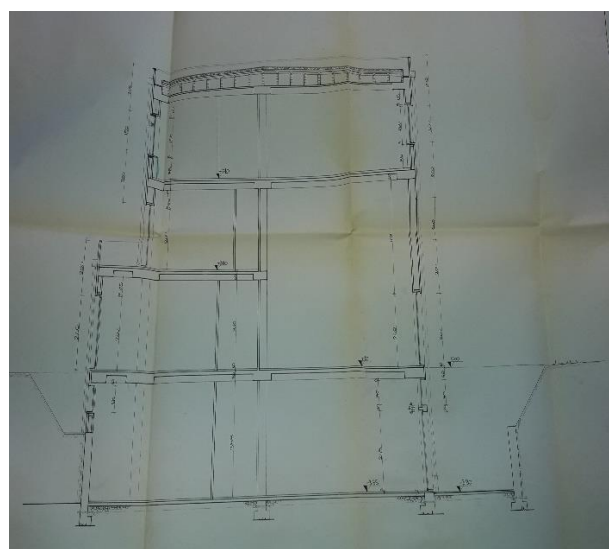
### 2.4.3 Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio

L'edificio è costituito da tamponamenti in pannelli prefabbricati in calcestruzzo (coibentati internamente) su struttura puntiforme a pilastri di cemento armato. La porzione di fabbricato su più livelli (avente orientamento ovest) nelle murature verticali è caratterizzata da una stratigrafia più complessa; in aggiunta ai pannelli di facciata (di cui sopra) è caratterizzata da una contro parete interna di finitura della stratigrafia. Si riportano di seguito le immagini di dettaglio estrapolate dai progetti originali.

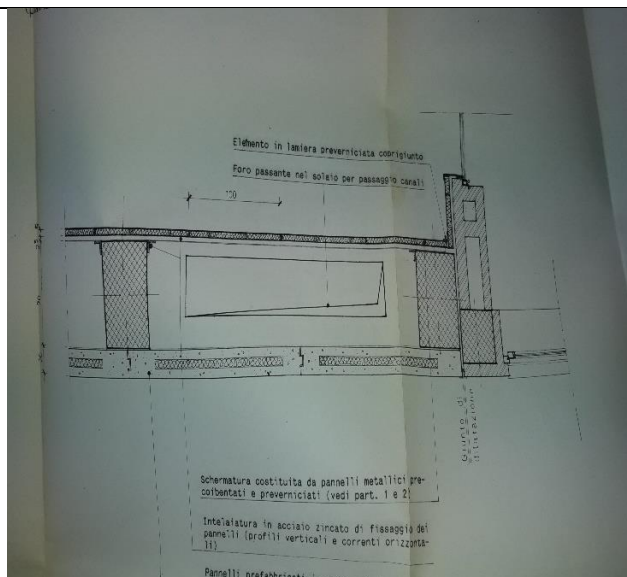
#### DOCUMENTAZIONE D'ARCHIVIO DI SUPPORTO



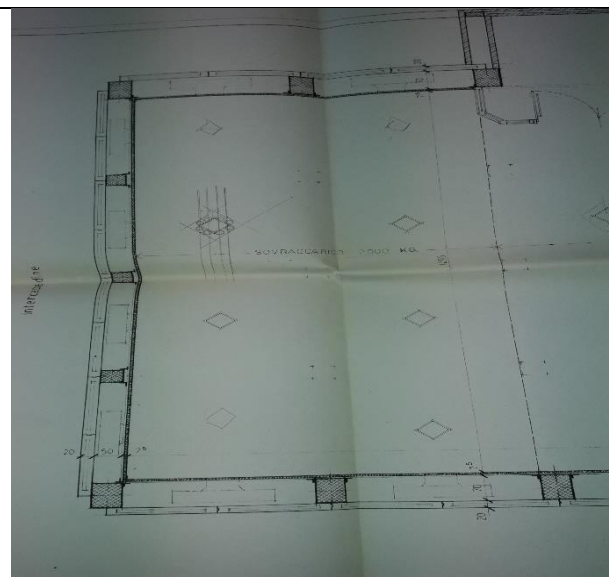
Immagini dei progetti originali del fabbricato D



Sezione trasversale dell'edificio

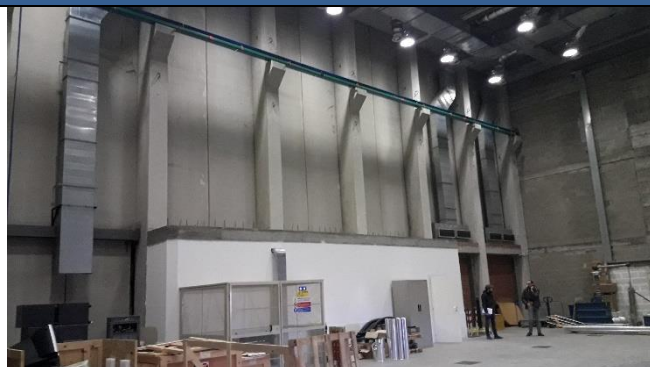


Dettaglio del pacchetto stratigrafico

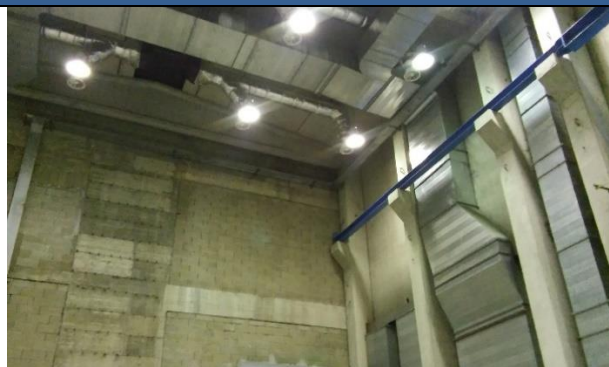


Dettaglio della stratigrafia-tipo in corrispondenza dell'intercapedine

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DELL'INVOLUCRO TERMICO



Particolare delle strutture disperdenti verso il grande volume



Dettaglio delle differenti tipologie murarie presenti



Immagine dei camini di areazione del doppio solaio



Tipologia maggiormente diffusa di infissi presenti

La copertura è costituita da un doppio solaio coibentato come documentato nella sezione trasversale estrapolata dalla documentazione del progetto originario. I serramenti sono tutti costituiti da un telaio in alluminio (senza taglio termico) e doppio vetro. Al fine di ridurre i carichi solari in corrispondenza delle facciate sud ed ovest anche sui vetri dell'edificio D sono state installate delle pellicole solari.

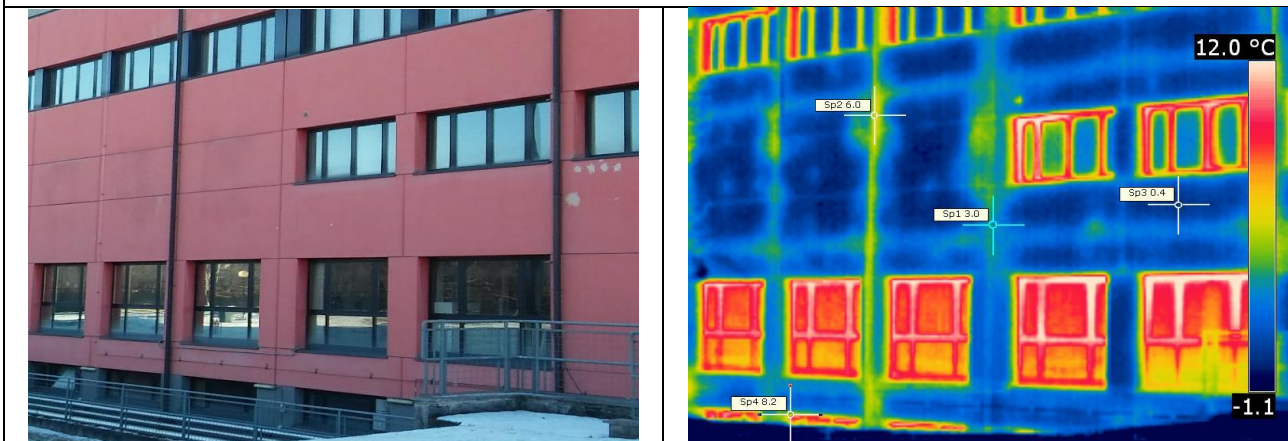
Le caratteristiche delle stratigrafie verticali sopradescritte trovano conferma nell'analisi termografica realizzata in occasione dei sopralluoghi del fabbricato.



## ANALISI TERMOGRAFICA

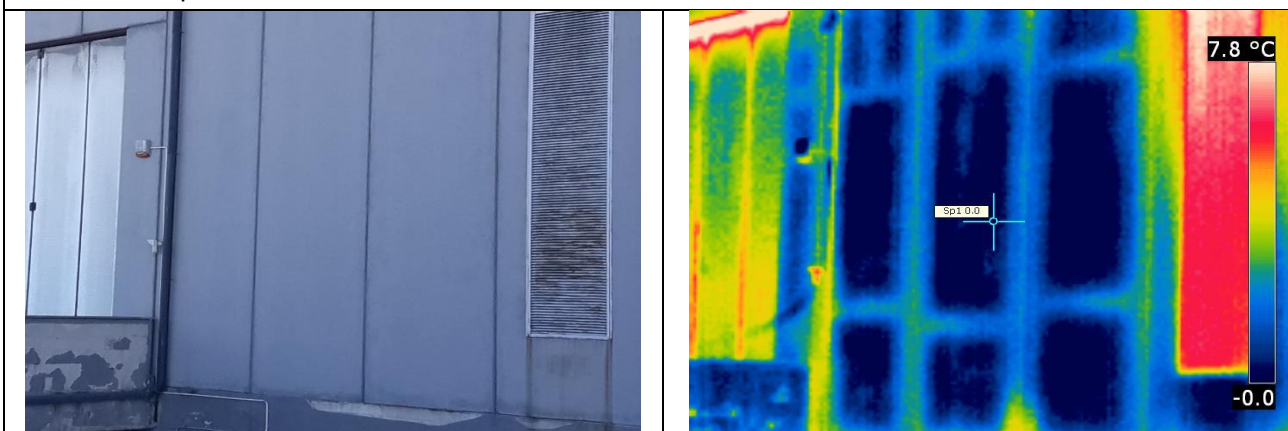
### Termografia 7:

La termografia della facciata principale evidenzia la presenza di uno strato di coibentazione nei pannelli prefabbricati modulari. In prossimità della connessione tra i pannelli, si notano i ponti termici di pilastro. L'immagine rivela inoltre la presenza del ponte termico dei solai interpiano presenti tutti i livelli del fabbricato. Tale stratigrafia risulta finita dall'interno con una contro parete con intercapedine d'aria



### Termografia 8:

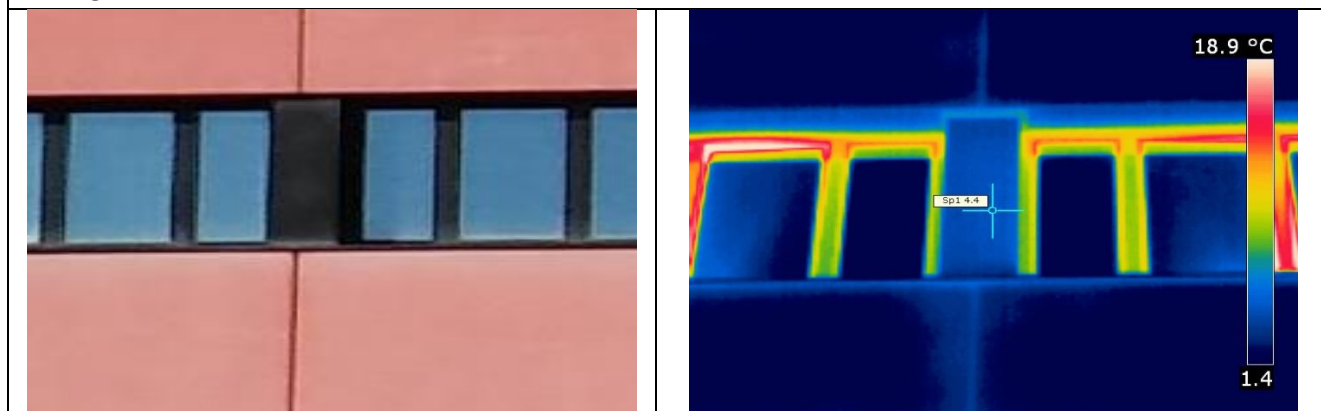
La termografia realizzata sul grande volume (a doppia altezza) situato sul fronte sud-est evidenzia la discontinuità nella coibentazione interna dei pannelli isolanti di facciata. Tale stratigrafia è esclusivamente costituita dai pannelli.





### Termografia 9:

Dettaglio della connessione tra le finestre “a nastro” dell’ultimo livello dell’Edificio D.



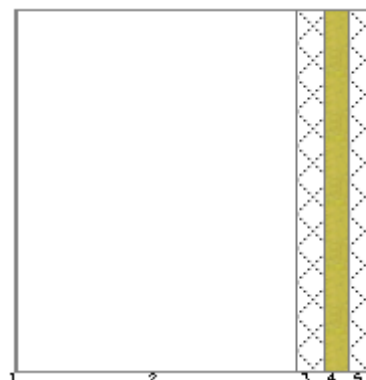
Si riportano di seguito i dettagli stratigrafici relativi alle strutture opache disperdenti dell’edificio.

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

**Descrizione della struttura:** *Ed. D 001 Standard rosa*

**Codice:** *M6*

Trasmittanza termica	<b>0,545</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>905</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,004</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>266</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>266</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,158</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,290</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,1</b>	h

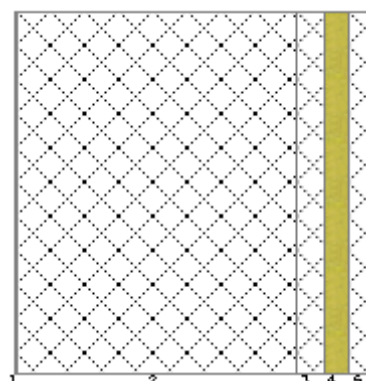


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Alluminio	<b>5,00</b>
2	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>700,00</b>
3	C.I.s. con massa volumica media	<b>70,00</b>
4	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	<b>60,00</b>
5	C.I.s. con massa volumica media	<b>70,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. D 002 Standard rosa con PIL*

**Codice:** *M7*

Trasmittanza termica	<b>0,510</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>905</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,004</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1876</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1876</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,003</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,006</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-23,0</b>	h

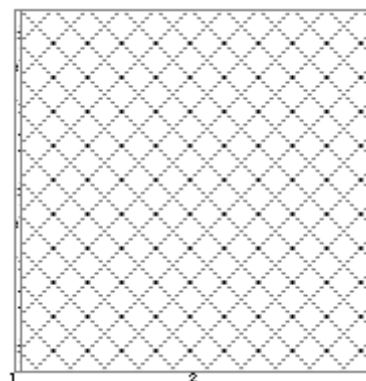


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Alluminio	<b>5,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>700,00</b>
3	C.I.s. con massa volumica media	<b>70,00</b>
4	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	<b>60,00</b>
5	C.I.s. con massa volumica media	<b>70,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. D 003 Standard con PIL riv lamiera*

**Codice:** *M8*

Trasmittanza termica	<b>1,940</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>713</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,007</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1636</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1618</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,071</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,037</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-17,3</b>	h

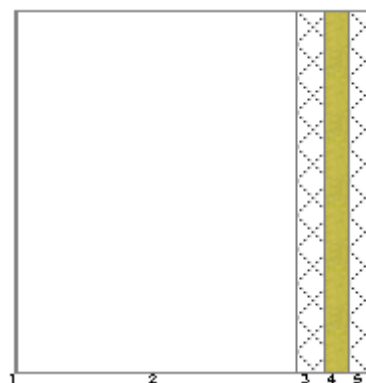


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>700,00</b>
3	Alluminio	<b>3,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. D 004 Standard su intercapedine PS*

**Codice:** *M9*

Trasmittanza termica	<b>0,545</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>905</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,004</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>266</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>266</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,158</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,290</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,1</b>	h

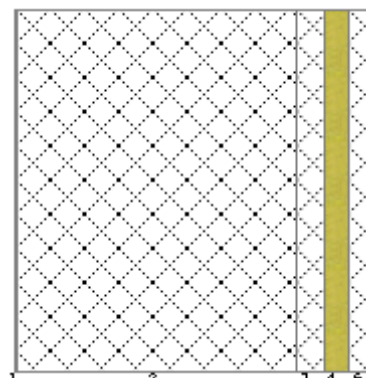


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Alluminio	<b>5,00</b>
2	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>700,00</b>
3	C.I.s. con massa volumica media	<b>70,00</b>
4	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	<b>60,00</b>
5	C.I.s. con massa volumica media	<b>70,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. D 005 Standard con PIL su intercapedine*

**Codice:** *M10*

Trasmittanza termica	<b>0,510</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>905</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,004</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1876</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1876</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,003</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,006</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-23,0</b>	h

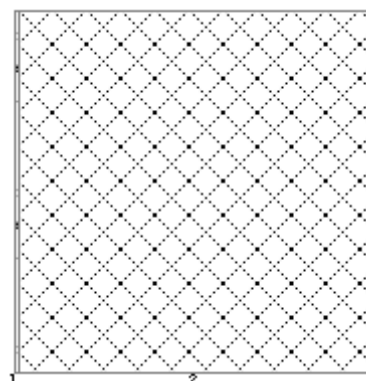


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Alluminio	<b>5,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>700,00</b>
3	C.I.s. con massa volumica media	<b>70,00</b>
4	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	<b>60,00</b>
5	C.I.s. con massa volumica media	<b>70,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. D 008 Controtterra*

**Codice:** *M28*

Trasmittanza termica	<b>1,750</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza controtterra	<b>0,487</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>910</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>1,708</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>2088</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>2070</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,029</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,059</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-21,4</b>	h



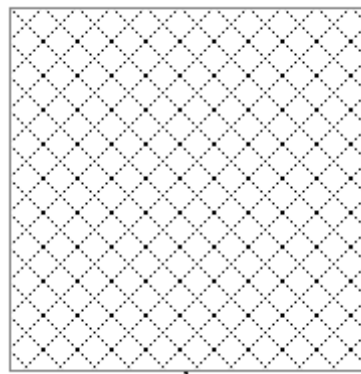
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>900,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-



**Descrizione della struttura:** *Ed. D 009 PIL su NR GV*

**Codice:** *M29*

Trasmittanza termica	<b>1,772</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>700</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>1,2</b>	°C
Permeanza	<b>2,198</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1610</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1610</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,052</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,029</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-17,5</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>700,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. D 010 Prefabbricato su NR GV*

**Codice:** *M30*

Trasmittanza termica	<b>2,956</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>180</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>1,2</b>	°C
Permeanza	<b>8,547</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>414</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>414</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>1,218</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,412</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-5,6</b>	h

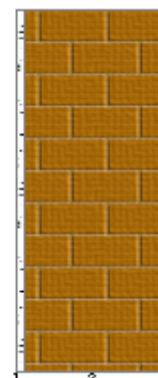


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>180,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. D 011 Muratura su NR GV*

**Codice:** *M31*

Trasmittanza termica	<b>1,352</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>210</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>1,2</b>	°C
Permeanza	<b>133,333</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>182</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>164</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,846</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,626</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-5,5</b>	h

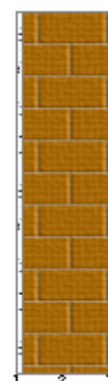


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Blocco semipieno	<b>200,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. D 012 Muratura su NR scala*

**Codice:** *M38*

Trasmittanza termica	<b>1,789</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>140</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>5,4</b>	°C
Permeanza	<b>192,308</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>180</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>144</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>1,151</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,643</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-5,1</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	<b>120,00</b>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. D 013 Muratura su NR magazzini*

**Codice:** *M39*

Trasmittanza termica	<b>1,789</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>140</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,9</b>	°C
Permeanza	<b>192,308</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>180</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>144</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>1,151</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,643</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-5,1</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	<b>120,00</b>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. D 003 Solaio su locali tecnici PCOP*

**Codice:** *S12*

Trasmittanza termica	<b>1,827</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>263</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>5,4</b>	°C
Permeanza	<b>0,351</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>482</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>464</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,584</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,320</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,6</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	<b>3,00</b>
2	Sottofondo di cemento magro	<b>30,00</b>
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
4	Soletta in laterizio	<b>180,00</b>
5	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. D 004 Solaio su locali tecnici grande volume*

**Codice:** *S13*

Trasmittanza termica	<b>1,827</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>263</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>1,2</b>	°C
Permeanza	<b>0,351</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>482</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>464</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,584</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,320</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,6</b>	h

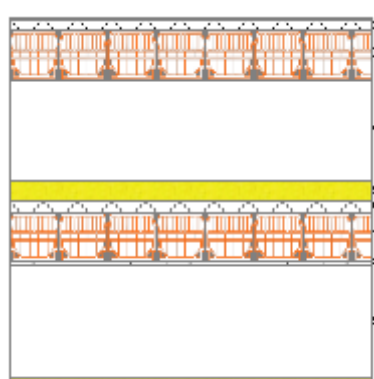


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	<b>3,00</b>
2	Sottofondo di cemento magro	<b>30,00</b>
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
4	Soletta in laterizio	<b>180,00</b>
5	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. D 001 Doppio Solaio*

**Codice:** *S7*

Trasmittanza termica	<b>0,412</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>1333</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>20000,00</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>956</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>938</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,006</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,014</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-17,2</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	<b>3,00</b>
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
3	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	<b>180,00</b>
4	Intercapedine debolmente ventilata Av=700 mm <sup>2</sup> /m	<b>370,00</b>
5	Lana di roccia	<b>80,00</b>
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
7	Soletta in laterizio	<b>180,00</b>
8	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>



9	Intercapedine debolmente ventilata $Av=600 \text{ mm}^2/\text{m}$	420,00
10	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. D 002 Solaio su terrazzo*

**Codice:** S8

Trasmittanza termica	1,929	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	263	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	0,351	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	482	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	464	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,677	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	0,351	-
Sfasamento onda termica	-8,3	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
2	Sottofondo di cemento magro	30,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
4	Soletta in laterizio	180,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Legenda simboli**

s	Spessore
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi
R	Resistenza termica
M.V.	Massa volumica
C.T.	Capacità termica specifica
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto

mm
W/mK
m <sup>2</sup> K/W
kg/m <sup>3</sup>
kJ/kgK
-

#### 2.4.4 Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici

Le informazioni sulle caratteristiche impiantistiche dei fabbricati sono state ottenute, ove possibile, a seguito di un'analisi della documentazione d'archivio del Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRiM.

Tale indagine (effettuata sulla documentazione originaria di progetto), ha permesso di ottenere alcune informazioni sulle caratteristiche degli impianti termici ed elettrici dei fabbricati oggetto della presente Diagnosi Energetica.

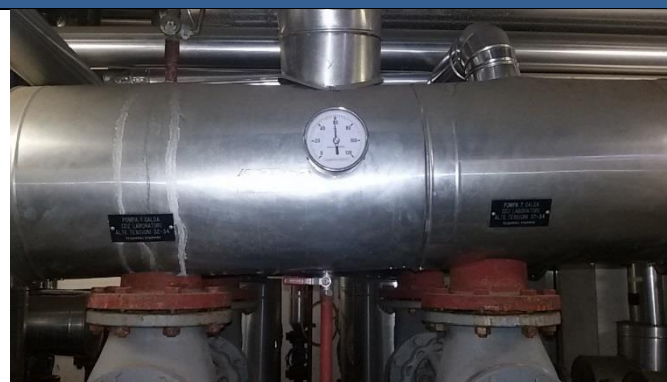
Maggiori informazioni sono state poi ottenute mediante sopralluoghi puntuali nei singoli locali e sottocentrali di ciascuna struttura oggetto di diagnosi.

Nello specifico, l'Edificio D ospita una sottocentrale termica ubicata al piano seminterrato da cui si diramano i circuiti indirizzati a termosifoni, fancoil ed alle batterie calde e fredde delle UTA asservite agli uffici e laboratori. In tale sottocentrale sono collocate anche due UTA preposte al condizionamento degli uffici e dei laboratori.

Si evidenzia che tale sottocentrale risulta essere ormai obsoleta, manifestando evidenti problemi di corrosione dei collettori secondari ed ausiliari elettrici vetusti.

In copertura all'edificio è presente un locale tecnico in cui sono collocate ulteriori gruppo di trattamento aria.

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DELLA SOTTOCENTRALE TERMICA E DEI TERMINALI DI EMISSIONE



Particolare collettore mandata acqua calda CDZ lab AT



Dettaglio pompe di circolazione circuito CDZ lab AT



Particolare circuito mandata acqua refrigerata CDZ lab AT



Dettaglio pompe di circolazione circuito CDZ lab AT





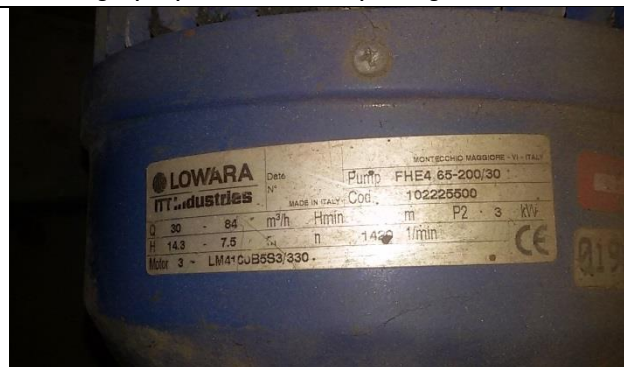
Particolare circuito mandata acqua refrigerata CDZ Uffici



Dettaglio pompe di circolazione acqua refrigerata CDZ uffici



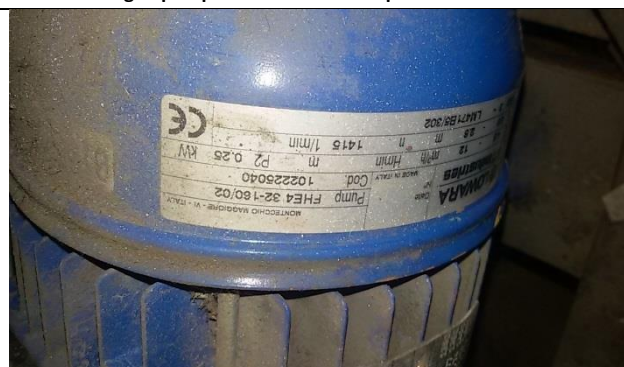
Particolare circuito mandata acqua calda CDZ Uffici



Dettaglio pompe di circolazione acqua calda CDZ uffici



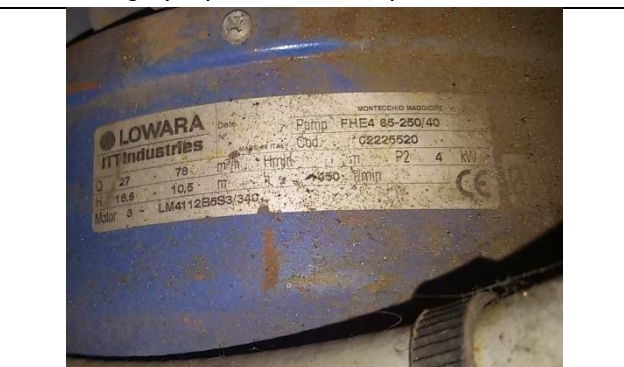
Particolare circuito mandata acqua calda radiatori



Dettaglio pompe di circolazione acqua calda radiatori



Particolare circuito mandata acqua calda fancoil



Dettaglio pompe di circolazione acqua calda fancoil

Tabella riepilogativa delle UTA presenti nell'edificio D:

UTA	TIPOLOGIA	PORTATA [m <sup>3</sup> /h]	POTENZA [W]
CDZ 3100	Immissione	30.000	18.500
	Estrazione	26.000	7.500
CDZ 300	Immissione	3.300	2.200
	Estrazione	2.700	550
Roccheggiani CTA 8.4	Immissione	1.600	2x355
Roccheggiani CTA 8.4	Immissione	1.600	2x355
CDZ 810	Immissione	8.000	4.000
CDZ 720	Estrazione	4.700	1.471
CDZ 1400	Immissione	11.950	7.355

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche dei circuiti secondari presenti in ciascuna sottostazione.

Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
Sottocentrale edificio D	Acqua calda lab AT CDZ	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2
	Acqua refrigerata lab AT CDZ	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2
	Acqua refrigerata uffici CDZ	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,85
	Acqua calda uffici CDZ	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	3
	Acqua calda radiator	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,25
	Acqua calda fancoil	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	4

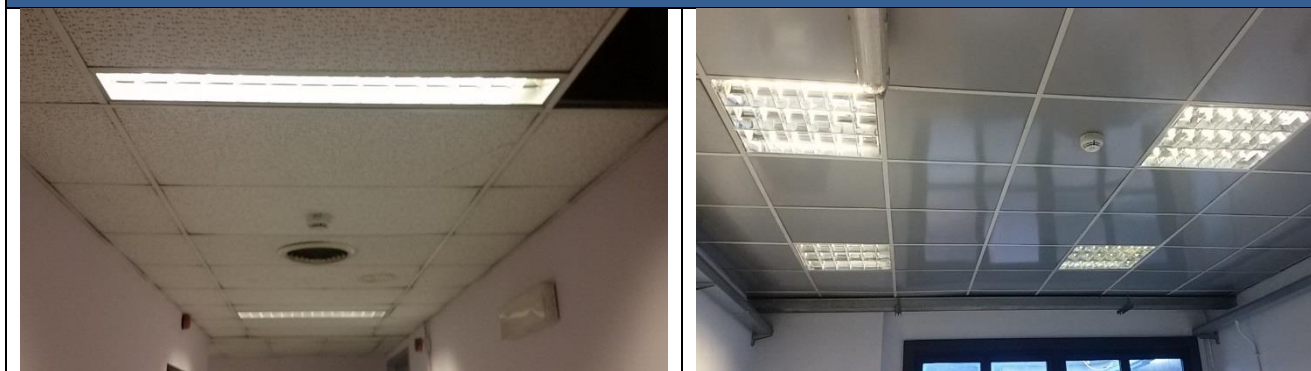


Per quanto concerne i principali sistemi elettrici, l'impianto di illuminazione dell'edificio è costituito quasi interamente da corpi illuminanti a fluorescenza tubolari.

All'interno di uffici e laboratori sono collocate lampade a fluorescenza lineari da 18 e 36W alloggiate in plafoniere singole e doppie ed in numero di 2 o 3 per locale.

Complessivamente sono installate circa 143 lampade a fluorescenza per un totale di 32.363W, ripartiti sui piani seminterrato, terra, primo, secondo, terzo e quarto.

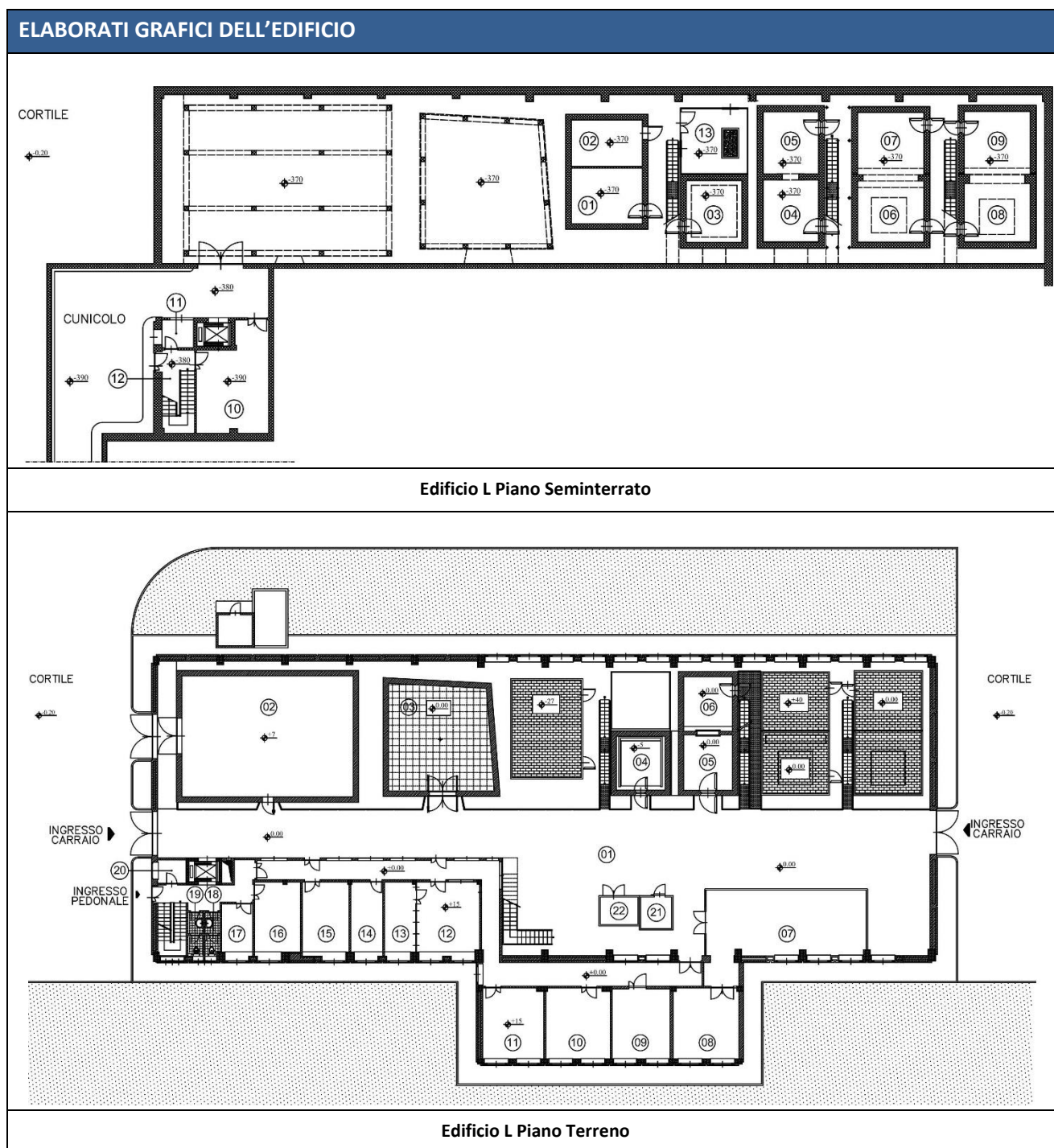
#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DEI CORPI ILLUMINANTI PRESENTI

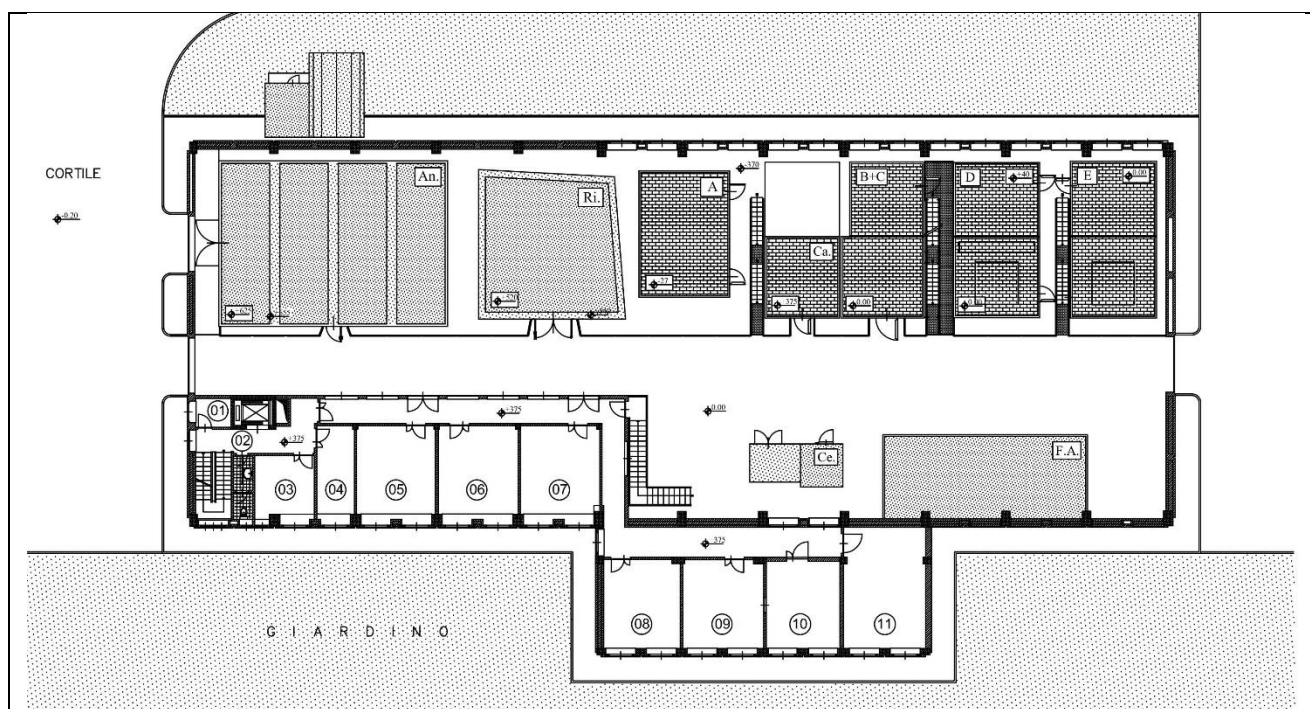


## 2.5 Edificio L

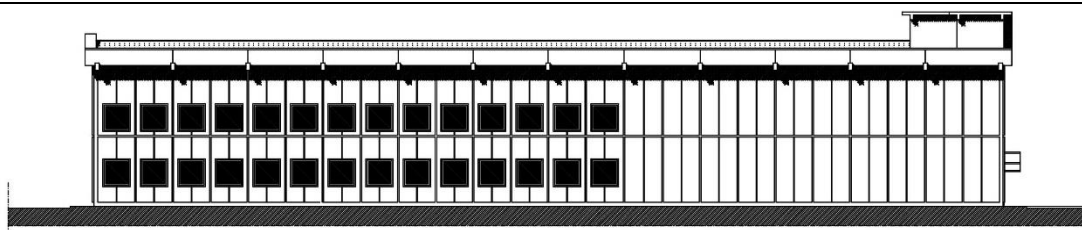
### 2.5.1 Elaborati grafici

Si riportano di seguito le immagini degli elaborati grafici forniti dal Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRiM.

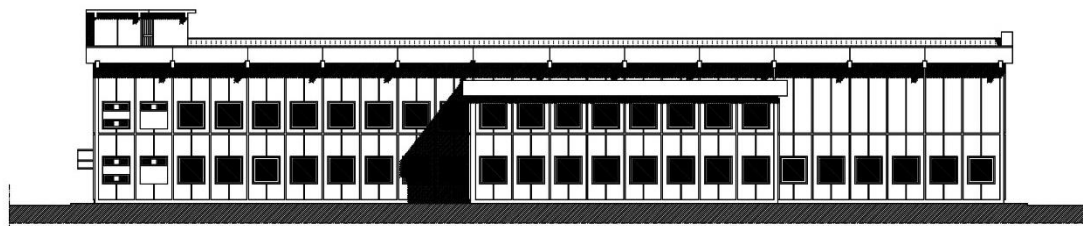




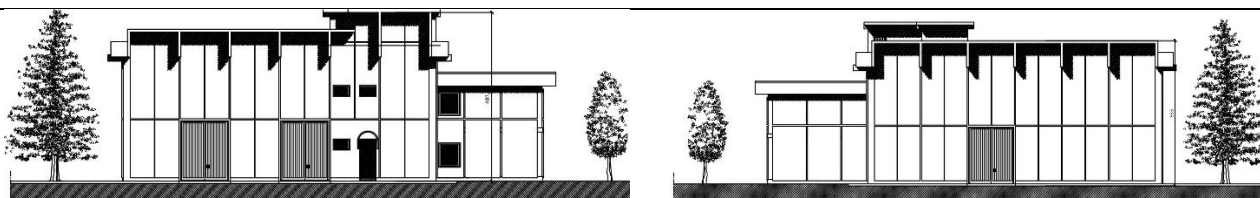
Edificio L Piano Primo



Edificio L Prospetto nord



Edificio L Prospetto sud




Edificio L Prospetti ovest e est




## 2.5.2 Caratteristiche dimensionali e funzionali

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI CONTESTO



Facciata dell'edificio sul lato sud



Facciata dell'edificio sul lato ovest





Immagine interna del triplo volume adibito a laboratori



Vista interna della facciata

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata [m <sup>2</sup> ]	Superficie lorda riscaldata [m <sup>2</sup> ]	Volume utile riscaldato [m <sup>3</sup> ]	Volume lordo riscaldato [m <sup>3</sup> ]
3	1.704,18	1.823,72	16.073,37	16.954,64

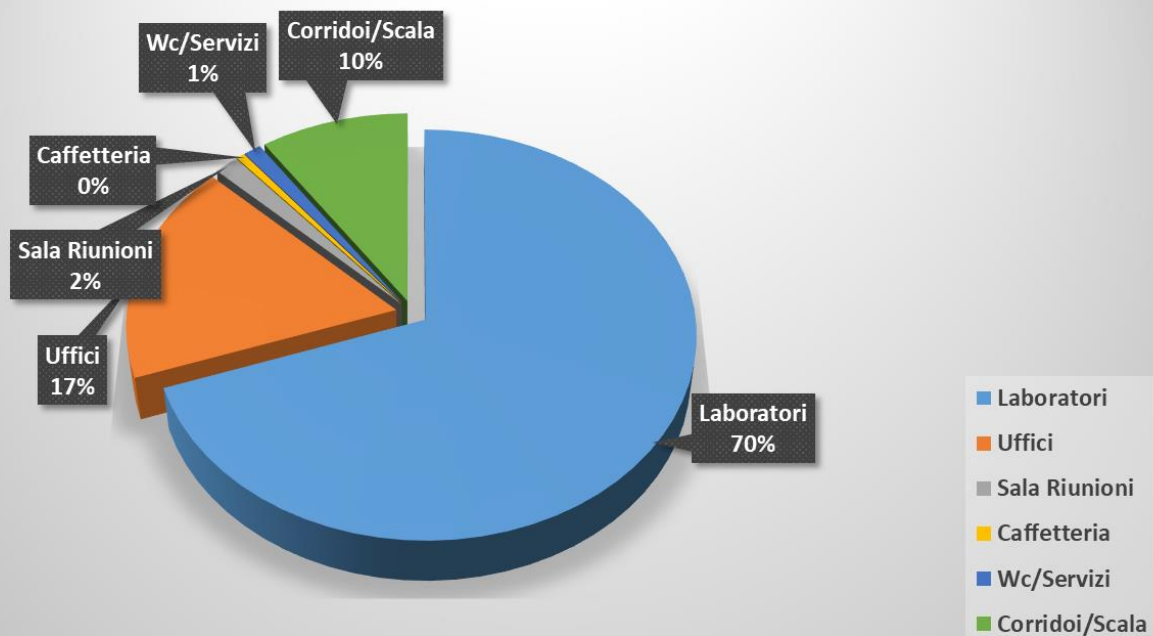
INFORMAZIONI GENERALI

L'Edificio L realizzato alla fine degli Anni Settanta si sviluppa su tre piani riscaldati di cui uno interrato. Sul lato sud sono collocati gli uffici (nei piani terreno e primo), mentre sul lato nord vi sono gli spazi adibiti a laboratori che occupano il grande volume a tripla altezza che si estende dal piano interrato al piano primo.



## UTILIZZI PRINCIPALI

### Destinazioni d'uso principali dei locali climatizzati - Edificio L



Superficie Utile dei Locali Climatizzati			Localizzazione
Destinazione d'uso	[m <sup>2</sup> ]	[% tot]	
Laboratori	1.187,81	69,70%	
Uffici	297,34	17,45%	
Sala Riunioni	26,77	1,57%	
Caffetteria	9,47	0,56%	
Wc/Servizi	19,47	1,14%	
Corridoi/Scala	163,32	9,58%	
<b>Totale</b>	<b>1.704,18</b>	<b>100,00%</b>	

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

L'edificio è costituito da una struttura portante a pilastri di cemento armato e tamponamenti in pannelli prefabbricati in calcestruzzo con coibentazione interna. La copertura è caratterizzata da un solaio prefabbricato in cemento armato con coibentazione all'estradosso in lana di roccia ( $sp=4\text{cm}$  circa). La finitura dell'orizzontamento superiore è in guaina bituminosa al fine di impermeabilizzare la stratigrafia. Gli infissi rilevati sono ancora quelli originali costituiti da telaio in alluminio (senza taglio termico) e vetri in parte singoli ed in parte doppi.

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DELL'INVOLUCRO TERMICO



Facciata in pannelli prefabbricati



Dettaglio dell'usura delle strutture



Intradosso del solaio in cemento armato

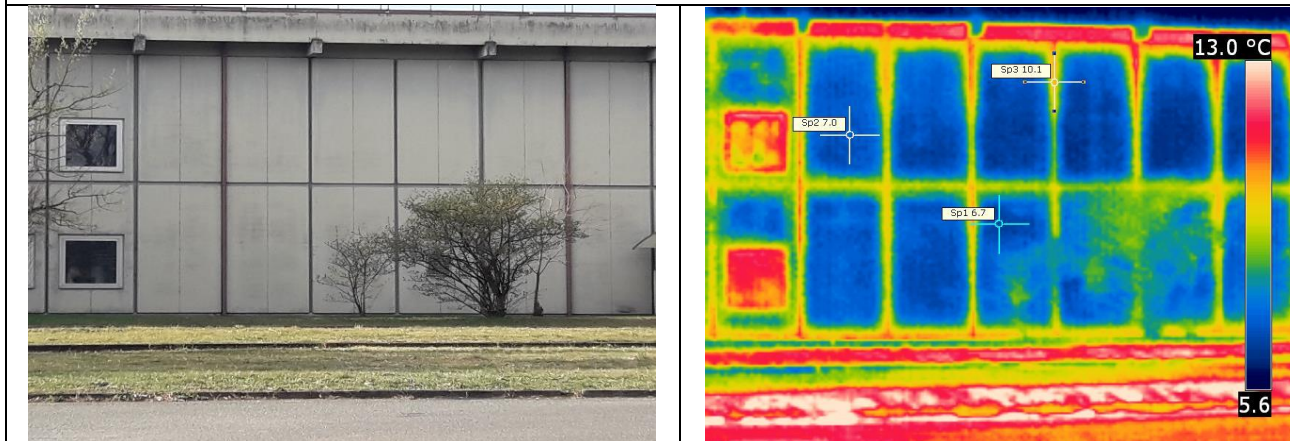


Estradosso della copertura

## ANALISI TERMOGRAFICA

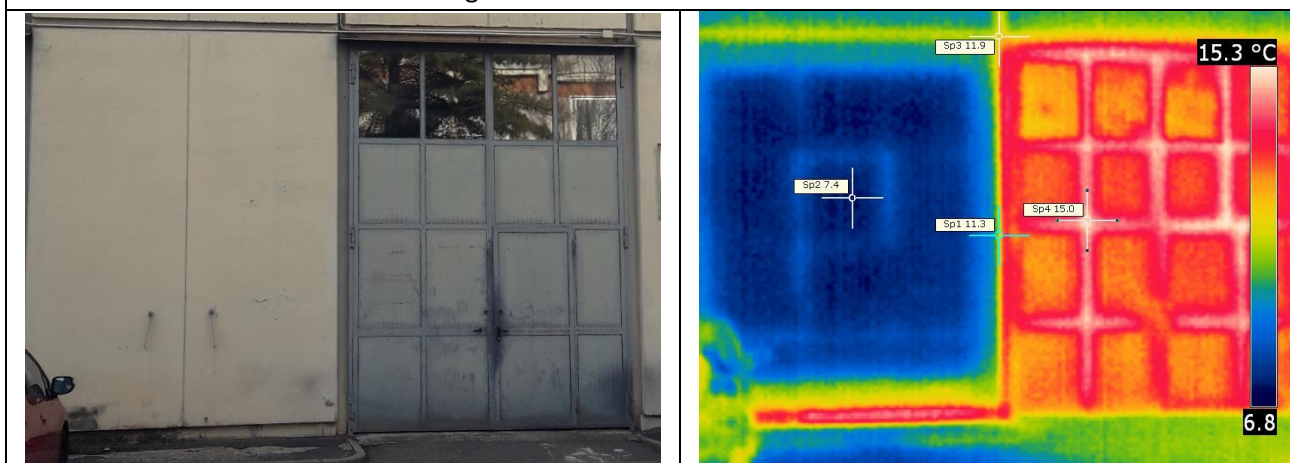
### Termografia 12:

L'analisi della facciata prefabbricata dell'Edificio L evidenzia la presenza di uno strato di coibente all'interno dei pannelli. L'immagine rivela la presenza di ponti termici in prossimità dei pilastri e dei solai interpiano e di copertura.



### Termografia 13:

La presenza di uno strato interno di coibente all'interno del pannello prefabbricato in calcestruzzo sembra essere confermata anche dalle termografie della testata laterale con orientamento ovest.



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



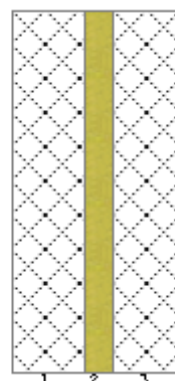
## CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Ed. L 001 Standard prefabbricato*

**Codice:** *M76*

Trasmittanza termica	<b>0,840</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>240</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>7,353</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>481</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>481</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,200</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,238</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,1</b>	h

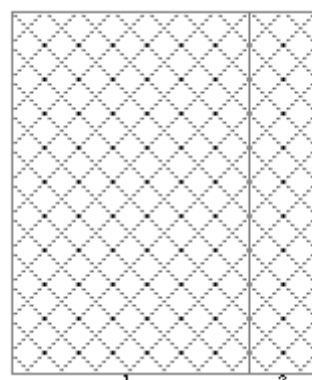


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. con massa volumica alta	<b>100,00</b>
2	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	<b>40,00</b>
3	C.I.s. con massa volumica alta	<b>100,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. L 002 Standard prefabbricato con PIL*

**Codice:** *M77*

Trasmittanza termica	<b>2,534</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>430</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,578</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>999</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>999</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,375</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,148</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-11,0</b>	h



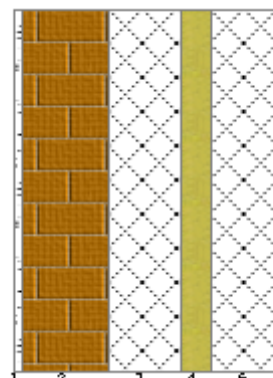
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>330,00</b>
2	C.I.s. con massa volumica alta	<b>100,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-



**Descrizione della struttura:** *Ed. L 003 Standard prefabbricato uffici*

**Codice:** *M78*

Trasmittanza termica	<b>0,703</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>370</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>7,107</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>643</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>625</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,056</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,080</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-12,9</b>	h

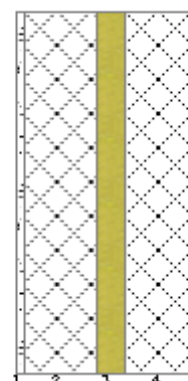


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00
3	C.I.s. con massa volumica alta	100,00
4	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	40,00
5	C.I.s. con massa volumica alta	100,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. L 004 SF di Standard prefabbricato uffici*

**Codice:** *M79*

Trasmittanza termica	<b>0,833</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>250</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>7,326</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>499</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>481</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,180</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,216</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,3</b>	h

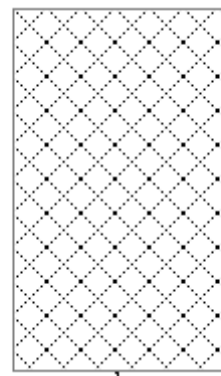


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	C.I.s. con massa volumica alta	100,00
3	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	40,00
4	C.I.s. con massa volumica alta	100,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. L 005 Controterra*

**Codice:** *M80*

Trasmittanza termica	<b>3,329</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza controterra	<b>0,604</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>300</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>5,128</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>690</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>690</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>1,171</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>1,939</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-7,4</b>	h

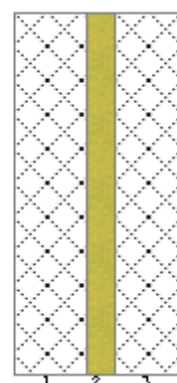


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>300,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. L 006 Standard prefabbricato su NR*

**Codice:** *M81*

Trasmittanza termica	<b>0,801</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>240</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-5,4</b>	°C
Permeanza	<b>7,353</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>481</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>481</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,135</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,168</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,8</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. con massa volumica alta	<b>100,00</b>
2	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	<b>40,00</b>
3	C.I.s. con massa volumica alta	<b>100,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. L 001 Copertura*

**Codice:** *S25*

Trasmittanza termica	<b>1,087</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>163</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,348</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>298</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>280</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,528</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,486</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-5,4</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	<b>3,00</b>
2	Sottofondo di cemento magro	<b>20,00</b>
3	Lana di roccia	<b>30,00</b>
4	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	<b>100,00</b>
5	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	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	-

## 2.5.4 Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici

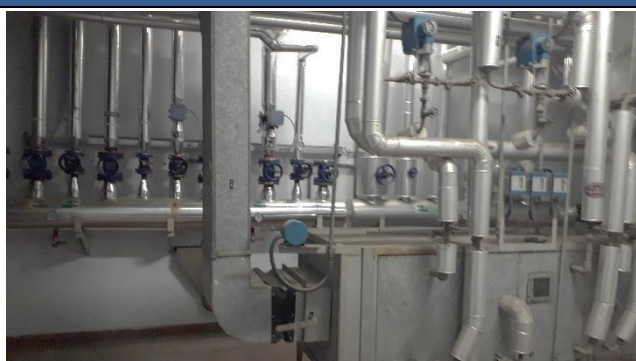
Le informazioni sulle caratteristiche impiantistiche dei fabbricati sono state ottenute, ove possibile, a seguito di un'analisi della documentazione d'archivio del Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRiM.

Tale indagine (effettuata sulla documentazione originaria di progetto), ha permesso di ottenere alcune informazioni sulle caratteristiche degli impianti termici ed elettrici dei fabbricati oggetto della presente Diagnosi Energetica.

Maggiori informazioni sono state poi ottenute mediante sopralluoghi puntuali nei singoli locali e sottocentrali di ciascuna struttura oggetto di diagnosi.

Nello specifico, l'Edificio L ospita un'unica sottocentrale termica asservita ai circuiti di mandata e ritorno dei termoconvettori, ventilconvettori (acqua calda e refrigerata) ed UTA microfoni (acqua calda e refrigerata).

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DELLE SOTTOCENTRALI TERMICHE E DEI TERMINALI DI EMISSIONE



Particolare sottocentrale termica



Dettaglio collettori e circuiti secondari

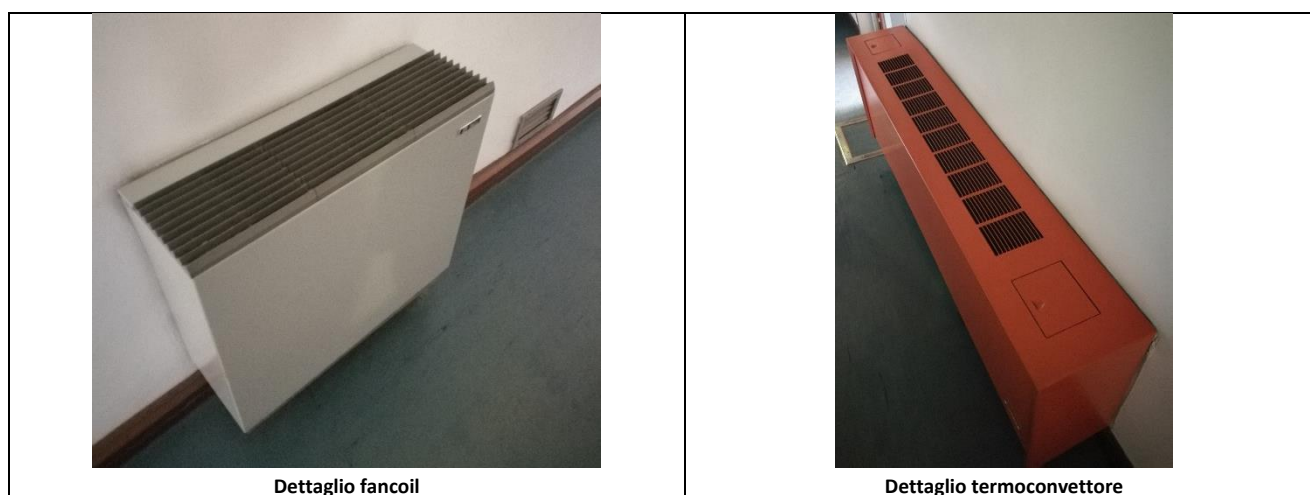


Dettaglio mandata acqua calda ventilconvettori



Dettaglio pompa di circolazione mandata acqua calda ventilconvettori





Dettaglio fancoil

Dettaglio termoconvettore

Tabella riepilogativa delle UTA presenti nell'edificio L:

UTA	TIPOLOGIA	PORTATA [m <sup>3</sup> /h]	POTENZA [W]	BATTERIA PRE-RISC	BATTERIA POST-RISC	BATTERIA FREDDO
Roccheggiani	CTA 8.4	1.600	2x355	-	✓	✓

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche dei circuiti secondari presenti in ciascuna sottostazione.

Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
Sottocentrale edificio L	Acqua calda uffici UTA (circuito chiuso)	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua calda termoconvettori	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Marelli Motori	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,92
	Acqua calda UTA microfoni	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua fredda uffici UTA (circuito chiuso)	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua fredda ventilconvettori	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua fredda UTA microfoni	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente

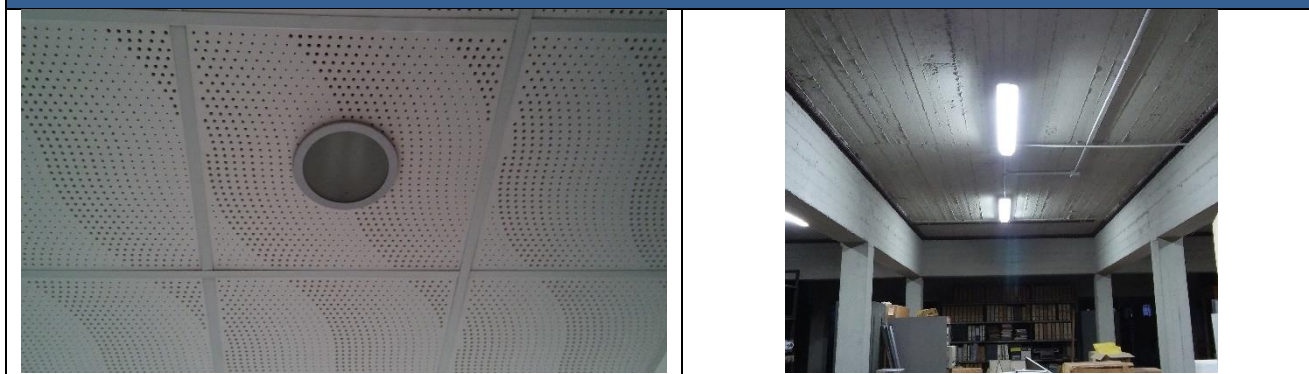
Per quanto concerne i principali sistemi elettrici, l'impianto di illuminazione della porzione di edificio adibita ad uffici, aree di circolazione e servizi igienici è costituito quasi interamente da corpi illuminanti a fluorescenza tubolari.

All'interno di uffici e laboratori sono collocate lampade a fluorescenza lineari da 36W alloggiate in plafoniere singole e doppie ed in numero di 2 o 3 per locale.

Complessivamente sono installate circa 300 lampade a fluorescenza per un totale di 10.928W, ripartiti sui piani terra e primo.

Si precisa che nella presente analisi non sono stati presi in considerazione i corpi illuminanti installati nei singoli laboratori ubicati nel grande volume a tripla altezza, in quanto adibiti a funzioni specifiche e pertanto di scarso interesse per un futuro intervento di relamping.

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DEI CORPI ILLUMINANTI PRESENTI

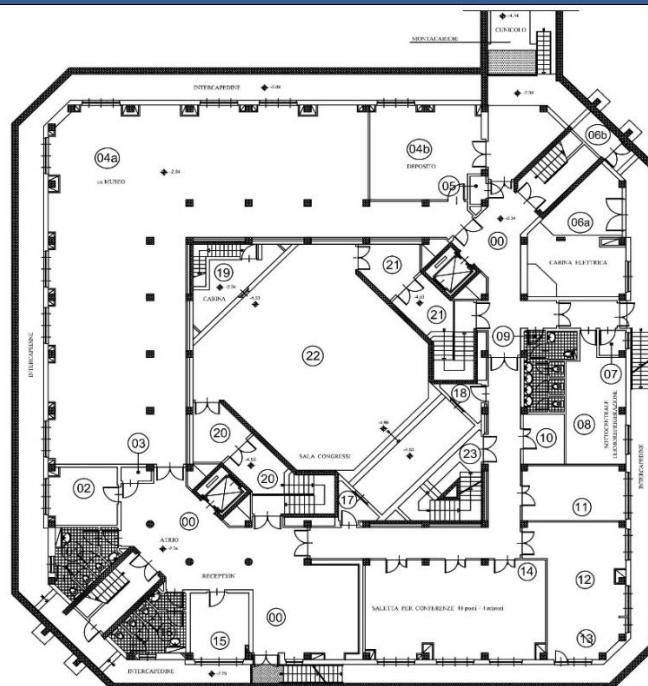


## 2.6 Edificio M

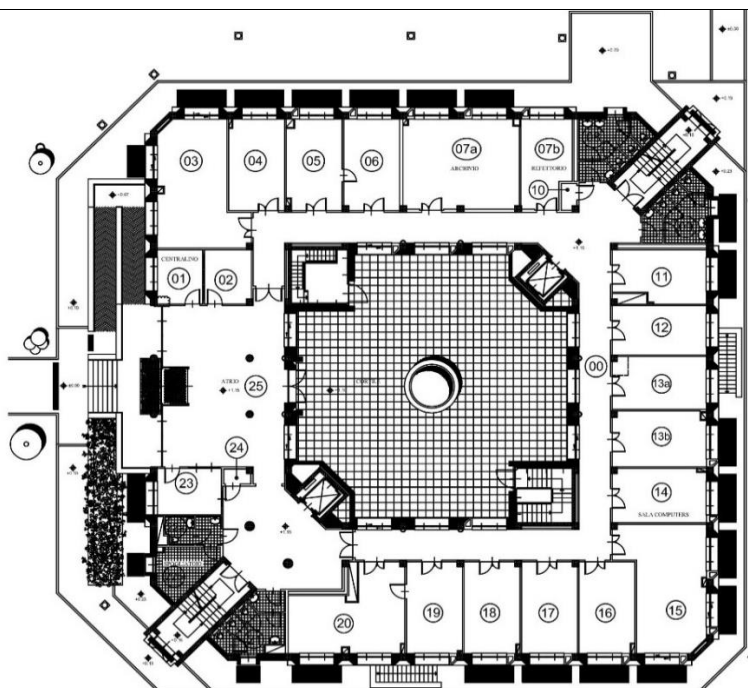
### 2.6.1 Elaborati grafici

Si riportano di seguito le immagini degli elaborati grafici forniti dal Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRiM.

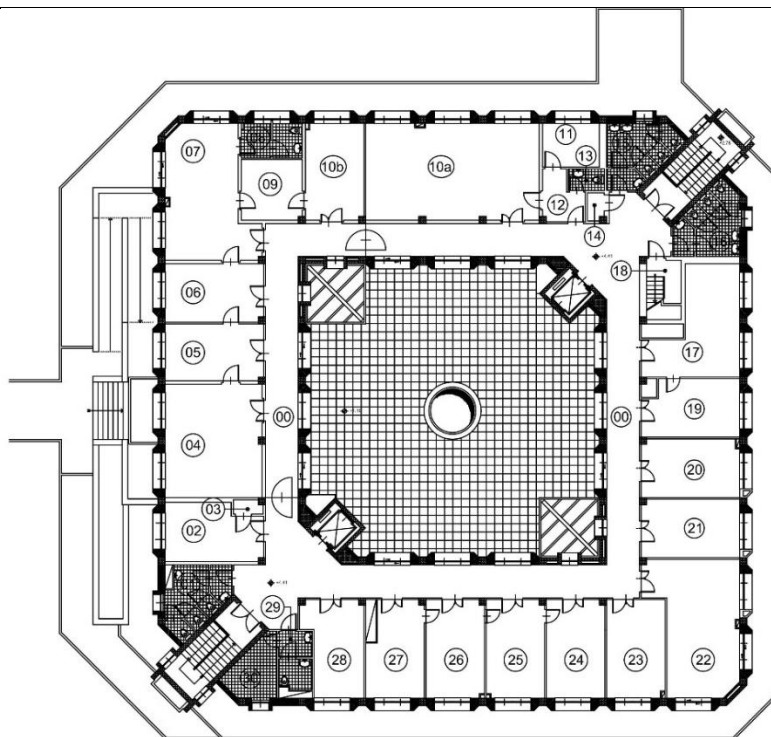
#### ELABORATI GRAFICI DELL'EDIFICIO



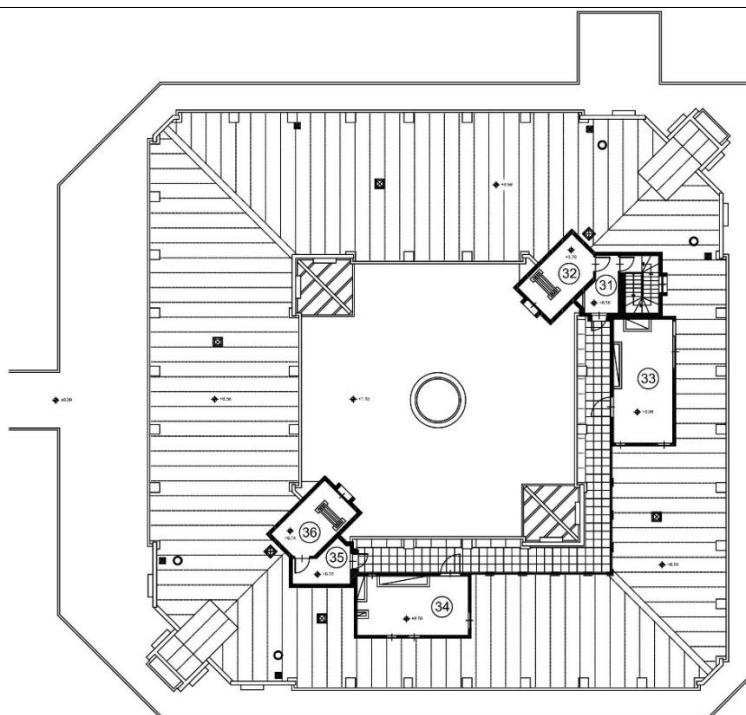
Edificio M Piano Seminterrato



Edificio M Piano Terreno



**Edificio M Piano Primo**



**Edificio M Piano copertura**



## 2.6.2 Caratteristiche dimensionali e funzionali

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI CONTESTO

Immagine aerea facciata nord

Dettaglio della scansione modulare di facciata

Superfici disperdenti su corte interna e dettaglio del lucernario

Interno della Sala Conferenze al livelli interrato

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

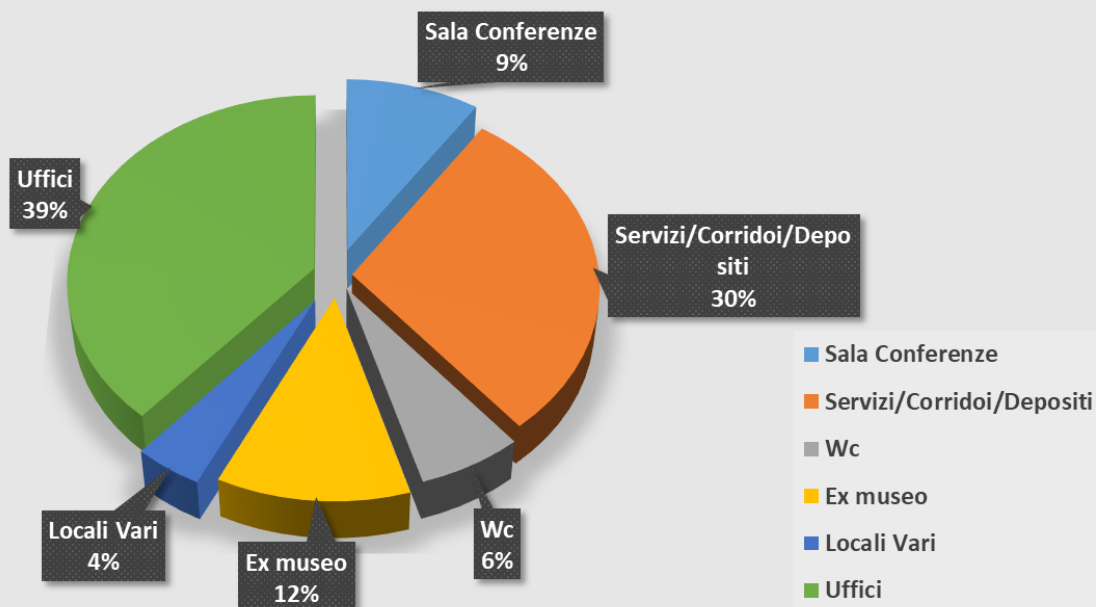
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata [m²]	Superficie lorda riscaldata [m²]	Volume utile riscaldato [m³]	Volume lordo riscaldato [m³]
3	2.456,22	2.823,92	7.741,23	11.192,75

INFORMAZIONI GENERALI

L’Edificio M realizzato nell’anno 1999, presenta una singolare forma a corte costituita da un piano interrato e due altri piani fuori terra. All’interno dell’edificio sono collocati gli uffici dell’Amministrazione e alcuni spazi di pertinenza come le Sale Conferenze situate al piano interrato. Le facciate dell’edificio sono di forma regolare con aperture finestrate modulari; gli uffici situati su pianta quadrata si affacciano sia verso l’esterno, sia verso l’interno della corte.

## UTILIZZI PRINCIPALI

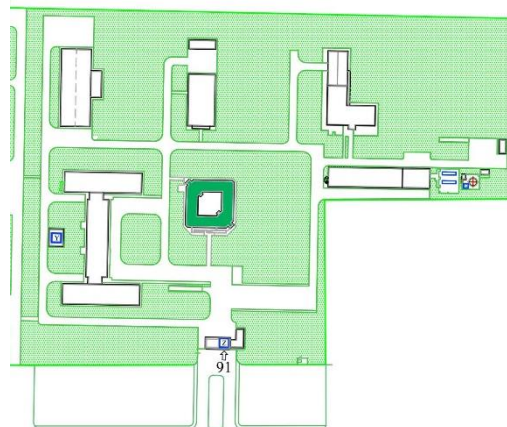
### Destinazioni d'uso principali dei locali climatizzati - Edificio M



#### Superficie Utile dei Locali Climatizzati

Destinazione d'uso	[m <sup>2</sup> ]	[% tot]
Sala Conferenze	232,11	9,45%
Servizi/Corridoi/Depositi	725,63	29,54%
Wc	157,82	6,43%
Ex museo	289,94	11,80%
Locali Vari	102,71	4,18%
Uffici	948,01	38,60%
<b>Totale</b>	<b>2.456,22</b>	<b>100,00%</b>

#### Localizzazione



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

L'edificio M ha una struttura portante a pilastri in cemento armato e tamponamenti modulari prefabbricati quadrati a completamento di una muratura verticale a cassavuota come documentato dalle immagini sottostanti estrapolate dai progetti architettonici.

La copertura piana dell'edificio è costituita (anche nel caso dell'Edificio M) da un doppio solaio in latero-cemento (coibentato) come rappresentato anche nelle immagini sottostanti. L'involucro trasparente è costituito da infissi con telaio in alluminio e doppi vetri. Le finestre dimensionalmente rispecchiano la modularità della facciata che si presenta estremamente regolare anche su corte interna. Sempre sulla corte interna, in corrispondenza del piano di calpestio esterno è installato un grande lucernario che serve la sala conferenze sottostante. Il livello interrato dell'edificio infatti si estende anche al di sotto della corte interna a cui si può accedere dai corridoi di pertinenza degli uffici.

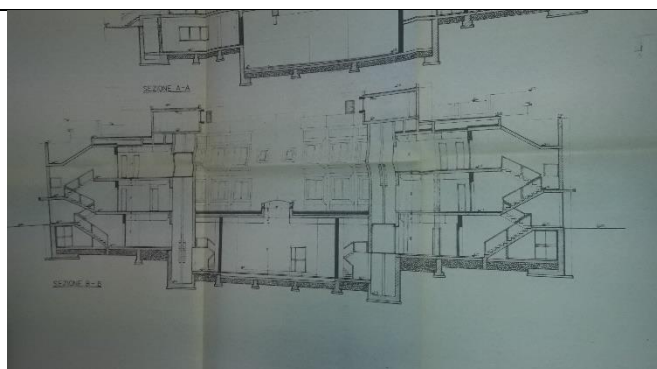
#### DOCUMENTAZIONE D'ARCHIVIO DI SUPPORTO



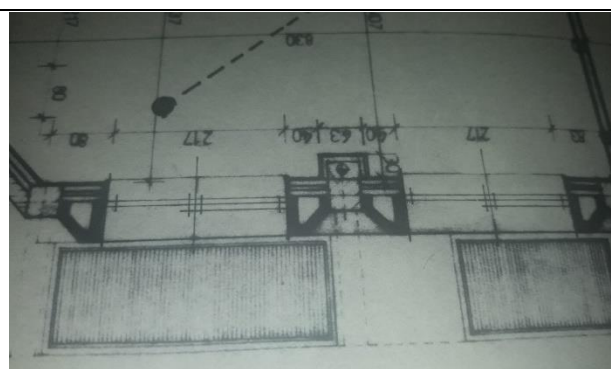
Immagini dei progetti originali del fabbricato M



Sezione trasversale dell'edificio



Sezione trasversale dell'edificio



Dettaglio della stratigrafia-tipo e della maglia di pilastri



## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DELL'INVOLUCRO TERMICO



Particolare della scansione modulare delle facciate



Dettaglio del pilastro a vista



Solaio delle sala conferenza su corte interna con lucernario



Intradosso del solaio su corte

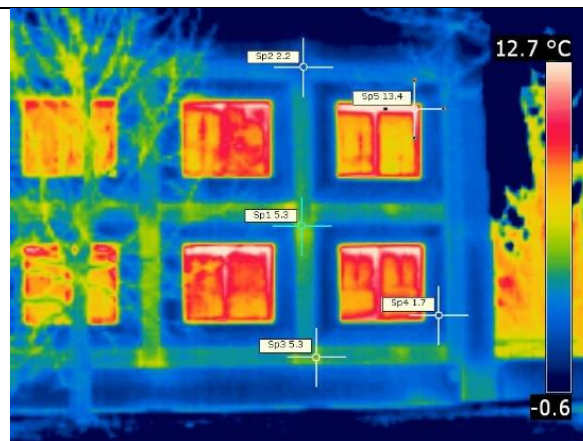


Si riportano di seguito alcune immagini della campagna termografica effettuata sulle facciate del fabbricato.

## ANALISI TERMOGRAFICA

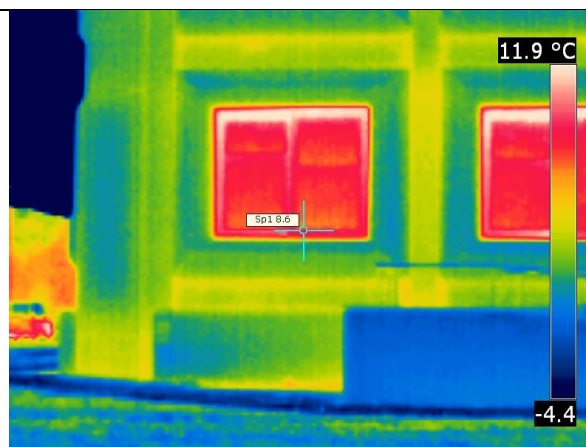
### Termografia 10:

La termografia della facciata modulare dell'Edificio M evidenzia la presenza dei ponti termici dei pilastri e dei solai in tutti i piani.



### Termografia 11:

La termografia di dettaglio evidenzia il ponte termico telaio-serramento della facciata modulare.



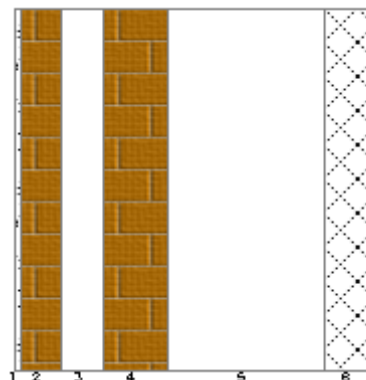
Si riportano di seguito i dettagli stratigrafici relativi alle strutture opache disperdenti dell'edificio.

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

**Descrizione della struttura:** *Ed. M 001 Standard C.A. MOD medio*

**Codice:** *M1*

Trasmittanza termica	<b>1,015</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>690</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>13,774</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>488</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>470</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,191</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,188</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-12,2</b>	h

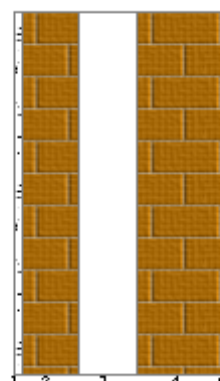


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>80,00</b>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>80,00</b>
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
5	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>300,00</b>
6	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>100,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. M 002 Standard intercapedine*

**Codice:** *M2*

Trasmittanza termica	<b>1,296</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>300</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>124,224</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>276</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>240</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,568</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,438</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,0</b>	h



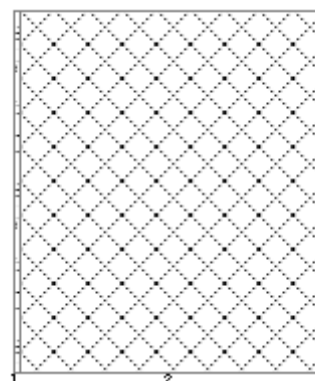
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>80,00</b>

3	Intercapedine non ventilata $Av < 500 \text{ mm}^2/\text{m}$	80,00
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** Ed. M 003 PIL

**Codice:** M3

Trasmittanza termica	2,540	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	430	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	3,656	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	984	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	966	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,387	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	0,153	-
Sfasamento onda termica	-10,8	h

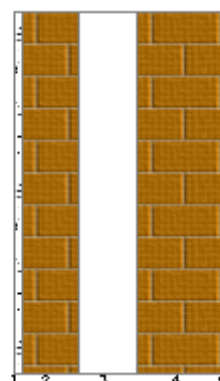


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	420,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** Ed. M 004 Standard bianco

**Codice:** M4

Trasmittanza termica	1,296	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	300	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	124,224	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	276	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	240	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,568	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	0,438	-
Sfasamento onda termica	-8,0	h

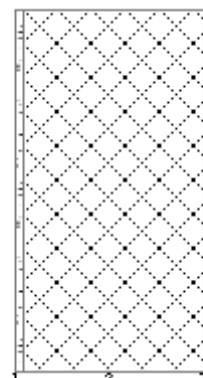


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	80,00
3	Intercapedine non ventilata $Av < 500 \text{ mm}^2/\text{m}$	80,00
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. M 005 Standard grigio*

**Codice:** *M5*

Trasmittanza termica	<b>3,032</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>270</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>6,116</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>611</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>575</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,978</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,323</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-7,2</b>	h

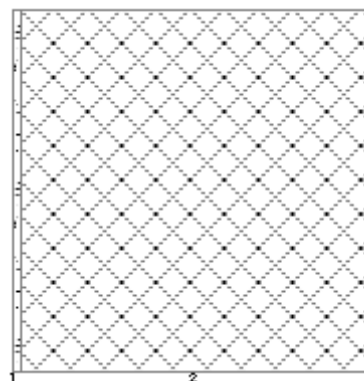


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>250,00</b>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. M 006 Controterra*

**Codice:** *M32*

Trasmittanza termica	<b>2,516</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza controterra	<b>0,564</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>510</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,072</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1168</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1150</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,322</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,570</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-12,2</b>	h



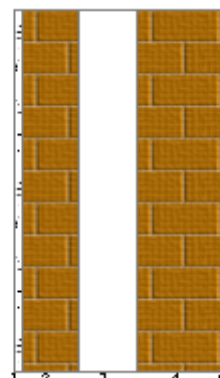
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>500,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-



**Descrizione della struttura:** *Ed. M 007 Standard su NR*

**Codice:** *M33*

Trasmittanza termica	<b>1,204</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>300</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-3,6</b>	°C
Permeanza	<b>124,224</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>276</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>240</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,444</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,369</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,5</b>	h

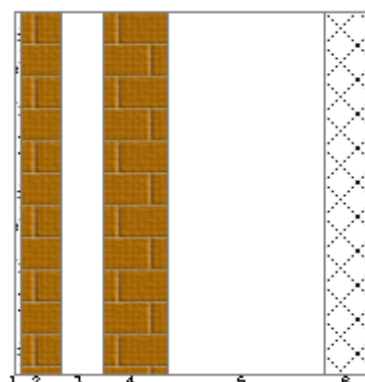


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>80,00</b>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>80,00</b>
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
5	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. M 008 Basamento*

**Codice:** *M34*

Trasmittanza termica	<b>1,015</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>690</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>13,774</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>488</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>470</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,191</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,188</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-12,2</b>	h

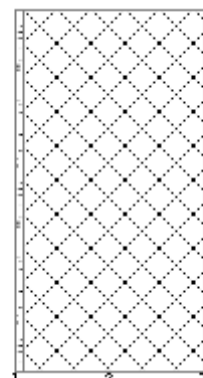


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>80,00</b>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>80,00</b>
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
5	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>300,00</b>
6	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>100,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. M 009 Standard grigio cornice wc*

**Codice:** *M35*

Trasmittanza termica	<b>3,032</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>270</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>6,116</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>611</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>575</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,978</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,323</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-7,2</b>	h

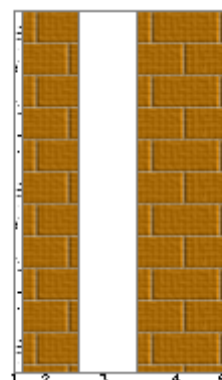


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>250,00</b>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. M 007 Standard su NR2 CT*

**Codice:** *M37*

Trasmittanza termica	<b>1,204</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>300</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>4,5</b>	°C
Permeanza	<b>124,224</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>276</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>240</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,444</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,369</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,5</b>	h

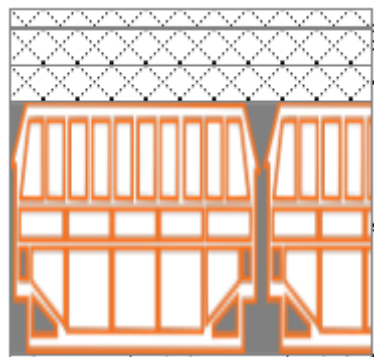


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>80,00</b>
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>80,00</b>
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
5	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. M 001 Solaio su corte interna*

**Codice:** *S5*

Trasmittanza termica	<b>1,630</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>488</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,331</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1062</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1044</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,154</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,095</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-12,3</b>	h

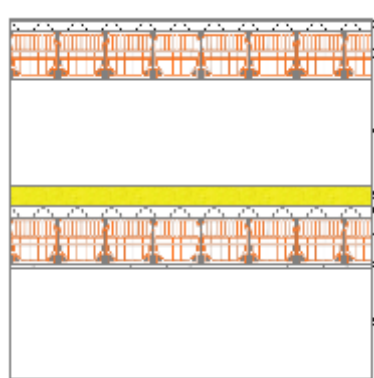


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	C.I.s. espanso in fabbrica (pareti est.)	<b>25,00</b>
2	Impermeabilizzazione con bitume	<b>3,00</b>
3	Sottofondo di cemento magro	<b>50,00</b>
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>50,00</b>
5	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	<b>350,00</b>
6	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. M 002 Doppio Solaio*

**Codice:** *S6*

Trasmittanza termica	<b>0,412</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>1363</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>20000,00</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>956</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>938</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,006</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,014</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-17,2</b>	h



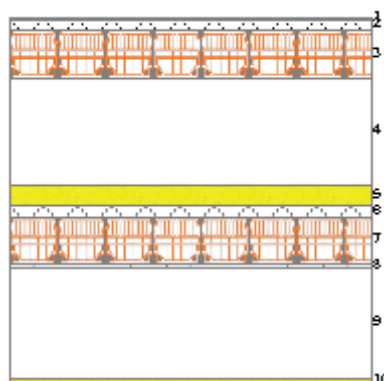
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	<b>3,00</b>
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
3	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	<b>180,00</b>
4	Intercapedine debolmente ventilata Av=700 mm <sup>2</sup> /m	<b>400,00</b>
5	Lana di roccia	<b>80,00</b>
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
7	Soletta in laterizio	<b>180,00</b>

8	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
9	Intercapedine debolmente ventilata $Av=600 \text{ mm}^2/\text{m}$	420,00
10	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. M 003 Doppio Solaio su locali tecnici*

**Codice:** *S9*

Trasmittanza termica	0,408	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	1363	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-6,9	°C
Permeanza	20000,00	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	956	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	938	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,005	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	0,011	-
Sfasamento onda termica	-17,4	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
3	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	180,00
4	Intercapedine debolmente ventilata $Av=700 \text{ mm}^2/\text{m}$	400,00
5	Lana di roccia	80,00
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
7	Soletta in laterizio	180,00
8	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
9	Intercapedine debolmente ventilata $Av=600 \text{ mm}^2/\text{m}$	420,00
10	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Legenda simboli**

s	Spessore
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi
R	Resistenza termica
M.V.	Massa volumica
C.T.	Capacità termica specifica
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto

mm
W/mK
m <sup>2</sup> K/W
kg/m <sup>3</sup>
kJ/kgK
-



#### 2.6.4 Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici

Le informazioni sulle caratteristiche impiantistiche dei fabbricati sono state ottenute, ove possibile, a seguito di un'analisi della documentazione d'archivio del Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRiM.

Tale indagine (effettuata sulla documentazione originaria di progetto), ha permesso di ottenere alcune informazioni sulle caratteristiche degli impianti termici ed elettrici dei fabbricati oggetto della presente Diagnosi Energetica.

Maggiori informazioni sono state poi ottenute mediante sopralluoghi puntuali nei singoli locali e sottocentrali di ciascuna struttura oggetto di diagnosi.

Nello specifico, l'Edificio M ospita una sottocentrale termica al piano seminterrato in cui sono alloggiati i circuiti di mandata e ritorno alle UTA poste in copertura, ai radiatori dei servizi igienici ed ai fancoil di uffici e sala esposizione.

Si evidenzia che tale sottocentrale risulta essere ormai obsoleta, manifestando evidenti problemi di corrosione dei collettori secondari ed ausiliari elettrici vetusti.

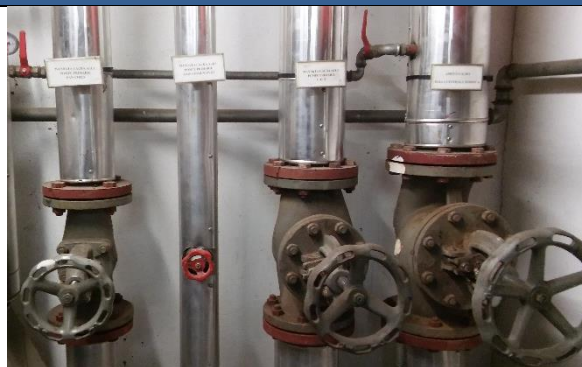
In copertura dell'edificio sono presenti due locali che ospitano i gruppi di trattamenti aria asserviti agli uffici ed alla sala congressi ubicata al piano seminterrato dell'edificio.

I fancoil presenti nei locali ai piani terra, primo e secondo sono stati recentemente sostituiti ed integrati con un termostato ambiente che ne consente una puntuale regolazione.

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DELLE SOTTOCENTRALI TERMICHE E DEI TERMINALI DI EMISSIONE



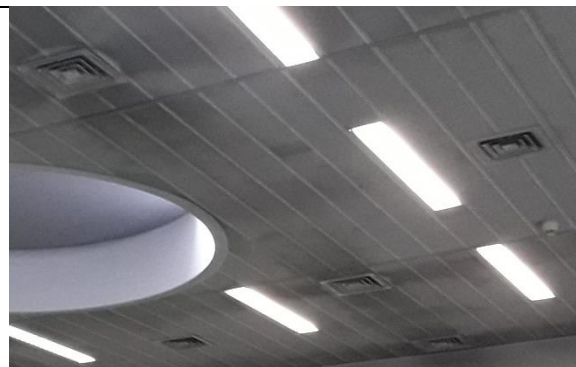
Particolare sottocentrale termica



Dettaglio circuiti mandata acqua calda sottocentrale termica



Dettaglio fancoil corridoi piano seminterrato



Dettaglio bocchette aria centralizzata



Dettaglio fancoil uffici



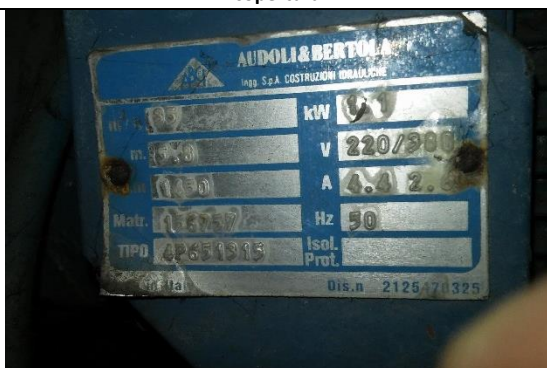
Dettaglio termostato ambiente



Dettaglio pompa di circolazione circuito acqua calda CDZ in  
copertura



Dettaglio pompa di circolazione circuiti acqua calda sala esposizione  
e fancoil uffici



Dettaglio pompa di circolazione circuito acqua fredda fancoil uffici



Dettaglio pompa di circolazione circuito acqua calda

Tabella riepilogativa delle UTA presenti nell'edificio M:

UTA	TIPOLOGIA	PORTATA [m <sup>3</sup> /h]	POTENZA [W]
Sabiana UTA 15/10	Immissione	3.000	1.500
Sabiana UTA 20/20	Immissione	11.500	5.500
-	Estrazione	3.000	750
-	Estrazione	4.500	1000
Sabiana UTA 20/15	Immissione	7.000	4.000
Sabiana UTA 15/15	Immissione	4.500	2.200
-	Estrazione	3.000	750

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche dei circuiti secondari presenti in ciascuna sottostazione.

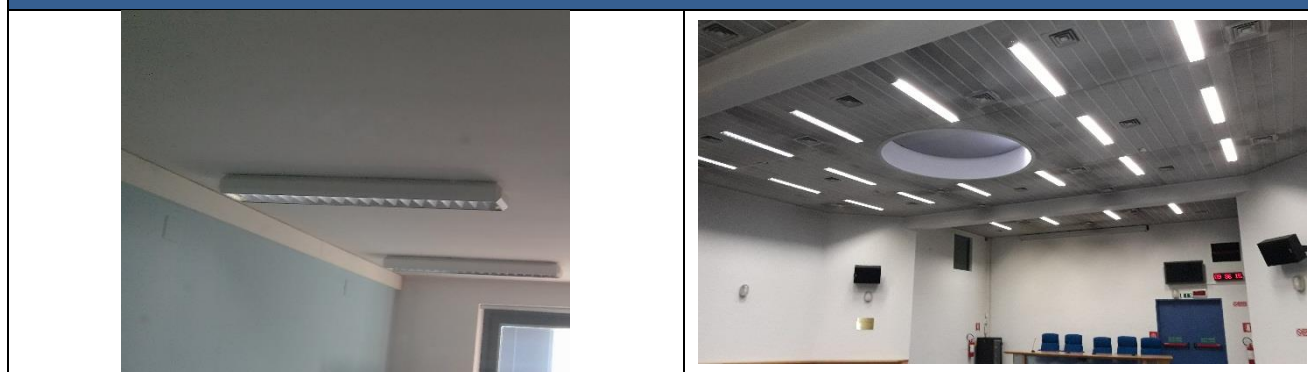
Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
Sottocentrale edificio M	Acqua calda CDZ in copertura	Climatizzazione invernale	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,5
	Acqua calda radiatori servizi	Climatizzazione invernale	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,37
	Acqua calda fancoil sala esposizione	Climatizzazione invernale	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,55
	Acqua calda fancoil uffici	Climatizzazione invernale					
	Acqua fredda CDZ in copertura	Climatizzazione estiva	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,5
	Acqua fredda fancoil sala congressi	Climatizzazione estiva	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,1
	Acqua fredda fancoil uffici	Climatizzazione estiva	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,1

Per quanto concerne i principali sistemi elettrici, l'impianto di illuminazione dell'edificio è costituito quasi interamente da corpi illuminanti a fluorescenza tubolari.

All'interno di uffici, corridoi e servizi igienici sono collocate lampade a fluorescenza lineari da 18 e 36 alloggiare in plafoniere singole e doppie ed in numero di 2 o 3 per locale.

Complessivamente sono installate circa 581 lampade a fluorescenza per un totale di 25.619 W, ripartiti sui piani terra, primo e secondo.

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DEI CORPI ILLUMINANTI PRESENTI

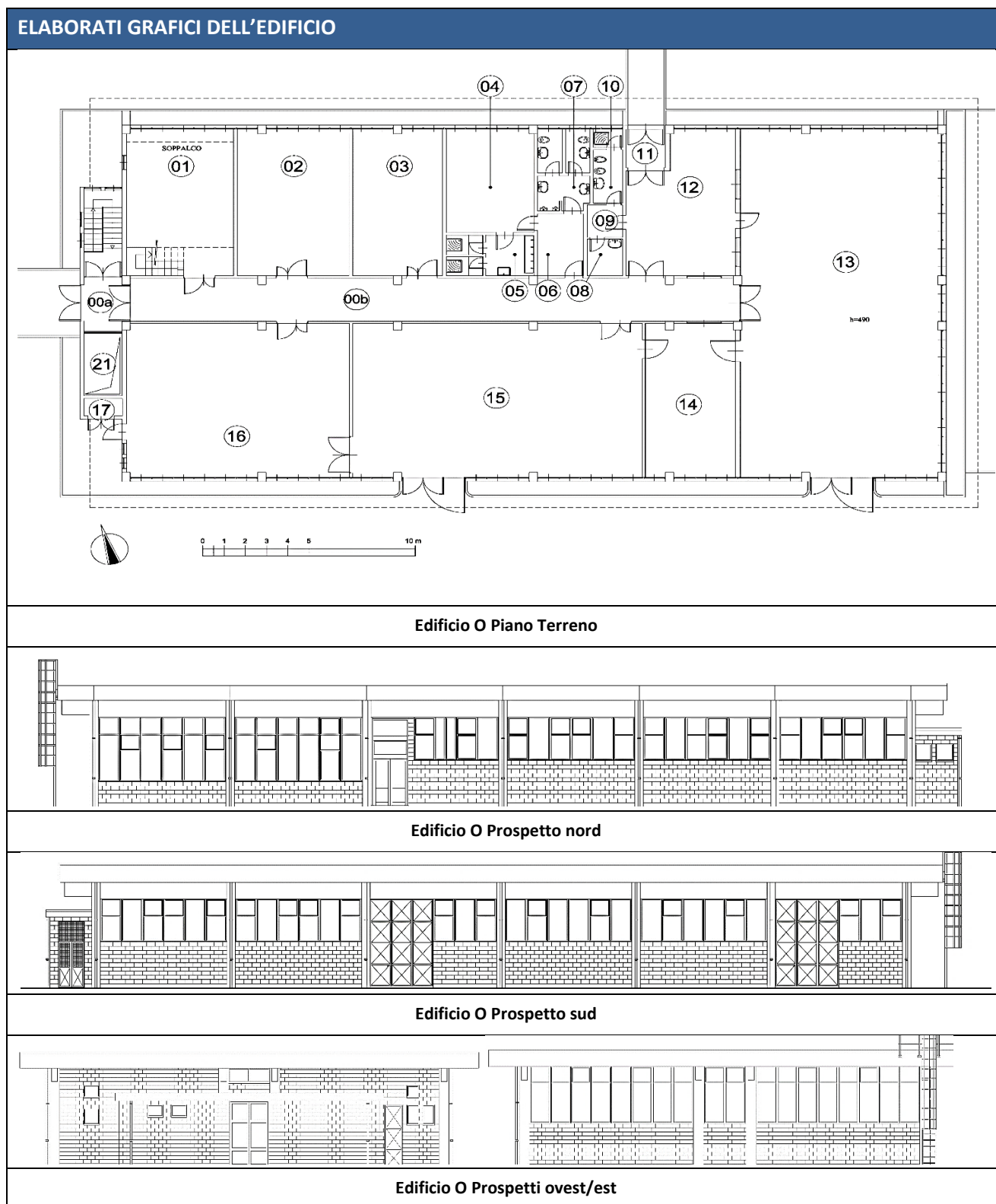




## 2.7 Edificio O

### 2.7.1 Elaborati grafici

Si riportano di seguito le immagini degli elaborati grafici forniti dal Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRiM.





## 2.7.2 Caratteristiche dimensionali e funzionali

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI CONTESTO



Facciata dell'edificio sul lato nord



Intersezione tra le facciate nord ed ovest



Dettaglio interno degli spazi dedicati alle attività di officina



Interno del locale deposito di pertinenza

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata [m <sup>2</sup> ]	Superficie lorda riscaldata [m <sup>2</sup> ]	Volume utile riscaldato [m <sup>3</sup> ]	Volume lordo riscaldato [m <sup>3</sup> ]
1	728,90	784,99	3.542,45	4521,54

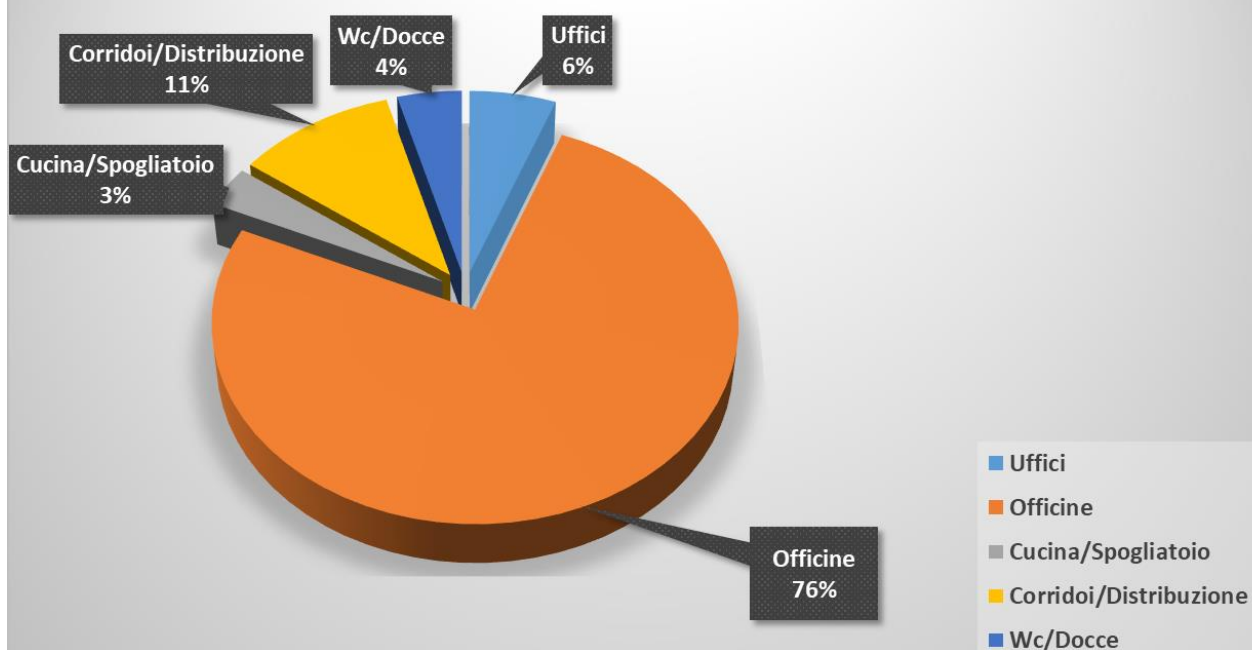
INFORMAZIONI GENERALI

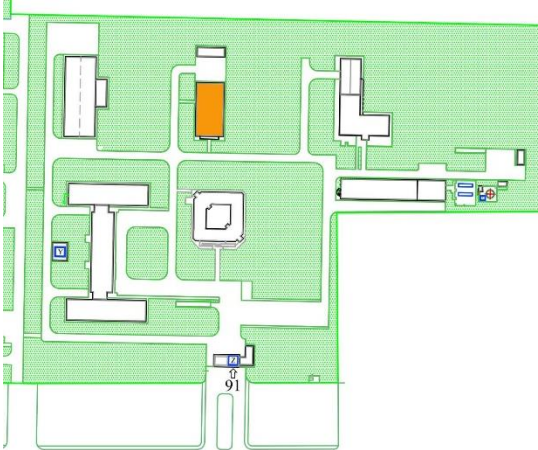
L'Edificio O costruito negli Anni Settanta è costituito da un volume riscaldato di forma regolare avente un unico piano fuori terra adibito ad officine e depositi delle attrezzature.

Il fabbricato ha un orientamento nord/sud con facciate principali dotate di grandi superfici vetrate; il corridoio di distribuzione centrale interno si trova lungo l'asse principale dell'edificio. All'interno dell'edificio si svolgono tutte le attività di costruzione/riparazione dei macchinari e delle attrezzature impiegate per le attività di ricerca dei laboratori.

## UTILIZZI PRINCIPALI

### Destinazione d'uso principali dei locali climatizzati - Edificio O



Superficie Utile dei Locali Climatizzati			Localizzazione
Destinazione d'uso	[m <sup>2</sup> ]	[% tot.]	
Uffici	42,05	5,77%	
Officine	553,71	75,97%	
Cucina/Spogliatoio	24,41	3,35%	
Corridoi/Distribuzione	77,42	10,62%	
Wc/Docce	31,31	4,30%	
<b>Totale</b>	<b>728,90</b>	<b>100,00%</b>	

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

La struttura dell'edificio è caratterizzata da una maglia di pilastri in cemento armato con tamponamenti in blocchi faccia-vista (sp=20cm). Un confronto sulle caratteristiche dell'involucro opaco del fabbricato avuto con i tecnici del "Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRIM" ha permesso di venire a conoscenza di informazioni utili a comprendere il livello di coibentazione delle strutture. Nello specifico i blocchi che caratterizzano la muratura opaca risultano coibentati internamente con l'argilla espansa. Gli infissi rilevati sono ancora quelli originari costituiti da telaio in alluminio (senza taglio termico) e vetri in parte singoli ed in parte doppi. Le superfici vetrate dell'edificio risultano molto estese e in grado di permettere un elevato livello di illuminazione naturale dei locali interni di lavoro. La copertura piana dell'edificio è caratterizzata da un solaio in latero-cemento finito all'estradosso con un manto di impermeabilizzazione in guaina bituminosa. Tale copertura non risulta coibentata né all'intradosso né all'estradosso.

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DELL'INVOLUCRO TERMICO



Intradosso del solaio in latero-cemento



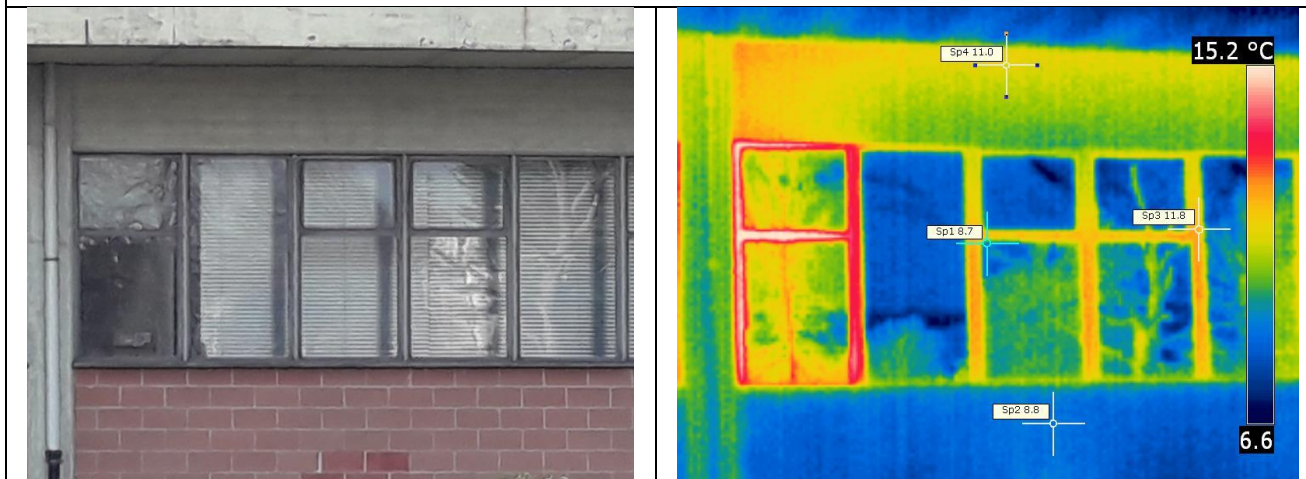
Particolare dei blocchi con coibentazione interna in argilla espansa



## ANALISI TERMOGRAFICA

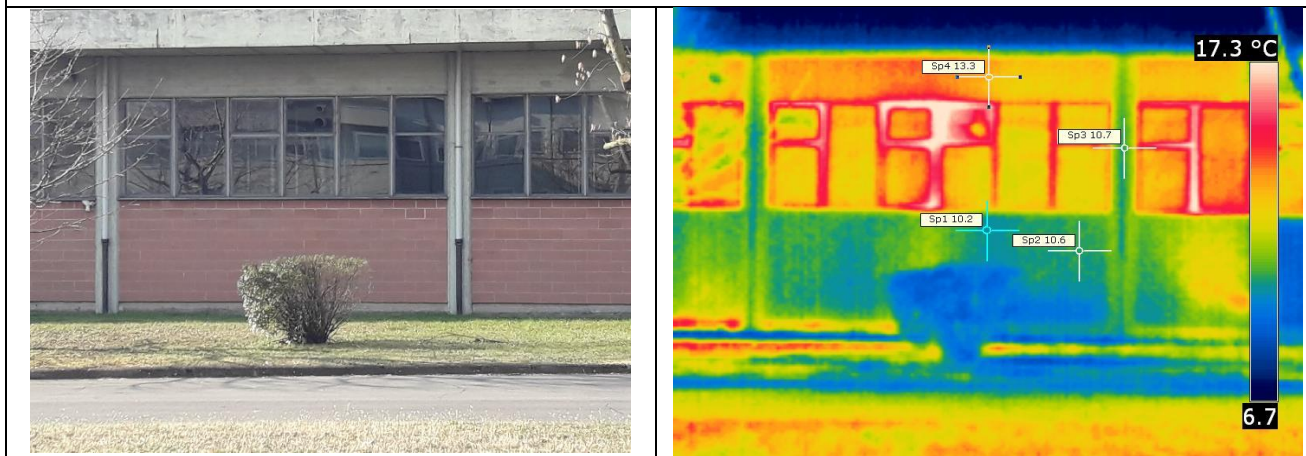
### Termografia 14:

La temperatura superficiale della trave in cemento armato risulta essere maggiore di quella dei blocchi in cls (con coibentazione interna in argilla espansa) che costituiscono la muratura di tamponamento delle officine.



### Termografia 15:

Scansione modulare della facciata tipo del fabbricato officine con orientamento nord.





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

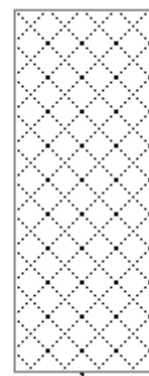
**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**

**secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370**

**Descrizione della struttura:** *Ed. O 001 Standard blocchetti*

**Codice:** *M60*

Trasmittanza termica	<b>1,239</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>200</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>10,417</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>200</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>200</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,625</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,504</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-6,9</b>	h

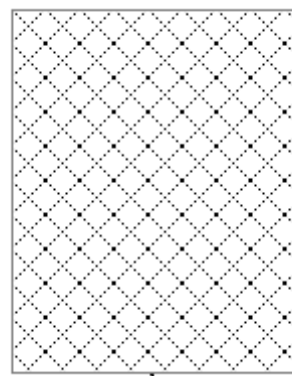


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. di argilla espansa pareti esterne a struttura aperta (um. 6%)	<b>200,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. O 002 Pilastro 40*

**Codice:** *M61*

Trasmittanza termica	<b>2,666</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>400</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,846</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>920</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>920</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,475</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,178</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-10,2</b>	h

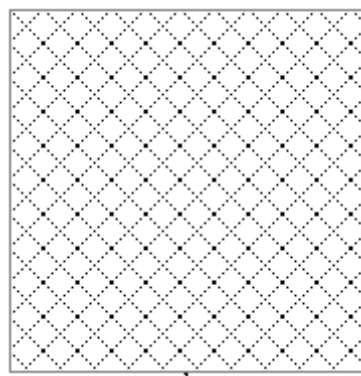


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>400,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. O 003 Pilastro 50*

**Codice:** *M62*

Trasmittanza termica	<b>2,389</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>500</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,077</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1150</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1150</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,260</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,109</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-12,5</b>	h

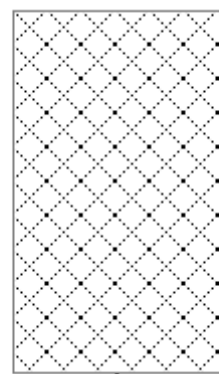


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>500,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. O 004 Sovrafinestra C.A.*

**Codice:** *M63*

Trasmittanza termica	<b>3,016</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>300</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>5,128</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>690</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>690</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,867</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,288</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-7,9</b>	h

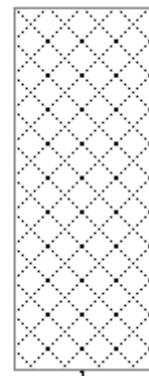


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>300,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. O 005 Standard blocchetti su NR*

**Codice:** *M64*

Trasmittanza termica	<b>1,155</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>200</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>0,2</b>	°C
Permeanza	<b>10,417</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>200</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>200</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,522</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,452</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-7,3</b>	h

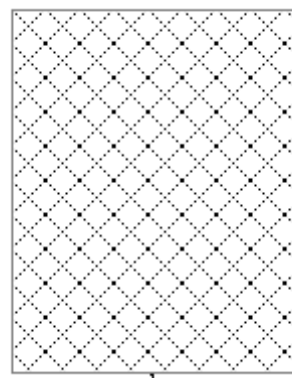


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. di argilla espansa pareti esterne a struttura aperta (um. 6%)	<b>200,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. O 006 Pilastro 40 su NR*

**Codice:** *M65*

Trasmittanza termica	<b>2,305</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>400</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>0,2</b>	°C
Permeanza	<b>3,846</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>920</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>920</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,316</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,137</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-10,6</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>400,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. O 001 Copertura delle officine*

**Codice:** *S21*

Trasmittanza termica	<b>1,624</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>333</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,351</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>608</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>590</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,367</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,226</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-10,7</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	<b>3,00</b>
2	Sottofondo di cemento magro	<b>30,00</b>
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
4	Soletta in laterizio	<b>250,00</b>
5	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	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	-



#### 2.7.4 Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici

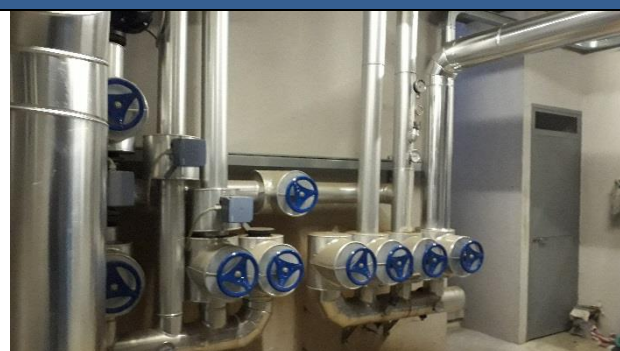
Le informazioni sulle caratteristiche impiantistiche dei fabbricati sono state ottenute, ove possibile, a seguito di un'analisi della documentazione d'archivio del Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRIM.

Tale indagine (effettuata sulla documentazione originaria di progetto), ha permesso di ottenere alcune informazioni sulle caratteristiche degli impianti termici ed elettrici dei fabbricati oggetto della presente Diagnosi Energetica.

Maggiori informazioni sono state poi ottenute mediante sopralluoghi puntuali nei singoli locali e sottocentrali di ciascuna struttura oggetto di diagnosi.

Nello specifico, l'Edificio O ospita una sottocentrale termica al piano seminterrato in cui sono alloggiati i circuiti di mandata e ritorno dell'acqua calda e dell'acqua refrigerata ai fancoil.

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DELLE SOTTOCENTRALI TERMICHE



Particolare sottocentrale termica



Dettaglio circuiti mandata acqua calda e acqua refrigerata



Dettaglio pompa di circolazione circuito acqua calda ventilconvettori



Dettaglio valvola miscelatrice circuito acqua calda ventilconvettori

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche dei circuiti secondari presenti in ciascuna sottostazione.

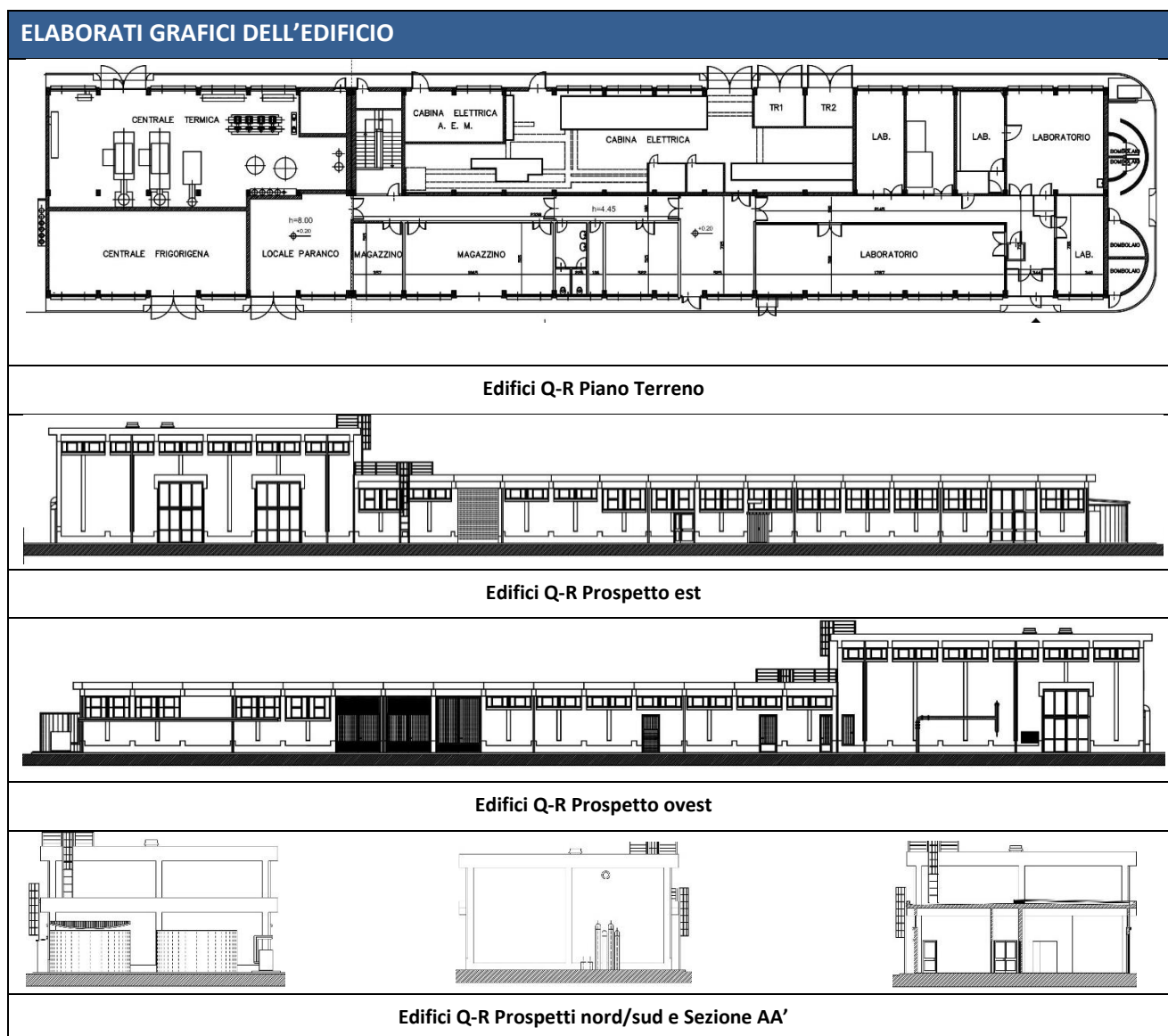
Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
Sottocentrale edificio O	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Nocchi	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,39
	Acqua fredda ventilconvettori	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente

Per quanto concerne i principali sistemi elettrici, l'impianto di illuminazione dell'edificio è costituito quasi interamente da corpi illuminanti a fluorescenza tubolari. Si precisa che l'edificio sarà interamente rifunzionalizzato e riqualificato nel breve periodo pertanto non si è proceduto ad un censimento puntuale dei corpi illuminanti.

## 2.8 Edificio Q-R

### 2.8.1 Elaborati grafici

Si riportano di seguito le immagini degli elaborati grafici forniti dal Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRiM.



## 2.8.2 Caratteristiche dimensionali e funzionali

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI CONTESTO

A wide-angle photograph of the east facade of a two-story brick building. The building features a series of windows with white frames and a blue door. A paved area with some trees and a few parked cars is in the foreground.

Facciata dell'edificio sul lato est

A photograph showing a close-up of the brick building's facade, focusing on two large black doors. A red car is parked in front of the building.

Dettaglio del volume della centrale termica

An interior photograph of a room with large windows. The room contains various pieces of equipment, including a large black machine and a blue table.

Interno delle finestre modulari di facciata

A photograph of the north facade of the building, showing a large grey cylindrical tank and a white electrical cabinet. The building is made of red brick.

Facciata nord dell'edificio

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata [m <sup>2</sup> ]	Superficie lorda riscaldata [m <sup>2</sup> ]	Volume utile riscaldato [m <sup>3</sup> ]	Volume lordo riscaldato [m <sup>3</sup> ]
1	471,54	512,04	2.093,64	2.734,29

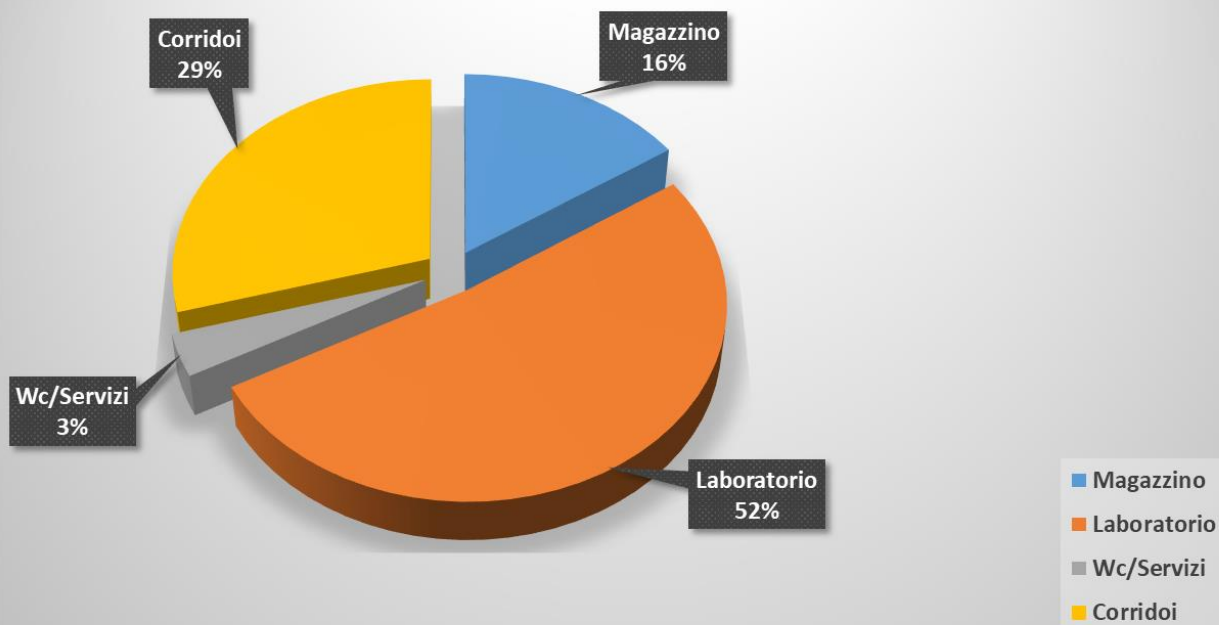
INFORMAZIONI GENERALI

Gli Edifici Q-R costituiti da un unico piano fuori terra risultano soltanto parzialmente riscaldati; parte del volume di essi ospita la Centrale Termica del complesso di INRiM e locali tecnici vari. La porzione di volume riscaldato è invece occupata da spazi adibiti a laboratori di ricerca.



## UTILIZZI PRINCIPALI

### Destinazioni d'uso principali dei locali climatizzati - Edificio Q-R



Superficie Utile dei Locali Climatizzati			Localizzazione
Destinazione d'uso	[m²]	[% tot]	
Magazzino	73,32	15,55%	
Laboratorio	243,06	51,55%	
Wc/Servizi	16,55	3,51%	
Corridoi	138,61	29,40%	
Magazzino	73,32	15,55%	
<b>Totale</b>	<b>471,54</b>	<b>100,00%</b>	

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

L'involucro dell'edificio è caratterizzato da una struttura portante a pilastri in cemento armato e tamponamenti in paramano senza coibentazione né cassavuota. La copertura piana costituita da un solaio tradizionale in latero-cemento risulta coibentata all'estradosso con un sottile strato di lana di roccia (sp=4cm circa) e finitura esterna con guaina impermeabilizzante. Gli infissi soltanto in parte sono stati (recentemente) sostituiti con altri ad alte prestazioni (taglio termico) e triplo vetro. Le finestre non ancora sostituite risultano essere quelle originarie costituite da un telaio in ferro e vetri singoli.

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DELL'INVOLUCRO TERMICO



Intradosso del solaio in latero-cemento



Dettaglio delle caratteristiche della muratura di tamponamento



Particolare della muratura dall'esterno

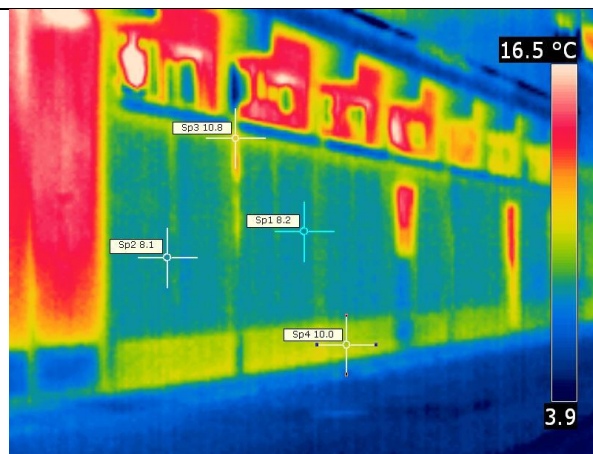


Confronto tra infissi nuovi e originari nella facciata modulare

## ANALISI TERMOGRAFICA

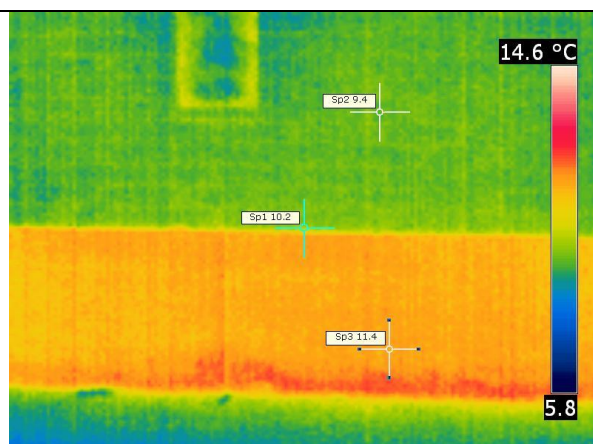
### Termografia 16:

L'immagine evidenzia il ponte termico del solaio di controterra dovuto alla presenza del cordolo in cemento armato realizzato nell'intero perimetro fabbricato.



### Termografia 17:

Dettaglio della muratura di tamponamento in paramano (internamente non coibentata) in prossimità dell'innesto con il cordolo in cemento armato.



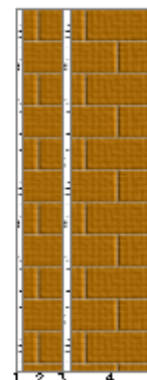
Si riportano di seguito i dettagli stratigrafici relativi alle strutture opache disperdenti dell'edificio.

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

**Descrizione della struttura:** *Ed. Q-R 001 Standard paramano*

**Codice:** *M67*

Trasmittanza termica	<b>1,834</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>195</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>140,351</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>246</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>210</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,995</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,542</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-6,1</b>	h

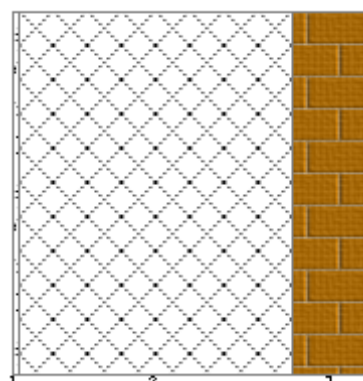


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>55,00</b>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. Q-R 002 Standard paramano con PIL*

**Codice:** *M68*

Trasmittanza termica	<b>1,647</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>530</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,778</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1082</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1064</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,120</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,073</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-13,7</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>400,00</b>

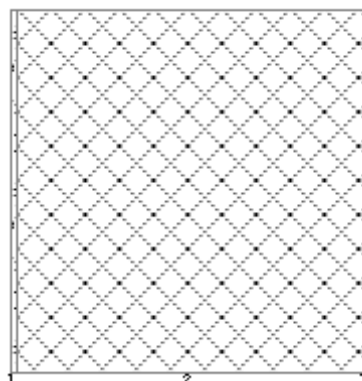


3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. Q-R 003 Cordolo*

**Codice:** *M69*

Trasmittanza termica	2,258	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	530	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	3,008	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	1209	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	1173	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,204	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	0,090	-
Sfasamento onda termica	-13,2	h

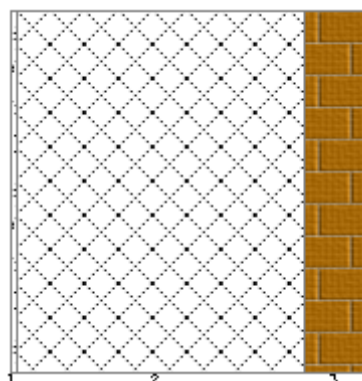


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	510,00
3	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. Q-R 004 PIL*

**Codice:** *M70*

Trasmittanza termica	1,537	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	630	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	3,033	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	1312	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	1294	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,066	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	0,043	-
Sfasamento onda termica	-16,0	h

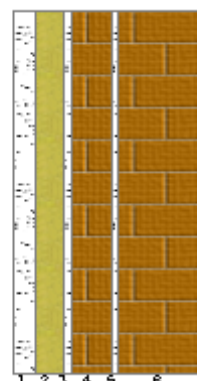


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	500,00
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. Q-R 005 Standard paramano MAG*

**Codice:** *M71*

Trasmittanza termica	<b>0,634</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>265</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>68,376</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>268</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>211</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,183</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,288</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,5</b>	h

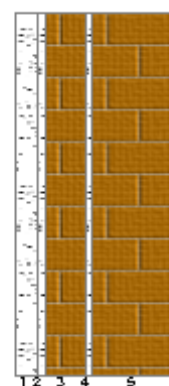


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Cartongesso in lastre	<b>30,00</b>
2	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	<b>40,00</b>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>55,00</b>
5	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
6	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. Q-R 006 Standard paramano LAB*

**Codice:** *M72*

Trasmittanza termica	<b>1,453</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>225</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>115,942</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>267</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>210</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,603</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,415</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-7,3</b>	h

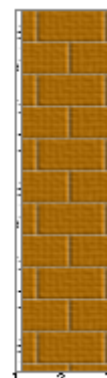


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Cartongesso in lastre	<b>30,00</b>
2	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>55,00</b>
4	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
5	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. Q-R 007 Muro interno su NR*

**Codice:** *M73*

Trasmittanza termica	<b>1,471</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>140</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-5,6</b>	°C
Permeanza	<b>192,308</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>132</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>96</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>1,082</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,736</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-4,5</b>	h

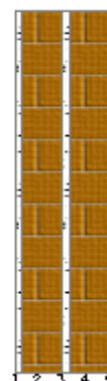


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	<b>120,00</b>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. Q-R 008 Standard intonaco*

**Codice:** *M74*

Trasmittanza termica	<b>2,300</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>140</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>186,916</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>186</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>132</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>1,673</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,728</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-4,2</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>55,00</b>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>55,00</b>
5	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. Q-R 001 Copertura*

**Codice:** *S23*

Trasmittanza termica	<b>0,663</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>393</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,351</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>644</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>626</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,059</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,088</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-12,8</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	<b>3,00</b>
2	Sottofondo di cemento magro	<b>20,00</b>
3	Lana di roccia	<b>40,00</b>
4	Sottofondo di cemento magro	<b>30,00</b>
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
6	Soletta in laterizio	<b>250,00</b>
7	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale interna	-

**Legenda simboli**

s	Spessore
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi
R	Resistenza termica
M.V.	Massa volumica
C.T.	Capacità termica specifica
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto

mm
W/mK
m <sup>2</sup> K/W
kg/m <sup>3</sup>
kJ/kgK
-



#### 2.8.4 Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici ed elettrici

Le informazioni sulle caratteristiche impiantistiche dei fabbricati sono state ottenute, ove possibile, a seguito di un'analisi della documentazione d'archivio del Settore Servizi Tecnici Sicurezza e Ambiente di INRiM.

Tale indagine (effettuata sulla documentazione originaria di progetto), ha permesso di ottenere alcune informazioni sulle caratteristiche degli impianti termici ed elettrici dei fabbricati oggetto della presente Diagnosi Energetica.

Maggiori informazioni sono state poi ottenute mediante sopralluoghi puntuali nei singoli locali e sottocentrali di ciascuna struttura oggetto di diagnosi.

Nello specifico, l'Edificio Q-R risulta essere direttamente collegato al circuito primario dell'acqua calda e dell'acqua refrigerata attraverso una valvola che determina la portata di fluido termovettore in funzione del carico termico richiesto.

Tabella riepilogativa delle UTA presenti nell'edificio Q-R:

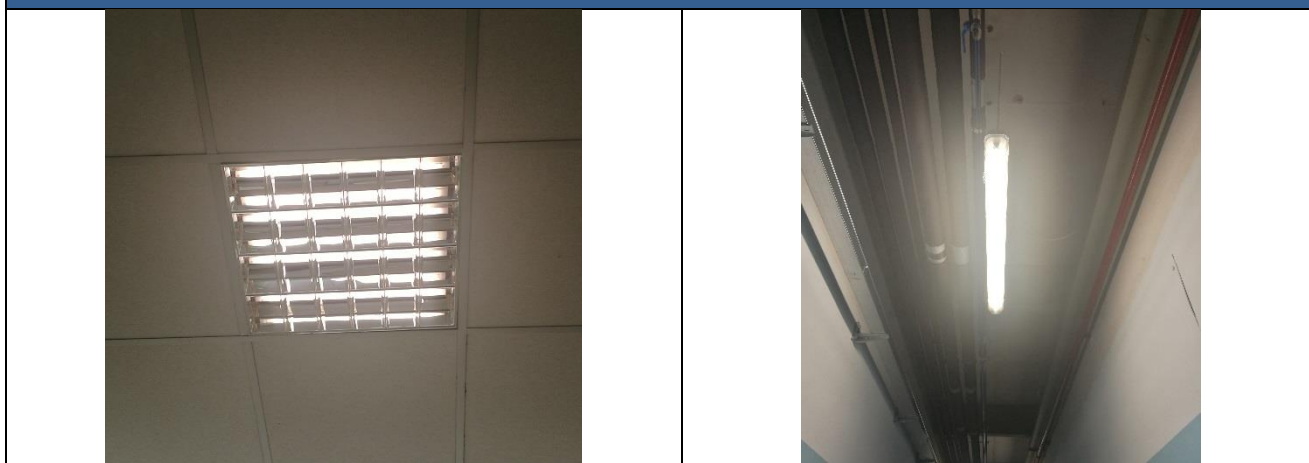
UTA	TIPOLOGIA	PORTATA [m <sup>3</sup> /h]	POTENZA [W]
GM condizionatori – CWM 58	Immissione	6.000	2.200
GM condizionatori – CWM 40	Immissione	3.900	1.500
CTA 107/114	Immissione	14.150	6.000

Per quanto concerne i principali sistemi elettrici, l'impianto di illuminazione dell'edificio è costituito quasi interamente da corpi illuminanti a fluorescenza tubolari.

All'interno di uffici e laboratori sono collocate lampade a fluorescenza lineari da 18, 36 o 58W alloggiare in plafoniere singole e doppie ed in numero di 2 o 3 per locale.

Complessivamente sono installate circa 139 lampade a fluorescenza per un totale di 6.364 W.

#### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI DETTAGLIO DEI CORPI ILLUMINANTI PRESENTI



## 2.9 Sintesi delle caratteristiche energetiche dell'involucro edilizio del Complesso

Si riportano di seguito i dettagli sulle superfici disperdenti totali dell'involucro degli edifici analizzati e delle loro principali caratteristiche geometriche e termofisiche.

### Dettaglio delle dispersioni per trasmissione dei componenti

Dispersioni strutture opache:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	θ <sub>e</sub> [°C]	S <sub>Tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Φ <sub>tr</sub> [W]	% Φ <sub>Tot</sub> [%]
M1	T	Ed. M 001 Standard C.A. MOD medio	1,048	-8,0	382,55	13146	0,9
M2	T	Ed. M 002 Standard intercapedine	1,351	-8,0	209,48	9234	0,7
M3	T	Ed. M 003 PIL	2,758	-8,0	202,85	18331	1,3
M4	T	Ed. M 004 Standard bianco	1,351	-8,0	338,14	14990	1,1
M5	T	Ed. M 005 Standard grigio	3,348	-8,0	160,91	17750	1,3
M6	T	Ed. D 001 Standard rosa	0,554	-8,0	659,97	11749	0,8
M7	T	Ed. D 002 Standard rosa con PIL	0,518	-8,0	126,55	2088	0,1
M8	T	Ed. D 003 Standard con PIL riv lamiera	2,065	-8,0	53,88	3564	0,3
M9	T	Ed. D 004 Standard su intercapedine PS	0,554	-8,0	383,08	6683	0,5
M10	T	Ed. D 005 Standard con PIL su intercapedine	0,518	-8,0	69,28	1136	0,1
M13	T	Ed. A-C 001 Standard C	1,453	-8,0	619,32	28170	2,0
M14	T	Ed. A-C 002 SF C	1,506	-8,0	290,27	13917	1,0
M15	T	Ed. A-C 003 Standard con PIL C	2,344	-8,0	144,33	10519	0,7
M16	T	Ed. A-C 004 Standard laterale C	1,453	-8,0	346,54	15554	1,1
M17	T	Ed. A-C 005 Standard laterale con PIL C	2,344	-8,0	406,38	30190	2,1
M18	T	Ed. B 001 Standard	1,527	-8,0	576,66	28092	2,0
M19	T	Ed. B 002 PIL	1,015	-8,0	250,18	8098	0,6
M20	T	Ed. B 003 SF PT	1,527	-8,0	110,92	5338	0,4
M21	T	Ed. B 004 Sovrafin PT	1,527	-8,0	90,65	4416	0,3
M22	T	Ed. B 005 SF P1	1,527	-8,0	88,54	4417	0,3
M23	T	Ed. B 006 SF P4	1,527	-8,0	60,56	2887	0,2
M24	T	Ed. B 007 SF P2-P3 Pannello	0,413	-8,0	214,40	2864	0,2
M25	T	Ed. B 008 Sovrafin Pannello	0,413	-8,0	173,84	2321	0,2
M26	G	Ed. A-C 006 Controtterra C	0,564	-8,0	251,23	4103	0,3
M27	G	Ed. B 006 Controtterra	0,564	-8,0	22,56	356	0,0
M28	G	Ed. D 008 Controtterra	0,487	-8,0	104,10	1420	0,1
M29	U	Ed. D 009 PIL su NR GV	1,772	1,2	20,11	694	0,0
M30	U	Ed. D 010 Prefabbricato su NR GV	2,956	1,2	41,26	2375	0,2
M31	U	Ed. D 011 Muratura su NR GV	1,352	1,2	162,69	4283	0,3
M32	G	Ed. M 006 Controtterra	0,564	-8,0	76,32	1270	0,1
M33	U	Ed. M 007 Standard su NR	1,204	-3,6	357,02	10672	0,8
M34	T	Ed. M 008 Basamento	1,048	-8,0	83,73	2863	0,2
M35	T	Ed. M 009 Standard grigio cornice wc	3,348	-8,0	7,68	844	0,1
M37	U	Ed. M 007 Standard su NR2 CT	1,204	4,5	95,10	1876	0,1
M38	U	Ed. D 012 Muratura su NR scala	1,789	5,4	200,40	5322	0,4
M39	U	Ed. D 013 Muratura su NR magazzini	1,789	2,9	224,89	6890	0,5
M43	T	Ed. A-C 007 Standard doppio muro C	1,063	-8,0	88,70	3361	0,2
M44	T	Ed. A-C 008 Standard doppio muro con PIL C	2,003	-8,0	11,59	828	0,1
M45	U	Ed. A-C 009 Standard doppio muro su NR C	0,970	4,8	127,07	2072	0,1
M46	U	Ed. A-C 010 Muratura su NR C	1,868	4,8	443,67	12579	0,9
M49	T	Ed. A-C 001 Standard A	1,453	-8,0	516,33	23478	1,7

M50	T	Ed. A-C 002 SF A	1,506	-8,0	302,45	14307	1,0
M51	T	Ed. A-C 003 Standard con PIL A	2,344	-8,0	128,58	9417	0,7
M52	T	Ed. A-C 004 Standard laterale A	1,453	-8,0	244,08	10884	0,8
M53	T	Ed. A-C 005 Standard laterale con PIL A	2,344	-8,0	45,54	3273	0,2
M55	U	Ed. B 010 Muratura su NR	1,789	0,3	843,96	30234	2,2
M57	T	Ed. B 011 Standard su intercapedine PS	1,527	-8,0	218,01	10187	0,7
M58	U	Ed. A-C 010 Muratura su NR A	1,868	-2,4	227,15	9547	0,7
M59	T	Ed. B 012 Standard con PIL su intercapedine	2,344	-8,0	23,40	1677	0,1
M60	T	Ed. O 001 Standard blocchetti	1,289	-8,0	310,12	12426	0,9
M61	T	Ed. O 002 Pilastro 40	2,908	-8,0	33,54	3003	0,2
M62	T	Ed. O 003 Pilastro 50	2,581	-8,0	17,28	1415	0,1
M63	T	Ed. O 004 Sovrafinestra C.A.	3,329	-8,0	51,22	5250	0,4
M64	U	Ed. O 005 Standard blocchetti su NR	1,155	0,2	45,38	1037	0,1
M65	U	Ed. O 006 Pilastro 40 su NR	2,305	0,2	3,36	153	0,0
M67	T	Ed. Q-R 001 Standard paramano	1,945	-8,0	180,87	11320	0,8
M68	T	Ed. Q-R 002 Standard paramano con PIL	1,736	-8,0	41,65	2305	0,2
M69	T	Ed. Q-R 003 Cordolo	2,429	-8,0	32,80	2544	0,2
M70	T	Ed. Q-R 004 PIL	1,614	-8,0	4,81	261	0,0
M71	T	Ed. Q-R 005 Standard paramano MAG	0,647	-8,0	20,24	422	0,0
M72	T	Ed. Q-R 006 Standard paramano LAB	1,522	-8,0	16,88	828	0,1
M73	U	Ed. Q-R 007 Muro interno su NR	1,471	-5,6	437,74	16480	1,2
M74	T	Ed. Q-R 008 Standard intonaco	2,477	-8,0	8,40	662	0,0
M76	T	Ed. L 001 Standard prefabbricato	0,863	-8,0	871,64	24179	1,7
M77	T	Ed. L 002 Standard prefabbricato con PIL	2,751	-8,0	198,91	17048	1,2
M78	T	Ed. L 003 Standard prefabbricato uffici	0,719	-8,0	206,81	4399	0,3
M79	T	Ed. L 004 SF di Standard prefabbricato uffici	0,856	-8,0	47,31	1137	0,1
M80	G	Ed. L 005 Controtterra	0,604	-8,0	576,41	9751	0,7
M81	U	Ed. L 006 Standard prefabbricato su NR	0,801	-5,4	29,05	592	0,0
P1	U	Ed. A-C 001 Pavimento su NR C	1,476	4,8	436,66	9783	0,7
P2	G	Ed. A-C 002 Pavimento su terreno C	0,272	-8,0	485,42	3870	0,3
P3	U	Ed. B 001 Pavimento su NR	1,476	0,3	105,41	3169	0,2
P4	G	Ed. B 002 Pavimento su terreno	0,121	-8,0	419,84	1427	0,1
P5	G	Ed. B 003 Pavimento su terreno Loc. Termostattizzati	0,175	-8,0	357,95	1759	0,1
P6	G	Ed. M 001 Pavimento su terreno	0,178	-8,0	1111,03	5840	0,4
P7	G	Ed. D 001 Pavimento su terreno	0,228	-8,0	1061,87	6765	0,5
P8	U	Ed. D 002 Pavimento su NR GV	1,270	1,2	110,15	2723	0,2
P9	U	Ed. M 002 Pavimento su NR	1,270	4,5	76,89	1600	0,1
P10	T	Ed. M 003 Pavimento su esterno	1,521	-8,0	17,56	788	0,1
P12	U	Ed. D 003 Pavimento su NR magazzini	1,270	2,9	43,65	982	0,1
P15	U	Ed. A-C 003 Pavimento su NR A	1,476	-2,4	901,57	29775	2,1
P18	G	Ed. O 001 Pavimento su terreno	0,266	-8,0	784,99	5844	0,4
P20	G	Ed. Q-R 001 Pavimento su terreno	0,399	-8,0	512,04	5717	0,4
P22	G	Ed. L 001 Pavimento su terreno	0,175	-8,0	1445,13	7086	0,5
P23	U	Ed. L 001 Pavimento su NR	1,817	-5,4	25,01	1156	0,1
S1	T	Ed. A-C 001 Doppio Solaio C	0,875	-8,0	855,30	20946	1,5
S2	T	Ed. A-C 002 Solaio del P4 C	2,052	-8,0	38,94	2237	0,2
S3	T	Ed. B 001 Doppio Solaio standard	0,416	-8,0	564,43	6816	0,5
S4	T	Ed. B 002 Doppio Solaio standard 2	0,414	-8,0	105,11	1263	0,1
S5	T	Ed. M 001 Solaio su corte interna	1,717	-8,0	293,89	14884	1,1
S6	T	Ed. M 002 Doppio Solaio	0,416	-8,0	777,69	9553	0,7
S7	T	Ed. D 001 Doppio Solaio	0,416	-8,0	667,53	7998	0,6



S8	T	Ed. D 002 Solaio su terrazzo	2,052	-8,0	72,91	4339	0,3
S9	U	Ed. M 003 Doppio Solaio su locali tecnici	0,408	-6,9	85,04	985	0,1
S12	U	Ed. D 003 Solaio su locali tecnici PCOP	1,827	5,4	86,91	2353	0,2
S13	U	Ed. D 004 Solaio su locali tecnici grande volume	1,827	1,2	344,12	11818	0,8
S15	T	Ed. A-C 003 Copertura della scala C	2,052	-8,0	43,50	2499	0,2
S16	T	Ed. A-C 004 Doppio Solaio A	0,875	-8,0	860,56	21075	1,5
S17	U	Ed. A-C 005 Solaio su Loc pompe NR	1,861	-5,1	139,91	6546	0,5
S20	U	Ed. B 003 Solaio su Loc tecnico NR	1,861	-1,7	209,54	9085	0,6
S21	T	Ed. O 001 Copertura delle officine	1,711	-8,0	784,99	37600	2,7
S23	T	Ed. Q-R 001 Copertura	0,677	-8,0	512,04	9711	0,7
S25	T	Ed. L 001 Copertura	1,125	-8,0	1483,59	46751	3,3

Totale:

850217

60,5

### Dettaglio delle dispersioni per trasmissione dei componenti

#### Dispersioni strutture trasparenti:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m²K]	θe [°C]	S <sub>Tot</sub> [m²]	Φ <sub>tr</sub> [W]	% Φ <sub>Tot</sub> [%]
W1	T	Ed. M 001 232x120 all dv	4,431	-8,0	30,62	4476	0,3
W2	T	Ed. M 002 105x100 all dv	4,416	-8,0	3,15	424	0,0
W3	T	Ed. M 003 299x120 all dv	4,291	-8,0	3,59	454	0,0
W4	T	Ed. M 004 146x214 REI	2,219	-8,0	12,50	920	0,1
W5	U	Ed. M 005 163x217 REI NR	2,218	4,5	24,76	887	0,1
W6	T	Ed. M 006 198x120 all dv	4,424	-8,0	7,13	1023	0,1
W7	T	Ed. M 007 150x120 all dv	4,285	-8,0	1,80	228	0,0
W8	T	Ed. M 008 85x223 all dv	4,765	-8,0	1,90	266	0,0
W9	T	Ed. M 009 96x120 all dv	4,606	-8,0	1,15	180	0,0
W10	T	Ed. M 010 300x120 all dv	4,290	-8,0	3,60	524	0,0
W11	T	Ed. M 011 215x176 all dv	4,016	-8,0	287,58	37841	2,7
W12	T	Ed. M 012 213x251 all vs	6,026	-8,0	5,35	1093	0,1
W13	T	Ed. M 013 99x98 all dv	4,458	-8,0	11,64	1703	0,1
W14	T	Ed. M 014 392x255 all vs	5,769	-8,0	19,99	3743	0,3
W15	T	Ed. M 015 165x255 all vs	5,844	-8,0	8,41	1596	0,1
W16	T	Ed. M 016 250x255 all vs	6,041	-8,0	6,38	1363	0,1
W18	T	Ed. D 001 263x275 all dv	5,098	-8,0	7,23	1136	0,1
W19	T	Ed. D 002 140x80 all dv	5,818	-8,0	2,46	482	0,0
W20	T	Ed. D 003 308x80 all dv	4,566	-8,0	9,86	1386	0,1
W21	T	Ed. D 004 308x80 all dv	5,262	-8,0	6,46	1046	0,1
W22	T	Ed. D 005 310x310 portone fe	7,000	-8,0	9,61	2260	0,2
W23	T	Ed. D 006 145x246 all dv	4,609	-8,0	3,57	529	0,0
W24	T	Ed. D 007 227x325 portone fe	7,000	-8,0	7,38	1446	0,1
W25	T	Ed. D 008 246x92 all dv	4,597	-8,0	2,26	350	0,0
W26	T	Ed. D 009 50x92 all dv	4,970	-8,0	0,92	154	0,0
W27	T	Ed. D 010 144x281 all dv	4,456	-8,0	4,05	606	0,0
W28	T	Ed. D 011 279x94 all dv	4,486	-8,0	5,25	758	0,1
W29	T	Ed. D 012 288x94 all dv	4,464	-8,0	2,71	406	0,0
W30	T	Ed. D 013 282x285 porta fe	7,000	-8,0	8,04	1733	0,1
W31	T	Ed. D 014 153x260 all dv	4,724	-8,0	3,98	526	0,0
W32	T	Ed. D 015 254x80 all dv	5,207	-8,0	2,03	296	0,0
W33	T	Ed. D 016 314x86 all dv	4,345	-8,0	2,70	400	0,0
W35	T	Ed. D 018 280x240 all dv	4,041	-8,0	87,36	12369	0,9
W38	U	Ed. D 021 80x210 porta legno NR	2,200	1,2	1,68	72	0,0
W39	U	Ed. D 022 260x430 portone fe NR	7,000	1,2	11,18	1524	0,1
W40	U	Ed. D 023 567x584 portone fe NR	7,000	1,2	33,11	4513	0,3

W41	T	Ed. D 024 150x241 all dv	4,342	-8,0	3,62	455	0,0
W42	T	Ed. D 025 123x238 all dv	4,632	-8,0	8,78	1180	0,1
W44	T	Ed. D 027 163x240 all dv	4,986	-8,0	15,65	2467	0,2
W46	T	Ed. D 029 147x240 all dv	4,448	-8,0	7,06	1001	0,1
W47	U	Ed. D 030 130x215 all dv NR	7,019	5,4	8,39	860	0,1
W49	T	Ed. D 032 150x148 all dv	4,357	-8,0	8,88	1279	0,1
W50	T	Ed. D 033 313x148 all dv	4,354	-8,0	106,55	15205	1,1
W51	T	Ed. D 034 485x147 all dv	4,312	-8,0	7,13	892	0,1
W52	T	Ed. D 035 80x148 all dv	4,520	-8,0	1,18	155	0,0
W55	T	Ed. D 004 SPECCHIO 308x80 all dv	5,262	-8,0	4,30	729	0,1
W56	T	Ed. D 011 SPECCHIO 279x94 all dv	4,486	-8,0	5,25	758	0,1
W57	T	Ed. D 012 SPECCHIO 288x94 all dv	4,464	-8,0	8,12	1168	0,1
W58	T	Ed. D 016 SPECCHIO 314x86 all dv	4,345	-8,0	24,30	2957	0,2
W59	T	Ed. D 017 SPECCHIO 180x241 all dv	4,421	-8,0	13,01	1707	0,1
W60	T	Ed. D 018 SPECCHIO 280x240 all dv	4,041	-8,0	60,48	7614	0,5
W61	T	Ed. D 019 SPECCHIO 277x125 all dv	4,638	-8,0	13,85	1927	0,1
W62	T	Ed. D 020 SPECCHIO 80x147 all dv	4,107	-8,0	3,53	483	0,0
W63	T	Ed. D 033 SPECCHIO 313x148 all dv	4,354	-8,0	55,59	7675	0,5
W64	T	Ed. D 035 SPECCHIO 80x148 all dv	4,520	-8,0	8,29	1212	0,1
W65	T	Ed. D 036 SPECCHIO 280x233 all dv	4,279	-8,0	13,05	1619	0,1
W66	T	Ed. D 037 SPECCHIO 140x233 all dv	4,607	-8,0	13,05	1743	0,1
W67	T	Ed. A-C 001 216x202 all vs DOPPIA FIN	2,878	-8,0	157,08	13607	1,0
W68	T	Ed. A-C 002 103x301 all vs DOPPIA FIN	2,898	-8,0	49,60	4227	0,3
W69	T	Ed. A-C 003 103x266 all dv	4,753	-8,0	16,44	2625	0,2
W70	T	Ed. A-C 004 95x203 all vs DOPPIA FIN	2,903	-8,0	269,99	24647	1,8
W71	T	Ed. A-C 005 85x85 all vs	6,422	-8,0	20,95	4255	0,3
W72	T	Ed. A-C 006 301x293 all vs DOPPIA FIN	2,868	-8,0	79,37	6374	0,5
W73	T	Ed. A-C 007 124x293 all vs DOPPIA FIN	2,915	-8,0	43,60	4271	0,3
W74	T	Ed. A-C 008 299x295 all dv	4,619	-8,0	35,28	4563	0,3
W75	T	Ed. A-C 009 104x98 all vs	6,253	-8,0	3,06	607	0,0
W76	T	Ed. A-C 010 180x220 all vs	6,200	-8,0	3,96	687	0,0
W77	T	Ed. A-C 011 85x40 fe vs	6,169	-8,0	3,06	596	0,0
W78	T	Ed. A-C 001 SPECCHIO 216x202 all vs DOPPIA FIN	2,878	-8,0	257,43	23469	1,7
W79	T	Ed. A-C 006 SPECCHIO 301x293 all vs DOPPIA FIN	2,868	-8,0	17,64	1416	0,1
W80	T	Ed. A-C 008 SPECCHIO 299x295 all dv	4,619	-8,0	8,82	1141	0,1
W81	T	Ed. B 001 80x80 all dv TT	5,047	-8,0	11,52	1897	0,1
W82	T	Ed. B 002 325x186 all dv TT	4,105	-8,0	72,54	10363	0,7
W83	T	Ed. B 002 SPECCHIO 325x186 all dv TT	4,105	-8,0	84,63	10075	0,7
W84	T	Ed. B 003 216x289 all dv TT	4,859	-8,0	12,48	2111	0,2
W85	T	Ed. B 004 106x186 all dv TT	4,484	-8,0	3,94	615	0,0
W86	T	Ed. B 005 326x187 all dv TT	4,558	-8,0	85,35	14138	1,0
W87	T	Ed. B 005 SPECCHIO 326x187 all dv TT	4,558	-8,0	85,35	11281	0,8
W88	T	Ed. B 006 326x178 all dv TT	4,580	-8,0	127,66	20347	1,4
W89	T	Ed. B 006 SPECCHIO 326x178 all dv TT	4,580	-8,0	162,48	21580	1,5
W90	T	Ed. B 007 282x182 all dv TT	4,382	-8,0	20,53	2834	0,2
W91	T	Ed. B 008 147x188 all dv TT	4,220	-8,0	33,16	5094	0,4
W92	T	Ed. B 008 SPECCHIO 147x188 all dv TT	4,220	-8,0	77,38	9470	0,7
W93	T	Ed. B 009 327x40 all dv TT	6,157	-8,0	18,31	3472	0,2
W94	T	Ed. B 009 OSCURATA 327x40 all dv TT	6,157	-8,0	3,92	676	0,0
W95	T	Ed. A-C 001 OSCURATA 216x202 all vs DOPPIA FIN	2,878	-8,0	91,63	8122	0,6
W99	T	Ed. D 099 SPECCHIO 119x233 all dv	4,560	-8,0	2,77	422	0,0
W104	U	Ed. A-C 066 163x217 REI NR	2,218	4,8	56,59	1952	0,1
W111	T	Ed. O 001 173x411 all dv	4,841	-8,0	7,11	1157	0,1
W112	T	Ed. O 002 601x295 fe dv	3,895	-8,0	35,46	4640	0,3
W113	T	Ed. O 003 401x197 fe dv	4,049	-8,0	7,90	1075	0,1

W114	T	Ed. O 004 601x197 fe dv	4,077	-8,0	82,88	10271	0,7
W115	T	Ed. O 005 80x80 fe vs	5,956	-8,0	0,64	117	0,0
W116	T	Ed. O 006 80x60 fe vs	5,985	-8,0	0,96	177	0,0
W118	T	Ed. O 008 91x300 fe opaca	7,000	-8,0	2,73	589	0,0
W119	T	Ed. O 009 80x62 fe vs	5,981	-8,0	0,99	183	0,0
W120	T	Ed. O 010 300x418 fe opaca	7,000	-8,0	25,08	4916	0,3
W121	T	Ed. O 011 301x197 fe dv	3,917	-8,0	11,86	1301	0,1
W122	T	Ed. O 012 806x197 fe dv	3,915	-8,0	31,76	4003	0,3
W123	T	Ed. O 013 208x197 fe dv	3,901	-8,0	4,10	515	0,0
W124	T	Ed. O 014 246x62 fe vs alta	5,979	-8,0	1,53	281	0,0
W125	T	Ed. A-C 077 216x202 all vs VELUX	6,597	-8,0	0,98	181	0,0
W126	U	Ed. O 077 200x331 all dv su NR	5,770	0,2	6,62	756	0,1
W130	T	Ed. Q-R 001 324x178 le trv	2,287	-8,0	63,44	4636	0,3
W131	T	Ed. Q-R 002 347x405 all dv	4,873	-8,0	14,05	2205	0,2
W132	T	Ed. Q-R 003 160x237 all dv	5,638	-8,0	3,79	688	0,0
W133	T	Ed. Q-R 004 324x97 le trv	2,378	-8,0	3,14	241	0,0
W134	T	Ed. Q-R 005 324x97 fe vs	5,965	-8,0	6,29	1207	0,1
W135	T	Ed. Q-R 006 300x400 serranda	7,000	-8,0	12,00	2705	0,2
W136	T	Ed. Q-R 007 324x178 fe vs	5,930	-8,0	5,77	1053	0,1
W140	T	Ed. L 001 170x170 all vs DOPPIA FIN	2,813	-8,0	98,26	9036	0,6
W141	T	Ed. L 002 328x414 portone fe	7,000	-8,0	40,74	8916	0,6
W142	T	Ed. L 003 175x57 all vs	6,552	-8,0	5,99	1098	0,1
W143	T	Ed. L 004 126x300 all dv	5,000	-8,0	3,78	582	0,0
W144	T	Ed. L 005 127x77 all vs	6,323	-8,0	1,96	381	0,0
W145	T	Ed. L 006 157x172 all vs	6,089	-8,0	2,70	506	0,0
W146	T	Ed. L 011 170x170 all vs DOPPIA FIN SF	2,813	-8,0	86,70	6828	0,5

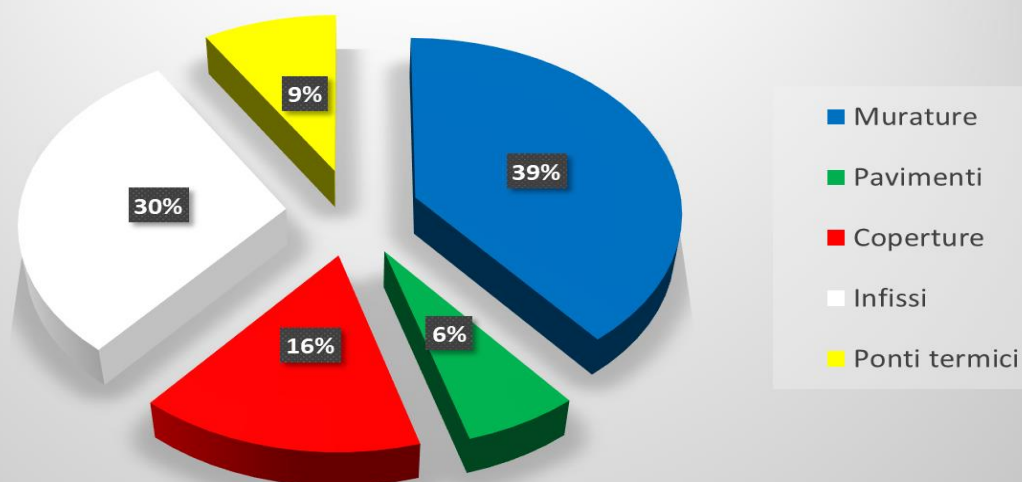
**Totale:**

**428976**

**30,5**

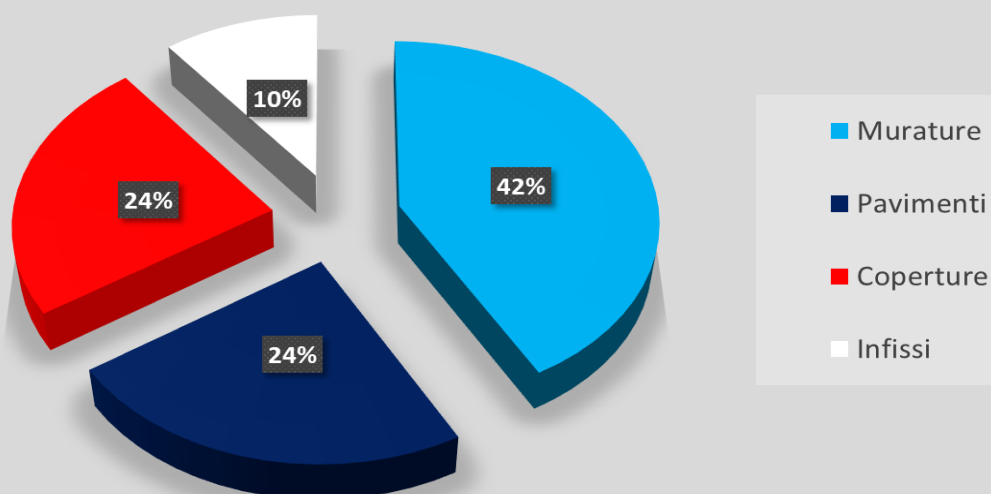
A partire dalle informazioni sopradescritte, viene effettuata un'analisi preliminare dello stato di fatto. Viene ora riportata una rappresentazione delle dispersioni per tipologia edilizia.

### Ripartizione delle dispersioni



Incidenza dispersioni dei componenti involucro

### Incidenza delle superfici disperdenti



Incidenza superfici dei componenti involucro

I grafici hanno lo scopo di individuare l'incidenza dei componenti sulla geometria dell'intero complesso analizzato e le maggiori dispersioni dei componenti sugli involucri riscaldati degli n.8 edifici. Obiettivo dei grafici è l'individuazione dei deficit energetici dei vari componenti al fine di ipotizzare gli interventi maggiormente efficaci di riqualificazione energetica.



## *2.10 Descrizione delle prestazioni energetiche dei principali impianti termici del Complesso*

La centrale termica ospita tre caldaie di cui una a condensazione ad alta efficienza installata nell'estate del 2018, che assolvono ai servizi di climatizzazione invernale degli edifici e post-riscaldamento delle UTA.

Il fluido termovettore viene distribuito alle singole utenze mediante un anello primario che raggiunge i singoli edifici dove viene ripartito sui differenti circuiti presenti in ciascuna sottocentrale.

I principali terminali di emissione sono termosifoni o termoconvettori, fancoil (a 2 e 4 tubi) e bocchette per aria trattata centralizzata.

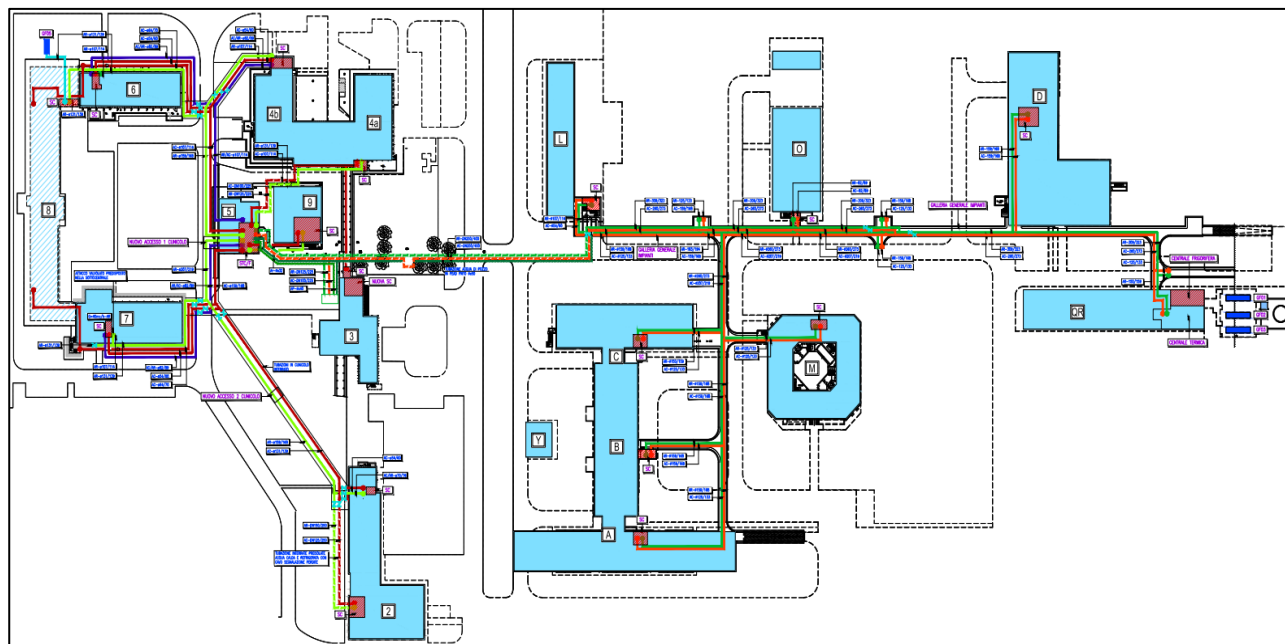
Per quanto concerne il servizio di climatizzazione estiva, è presente all'esterno della centrale termica una centrale frigo che ospita tre gruppi frigo di cui uno installato nel dicembre del 2018.

L'acqua refrigerata prodotta in centrale viene distribuita alle singole utenze mediante un sistema di distribuzione simile a quello descritto per l'acqua calda, attraverso un anello primario ed una successiva ripartizione sui singoli circuiti secondari ospitati in ciascuna sottocentrale.

### 2.10.1 Descrizione impianti centralizzati per la climatizzazione invernale

Nella centrale termica viene prodotta l'energia termica necessaria per le batterie di post riscaldamento delle UTA e per il soddisfacimento del fabbisogno termico invernale dei locali dell'Istituto.

Gli edifici attualmente asserviti alla centrale termica sono rappresentati nella planimetria sottostante.



Planimetria con rete di distribuzione ed edifici asserviti

Si precisa che soltanto dal 2018 sono stati annessi all'Istituto di Ricerca Metrologica gli edifici 2,3,4a,4b,5,6,7 e 8, precedente di competenza del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR). Tale fusione ha comportato il contestuale ampliamento della rete di distribuzione del fluido termovettore dalla centrale termica alle sottostazioni termiche degli edifici di recente acquisizione.

Inoltre, nell'estate del 2018 è stata parzialmente rinnovata la centrale termica mediante la sostituzione di una caldaia ormai obsoleta con una caldaia a condensazione ad alta efficienza da 1674 kW (al focolare).

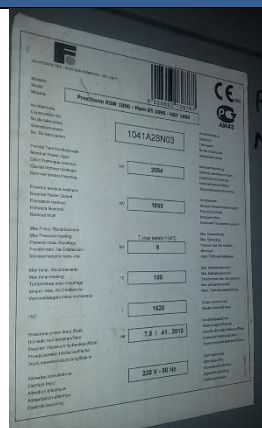
Il fluido termovettore (acqua) è distribuito alle sottocentrali termiche poste in corrispondenza di ciascun edificio mediante un anello primario mantenuto in temperatura dalla centrale termica. Dalle diverse sottocentrali termiche si diramano i circuiti secondari diretti ai terminali di emissione od alle unità di trattamento aria.

## Sottosistema di generazione

Attualmente il sottosistema di generazione è costituito da tre caldaie alimentate a metano, di cui due tradizionali ed una a condensazione.

### Foto della centrale termica - Sottosistema di generazione

#### Caldaia tradizionale Ferroli NGT 1890



#### Caldaia tradizionale Biasi TN-AR 1000



#### Caldaia a condensazione ICI CALDAIE Greenox BT 180 COND G CAL



Riepilogo caratteristiche sottosistema di generazione a metano attuale.

<b>Marca</b>	Ferroli	Biasi	ICI Caldaie
<b>Modello</b>	NGT 1890	TN-AR 1000	GREENOX BT 180 COND G CAL
<b>Tipologia</b>	Tradizionale	Tradizionale	Condensazione
<b>Combustibile</b>	Metano	Metano	Metano
<b>Potenza termica al focolare [kW]</b>	2054	1290,55	1674
<b>Potenza termica utile [kW]</b>	1890	1162,8	1646
<b>Anno di installazione</b>	2010	1999	2018
<b>Servizio</b>	Climatizzazione invernale	Alimentazione batterie post-riscaldamento UTA	Climatizzazione invernale

Si riportano di seguito gli impianti termici presenti in centrale termica fino al 2018.

<b>Marca</b>	Ferroli	Biasi	Biasi
<b>Modello</b>	NGT 1890	TN-AR 1000	TN-AR 1500
<b>Tipologia</b>	Tradizionale	Tradizionale	Tradizionale
<b>Combustibile</b>	Metano	Metano	Metano
<b>Potenza termica al focolare [kW]</b>	2054	1290,5	1935,8
<b>Potenza termica utile [kW]</b>	1890	1162,8	1744,2
<b>Anno di installazione</b>	2010	1999	2010
<b>Servizio</b>	Climatizzazione invernale	Alimentazione batterie post-riscaldamento UTA	Climatizzazione invernale



## Sottosistema di distribuzione

La rete di distribuzione consta di un anello primario che collega la centrale termica alle sottostazioni termiche di ciascun edificio mediante linee interrate od ospitate all'interno della galleria generale impianti. Da tali sottostazioni si diramano i circuiti secondari che trasportano il fluido termovettore direttamente ai terminali di emissione od alle batterie delle Unità di Trattamento Aria.

All'interno delle singole strutture, il sistema di distribuzione consiste nella maggior parte dei casi in un impianto a colonne montanti (distribuzione verticale) che alimenta i terminali posti ai vari piani dell'edificio.

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche dei circuiti secondari presenti in ciascuna sottostazione.

Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
Centrale termica	Mandata anello primario	Climatizzazione invernale	Grundfos	4	Scarso	Velocità costante	22
Sottocentrale edificio A	Acqua calda termosifoni	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua calda fancoil	Climatizzazione invernale	Lowara	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	2,2
	Acqua fredda fancoil	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
Sottocentrale edificio B	Acqua calda/fredda fancoil uffici	Climatizzazione invernale ed estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	3
	Acqua calda fancoil laboratori	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,5
	Acqua calda batterie CTA	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2
	Acqua fredda fancoil laboratori	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	5,5
	Acqua fredda CTA	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	5,5
Sottocentrale edificio C	Acqua calda termoconvettori	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Batterie calde condizionatore	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente

Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
	Acqua fredda ventilconvettori a semplice batteria	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Mandata a batteria fredda UTA	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
Sottocentrale edificio D	Acqua calda lab AT CDZ	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2
	Acqua refrigerata lab AT CDZ	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2
	Acqua refrigerata uffici CDZ	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,85
	Acqua calda uffici CDZ	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	3
	Acqua calda radiatori	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,25
	Acqua calda fancoil	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	4
Sottocentrale edificio L	Acqua calda uffici UTA (circuito chiuso)	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua calda termoconvettori	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Marelli Motori	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,92
	Acqua calda UTA microfoni	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua fredda uffici UTA (circuito chiuso)	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua fredda ventilconvettori	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua fredda UTA microfoni	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
Sottocentrale edificio M	Acqua calda CDZ in copertura	Climatizzazione invernale	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,5

Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
	Acqua calda radiatori servizi	Climatizzazione invernale	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,37
	Acqua calda fancoil sala esposizione	Climatizzazione invernale	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,55
	Acqua calda fancoil uffici	Climatizzazione invernale					
	Acqua fredda CDZ in copertura	Climatizzazione estiva	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,5
	Acqua fredda fancoil sala congressi	Climatizzazione estiva	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,1
	Acqua fredda fancoil uffici	Climatizzazione estiva	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,1
Sottocentrale edificio O	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Nocchi	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,39
	Acqua fredda ventilconvettori	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
Sottocentrale edificio C-centrale di condizionamento camere schermate	Acqua calda UTA	Climatizzazione invernale	KSB	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,55
	Acqua fredda UTA	Climatizzazione estiva	KSB	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Sottostazione condizionamento lab. Edificio "A"- "B"	Acqua calda GTA	Climatizzazione invernale	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,37
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,585
	Acqua calda fancoil UPS	Climatizzazione invernale	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità variabile	n/d
	Acqua refrigerata GTA	Climatizzazione estiva	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,585
	Acqua refrigerata ventilconvettori	Climatizzazione estiva	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,585
	Acqua refrigerata fancoil UPS	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente

## Sottosistema di distribuzione

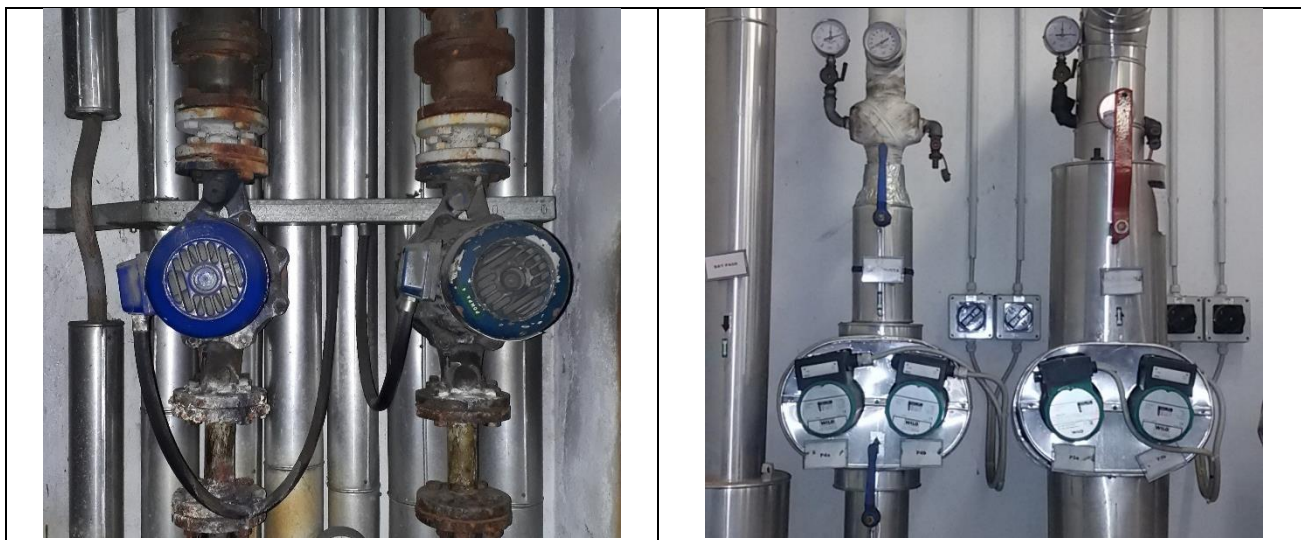
### Pompe di mandata in centrale termica



### Esempi pompe di circolazione nelle sottostazioni







### **Sottosistema di regolazione**

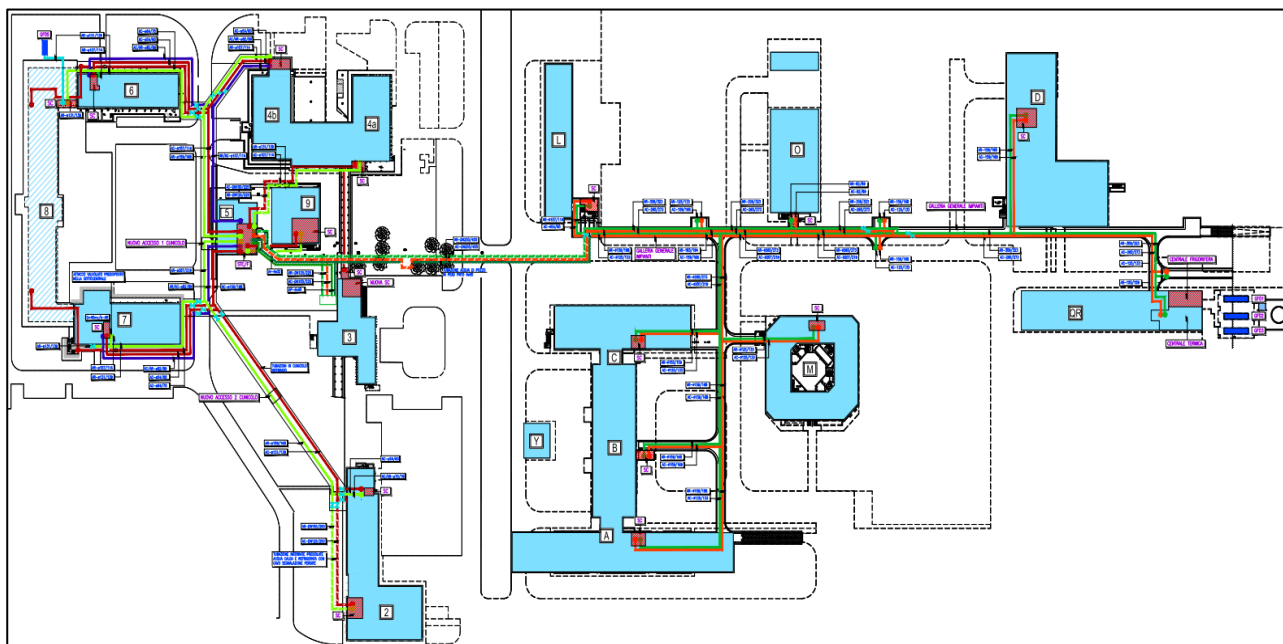
La regolazione dell'impianto termico e della temperatura dell'acqua di mandata avviene attraverso valvole motorizzate regolate dai termostati di zona presenti in alcuni locali dell'edificio ed in funzione della temperatura esterna, rilevate da apposita sonda.

La temperatura di mandata nel periodo invernale è pari a 70°C, mentre si riduce nel periodo estivo per soddisfare il carico termico richiesto dalle batterie di post-riscaldamento delle UTA.

## 2.10.2 Descrizione impianto centralizzato per la climatizzazione estiva

Nella centrale frigo viene prodotta l'energia termica necessaria a soddisfare il fabbisogno termico estivo della maggior parte dei locali del Complesso ed alla produzione di acqua refrigerata destinata alle UTA. L'acqua refrigerata è prodotta da tre gruppi frigoriferi ad una temperatura di circa 6,5°C ed inviata all'anello di distribuzione primario, attraverso cui raggiunge le varie sottostazioni in prossimità delle utenze.

Gli edifici attualmente asserviti alla centrale termica sono rappresentati nella planimetria sottostante.



Planimetria con rete di distribuzione ed edifici asserviti

Si precisa che soltanto dal 2018 sono stati annessi all'Istituto di Ricerca Metrologica gli edifici 2,3,4a,4b,5,6,7 e 8, precedente di competenza del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR). Tale fusione ha comportato il contestuale ampliamento della rete di distribuzione del fluido termovettore dalla centrale frigo alle sottostazioni termiche degli edifici di recente acquisizione.

Inoltre, nel dicembre 2018 è stata parzialmente rinnovata la centrale frigo mediante la sostituzione di un gruppo frigo ormai obsoleto con un gruppo frigo ad alta efficienza.

L'acqua refrigerata prodotta è distribuita alle sottocentrali termiche poste in corrispondenza di ciascun edificio mediante un anello primario mantenuto in temperatura dalla centrale termica. Dalle diverse sottocentrali termiche si diramano i circuiti secondari diretti ai terminali di emissione od alle unità di trattamento aria.

## Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da tre gruppi frigoriferi Trane, di cui due unità installate nel 1999 ed una di recente acquisizione, installata nel 2018.

### Foto della centrale frigo-Sottosistema di generazione

#### Gruppi frigoriferi Trane RTAA434



#### Gruppo frigorifero Trane GVAF 310 XE LN





Riepilogo caratteristiche sottosistema di generazione:

Marca	Modello	Servizio		Tipologia
Trane	RTAA434	Climatizzazione estiva e condizionamento		Compressione
Alimentazione	Anno di installazione	Quantità	Potenza frigorifera	Potenza al assorbita
[-]	[-]	[-]	[kW]	[kW]
Energia elettrica	1999	2	1.090	n/d

Marca	Modello	Servizio		Tipologia
Trane	GVAF 310 XE LN	Climatizzazione estiva e condizionamento		-
Alimentazione	Anno di installazione	Quantità	Potenza frigorifera	Potenza al assorbita
[-]	[-]	[-]	[kW]	[kW]
Energia elettrica	2018	1	1001	469

### Sottosistema di distribuzione

La rete di distribuzione consta di un anello primario che collega la centrale frigo alle sottostazioni termiche di ciascun edificio mediante linee interrate od ospitate all'interno della galleria generale impianti.

Da tali sottostazioni si diramano i circuiti secondari che trasportano il fluido termovettore direttamente ai terminali di emissione od alle batterie delle Unità di Trattamento Aria.

All'interno delle singole strutture, il sistema di distribuzione consiste nella maggior parte dei casi in un impianto a colonne montanti (distribuzione verticale) che alimenta i terminali posti ai vari piani dell'edificio.

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche dei circuiti secondari presenti in ciascuna sottostazione.

Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
Centrale termica	Mandata anello primario	Climatizzazione invernale	Grundfos	4	Scarso	Velocità costante	22
Sottocentrale edificio A	Acqua calda termosifoni	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua calda fancoil	Climatizzazione invernale	Lowara	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	2,2
	Acqua fredda fancoil	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
Sottocentrale edificio B	Acqua calda/fredda fancoil uffici	Climatizzazione invernale ed estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	3
	Acqua calda fancoil	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,5

Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
	laboratori						
	Acqua calda batterie CTA	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2
	Acqua fredda fancoil laboratori	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	5,5
	Acqua fredda CTA	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	5,5
Sottocentrale edificio C	Acqua calda termoconvettori	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Batterie calde condizionatore	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua fredda ventilconvettori a semplice batteria	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Mandata a batteria fredda UTA	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
Sottocentrale edificio D	Acqua calda lab AT CDZ	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2
	Acqua refrigerata lab AT CDZ	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2
	Acqua refrigerata uffici CDZ	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,85
	Acqua calda uffici CDZ	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	3
	Acqua calda radiatori	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,25
	Acqua calda fancoil	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	4
Sottocentrale edificio L	Acqua calda uffici UTA (circuito chiuso)	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente

Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
	Acqua calda termoconvettori	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Marelli Motori	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,92
	Acqua calda UTA microfoni	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua fredda uffici UTA (circuito chiuso)	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua fredda ventilconvettori	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua fredda UTA microfoni	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
Sottocentrale edificio M	Acqua calda CDZ in copertura	Climatizzazione invernale	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,5
	Acqua calda radiatori servizi	Climatizzazione invernale	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,37
	Acqua calda fancoil sala esposizione	Climatizzazione invernale	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,55
	Acqua calda fancoil uffici	Climatizzazione invernale					
	Acqua fredda CDZ in copertura	Climatizzazione estiva	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,5
	Acqua fredda fancoil sala congressi	Climatizzazione estiva	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,1
	Acqua fredda fancoil uffici	Climatizzazione estiva	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,1
Sottocentrale edificio O	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Nocchi	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,39
	Acqua fredda ventilconvettori	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
Sottocentrale edificio C-centrale di condizionamento	Acqua calda UTA	Climatizzazione invernale	KSB	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,55
	Acqua fredda UTA	Climatizzazione estiva	KSB	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2

Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
camere schermate	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Sottostazione condizionamento lab. Edificio "A" - "B"	Acqua calda GTA	Climatizzazione invernale	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,37
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,585
	Acqua calda fancoil UPS	Climatizzazione invernale	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità variabile	n/d
	Acqua refrigerata GTA	Climatizzazione estiva	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,585
	Acqua refrigerata ventilconvettori	Climatizzazione estiva	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,585
	Acqua refrigerata fancoil UPS	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente

#### Sottosistema di distribuzione

##### Pompe di mandata in centrale frigo





### **Sottosistema di regolazione**

La regolazione dell'impianto di refrigerazione e della temperatura dell'acqua di mandata avviene attraverso valvole motorizzate regolate dai termostati di zona presenti in alcuni locali dell'edificio ed in funzione delle condizioni climatiche esterne.

L'intervallo di temperatura di funzionamento è compreso tra i 7°C e i 12°C

### 2.10.3 Descrizione impianti di produzione da fonte rinnovabile

In copertura all'edificio C è installato un impianto fotovoltaico costituito da n. 72 moduli fotovoltaici in silicio policristallino aventi, ciascuno, una potenza massima (o di picco) pari a 280 Wp.

L'impianto installato nel 2018 ha quindi una potenza totale pari a 20,16 kWp, gestita da un unico inverter.

TIPO DI IMPIANTO	SUPERFICIE	TIPO DI MODULI	NUMERO DI MODULI	POTENZA INSTALLATA	ENERGIA PRODOTTA
	[mq]		[-]	[kWp]	[kWh/anno]
Edificio C	120	Silicio policristallino	72	20,16	21.115*

\*Il valore di rendimento dell'impianto è un dato approssimativo rilevato matematicamente e fornito dall'installatore.

**Impianto fotovoltaico in copertura edificio C**



### 3 DATI CLIMATICI

#### 3.1 Dati climatici di riferimento

L'edificio oggetto della DE è ubicato nel Comune di Torino, il quale ricade nella zona climatica E, a cui corrispondono 2617 Gradi Giorno (GG) (D.P.R. 412/93 - allegato A) ed una stagione di funzionamento degli impianti di riscaldamento compresa tra il 15 Ottobre e il 15 Aprile con un periodo di accensione consentito degli impianti di 14 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	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1,2	3,1	8,3	11,9	18,0	22,1	23,6	22,6	19,1	12,3	6,8	2,6

Le temperature sopra indicate sono quelle utilizzate per la creazione del modello energetico termico, a cui corrispondono **2.617 GG di riferimento**, calcolati in condizioni standard di utilizzo dell'edificio, come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 15 Ottobre e il 15 Aprile, 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.

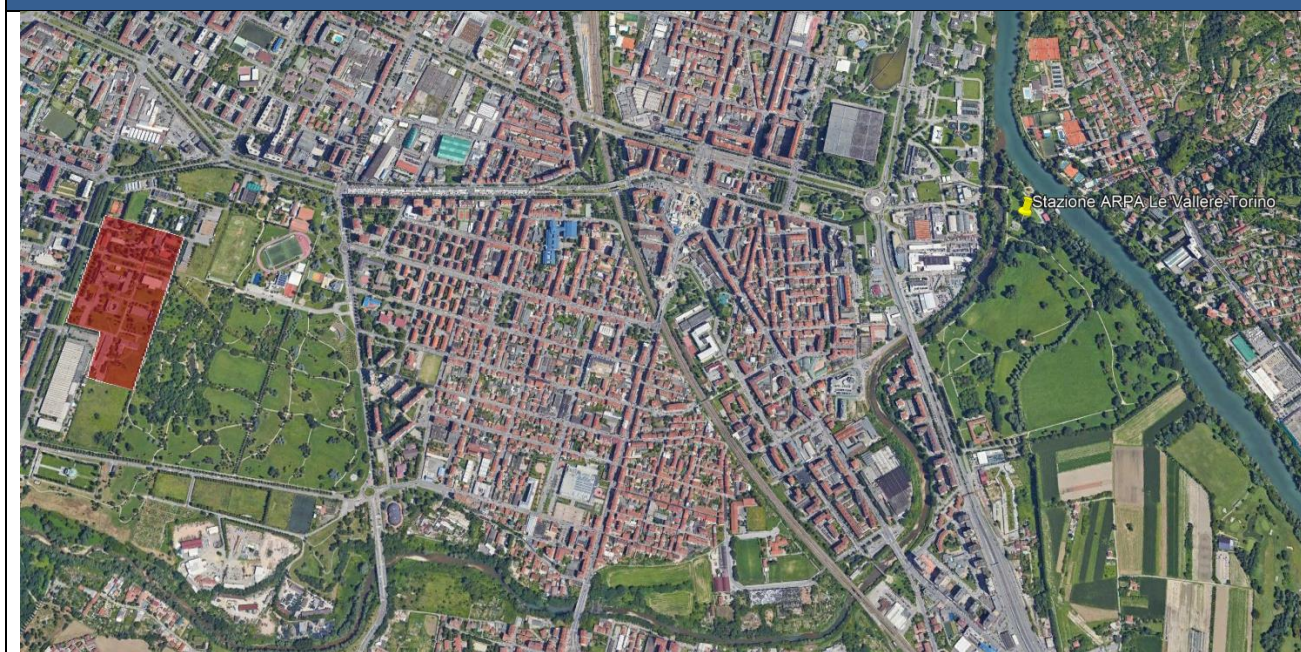
### 3.2 Dati climatici reali

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 la Stazione Meteo ARPA Le Vallere di Torino ed utilizzati nel processo di destagionalizzazione dei consumi annuali in funzione delle caratteristiche climatiche della zona.

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

#### COLLOCAZIONE CENTRALINA METEO CLIMATICA RISPETTO ALL'ISTITUTO DI RICERCA





Qui in basso sono riportate le temperature medie mensili rilevate dalla centralina meteo utilizzata per il triennio di riferimento (2015, 2016, 2017). 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

	GEN	FEB	MAR	APR (fino al 15)	APR (dal 16)	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT (fino al 14)	OTT (dal 15)	NOV	DIC
2015	3,6	3,8	9,8	13,2	14,5	18,4	22,5	27,1	23,1	18,1	14,5	10,6	3,7	12,5
2016	3,2	6,0	8,9	14,0	14,3	16,4	21,3	24,4	23,8	20,6	12,5	12,2	2,7	12,3
2017	1,3	5,7	11,6	15,1	12,5	18,1	23,4	24,2	24,5	17,8	15,1	12,4	-0,1	13,7

 Stagione di riscaldamento  
di riferimento

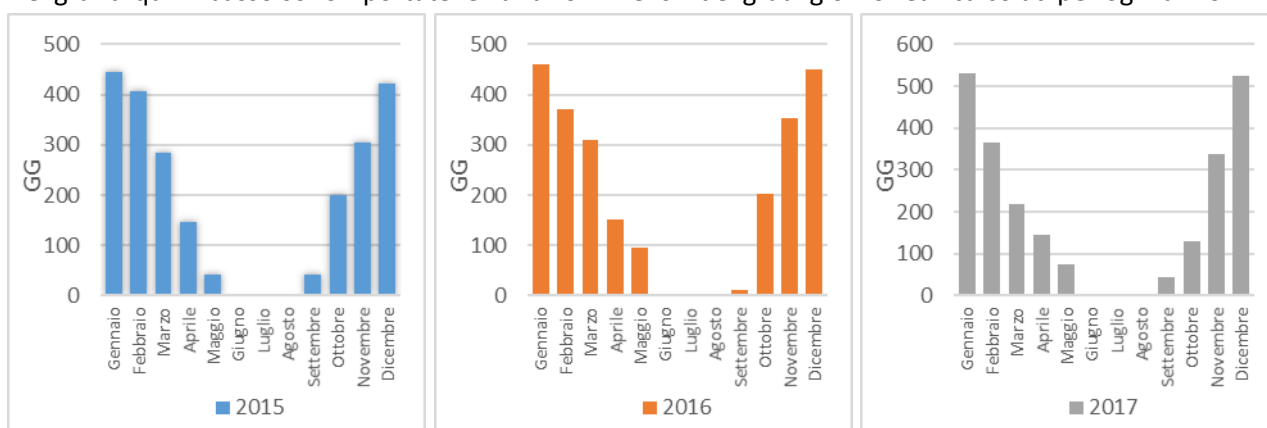
 Stagione di raffreddamento  
di riferimento

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

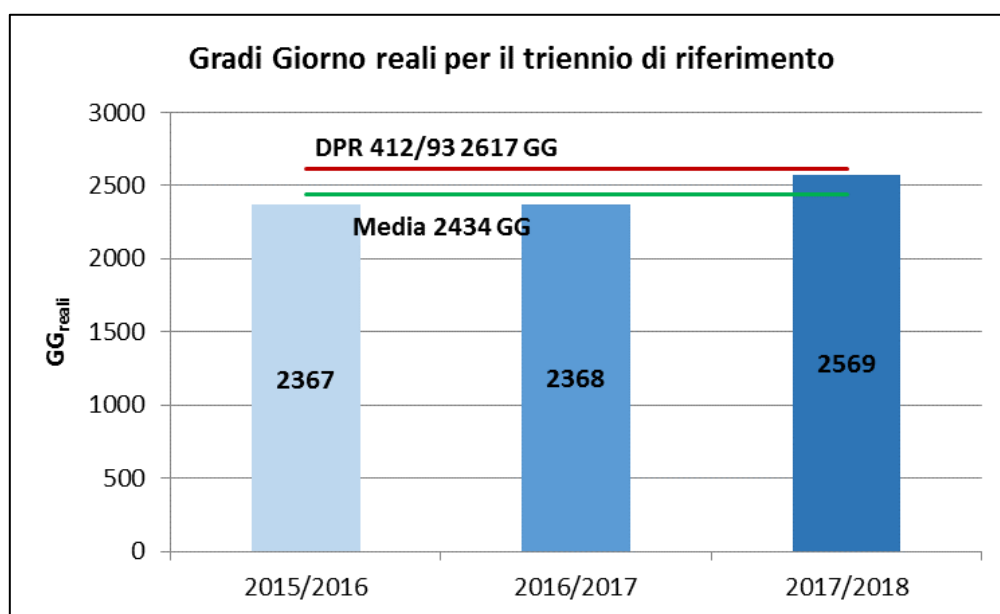
#### Gradi Giorno stagione di climatizzazione invernale

Di seguito si riportano i valori mensili dei GG reali, calcolati in funzione delle temperature esterne medie orarie per il triennio di riferimento (2015 - 2016 – 2017), valutati come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento, 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 meteo climatica.

Nei grafici qui in basso sono riportate le variazioni mensili dei gradi giorno reali calcolati per ogni anno.



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



La definizione dei GG relativi alla stagione di climatizzazione invernale è utile per la costruzione del modello energetico e per una più accurata analisi dei consumi di energia termica per il servizio di riscaldamento.

Infatti, il calcolo dei GG per il triennio di riferimento permette di confrontare tra loro stagioni termiche caratterizzate da condizioni climatiche differenti, che potrebbero alterare la definizione della baseline reale di consumo per riscaldamento utile alla verifica del modello energetico.

### Gradi Giorno stagione di climatizzazione estiva

Si è proceduto successivamente alla definizione dei GG relativi alla stagione di climatizzazione estiva del triennio di riferimento.

Tale valutazione è finalizzata alla destagionalizzazione dei consumi di energia elettrica destinati al servizio di condizionamento estivo dell'edificio. L'eliminazione della componente climatica dai dati di consumo riferiti ad annualità differenti permette di rendere confrontabili tali valori e procedere ad un'analisi più precisa e puntuale.

I GG reali estivi, relativi al triennio di riferimento (2015-2016-2017), sono stati calcolati in funzione dei valori medi giornalieri di temperatura esterna ed umidità relativa, rilevati dalla stazione Arpa sita in Le Vallere (TO).

Nel caso di condizionamento estivo, infatti, il solo parametro di temperatura non è sufficiente ad una corretta valutazione dell'incidenza climatica sulla stagione di raffrescamento, ma occorre prendere in considerazione una serie di condizioni ambientali, definite dalla temperatura esterna e umidità relativa.

Questi due parametri sono stati utilizzati per il calcolo dell'indice Humidex, che definisce il valore di temperatura realmente percepita in aree caratterizzate da condizioni atmosferiche calde ed umide.

L'indice Humidex, sviluppato in Canada nel 1965, è così formulato:

$$H = T + \frac{5}{9} * \left( 6,11 * \frac{UR}{100} * 10^{\frac{7,5 * T}{237,7 + T}} - 10 \right) [^{\circ}C]$$

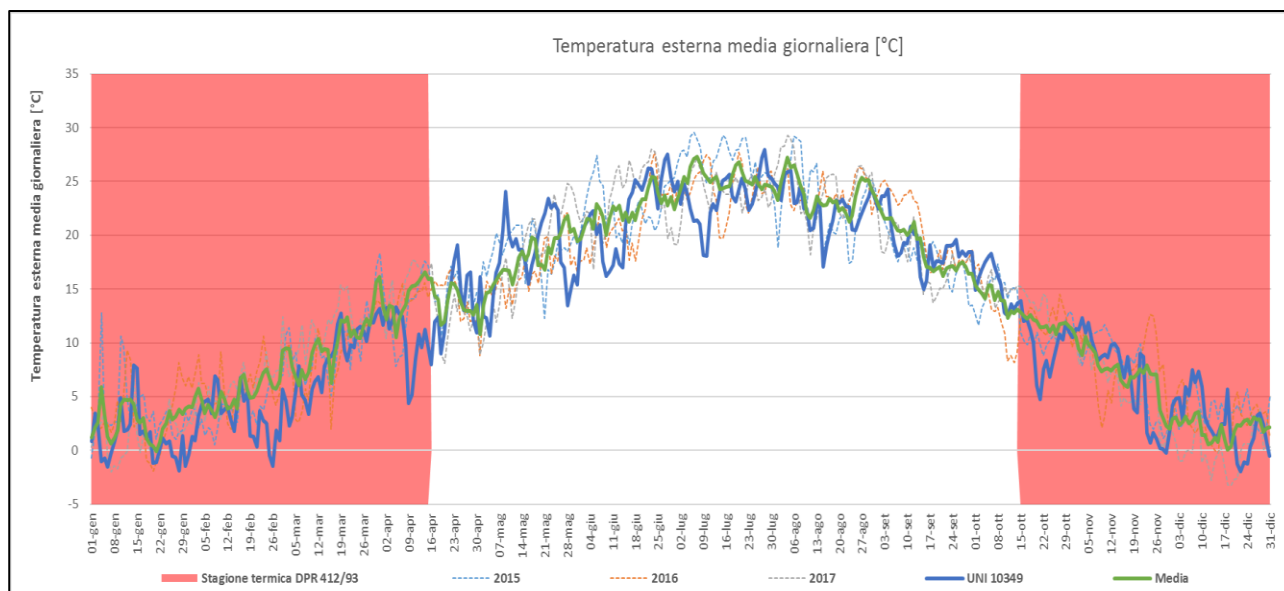
Con T=Temperatura dell'aria esterna [°C] e UR=umidità relativa dell'aria esterna [%]

Dopo aver calcolato tale valore per ciascun giorno del triennio di riferimento, si è proceduto alla definizione dei GG estivi, valutati come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di raffrescamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 25°C e quella esterna percepita (indice Humidex).

Si riportano nella tabella seguente i valori ottenuti dai calcoli illustrati precedentemente.

GRADI GIORNO ESTIVI													
Anno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Totale
2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	75,9	276,4	127,7	7,9	0,0	0,0	0,0	488,8
2016	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	58,5	177,1	129,1	53,4	0,0	0,0	0,0	420,0
2017	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	123,5	134,6	159,6	2,8	0,0	0,0	0,0	437,5
Media	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	86,0	196,1	138,8	21,4	0,0	0,0	0,0	448,8

In conclusione al presente studio climatico si riporta una rappresentazione dell'andamento delle temperature esterne medie giornaliere rilevate dalla Stazione Arpa – Le Vallere durante il periodo di riferimento e quelle riportate nella UNI 10349.



Confrontando la curva della temperatura media del triennio di riferimento e quella definita da normativa, si osserva che le temperature reali rilevate siano più elevate durante la stagione termica, rispetto alla normativa, a testimoniare condizioni climatiche reali più miti rispetto a quelle definite dalla normativa. Queste considerazioni saranno rilevanti durante l'implementazione del modello energetico ed alla simulazione delle condizioni reali di utilizzo degli edifici e del contesto climatico.



## 4 CONSUMI RILEVATI

I dati di consumo relativi all'energia elettrica ed al gas metano riferiti al triennio 2015, 2016 e 2017 sono stati forniti dagli uffici tecnici ed amministrativi dell'Istituto e tramite le società di distribuzione di energia elettrica e gas metano.

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica.

### 4.1 Consumi energetici storici gas naturale

Il vettore termico utilizzato per alimentare la centrale termica è il gas metano.

Tipo combustibile	PCI	Prezzo fornitura combustibile*
	[kWh/Sm <sup>3</sup> ]	[€/Sm <sup>3</sup> ]
Metano	9,42	0,52

\*Prezzo unitario del vettore energia termica al netto dell'IVA, ricavato da bollettazione

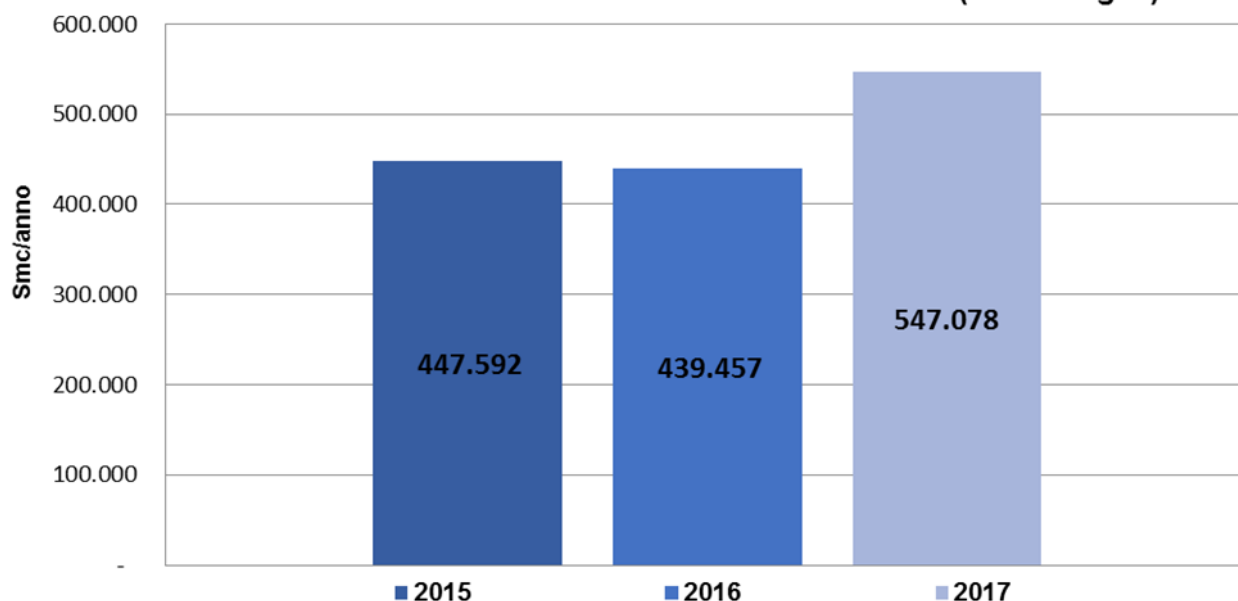
L'analisi dei consumi storici di gas metano è avvenuta sulla base dei dati di Sm<sup>3</sup> reperiti attraverso bollettazione e dai dati forniti su base giornaliera dalla società di distribuzione Italgas.

L'analisi dei consumi termici si è limitata al PDR associato alla centrale termica che alimenta l'intero complesso sito in Strada delle Cacce 91.

Si riportano di seguito alcuni risultati della suddetta analisi.

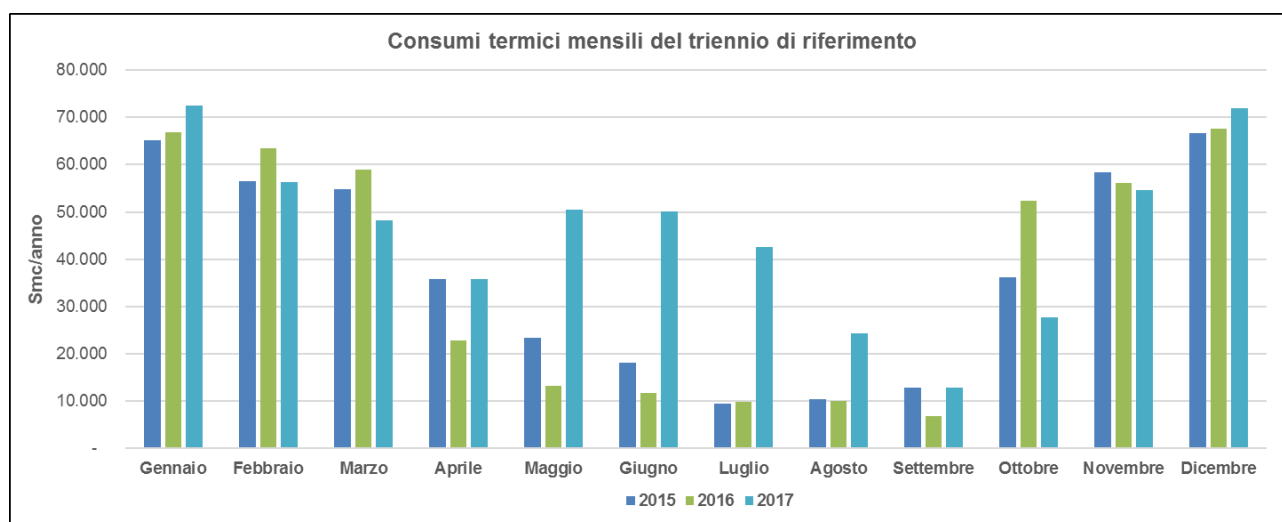
PDR	Utilizzo	2015	2016	2017	2015	2016	2017
		[Smc]	[Smc]	[Smc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
09951200092615	Riscaldamento Condizionamento	447.592	439.457	547.078	4.216.317	4.139.685	5.153.475

### Consumi termici annui del triennio di riferimento (fonte Italgas)



Consumo metano	
Anno 2015	Smc
Gennaio	65.079
Febbraio	56.446
Marzo	54.891
Aprile	35.772
Maggio	23.326
Giugno	18.046
Luglio	9.550
Agosto	10.399
Settembre	12.788
Ottobre	36.247
Novembre	58.410
Dicembre	66.638
<b>Totale</b>	<b>447.592</b>
Anno 2016	Smc
Gennaio	66.766
Febbraio	63.512
Marzo	58.862
Aprile	22.806
Maggio	13.174
Giugno	11.635
Luglio	9.870
Agosto	9.933

Settembre	6.771
Ottobre	52.333
Novembre	56.204
Dicembre	67.591
<b>Totale</b>	<b>439.457</b>
<b>Anno 2017</b>	<b>Smc</b>
Gennaio	72458
Febbraio	56343
Marzo	48182
Aprile	35876
Maggio	50455
Giugno	50017
Luglio	42588
Agosto	24249
Settembre	12796
Ottobre	27716
Novembre	54553
Dicembre	71845
<b>Totale</b>	<b>547.078</b>



Dai grafici si può osservare un prelievo mensile distribuito su tutto l'anno per soddisfare il fabbisogno di riscaldamento durante il periodo invernale e condizionamento durante i mesi estivi.

Si evidenzia inoltre un consumo di energia termica più elevato nel 2017, per lo più concentrato nei mesi estivi e dovuto ad un utilizzo maggiore del servizio di condizionamento.

I servizi principali connessi al PDR analizzato sono il riscaldamento ed il condizionamento delle 8 palazzine oggetto di diagnosi e dal 2018 anche degli edifici precedentemente di pertinenza del CNR.

Non sono presenti contatori di energia termica in corrispondenza delle singole utenze, pertanto non è stato possibile suddividere il consumo sui singoli edifici.

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 al fine di escludere l'influenza delle condizioni 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 Sottosistema di **distribuzione**

La rete di distribuzione consta di un anello primario che collega la centrale frigo alle sottostazioni termiche di ciascun edificio mediante linee interrate od ospitate all'interno della galleria generale impianti.

Da tali sottostazioni si diramano i circuiti secondari che trasportano il fluido termovettore direttamente ai terminali di emissione od alle batterie delle Unità di Trattamento Aria.

All'interno delle singole strutture, il sistema di distribuzione consiste nella maggior parte dei casi in un impianto a colonne montanti (distribuzione verticale) che alimenta i terminali posti ai vari piani dell'edificio.

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche dei circuiti secondari presenti in ciascuna sottostazione.

Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
Centrale termica	Mandata anello primario	Climatizzazione invernale	Grundfos	4	Scarso	Velocità costante	22
Sottocentrale edificio A	Acqua calda termosifoni	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua calda fancoil	Climatizzazione invernale	Lowara	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	2,2
	Acqua fredda fancoil	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
Sottocentrale edificio B	Acqua calda/fredda fancoil uffici	Climatizzazione invernale ed estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	3
	Acqua calda fancoil laboratori	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,5
	Acqua calda batterie CTA	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2
	Acqua fredda fancoil laboratori	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	5,5
	Acqua fredda CTA	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	5,5



Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
Sottocentrale edificio C	Acqua calda termoconvettori	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Batterie calde condizionatore	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua fredda ventilconvettori a semplice batteria	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Mandata a batteria fredda UTA	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
Sottocentrale edificio D	Acqua calda lab AT CDZ	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2
	Acqua refrigerata lab AT CDZ	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2
	Acqua refrigerata uffici CDZ	Climatizzazione estiva	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,85
	Acqua calda uffici CDZ	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	3
	Acqua calda radiatori	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,25
	Acqua calda fancoil	Climatizzazione invernale	Lowara	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	4
Sottocentrale edificio L	Acqua calda uffici UTA (circuito chiuso)	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua calda termoconvettori	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Marelli Motori	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,92
	Acqua calda UTA microfoni	Climatizzazione invernale	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua fredda uffici UTA (circuito chiuso)	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente

Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
	Acqua fredda ventilconvettori	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
	Acqua fredda UTA microfoni	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
Sottocentrale edificio M	Acqua calda CDZ in copertura	Climatizzazione invernale	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,5
	Acqua calda radiatori servizi	Climatizzazione invernale	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,37
	Acqua calda fancoil sala esposizione	Climatizzazione invernale	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,55
	Acqua calda fancoil uffici	Climatizzazione invernale					
	Acqua fredda CDZ in copertura	Climatizzazione estiva	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,5
	Acqua fredda fancoil sala congressi	Climatizzazione estiva	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,1
	Acqua fredda fancoil uffici	Climatizzazione estiva	Audoli&Bertola	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	1,1
Sottocentrale edificio O	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Nocchi	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,39
	Acqua fredda ventilconvettori	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
Sottocentrale edificio C- centrale di condizionamento camere schermate	Acqua calda UTA	Climatizzazione invernale	KSB	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	0,55
	Acqua fredda UTA	Climatizzazione estiva	KSB	1+1 (riserva)	Scarso	Velocità costante	2,2
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Sottostazione condizionamento lab. Edificio "A"- "B"	Acqua calda GTA	Climatizzazione invernale	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,37
	Acqua calda ventilconvettori	Climatizzazione invernale	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,585
	Acqua calda fancoil UPS	Climatizzazione invernale	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità variabile	n/d
	Acqua refrigerata GTA	Climatizzazione estiva	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,585

Edificio	Circuito	Servizio	Elettropompe	Numero	Stato di conservazione	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [kW]
	Acqua refrigerata ventilconvettori	Climatizzazione estiva	Wilo	1 (gemellare)	Buono	Velocità costante	0,585
	Acqua refrigerata fancoil UPS	Climatizzazione estiva	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente

#### Sottosistema di distribuzione

Pompe di mandata in centrale frigo



### **Sottosistema di regolazione**

La regolazione dell'impianto di refrigerazione e della temperatura dell'acqua di mandata avviene attraverso valvole motorizzate regolate dai termostati di zona presenti in alcuni locali dell'edificio ed in funzione delle condizioni climatiche esterne.

L'intervallo di temperatura di funzionamento è compreso tra i 7°C e i 12°C

#### 4.1.1 Descrizione impianti di produzione da fonte rinnovabile

In copertura all'edificio C è installato un impianto fotovoltaico costituito da n. 72 moduli fotovoltaici in silicio policristallino aventi, ciascuno, una potenza massima (o di picco) pari a 280 Wp.

L'impianto installato nel 2018 ha quindi una potenza totale pari a 20,16 kWp, gestita da un unico inverter.

TIPO DI IMPIANTO	SUPERFICIE	TIPO DI MODULI	NUMERO DI MODULI	POTENZA INSTALLATA	ENERGIA PRODOTTA
	[mq]		[-]	[kWp]	[kWh/anno]
Edificio C	120	Silicio policristallino	72	20,16	21.115*

\*Il valore di rendimento dell'impianto è un dato approssimativo rilevato matematicamente e fornito dall'installatore.

**Impianto fotovoltaico in copertura edificio C**





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 del Complesso nell'anno i-esimo,  $Sm^3$ /anno. Tale contributo è stato considerato pari al consumo di energia termica compreso tra il 15 ottobre ed il 15 aprile.

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

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

- $GG_{rif}$  = Gradi giorno di riferimento utilizzati nella modellazione del Complesso, così come definiti nel Capitolo 4;
- $\bar{Q}_{ACS}$  = Consumo termico reale per ACS del Complesso,  $Sm^3$ /anno, valutato come la media dei consumi per l'ACS nel triennio di riferimento; tale quota non è stata considerata non essendo erogato tale servizio.
- $\bar{Q}_{ALTRO}$  = Consumo termico reale per eventuali altri utilizzi del complesso,  $Sm^3$ /anno, valutato come la media dei consumi per altri usi, nel triennio di riferimento. Tale contributo è stato considerato pari al consumo di energia termica tra il 16 aprile ed il 14 ottobre.

Si è quindi proceduto ad analizzare i consumi relativi alle tre stagioni termiche considerate (2015/2016-2016/2017-2017/2018), sulla base dei consumi giornalieri forniti dalla società di distribuzione.

Si è attribuito il consumo compreso tra il 15 ottobre ed il 15 aprile interamente al servizio di climatizzazione invernale, questo è stato destagionalizzato rispetto ai GG medi delle tre stagioni termiche di riferimento al fine di definire una baseline reale di consumo termico attribuibile al servizio di climatizzazione invernale del Complesso.

Si riporta di seguito la tabella esplicativa del procedimento utilizzato per la destagionalizzazione dei consumi termici associati alle tre stagioni termiche considerate.

CLIMATIZZAZIONE INVERNALE 15 ottobre-15 aprile			
Stagione termica	GG <sub>Reali</sub>	Consumo riscaldamento	Consumo riscaldamento destagionalizzato
		[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]
2015/2016	2.367	353.781	363.918
2016/2017	2.368	355.247	365.245
2017/2018	2.569	320.520	303.745
<b>Media</b>	<b>2.434</b>	<b>343.183</b>	<b>344.302</b>

Il consumo di energia termica relativo alle batterie di post riscaldamento si è ricavato a partire dai consumi riferiti alla stagione estiva (dal 16 aprile al 14 ottobre) nel triennio di riferimento.

FABBISOGNO CONDIZIONAMENTO 16 aprile-14 ottobre				
	2015	2016	2017	Media baseline
Consumi reali [Sm <sup>3</sup> ]	102.259	75.096	206.388	<b>127.914</b>

A seguito dell'intervento di efficientamento della centrale termica (anno 2018), mediante sostituzione di un generatore di calore con una caldaia ad alta efficienza e l'esclusione dell'edificio O dagli interventi di riqualificazione energetica, è stata calcolata una seconda baseline che tenesse conto della riduzione dei consumi associati alla climatizzazione invernale conseguente a tali variazioni.

Il valore precedentemente calcolato pari a **344.202 Sm<sup>3</sup>**, a seguito della suddetta riduzione è pari a **282.328 Sm<sup>3</sup>**.

Si riporta nella tabella seguente il valore di baseline reale annuale utilizzato per le successive valutazioni economico-finanziarie delle misure di efficienza energetica proposte.

BASELINE ECONOMICO-FINANZIARIA		
Consumo medio reale destagionalizzato (15 ottobre-15 aprile) [Sm <sup>3</sup> ]	Consumo medio reale (16 aprile-14 ottobre) [Sm <sup>3</sup> ]	Consumo medio reale baseline [Sm <sup>3</sup> ]
<b>282.328</b>	<b>127.914</b>	<b>410.242</b>

#### 4.2 Consumi energetici storici energia elettrica

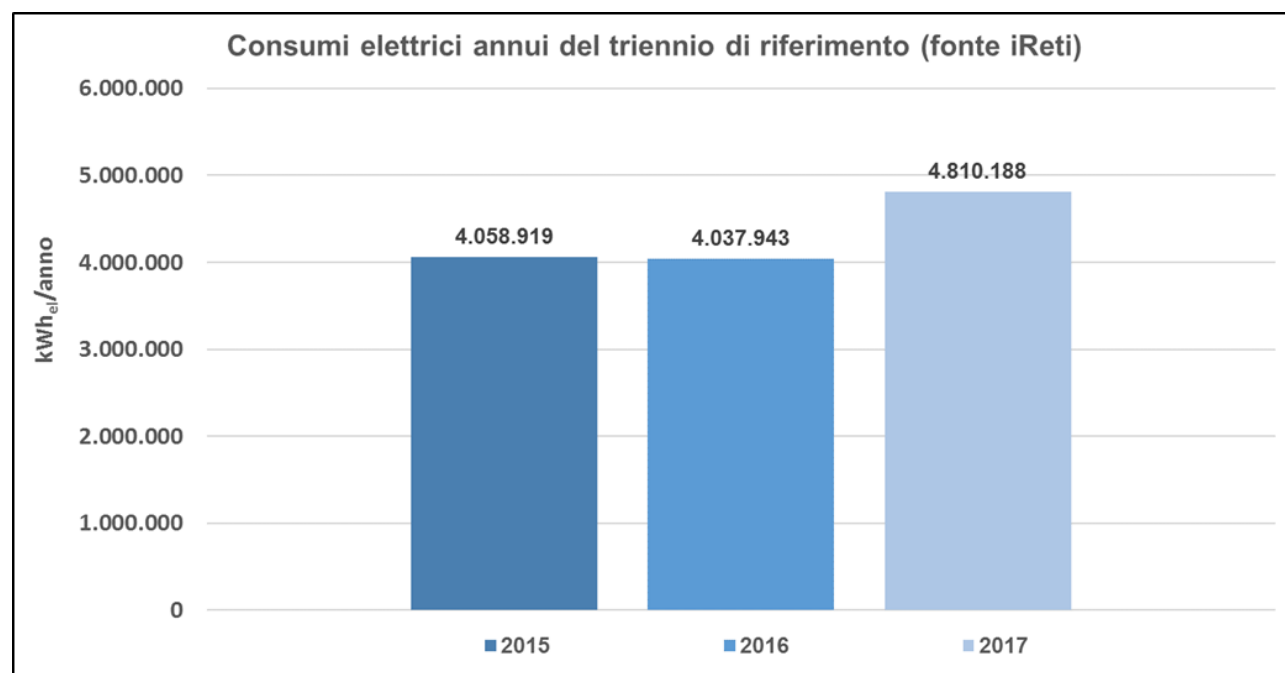
L'analisi dei consumi storici di energia elettrica è avvenuta sulla base dei dati reperiti attraverso bollettazione e dai dati forniti su base quattroraria dalla società di distribuzione iReti.

L'analisi dei consumi elettrici si è limitata al POD associato all'intero complesso sito in Strada delle Cacce, 91.

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

POD	Edifici serviti	2015	2016	2017	Media	Prezzo unitario*
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[€/kWh]
IT020E00079582	Edifici A-B-C-D-L-M-O-Q-R	4.058.919	4.037.943	4.810.188	4.302.350	0,14
<b>Totale</b>		<b>4.058.919</b>	<b>4.037.943</b>	<b>4.810.188</b>	<b>4.302.350</b>	<b>0,14</b>

\*Prezzo unitario del vettore energia elettrica al netto dell'IVA, ricavato da bollettazione



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

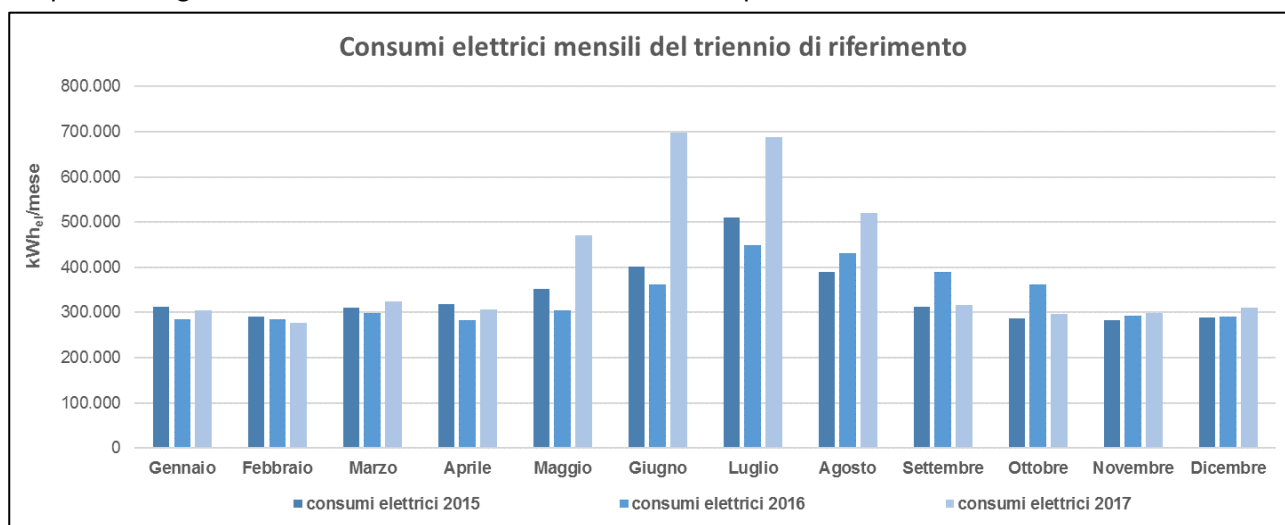
Si è pertanto definito un consumo  $EE_{baseline}$  pari a **4.302.350 kWh/anno**.

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

POD: IT020E00079582	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	111274	70171	131839	313284
Febbraio	112563	65194	113596	291353
Marzo	118416	67370	125216	311002
Aprile	117624	63274	136964	317862
Maggio	126793	79510	146848	353151
Giugno	157016	87823	155991	400830
Luglio	218877	116993	175202	511072
Agosto	147588	84585	156932	389105
Settembre	125932	67705	118715	312352
Ottobre	110038	67479	109504	287021
Novembre	107783	60468	114396	282647
Dicembre	105197	55364	128679	289240
<b>Totale</b>	<b>1.559.101</b>	<b>885.936</b>	<b>1.613.882</b>	<b>4.058.919</b>
POD: IT020E00079582	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	98224	61737	125591	285.552
Febbraio	115406	62085	106948	284.439
Marzo	114570	64611	119921	299.102
Aprile	101653	66436	115528	283.617
Maggio	114767	67296	122631	304.694
Giugno	144667	78834	138471	361.972
Luglio	186071	102043	161755	449.869
Agosto	178157	91832	161470	431.459
Settembre	161525	86602	142265	390.392
Ottobre	130096	84287	147998	362.381
Novembre	110495	63079	118906	292.480
Dicembre	99566	65676	126744	291.986
<b>Totale</b>	<b>1.555.197</b>	<b>894.518</b>	<b>1.588.228</b>	<b>4.037.943</b>
POD: IT020E00079582	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2017	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	108864	65007	131465	305336
Febbraio	104292	62505	109628	276425
Marzo	127234	72477	123979	323690
Aprile	99469	68538	137839	305846
Maggio	169657	109768	190674	470099
Giugno	251445	162640	283314	697399

Luglio	239785	172064	275777	687626
Agosto	196694	115323	207787	519804
Settembre	123101	75888	118587	317576
Ottobre	114669	65384	116637	296690
Novembre	112806	64866	120929	298601
Dicembre	97058	67249	146789	311096
<b>Totale</b>	<b>1.745.074</b>	<b>1.101.709</b>	<b>1.963.405</b>	<b>4.810.188</b>

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



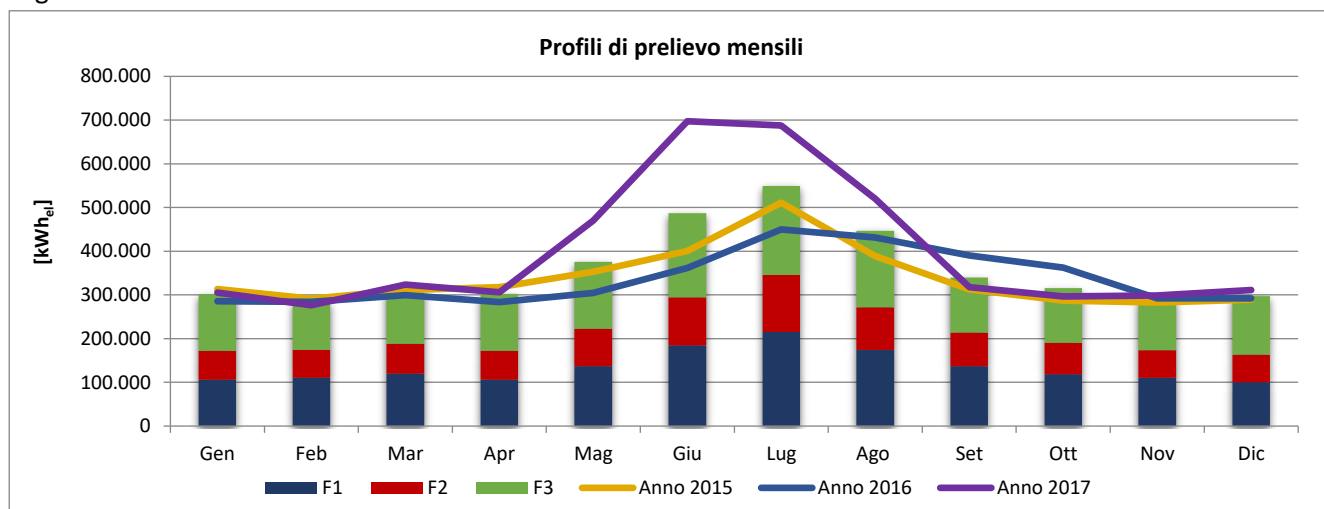
Si osserva anche nel caso di energia elettrica un consumo più elevato nel 2017, per lo più concentrato nei mesi estivi e dovuto probabilmente ad una stagione di raffrescamento più energivora.



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.

BASLINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	106121	65638	129632	301391
Febbraio	110754	63261	110057	284072
Marzo	120073	68153	123039	311265
Aprile	106249	66083	130110	302442
Maggio	137072	85525	153384	375981
Giugno	184376	109766	192592	486734
Luglio	214911	130367	204245	549522
Agosto	174146	97247	175396	446789
Settembre	136853	76732	126522	340107
Ottobre	118268	72383	124713	315364
Novembre	110361	62804	118077	291243
Dicembre	100607	62763	134071	297441
<b>Totale</b>	<b>1.619.791</b>	<b>960.721</b>	<b>1.721.838</b>	<b>4.302.350</b>

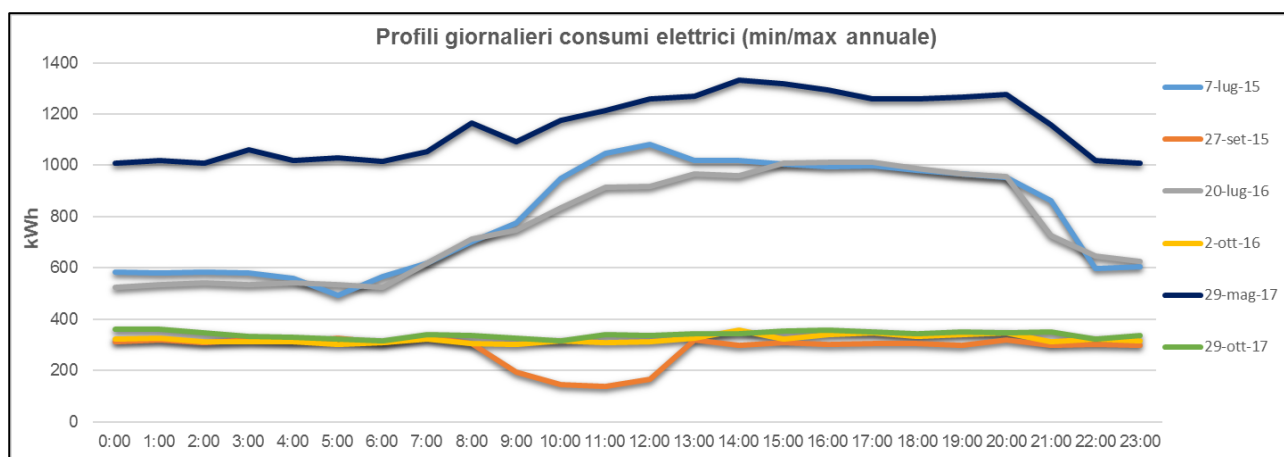
L'andamento dei consumi elettrici mensili nel triennio di riferimento e di Baseline è riportato nel grafico seguente.



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti coerenti per gli anni 2015 e 2016, mentre nel 2017 si nota un cospicuo aumento degli assorbimenti durante i mesi estivi. Il consumo maggiore si ha nei mesi estivi centrali di giugno – luglio – agosto (intorno ai 450 MWh<sub>el</sub> per il 2015 e il 2016, 700 MWh<sub>el</sub> per il 2017), mentre quello minore a febbraio e a settembre (intorno ai 300 MWh<sub>el</sub>).

Si nota che la maggior parte della quota di energia elettrica viene consumata nelle fasce orarie F1 ed F3, ma quella prelevata in fascia F2 non è comunque trascurabile e si mantiene circa costante nei mesi.

Si è effettuata un'ulteriore analisi sui consumi giornalieri di cui si riporta una rappresentazione nel grafico seguente. In tale grafico sono rappresentati i consumi orari dei giorni caratterizzati dal consumo giornaliero massimo e minimo per il triennio di riferimento.



	2015	2016	2017
Potenza min [kW]	65	295	285
Potenza max [kW]	1130	1100	1400

Si osserva che il consumo orario minimo si attesta intorno ai 380 kWh e può aumentare fino ai 1.300 kWh in alcuni periodo dell'anno.

Di particolare interesse sono anche i valori di potenza minima e massima assorbite che variano da un minimo di circa 300 kW fino a valori superiori ai 1.000 kW.

## 5 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

Il modello di simulazione deve essere in grado di riprodurre in modo quanto più fedele possibile le reali condizioni operative del Complesso 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 degli edifici del Complessi e degli impianti.

### 5.1 Metodologia di calcolo adottata

Il modello energetico del complesso di edifici presi in esame è stato suddiviso in n.137 locali termici distribuiti su n.8 zone termiche (una per ogni edificio analizzato per la costruzione dell'unico modello).

Il sopralluogo ha evidenziato sia la presenza di numerose tipologie murarie e costruttive (data la complessità delle strutture e le differenti epoche durante le quali sono stati realizzati i singoli fabbricati) sia un sistema impiantistico molto articolato e complesso (anch'esso andatosi a definire ed implementare negli anni a seguito della costruzione di nuovi fabbricati e/o di attività di manutenzione ordinaria e/o straordinaria).

Tutte le informazioni (sull'involucro termico e sugli impianti), reperite durante l'analisi della documentazione di progetto (presente negli archivi di INRIM) e durante i sopralluoghi, sono state utilizzate ed inserite nella costruzione del modello di simulazione energetica.

Nelle pagine seguenti verranno riportati alcuni dei risultati complessivi di tale simulazione di calcolo.

Al fine di comprendere maggiormente il comportamento dell'intero complesso si riportano di seguito alcuni dettagli relativi alle dispersioni dei n.137 locali termici suddivisi in n.8 principali zone termiche. Tali dati risultano utili a comprendere su quali parti del Complesso INRIM può convenire intervenire compatibilmente con le caratteristiche delle strutture esistenti, con la fattibilità tecnica degli interventi e con i vincoli in essere.

#### Zona 1 - Ed. A 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	Laboratori_PT	20,0	0,60	17222	4712	4870	26803	26803
2	Locali 08-09-24-26_PT	20,0	0,60	14884	2347	2425	19657	19657
3	Uffici_PT	20,0	0,70	21781	4218	3703	29702	29702
4	Saletta Riunioni_PT	20,0	6,39	1935	5459	526	7920	7920
5	Corridoi/Distribuzione_PT	20,0	8,00	10707	43211	3326	57244	57244
6	Wc/Servizi_PT	20,0	8,00	3197	6571	506	10274	10274
7	Laboratori 2_PT	20,0	0,28	9509	1005	1039	11553	11553
8	Laboratori_P1	20,0	0,70	4279	2516	2600	9395	9395
9	Locali 01a-01b-01c-20-21_P1	20,0	0,70	7165	3055	3157	13377	13377
10	Uffici_P1	20,0	0,82	13071	4879	4283	22233	22233
11	Wc/Servizi_P1	20,0	8,00	1719	5629	509	7857	7857
12	Corridoi/Distribuzione_P1	20,0	8,00	3559	35397	3203	42159	42159
13	Saletta Riunioni_P1	20,0	7,52	1672	11090	1068	13831	13831
14	Officina_P1	20,0	0,70	820	507	524	1851	1851
15	Laboratori_P2	20,0	0,70	6848	2070	2139	11057	11057

16	Locali 15a-15b-15c-16-19-20-21a-21b-22-23-24_P2	20,0	0,70	24841	6308	6519	37669	37669
17	Wc/Servizi_P2	20,0	8,00	5143	7782	704	13629	13629
18	Uffici_P2	20,0	0,82	15982	3824	3357	23163	23163
19	Saletta Riunioni_P2	20,0	7,52	1677	5459	526	7662	7662
20	Officina_P2	20,0	0,70	1677	509	526	2711	2711
21	Corridoi/Distribuzione_P2	20,0	8,00	9055	35397	3203	47656	47656
22	Scala_PTOT	20,0	8,00	35160	19241	288	54689	54689
Totale:				<b>211902</b>	<b>211188</b>	<b>49001</b>	<b>472091</b>	<b>472091</b>

**Zona 2 - Ed. B 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	Laboratori_PS	20,0	0,08	4078	152	1002	5231	5231
2	Locale 02_PS	20,0	0,08	9922	532	3521	13975	13975
3	Locale 06_PS	20,0	0,08	5135	107	708	5950	5950
4	WC/Servizi_PS	20,0	8,00	9662	5625	365	15653	15653
5	Archivio/Depositi_PS	20,0	0,08	6586	264	1748	8599	8599
6	Corridoi/Distribuzione_PS	20,0	8,00	10451	60107	3903	74460	74460
7	Biblioteca_PT	21,0	6,52	25966	105801	7871	139638	139638
8	Uffici_PT	21,0	1,43	14996	8662	2937	26594	26594
9	WC/Servizi_PT	21,0	8,00	3028	6226	378	9632	9632
10	Corridoi/Distribuzione_PT	21,0	8,00	2278	12244	743	15265	15265
11	Uffici_P1	21,0	1,43	16608	11486	3895	31989	31989
12	WC/Servizi_P1	21,0	8,00	3238	6719	408	10365	10365
13	Laboratori_P1	21,0	0,61	7723	2571	2052	12347	12347
14	Locale 02_P1	23,0	0,61	5978	2236	1670	9884	9884
15	Locale 04_P1	23,0	0,61	8176	2778	2075	13028	13028
16	Corridoi/Distribuzione_P1	21,0	8,00	1108	33789	2050	36946	36946
17	Uffici_P2	21,0	1,43	14775	11417	3871	30064	30064
18	Esposizione_P2	21,0	1,43	17677	15782	5351	38810	38810
19	Locale 04b_P2	21,0	1,43	1265	1309	444	3018	3018
20	WC/Servizi_P2	21,0	8,00	3238	6719	408	10365	10365
21	Corridoi/Distribuzione_P2	21,0	8,00	1108	33475	2031	36614	36614
22	Uffici_P3	21,0	1,43	16249	11472	3890	31611	31611
23	LAB doppia H_P3	21,0	0,24	22935	5015	4003	31953	31953
24	Laboratori_P3	21,0	0,61	6794	2084	1663	10541	10541
25	WC/Servizi_P3	21,0	8,00	3238	6719	408	10365	10365
26	Corridoi/Distribuzione_P3	21,0	8,00	1108	33541	2035	36684	36684
27	Uffici_P4	21,0	1,43	13643	7349	2492	23483	23483
28	Laboratorio 04_P4	21,0	0,61	3418	678	541	4638	4638
29	Laboratorio 06_P4	21,0	0,61	3074	698	557	4329	4329
30	Refettorio_P4	21,0	6,52	1467	3669	273	5409	5409
31	Laboratori_P4	23,0	0,61	13032	2172	1622	16826	16826
32	WC/Servizi_P4	21,0	8,00	3833	6719	408	10959	10959
33	Corridoi/Distribuzione_P4	21,0	8,00	4822	33541	2035	40398	40398

Totale: 266606 441660 67357 775623 775623



### Zona 3 - Ed. C 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	Laboratorio 23°C_PS	23,0	0,08	7577	380	2836	10793	10793
2	Uffici_PS	20,0	0,12	13135	642	3382	17159	17159
3	Corridoi/Distribuzione_PS	20,0	8,00	4963	15087	1178	21229	21229
4	Laboratorio_PT	23,0	0,07	4638	380	2836	7853	7853
5	Wc_PT	20,0	8,00	2090	5545	427	8062	8062
6	Uffici_PT	20,0	0,70	19999	5694	4999	30692	30692
7	Laboratorio Loc.08_PT	20,0	0,70	3273	1212	1064	5549	5549
8	Locali.01-07_PT	20,0	0,70	9534	3608	3167	16309	16309
9	Corridoi/Distribuzione_PT	20,0	8,00	6708	43752	3368	53828	53828
10	Wc_P1	20,0	8,00	1338	4736	429	6503	6503
11	Uffici_P1	20,0	0,82	26875	12298	10797	49970	49970
12	Locali 03-04-05_P1	20,0	0,82	3556	2415	2120	8091	8091
13	Corridoi/Distribuzione_P1	20,0	8,00	3369	37274	3373	44016	44016
14	Wc_P2	20,0	8,00	2228	4758	431	7417	7417
15	Uffici_P2	20,0	0,82	43373	11441	10044	64858	64858
16	Locali 03-04-19_P2	20,0	0,82	9590	2971	2609	15169	15169
17	Corridoi/Distribuzione_P2	20,0	8,00	7014	37782	3419	48215	48215
18	Scala_PTOT	20,0	8,00	33508	20596	256	54360	54360
19	Stanza Ristoro_PCOP	20,0	0,92	7934	639	561	9133	9133
Totale:				210702	211210	57293	479205	479205

### Zona 4 - Ed. D 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	Magazzino_PS	20,0	8,00	26446	75128	4535	106109	106109
2	Laboratori_PS	20,0	0,58	28747	8127	6718	43592	43592
3	WC_PS	20,0	8,00	2212	8607	520	11338	11338
4	Distribuzione_PS	20,0	8,00	5573	28158	1700	35431	35431
5	Depositi/Disimpegni_PS	20,0	8,00	897	7713	466	9076	9076
6	Laboratori_PT	21,0	0,54	32471	3592	2867	38929	38929
7	WC_PT	21,0	8,00	1069	8232	553	9854	9854
8	Distribuzione_PT	21,0	8,00	2520	32343	2173	37036	37036
9	Depositi/Disimpegni_PT	20,0	8,00	1026	5062	352	6440	6440
10	Uffici_PT	21,0	0,79	5113	1569	1064	7745	7745
11	Laboratori_P1	20,0	0,67	3787	2451	2026	8263	8263
12	WC_P1	20,0	8,00	1083	7711	536	9331	9331
13	Distribuzione_P1	21,0	8,00	2527	25291	1699	29517	29517
14	Depositi/Disimpegni_P1	21,0	8,00	1527	8348	561	10436	10436
15	Uffici_P1	21,0	0,79	17921	5973	4051	27945	27945
16	Laboratori_P2	21,0	0,67	11360	3216	2567	17144	17144
17	WC_P2	20,0	8,00	2191	8019	558	10768	10768
18	Distribuzione_P2	21,0	8,00	4430	30095	2022	36546	36546
19	Depositi/Disimpegni_P2	20,0	8,00	2068	6283	437	8788	8788
20	Uffici_P2	21,0	0,79	18657	4992	3385	27035	27035
21	Loc.06_PS	20,0	0,58	2200	1134	938	4272	4272
22	Loc.05-06-07-08-09_PT	23,0	0,54	15461	5102	3809	24372	24372
23	Loc.13_PT	21,0	0,54	1766	441	352	2559	2559
24	Loc.14_PT	23,0	0,54	3707	1292	965	5963	5963
25	Loc.08_P2	20,0	0,67	3143	1213	1003	5359	5359
26	Loc.10_P2	20,0	0,67	3038	1027	849	4914	4914
Totale:				200940	291118	46705	538763	538763

#### Zona 5 - Ed. M 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	Sala Conferenze_PS	21,5	4,93	11803	36097	2640	50540	50540
2	WC/Corridoi della Sala Conferenze_PS	21,5	8,00	7698	24275	1095	33067	33067
3	WC_PS	21,5	8,00	4470	9023	598	14091	14091
4	Saletta Conferenze_PS	21,5	7,25	3302	14682	1074	19058	19058
5	Ex Museo_PS	21,5	1,59	13039	13918	4639	31596	31596
6	Deposito_PS	21,5	8,00	3441	9409	623	13473	13473
7	Loc Vari_PS	21,5	1,59	8724	4930	1643	15297	15297
8	Distribuzione_PS	21,5	8,00	5148	43778	2900	51826	51826
9	Atrio/Distribuzione_PT	21,5	8,00	21950	59144	4037	85130	85130
10	WC_PT	21,5	8,00	12702	13006	888	26596	26596
11	Uffici_PT	21,5	1,64	26691	21364	7121	55177	55177
12	Atrio/Distribuzione_P1	21,5	8,00	23880	43296	2955	70131	70131
13	WC_P1	21,5	8,00	15919	15233	1040	32192	32192
14	Uffici_P1	21,5	1,64	39480	24142	8047	71669	71669

Totale: 198246 332297 39300 569842 569842

#### Zona 6 - Ed. O 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	Stanza Soppalco_PT	20,0	0,43	7597	812	839	9248	9248
2	Officine_PT	20,0	0,43	72605	9905	10235	92745	92745
3	Cucina/Spogliatoio_PT	20,0	8,00	4105	8858	488	13451	13451
4	WC/Docce_PT	20,0	8,00	4236	11362	626	16224	16224
5	Uffici_PT	20,0	0,50	5218	958	841	7017	7017
6	Corridoi/Distribuzione_PT	20,0	8,00	5856	28094	1548	35499	35499

Totale: 99618 59988 14578 174184 174184

#### Zona 7 - Ed. Q-R 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	Magazzino_PT	20,0	1,75	11026	5321	2200	18547	18547
2	Laboratorio_PT	20,0	0,47	35180	4704	7292	47176	47176
3	Wc/Servizi_PT	20,0	8,00	1988	5487	496	7971	7971
4	Corridoi_PT	20,0	8,00	17970	45952	4158	68080	68080

Totale: 66164 61464 14146 141774 141774

**Zona 8 - Ed. L fabbisogno di potenza dei locali**

Loc	Descrizione	$\theta_i$ [°C]	n [1/h]	$\Phi_{tr}$ [W]	$\Phi_{ve}$ [W]	$\Phi_{rh}$ [W]	$\Phi_{hi}$ [W]	$\Phi_{hi\ sic}$ [W]
1	Laboratorio tripla H_PTOT	20,0	0,57	107725	75515	31215	214455	214455
2	Laboratori_PT	20,0	2,59	4886	7083	2928	14897	14897
3	Laboratorio Loc.09-10_PT	20,0	0,69	2492	962	1492	4945	4945
4	Uffici_PT	20,0	1,63	2247	2382	1568	6197	6197
5	Ufficio Loc.08_PT	20,0	0,81	2153	612	806	3571	3571
6	Sala Riunioni_PT	20,0	7,42	1168	5559	803	7530	7530
7	Caffetteria_PT	20,0	7,42	645	1966	284	2896	2896
8	WC/Servizi_PT	20,0	8,00	809	2486	333	3629	3629
9	Corridoi_PT	20,0	8,00	2102	18390	2463	22955	22955
10	Scala_PTOT	20,0	8,00	2777	3981	250	7007	7007
11	Uffici_P1	20,0	1,67	18107	9942	6546	34595	34595
12	WC/Servizi_P1	20,0	8,00	1225	1825	251	3301	3301
13	Corridoi_P1	20,0	8,00	4178	15892	2187	22257	22257

Totale: **150514** **146595** **51125** **348235** **348235**

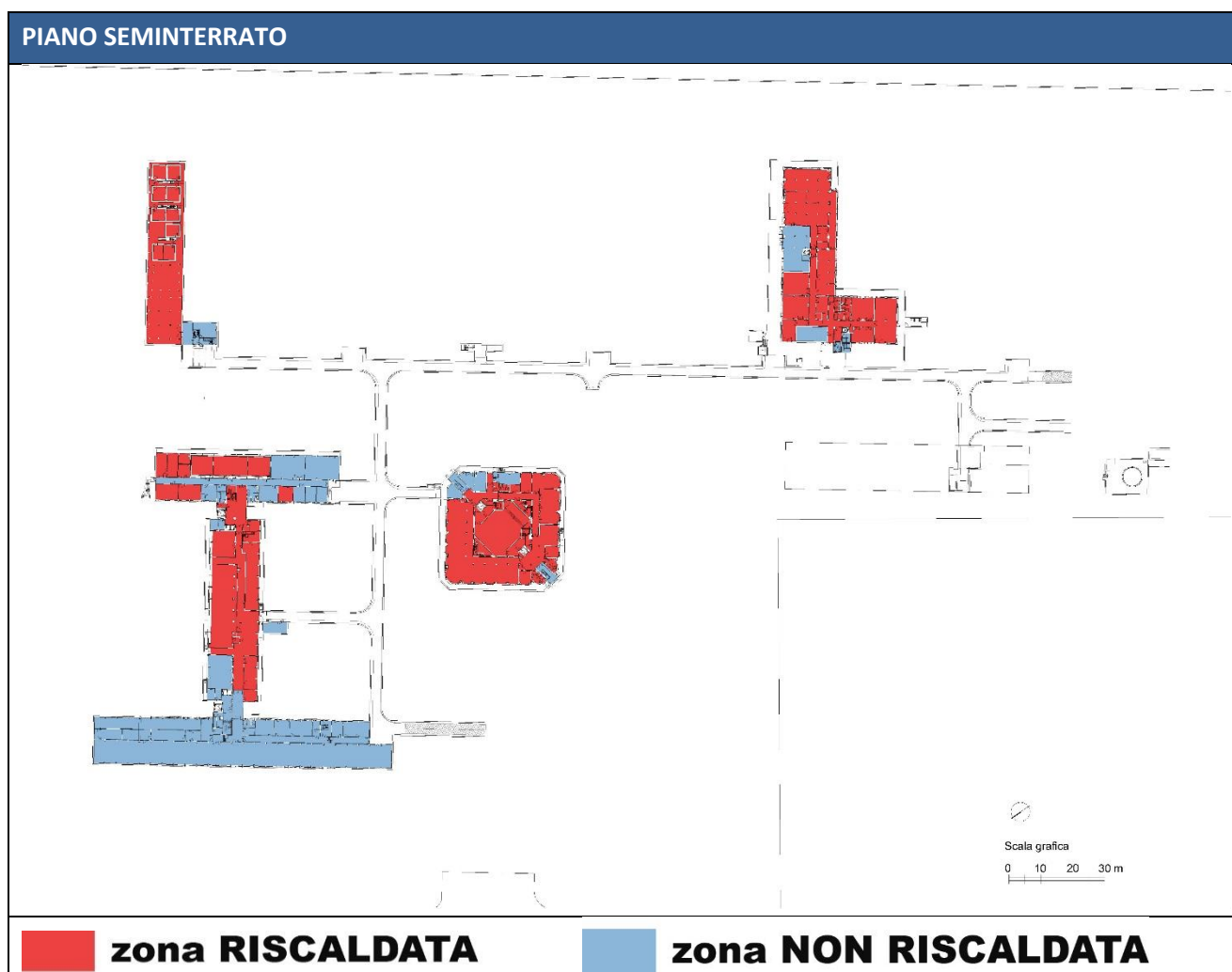
Totale Edificio: **1404693** **1755520** **339505** **3499717** **3499717**

**Legenda simboli**

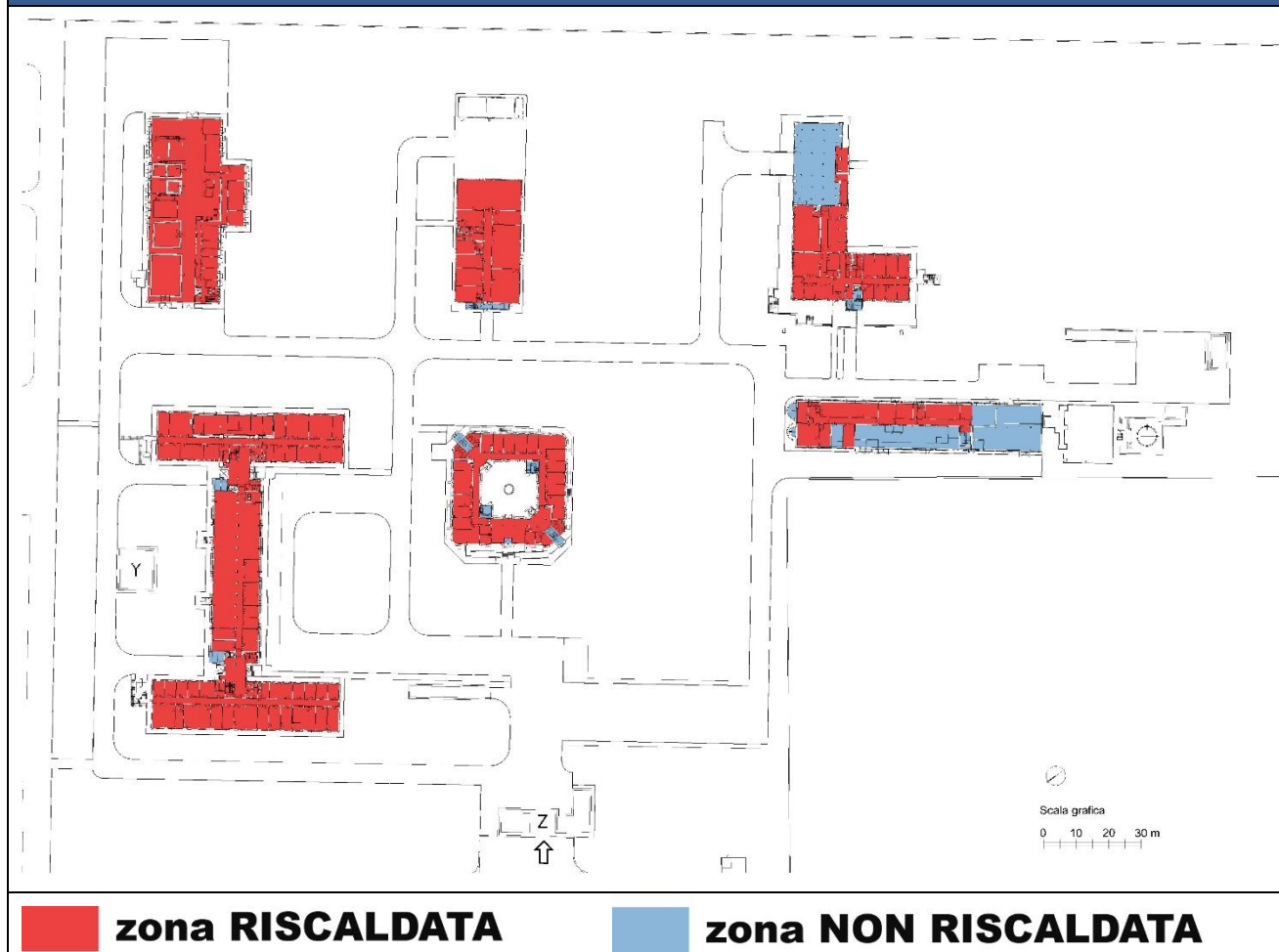
$\theta_i$	Temperatura interna del locale
n	Ricambio d'aria del locale
$\Phi_{tr}$	Potenza dispersa per trasmissione
$\Phi_{ve}$	Potenza dispersa per ventilazione
$\Phi_{rh}$	Potenza dispersa per intermittenza
$\Phi_{hi}$	Potenza totale dispersa
$\Phi_{hi\ sic}$	Potenza totale moltiplicata per il coefficiente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

Si riportano di seguito le planimetrie del Complesso di edifici analizzati con la localizzazione delle zone riscaldate e non riscaldate considerate nell'ambito della modellazione di calcolo.

#### LOCALIZZAZIONE DELLE ZONE RISCALDATE E NON RISCALDATE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE

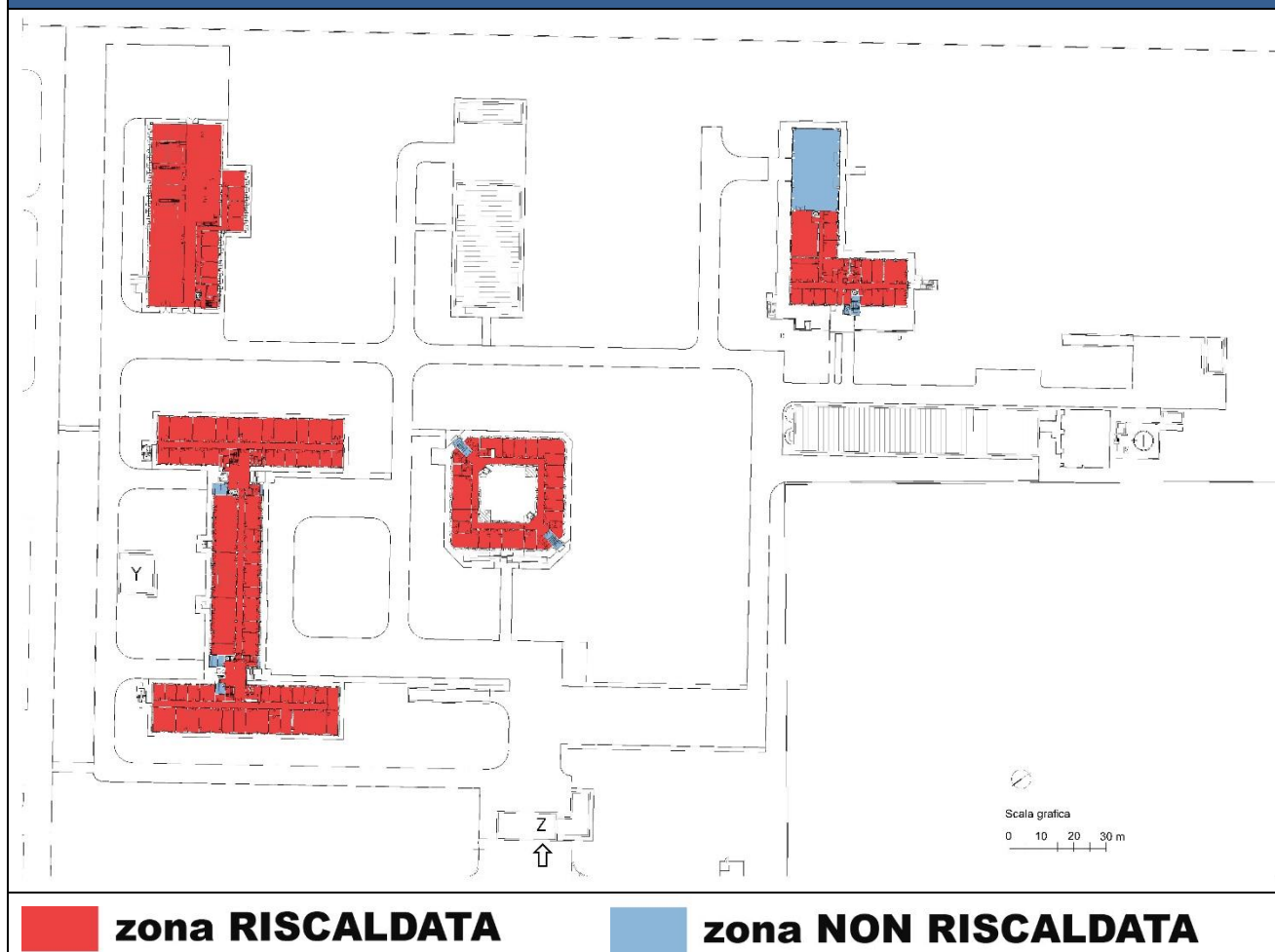


## PIANO TERRENO

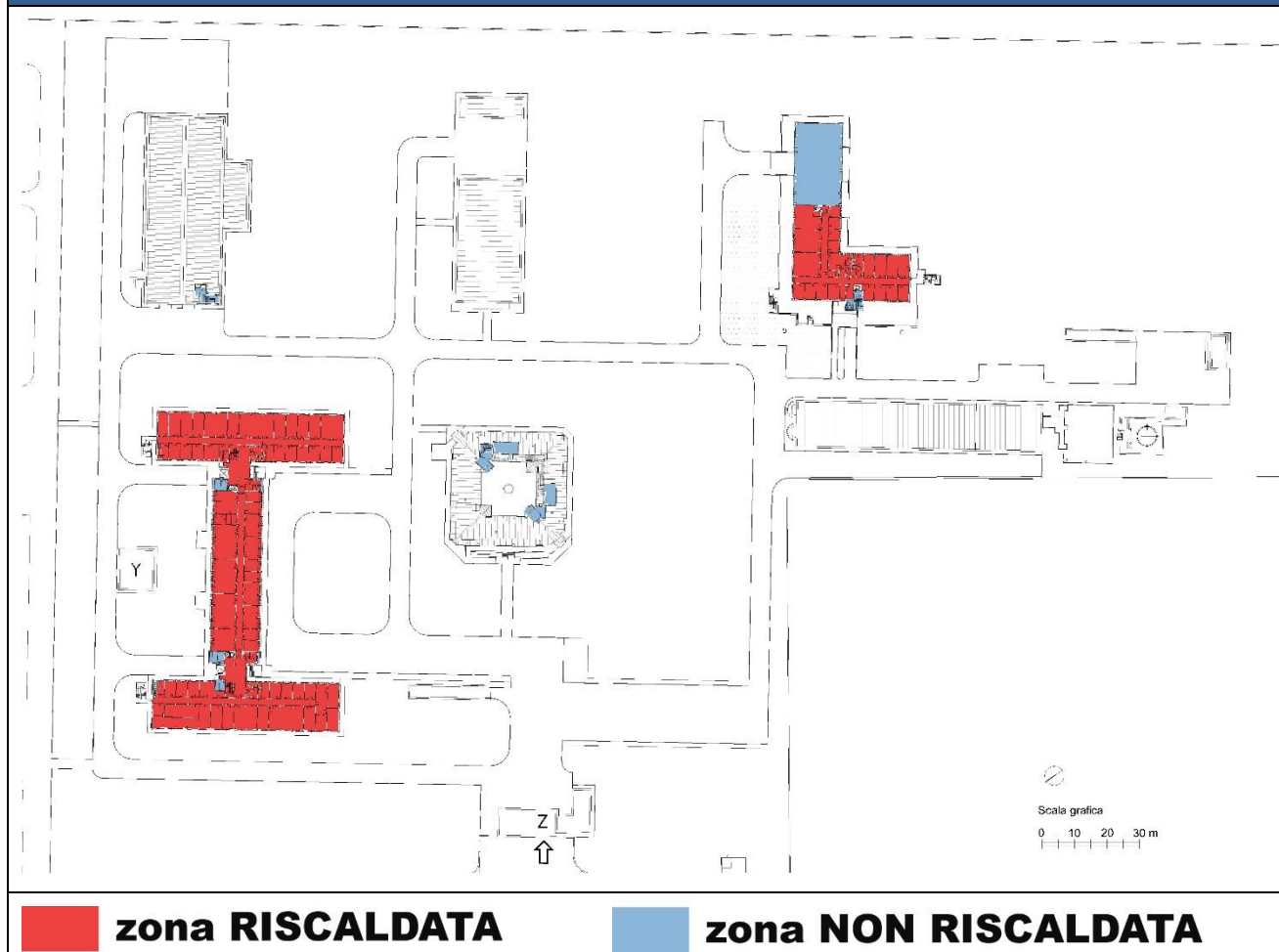




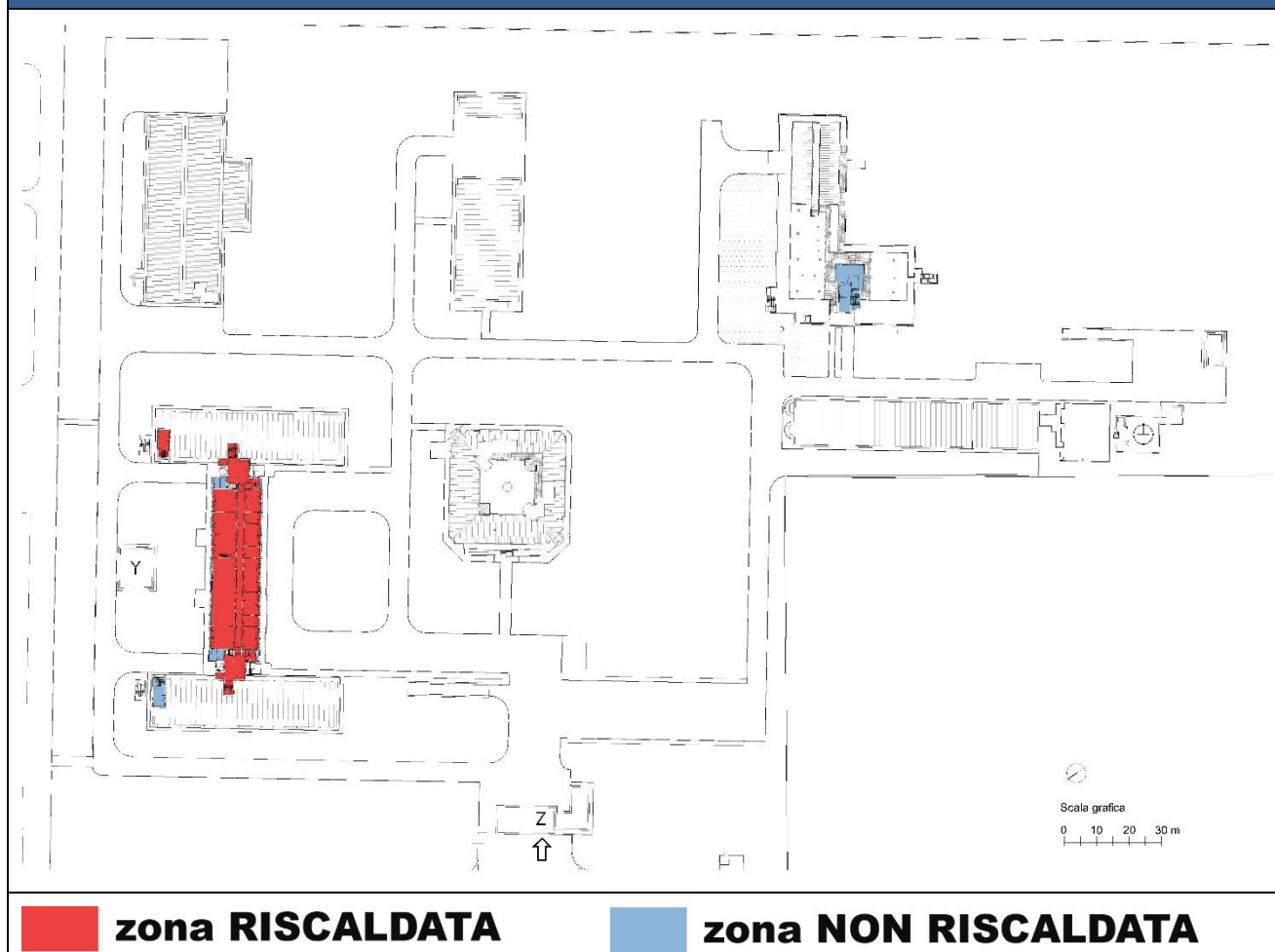
## PIANO PRIMO



**PIANO SECONDO**



## PIANO TERZO



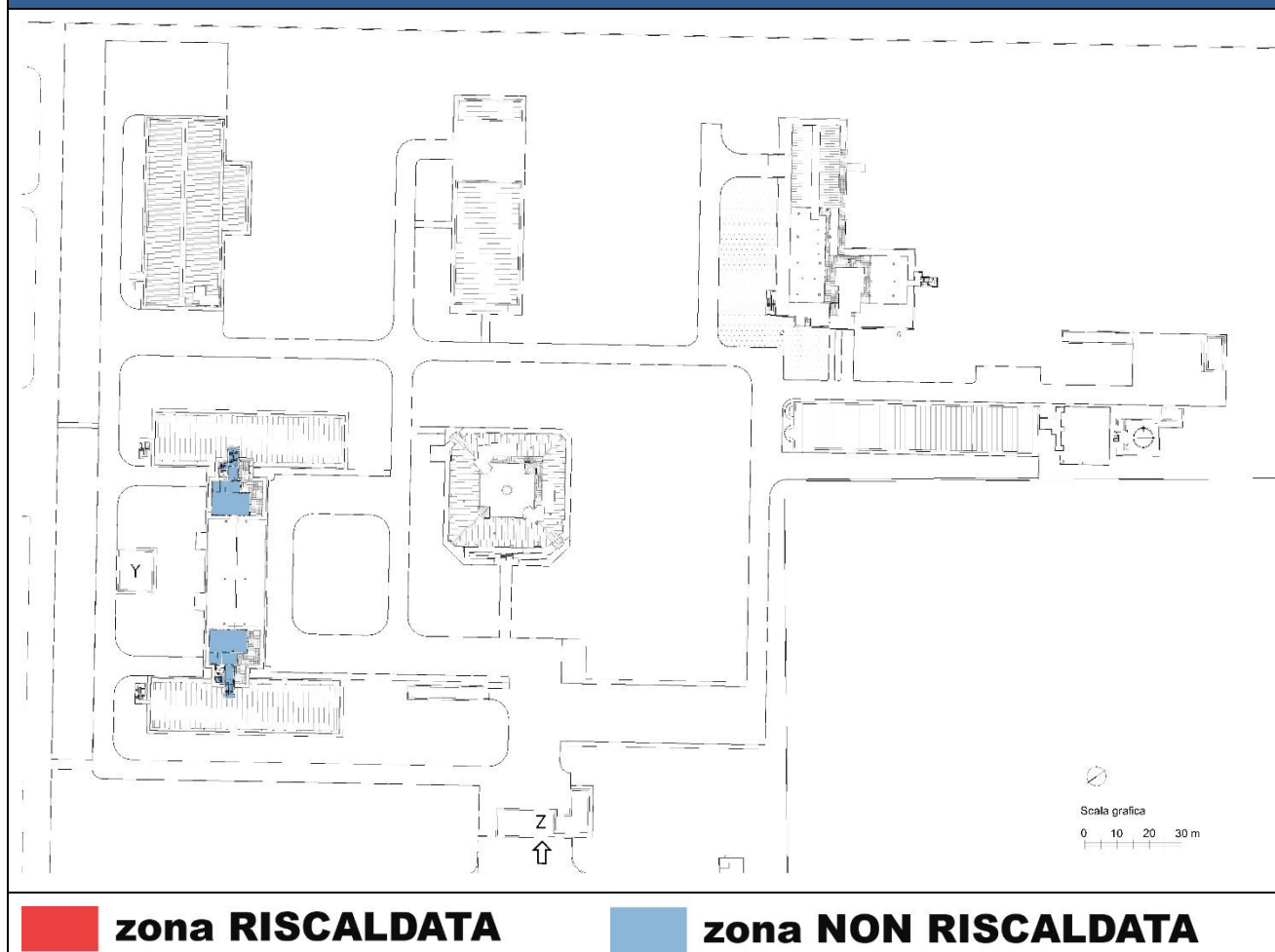
## PIANO QUARTO



**zona RISCALDATA**

**zona NON RISCALDATA**

## PIANO QUINTO





## 5.2 Validazione dei modelli di calcolo

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, la produzione di acqua calda sanitaria del fabbricato ed il calcolo di altri usi energetici come il consumo termico delle batterie dell'impianto di ventilazione meccanica. 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 10% 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.

Il modello di calcolo viene costruito ed i risultati ottenuti vengono confrontati con i dati di consumo reali forniti dalla società di distribuzione locale di gas metano.

All'interno del modello energetico si interviene inoltre con la "correzione" delle temperature interne reali delle zone climatiche. 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.

All'interno del modello di simulazione 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 e ventilazione

**Circuiti** | Accumulo e distribuzione primaria | Altri carichi | Generazione

1 di 26 | Edificio A - Circuito termosifoni | Fluido termovettore: Acqua

**Dati generali** | Sottosistemi | Temperatura media acqua

**Interrittenza** ⓘ

**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**

Lunedì	Lunedì-venerdì uffici	Venerdì	Lunedì-venerdì uffici
Martedì	Lunedì-venerdì uffici	Sabato	Weekend uffici
Mercoledì	Lunedì-venerdì uffici	Domenica	Weekend uffici
Giovedì	Lunedì-venerdì uffici		

☐ **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	5	Corridoi/Distribuzione_PT
1	6	Wc/Servizi_PT
1	11	Wc/Servizi_P1
1	12	Corridoi/Distribuzione_P1
1	17	Wc/Servizi_P2
1	21	Corridoi/Distribuzione_P2
1	22	Scala_PTOT

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 del Complesso.

Confrontando i risultati di calcolo del software con quelli reali di consumo termico (forniti dalla committenza), si devono ottenere dei risultati che non siano discordanti di più di un 10%.

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:

$$\frac{|Q_{teorico} - Q_{validazione}|}{Q_{teorico}} \times 100 \leq 10\%$$

Dove:

- $Q_{teorico}$  è il fabbisogno teorico dell'edificio per la climatizzazione invernale, 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) dell'edificio per la climatizzazione invernale, definito nel capitolo precedente.

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 UNI 10349:2016 per il Comune di Torino pari a **2.617 GG**.

Tale valore di consumo medio ottenuto da valori reali relativi al triennio di riferimento viene definito  $Q_{validazione}$  e confrontato con il  $Q_{teorico}$  ottenuto da modello.

CLIMATIZZAZIONE INVERNALE 15 ottobre-15 aprile						
Stagione termica	Consumi reali [Sm <sup>3</sup> ]	GG Stazione Arpa Torino-Le Vallere	GG DPR 412/93	Consumi reali destagionalizzati $Q_{validazione}$ [Nm <sup>3</sup> ]	Consumo modello energetico $Q_{teorico}$ [Nm <sup>3</sup> ]	
2015/2016	353.781	2.367	2.617	370.480	370.256	Congruità
2016/2017	355.247	2.368		371.831		
2017/2018	320.520	2.569		309.233		
Media	<b>343.183</b>	<b>2.434</b>	<b>2.617</b>	<b>350.512</b>	<b>370.256</b>	<b>5,6%</b>

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

## 6 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

### 6.1 *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>

In particolare ogni intervento rispetta le seguenti condizioni:

- 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;
- Prevedono, ove possibile, il superamento dei requisiti minimi stabiliti dalla normativa sul rendimento energetico;

L’analisi di convenienza delle singole EEM (Misure di Efficienza Energetica) 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);




Le misure individuate sono:

- EEM 1: Coibentazione delle murature esterne con cappotto termico (ove possibile e necessario);
- EEM 2: Coibentazione delle murature esterne con insufflaggio delle intercapedini d'aria (ove possibile e necessario);
- EEM 3: Coibentazione dei solai su sottotetto non riscaldato con insufflaggio delle intercapedini d'aria (ove possibile e necessario);
- EEM 4: Coibentazione delle coperture esterne (ove possibile e necessario);
- EEM 5: Sostituzione infissi (ove necessario);
- EEM 6 Installazione schermature solari (ove necessario);
- EEM 7: Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED (Edifici A-B-C-D-L-M-Q-R ed illuminazione esterna notturna);
- EEM 8: Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV (Edifici B-C-D-L-O-Q-R);

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Coibentazione delle murature esterne con cappotto termico	Vincoli assenti		Assenza di misure di tutela
EEM 2: Coibentazione delle murature esterne con insufflaggio delle intercapedini d'aria	Vincoli assenti		Assenza di misure di tutela
EEM 3: Coibentazione dei solai su sottotetto non riscaldato con insufflaggio delle intercapedini d'aria	Vincoli assenti		Assenza di misure di tutela
EEM 4: Coibentazione delle coperture esterne	Vincoli assenti		Assenza di misure di tutela
EEM 5: Sostituzione infissi	Vincoli assenti		Assenza di misure di tutela
EEM 6: Installazione schermature solari	Vincoli assenti		Assenza di misure di tutela
EEM 7: Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED	Vincoli assenti		Assenza di misure di tutela
EEM 8: Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV	Vincoli assenti		Assenza di misure di tutela

**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.



### 6.1.1 Involucro edilizio

#### 6.1.1.1 Coibentazione pareti esterne con cappotto termico

##### Fattibilità tecnica

La misura prevede di coibentare le pareti verticali di alcuni dei edifici del Complesso INRiM mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite ( $\rho=14$  cm). I sopralluoghi effettuati, lo studio delle caratteristiche tecnico-costruttive dei singoli edifici ed un utile confronto con la committenza hanno evidenziato le strutture sulle quali potere proporre la presente misura di efficienza energetica. Nello specifico gli edifici sui quali si ritiene di proporre la coibentazione delle pareti verticali esterne con la posa di un cappotto termico sono i seguenti: Edifici D-L-Q-R. Alcuni edifici (con strutture verticali opache energivore) sono stati esclusi dalla presente misura per problemi di fattibilità tecnica; altri sono stati esclusi perché di più recente costruzione e/o ristrutturazione edilizia e quindi ritenuti maggiormente performanti sotto l'aspetto energetico.

L'efficientamento delle pareti consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro opaco del complesso di edifici.

##### Caratteristiche funzionali e tecniche

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

##### Descrizione dei lavori

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

Durante la posa dovranno essere rispettate alcune condizioni minime:

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

Le fasi di posa prevedono:

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

## Costi relativi all'intervento

I costi relativi al cappotto sono stati valutati tenendo conto di tre differenti voci che comprendono la fornitura dei materiali, la posa in opera dei materiali e le opere edili strettamente connesse all'intervento.

Coibentazione esterna a cappotto in polistirene espanso con grafite – Edificio D					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Coibentazione esterna a cappotto in pannelli di EPS grigio con grafite sp=14 cm	m <sup>2</sup>	1.293	65(*)	84.045(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Coibentazione esterna a cappotto in polistirene espanso con grafite – Edificio L					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Coibentazione esterna a cappotto in pannelli di EPS grigio con grafite sp=14 cm	m <sup>2</sup>	1.325	65(*)	86.125(*)

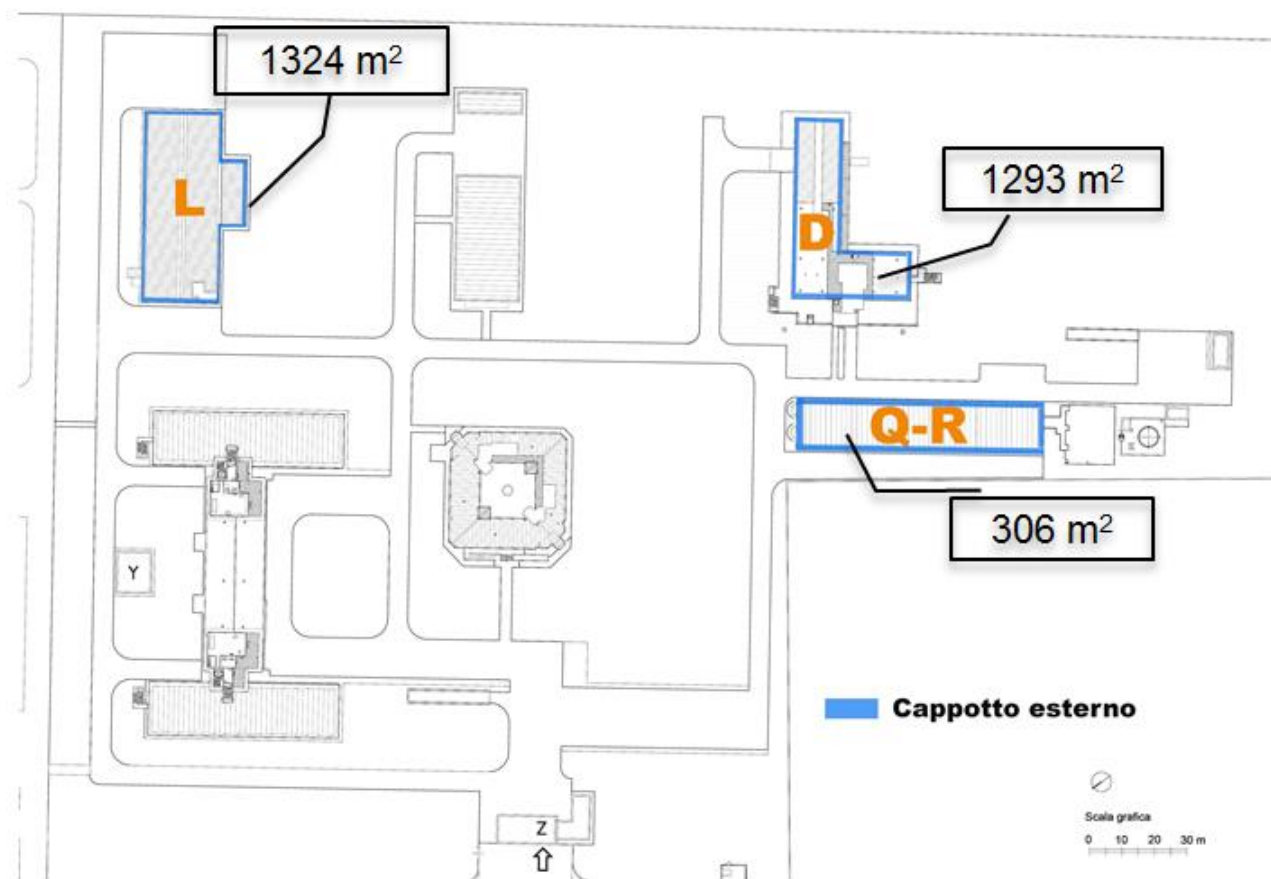
(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Coibentazione esterna a cappotto in polistirene espanso con grafite – Edificio Q-R					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Coibentazione esterna a cappotto in pannelli di EPS grigio con grafite sp=14 cm	m <sup>2</sup>	306	65(*)	19.890(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

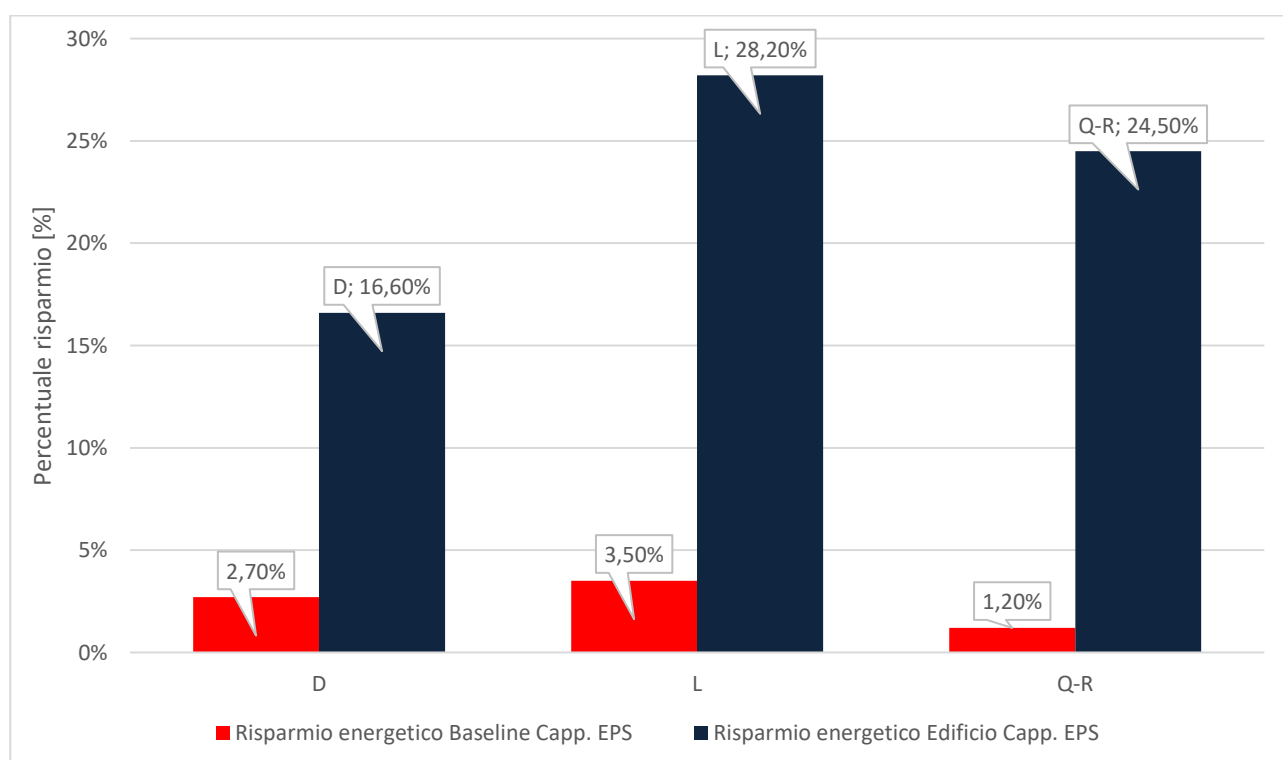
## Superfici interessate

Si riporta di seguito un'indicazione schematica ed una tabella numerica delle superfici interessate alla presente misura di efficientamento energetico.

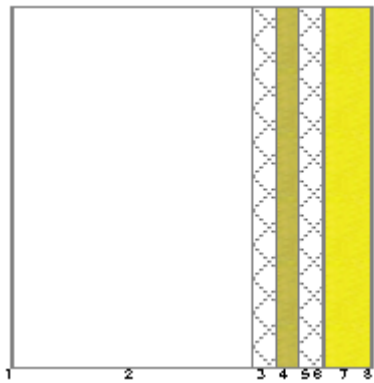


## Prestazioni raggiungibili

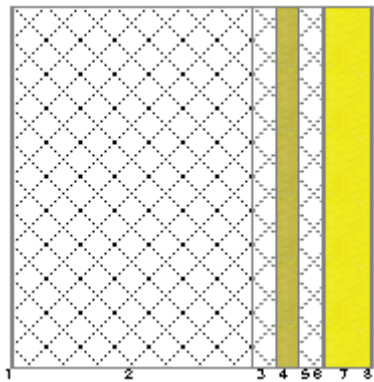
COIBENTAZIONE PARETI ESTERNE CON CAPPOTTO TERMICO							
EDIFICIO	CODICE SUPERFICIE	SUPERFICIE INTERESSATA	Risparmio termico Baseline	Risparmio termico Edificio	Risparmio economico	TRS senza incentivi	TRS con Conto Termico 2.0
	[-]	[m²]	[%]	[%]	[€]	[anni]	[anni]
Edificio D	M6	659,97	2,7%	16,6%	3.910	21,4	10,7
	M7	126,55					
	M8	53,88					
	M9	383,08					
	M10	69,28					
Edificio L	M76	871,64	3,5%	28,2%	5.202	14,4	8,2
	M77	198,91					
	M78	206,81					
	M79	47,31					
Edifici Q-R	M67	180,87	1,2%	24,5%	1.7021	11,5	5,7
	M68	41,65					
	M69	32,80					
	M70	4,81					
	M71	20,24					
	M72	16,88					
	M74	8,40					



Di seguito vengono riportate le stratigrafie delle murature successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

Descrizione della struttura: <i>Ed. D 001 Standard rosa</i>			Codice: <i>M6</i>
Trasmittanza termica	<b>0,164</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>1055</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C	
Permeanza	<b>0,004</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>282</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>269</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,005</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,031</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-12,0</b>	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Alluminio	<b>5,00</b>
2	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>700,00</b>
3	C.I.s. con massa volumica media	<b>70,00</b>
4	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	<b>60,00</b>
5	C.I.s. con massa volumica media	<b>70,00</b>
6	Intonaco plastico per cappotto	<b>5,00</b>
7	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	<b>140,00</b>
8	Intonaco plastico per cappotto	<b>5,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: <i>Ed. D 002 Standard rosa con PIL</i>			Codice: <i>M7</i>
Trasmittanza termica	<b>0,160</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>1055</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C	
Permeanza	<b>0,004</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1892</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1879</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>-3,0</b>	h	

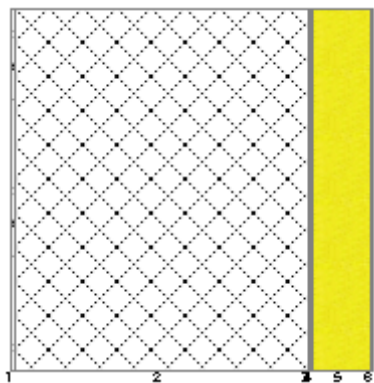
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Alluminio	<b>5,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>700,00</b>
3	C.I.s. con massa volumica media	<b>70,00</b>
4	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	<b>60,00</b>



5	C.I.s. con massa volumica media	70,00
6	Intonaco plastico per cappotto	5,00
7	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
8	Intonaco plastico per cappotto	5,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** Ed. D 003 Standard con PIL riv lamiera

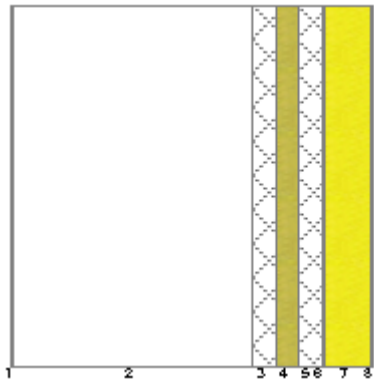
**Codice:** M8

Trasmittanza termica	0,209	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	863	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C	
Permeanza	0,007	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	1652	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	1621	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	0,002	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	0,008	-	
Sfasamento onda termica	-19,4	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	700,00
3	Alluminio	3,00
4	Intonaco plastico per cappotto	5,00
5	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
6	Intonaco plastico per cappotto	5,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** Ed. D 004 Standard su intercapedine PS

**Codice:** M9

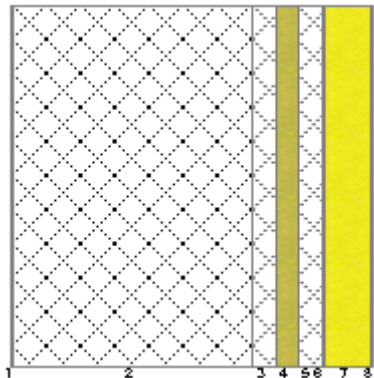
Trasmittanza termica	0,164	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	1055	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C	
Permeanza	0,004	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	282	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	269	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	0,005	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	0,031	-	
Sfasamento onda termica	-12,0	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Alluminio	5,00
2	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	700,00
3	C.I.s. con massa volumica media	70,00

4	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	60,00
5	C.I.s. con massa volumica media	70,00
6	Intonaco plastico per cappotto	5,00
7	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
8	Intonaco plastico per cappotto	5,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** Ed. D 005 Standard con PIL su intercapedine

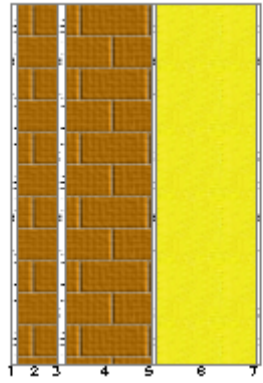
**Codice:** M10

Trasmittanza termica	0,160	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	1055	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C	
Permeanza	0,004	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	1892	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	1879	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	0,000	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	0,001	-	
Sfasamento onda termica	-3,0	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Alluminio	5,00
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	700,00
3	C.I.s. con massa volumica media	70,00
4	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	60,00
5	C.I.s. con massa volumica media	70,00
6	Intonaco plastico per cappotto	5,00
7	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
8	Intonaco plastico per cappotto	5,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** Ed. Q-R 001 Standard paramano

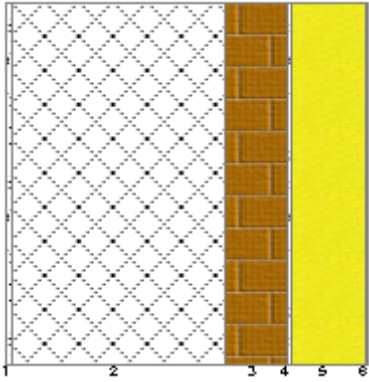
**Codice:** M67

Trasmittanza termica	0,207	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	345	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C	
Permeanza	33,755	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	262	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	213	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	0,043	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	0,206	-	
Sfasamento onda termica	-9,1	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	55,00

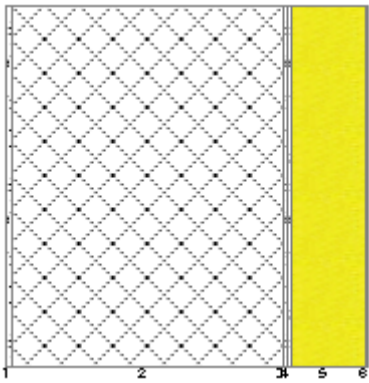
3	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00
5	Intonaco plastico per cappotto	5,00
6	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
7	Intonaco plastico per cappotto	5,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. Q-R 002 Standard paramano con PIL* **Codice:** M68

Trasmittanza termica	0,205	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	680	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C	
Permeanza	3,482	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	1098	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	1067	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	0,005	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	0,027	-	
Sfasamento onda termica	-16,5	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	400,00
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00
4	Intonaco plastico per cappotto	5,00
5	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
6	Intonaco plastico per cappotto	5,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. Q-R 003 Cordolo* **Codice:** M69

Trasmittanza termica	0,212	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	680	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C	
Permeanza	2,817	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	1225	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	1176	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	0,005	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	0,026	-	
Sfasamento onda termica	-15,2	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	510,00
3	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
4	Intonaco plastico per cappotto	5,00
5	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
6	Intonaco plastico per cappotto	5,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

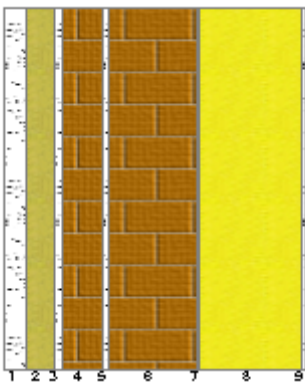
Descrizione della struttura: <b>Ed. Q-R 004 PIL</b>	Codice: <b>M70</b>
-----------------------------------------------------	--------------------

Trasmittanza termica	<b>0,203</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>780</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C	
Permeanza	<b>2,839</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1328</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1297</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,003</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,015</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-18,8</b>	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	500,00
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00
4	Intonaco plastico per cappotto	5,00
5	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
6	Intonaco plastico per cappotto	5,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. Q-R 005 Standard paramano MAG*

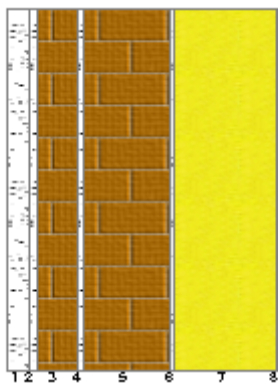
**Codice:** *M71*

Trasmittanza termica	<b>0,171</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>415</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C	
Permeanza	<b>26,936</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>283</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>213</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,008</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,045</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-11,4</b>	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Cartongesso in lastre	<b>30,00</b>
2	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	<b>40,00</b>
3	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>55,00</b>
5	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
6	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
7	Intonaco plastico per cappotto	<b>5,00</b>
8	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	<b>140,00</b>
9	Intonaco plastico per cappotto	<b>5,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. Q-R 006 Standard paramano LAB*

**Codice:** *M72*

Trasmittanza termica	<b>0,201</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>375</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C	
Permeanza	<b>32,129</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>283</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>213</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,026</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,127</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-10,2</b>	h	

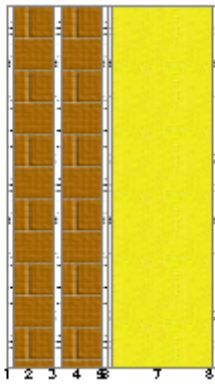
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Cartongesso in lastre	<b>30,00</b>
2	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>55,00</b>
4	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
5	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
6	Intonaco plastico per cappotto	<b>5,00</b>



7	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
8	Intonaco plastico per cappotto	5,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** Ed. Q-R 008 Standard intonaco

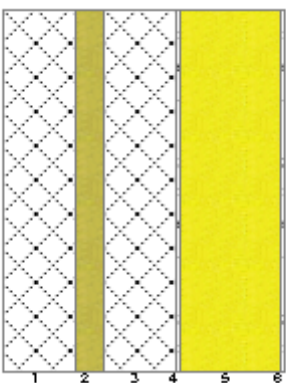
**Codice:** M74

Trasmittanza termica	0,212	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	290	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C	
Permeanza	35,907	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	202	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	135	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	0,068	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	0,319	-	
Sfasamento onda termica	-7,3	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	55,00
3	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	55,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
6	Intonaco plastico per cappotto	5,00
7	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
8	Intonaco plastico per cappotto	5,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** Ed. L 001 Standard prefabbricato

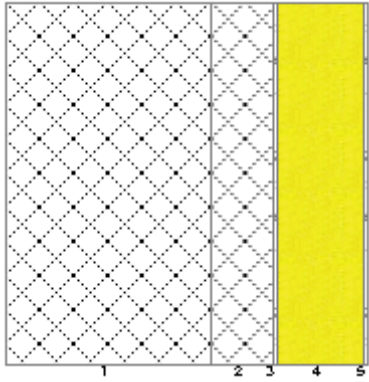
**Codice:** M76

Trasmittanza termica	0,183	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	390	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C	
Permeanza	6,309	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	496	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	483	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	0,005	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	0,026	-	
Sfasamento onda termica	-12,0	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. con massa volumica alta	100,00

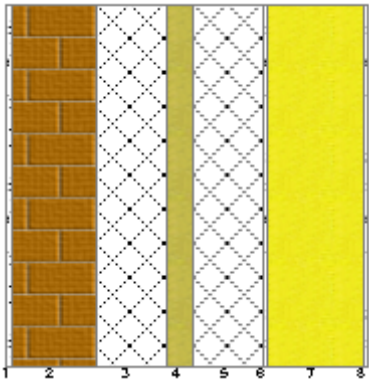
2	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	40,00
3	C.I.s. con massa volumica alta	100,00
4	Intonaco plastico per cappotto	5,00
5	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
6	Intonaco plastico per cappotto	5,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. L 002 Standard prefabbricato con PIL* **Codice:** M77

Trasmittanza termica	0,214	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	580	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C	
Permeanza	3,311	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	1015	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	1002	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	0,010	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	0,045	-	
Sfasamento onda termica	-13,1	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. armato (1% acciaio)	330,00
2	C.I.s. con massa volumica alta	100,00
3	Intonaco plastico per cappotto	5,00
4	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
5	Intonaco plastico per cappotto	5,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. L 003 Standard prefabbricato uffici* **Codice:** M78

Trasmittanza termica	0,176	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	520	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C	
Permeanza	6,127	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	658	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	627	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	0,001	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	0,008	-	
Sfasamento onda termica	-15,9	h	

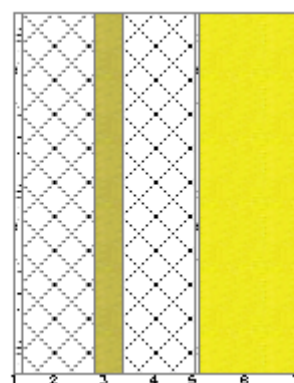
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00

2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	120,00
3	C.I.s. con massa volumica alta	100,00
4	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	40,00
5	C.I.s. con massa volumica alta	100,00
6	Intonaco plastico per cappotto	5,00
7	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
8	Intonaco plastico per cappotto	5,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: **Ed. L 004 SF di Standard prefabbricato uffici**

Codice: **M79**

Trasmittanza termica	0,183	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	400	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C
Permeanza	6,289	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	514	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	483	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,004	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	0,024	-
Sfasamento onda termica	-12,3	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	C.I.s. con massa volumica alta	100,00
3	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	40,00
4	C.I.s. con massa volumica alta	100,00
5	Intonaco plastico per cappotto	5,00
6	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	140,00
7	Intonaco plastico per cappotto	5,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

#### Legenda simboli

s	Spessore
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi
R	Resistenza termica
M.V.	Massa volumica
C.T.	Capacità termica specifica
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto

mm
W/mK
m <sup>2</sup> K/W
kg/m <sup>3</sup>
kJ/kgK
-

### 6.1.1.2 Coibentazione delle murature esterne con insufflaggio delle intercapedini d'aria

#### Fattibilità tecnica

La misura prevede di coibentare le pareti verticali di alcuni degli edifici del complesso INRiM mediante insufflaggio di fiocchi di cellulosa all'interno delle intercapedini d'aria. Nello specifico la misura in oggetto è stata ipotizzata per gli edifici A-C sui quali l'indagine d'archivio dei documenti storici di progetto ha permesso di visionare i dettagli costruttivi delle murature. Alcuni edifici del complesso sono stati esclusi dalla presente misura perché è stata riscontrata l'assenza delle intercapedini; altri, sui quali le informazioni di progetto non risultavano così approfondite, (nonostante fossero di più recente costruzione), in quanto non è stato possibile ispezionare in modo invasivo le stratigrafie murarie al fine di valutarne la fattibilità tecnica.

L'efficientamento delle pareti consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro opaco del complesso di edifici.

#### 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.

#### Descrizione dei lavori

L'insufflaggio delle intercapedini deve essere effettuato da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche.

In particolare dovranno essere svolte le seguenti lavorazioni

- Ispezionare l'intercapedine da isolare per verificare lo stato del paramento esterno e del paramento interno. L'insufflaggio non è adatto in caso di intonaco danneggiato (es. crepe) o di significativa presenza di infiltrazioni d'acqua o umidità di risalita. Ispezionare in più punti l'interno dell'intercapedine da isolare con un endoscopio, al fine di verificare lo spessore dell'intercapedine e di verificare l'eventuale presenza di ostruzioni (es. pilastri, calcinacci, ecc.): in prossimità di qualsiasi tipo di ostruzione è necessario incrementare adeguatamente il numero di fori per garantire uniformità di applicazione.
- Verificare che eventuali discontinuità dell'intercapedine (infissi, cassonetti delle tapparelle, fori di ventilazione, ecc) siano sigillate e, in caso contrario, procedere alla sigillatura delle stesse prima di applicare.
- Forare la parete dall'esterno
- Utilizzare una macchina per insufflaggio.
- La macchina per insufflaggio deve essere testata prima di ogni cantiere, al fine di assicurare la corretta densità di installazione. Utilizzare un'apposita scatola test, realizzata in accordo con lo standard EN 14064-2: effettuare diverse prove di installazione per impostare i parametri corretti.
- Realizzare l'isolamento termo-acustico mediante l'impiego di fiocchi di cellulosa
- Posizionare l'iniettore in un foro alla base e all'estremità laterale della parete. Dopo avere riempito questo foro proseguire lungo tutta la fila inferiore e successivamente passare alla fila superiore, fino ad arrivare alla fila superiore della parete.
- Una volta terminato l'insufflaggio procedere alla chiusura dei fori e all'eventuale tinteggiatura

## Costi relativi all'intervento

I costi relativi all'insufflaggio sono stati valutati tenendo conto di tre differenti voci che comprendono la fornitura dei materiali, la posa in opera dei materiali e le opere edili strettamente connesse all'intervento.

Coibentazione intercapedini pareti con insufflaggio fiocchi di cellulosa – Edificio A					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Coibentazione intercapedini delle pareti con insufflaggio di fiocchi di cellulosa	m <sup>3</sup>	218	100(*)	21.800(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

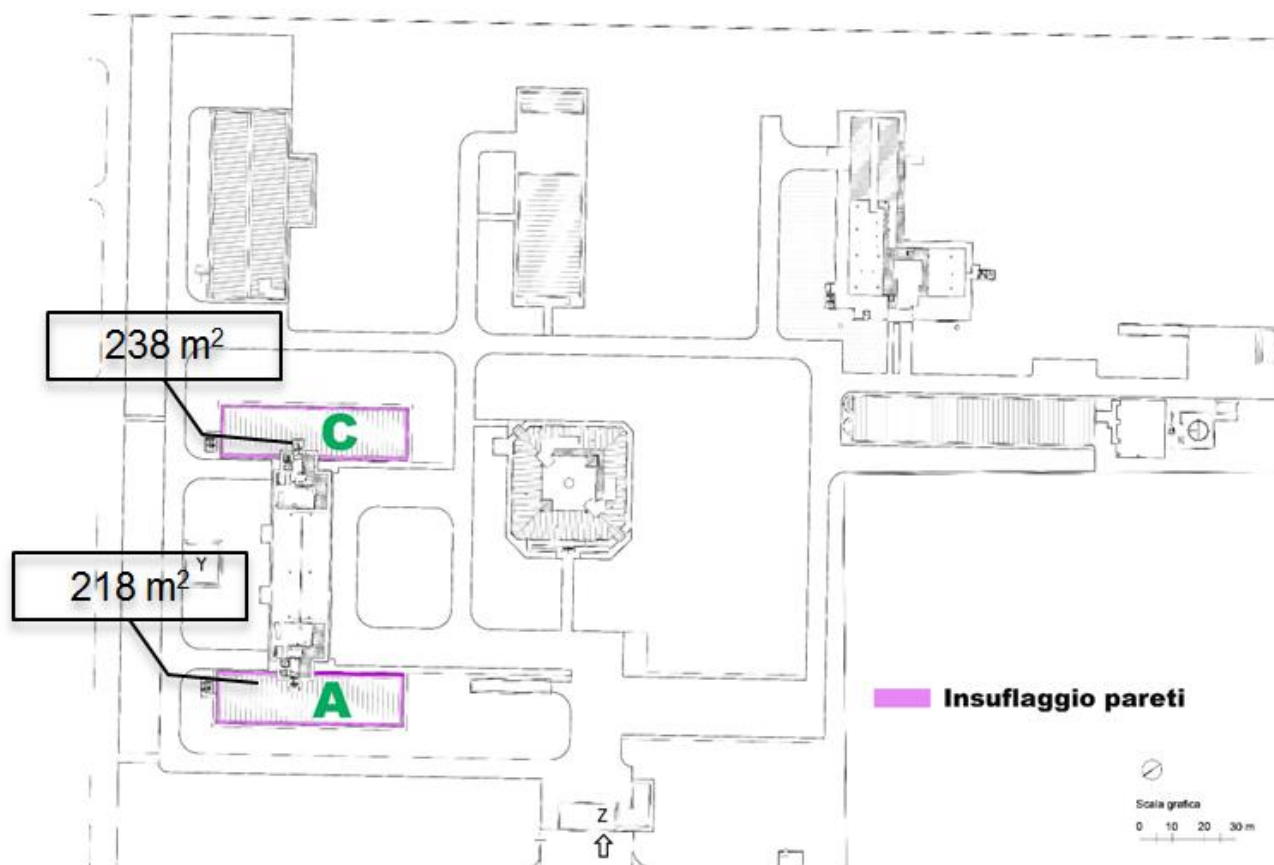
Coibentazione intercapedini pareti con insufflaggio fiocchi di cellulosa – Edificio C					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Coibentazione intercapedini delle pareti con insufflaggio di fiocchi di cellulosa	m <sup>3</sup>	237	100(*)	23.700(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.



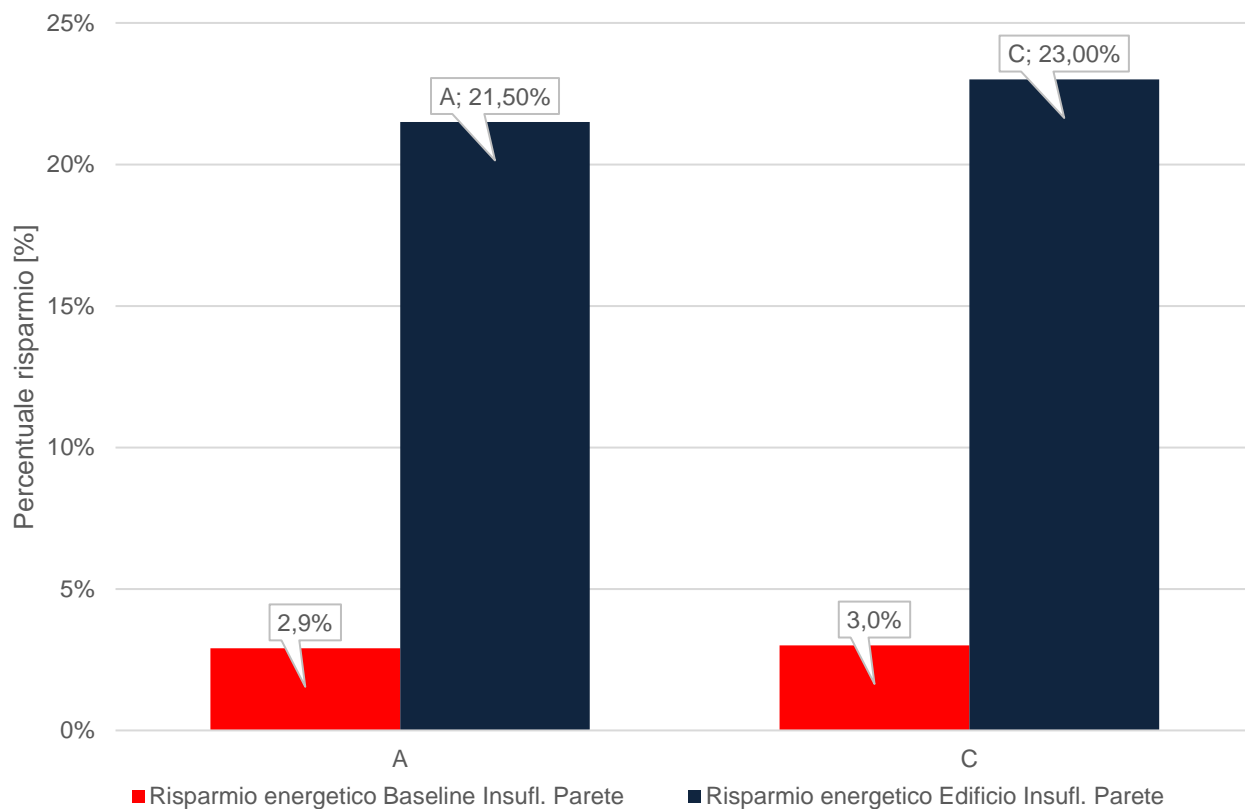
## Superfici interessate

Si riporta di seguito un'indicazione schematica ed una tabella numerica delle superfici interessate alla presente misura di efficientamento energetico.



## Prestazioni raggiungibili

INSUFFLAGGIO PARETI ESTERNE							
EDIFICIO	CODICE SUPERFICIE	VOLUME INTERESSATO	Risparmio termico Baseline	Risparmio termico Edificio	Risparmio economico	TRS senza incentivi	TRS con Conto Termico 2.0
	[-]	[m <sup>3</sup> ]	[%]	[%]	[€]	[anni]	[anni]
Edificio A	M49	61,95	2,9%	21,5%	4.281	5,1	5,1
	M50	127,02					
	M52	29,28					
Edificio C	M13	74,31	3,0%	23,0%	4.453	5,3	5,3
	M14	121,91					
	M16	41,58					



Di seguito vengono riportate le stratigrafie delle murature successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

Descrizione della struttura: <i>Ed. A-C 001 Standard C</i>			Codice: <i>M13</i>
Trasmittanza termica	<i>0,270</i>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<i>370</i>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<i>-8,0</i>	°C	
Permeanza	<i>12,937</i>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<i>408</i>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<i>390</i>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<i>0,051</i>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<i>0,188</i>	-	
Sfasamento onda termica	<i>-12,8</i>	h	

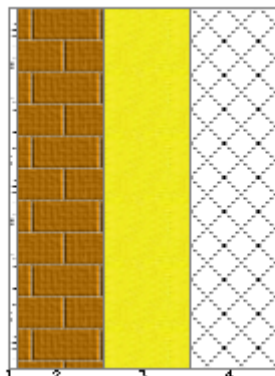
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<i>10,00</i>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<i>120,00</i>
3	*Coibente in fibra di cellulosa da insufflaggio	<i>120,00</i>
4	C.I.s. con massa volumica media	<i>120,00</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: <i>Ed. A-C 002 SF C</i>			Codice: <i>M14</i>
Trasmittanza termica	<i>0,086</i>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<i>630</i>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<i>-8,0</i>	°C	
Permeanza	<i>18,248</i>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<i>335</i>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<i>317</i>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<i>0,003</i>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<i>0,032</i>	-	
Sfasamento onda termica	<i>-0,1</i>	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<i>10,00</i>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<i>120,00</i>
3	*Coibente in fibra di cellulosa da insufflaggio	<i>420,00</i>
4	C.I.s. con massa volumica media	<i>80,00</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: **Ed. A-C 004 Standard laterale C**

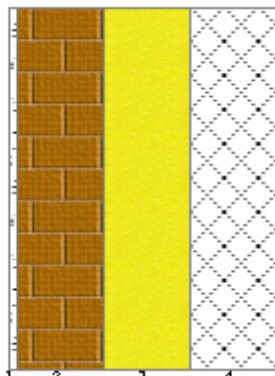
Codice: **M16**

Trasmittanza termica	<b>0,270</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>370</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C	
Permeanza	<b>12,937</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>408</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>390</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,051</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,188</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-12,8</b>	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	*Coibente in fibra di cellulosa da insufflaggio	<b>120,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 001 Standard A*

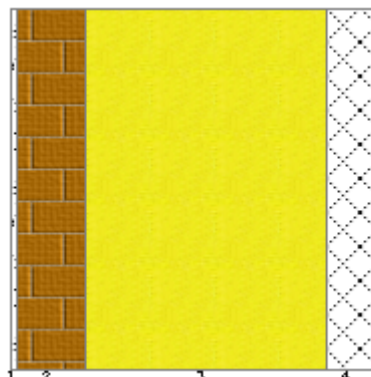
**Codice:** *M49*

Trasmittanza termica	<b>0,270</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>370</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C	
Permeanza	<b>12,937</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>408</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>390</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,051</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,188</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-12,8</b>	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	*Coibente in fibra di cellulosa da insufflaggio	<b>120,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 002 SF A*

**Codice:** *M50*

Trasmittanza termica	<b>0,086</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>630</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C	
Permeanza	<b>18,248</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>335</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>317</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,003</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,032</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-0,1</b>	h	

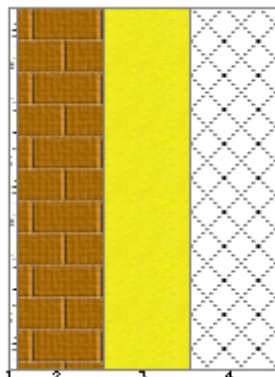
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	*Coibente in fibra di cellulosa da insufflaggio	<b>420,00</b>
4	C.I.s. con massa volumica media	<b>80,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-



**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 004 Standard laterale A*

**Codice:** *M52*

Trasmittanza termica	<b>0,270</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>370</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C
Permeanza	<b>12,937</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>408</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>390</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,051</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,188</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-12,8</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>120,00</b>
3	*Coibente in fibra di cellulosa da insufflaggio	<b>120,00</b>
4	C.I.S. con massa volumica media	<b>120,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

#### Legenda simboli

s	Spessore
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi
R	Resistenza termica
M.V.	Massa volumica
C.T.	Capacità termica specifica
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto

mm
W/mK
m <sup>2</sup> K/W
kg/m <sup>3</sup>
kJ/kgK
-

### 6.1.1.3 Coibentazione dei solai su sottotetto non riscaldato con insufflaggio delle intercapedini d'aria

#### Generalità

La misura prevede di coibentare i solai su sottotetto degli edifici aventi copertura costituita da doppio solaio non coibentato mediante insufflaggio di fiocchi di cellulosa sp=da 15 a 20cm. Si ritiene che l'intervento possa interessare importanti superfici delle coperture degli edifici A-B-C-D-M.

L'efficientamento dei solai piani consentirà di ridurre le dispersioni dell'involucro opaco, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo.

#### Caratteristiche funzionali e tecniche

Gli orizzontamenti a seguito dei lavori risulteranno efficienti sotto l'aspetto energetico e garantiranno una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti alle strutture in oggetto.

#### Descrizione dei lavori

L'insufflaggio deve essere effettuato da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche.

I lavori consistono nella fornitura e posa in opera dell'isolamento termo-acustico da insufflare sull'estradosso del primo solaio disperdente su intercapedine dei fabbricati.

L'insufflaggio deve essere effettuato da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche.

In particolare dovranno essere svolte le seguenti lavorazioni

- Ispezionare l'intercapedine da isolare per verificare lo stato del paramento. L'insufflaggio non è adatto in caso di intonaco danneggiato (es. crepe) o di significativa presenza di infiltrazioni d'acqua o umidità. Ispezionare in più punti l'interno dell'intercapedine da isolare con un endoscopio, al fine di verificare lo spessore dell'intercapedine e di verificare l'eventuale presenza di ostruzioni (es. pilastri, calcinacci, ecc.): in prossimità di qualsiasi tipo di ostruzione è necessario incrementare adeguatamente il numero di fori per garantire uniformità di applicazione.
- Verificare che eventuali discontinuità dell'intercapedine (infissi, cassonetti delle tapparelle, fori di ventilazione, ecc) siano sigillate e, in caso contrario, procedere alla sigillatura delle stesse prima di applicare.
- Forare la parete dall'esterno o accedere attraverso le aperture di ventilazione già esistenti
- Utilizzare una macchina per insufflaggio.
- La macchina per insufflaggio deve essere testata prima di ogni cantiere, al fine di assicurare la corretta densità di installazione. Utilizzare un'apposita scatola test, realizzata in accordo con lo standard EN 14064-2: effettuare diverse prove di installazione per impostare i parametri corretti.
- Realizzare l'isolamento termo-acustico mediante l'impiego di fiocchi di cellulosa
- Posizionare l'iniettore in un foro alla base e all'estremità laterale della parete. Dopo avere riempito questo foro proseguire lungo tutta la fila inferiore e successivamente passare alla fila superiore, fino ad arrivare alla fila superiore della parete.
- Una volta terminato l'insufflaggio procedere alla chiusura dei fori e all'eventuale tinteggiatura

## Costi relativi all'intervento

I costi relativi all'insufflaggio sono stati valutati tenendo conto di tre differenti voci che comprendono la fornitura dei materiali, la posa in opera dei materiali e le opere edili strettamente connesse all'intervento.

Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi di cellulosa – Edificio A					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi di cellulosa	m <sup>3</sup>	172	100(*)	17.200(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi di cellulosa – Edificio B					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi di cellulosa	m <sup>3</sup>	101	100(*)	10.100(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi di cellulosa – Edificio C					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi di cellulosa	m <sup>3</sup>	171	100(*)	17.100(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi di cellulosa – Edificio D					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi di cellulosa	m <sup>3</sup>	100	100(*)	10.000(*)

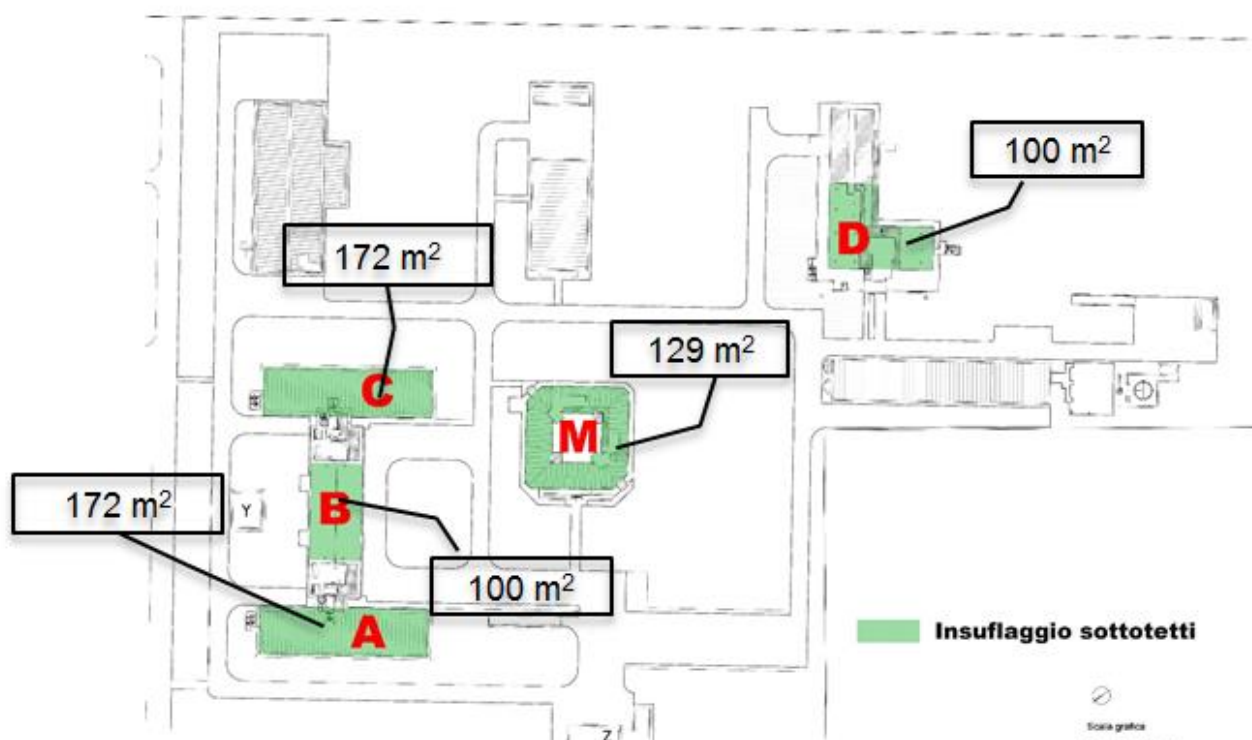
(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi di cellulosa – Edificio M					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi di cellulosa	m <sup>3</sup>	129	100(*)	12.900(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

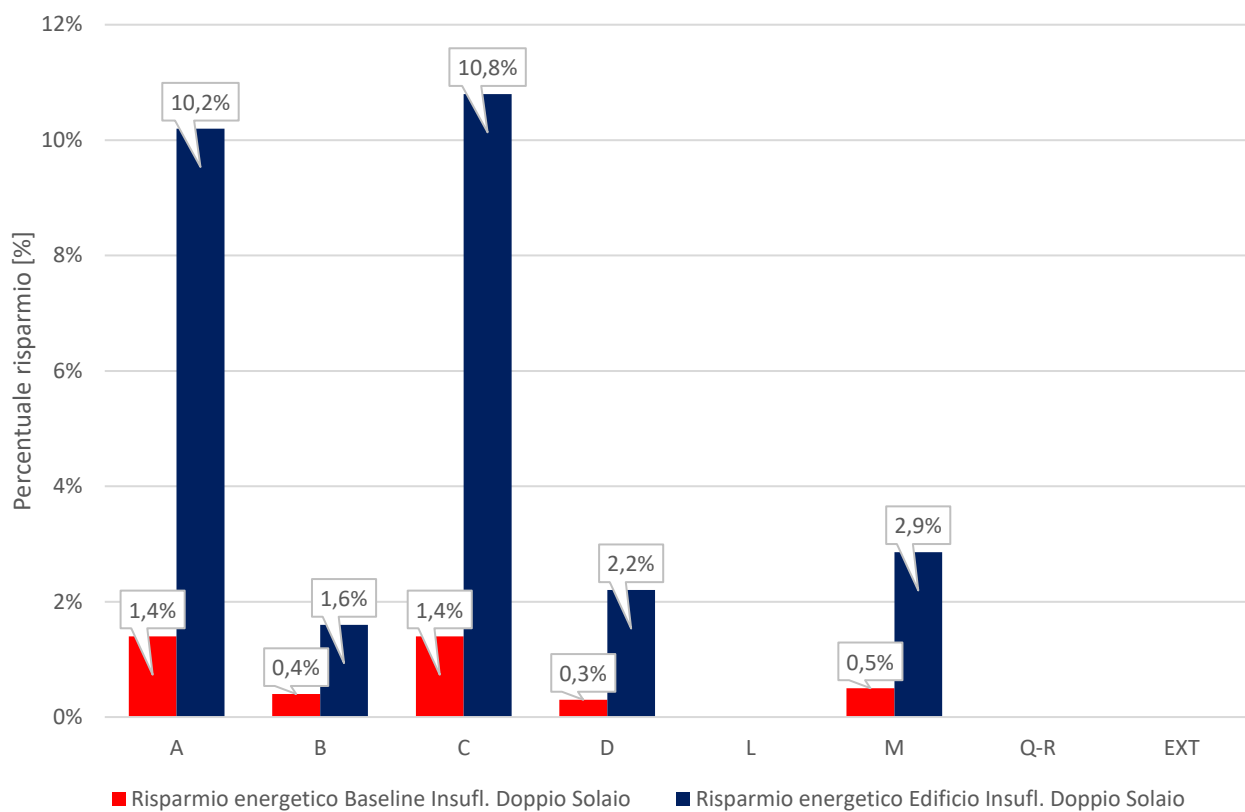
## Superfici interessate

Si riporta di seguito un'indicazione schematica ed una tabella numerica delle superfici interessate alla presente misura di efficientamento energetico.



## Prestazioni raggiungibili

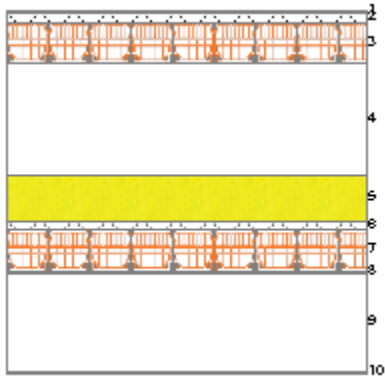
INSUFFLAGGIO DOPPI SOLAI DI COPERTURA							
EDIFICIO	CODICE SUPERFICIE	VOLUME INTERESSATO	Risparmio termico Baseline	Risparmio termico Edificio	Risparmio economico	TRS senza incentivi	TRS con Conto Termico 2.0
	[-]	[m³]	[%]	[%]	[€]	[anni]	[anni]
Edificio A	S16	172,11	1,4%	10,2%	2.020	8,5	4,3
Edificio B	S3	84,66	0,4%	1,6%	557	18,7	9,4
	S4	15,76					
Edificio C	S1	171,06	1,4%	10,8%	2.081	8,2	4,1
Edificio D	S7	100,12	0,3%	2,2%	508	19,7	9,8
Edificio M	S6	116,65	0,5%	2,86%	721	17,9	9
	S9	12,75					





**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 001 Doppio Solaio C*

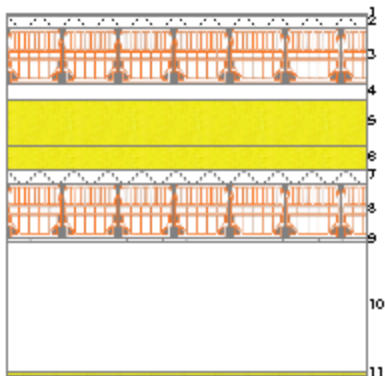
**Codice:** *S1*

Trasmittanza termica	<b>0,186</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>1563</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C	
Permeanza	<b>20000,00 0</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>857</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>839</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,001</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,006</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-0,4</b>	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	<b>3,00</b>
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
3	Soletta in laterizio	<b>180,00</b>
4	Intercapedine debolmente ventilata Av=700 mm <sup>2</sup> /m	<b>480,00</b>
5	*Coibente in fibra di cellulosa da insufflaggio	<b>200,00</b>
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
7	Soletta in laterizio	<b>180,00</b>
8	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
9	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm <sup>2</sup> /m	<b>420,00</b>
10	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. B 001 Doppio Solaio standard*

**Codice:** *S3*

Trasmittanza termica	<b>0,179</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>1163</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C	
Permeanza	<b>20000,00 0</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>964</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>946</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,001</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,007</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-22,4</b>	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
3	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	180,00
4	Intercapedine debolmente ventilata $Av=700 \text{ mm}^2/\text{m}$	50,00
5	*Coibente in fibra di cellulosa da insufflaggio	150,00
6	Lana di roccia	80,00
7	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
8	Soletta in laterizio	180,00
9	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
10	Intercapedine debolmente ventilata $Av=600 \text{ mm}^2/\text{m}$	420,00
11	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

Descrizione della struttura: **Ed. B 002 Doppio Solaio standard 2**

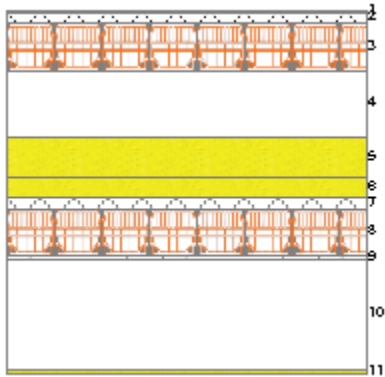
Codice: **S4**

Trasmittanza termica	0,179	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	1183	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-8,0	°C	
Permeanza	20000,00 0	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	999	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	981	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	0,001	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	0,006	-	
Sfasamento onda termica	-22,9	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Pietra artificiale	20,00
2	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
4	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	180,00
5	Intercapedine debolmente ventilata $Av=700 \text{ mm}^2/\text{m}$	50,00
6	*Coibente in fibra di cellulosa da insufflaggio	150,00
7	Lana di roccia	80,00
8	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
9	Soletta in laterizio	180,00
10	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
11	Intercapedine debolmente ventilata $Av=600 \text{ mm}^2/\text{m}$	420,00
12	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. M 002 Doppio Solaio*

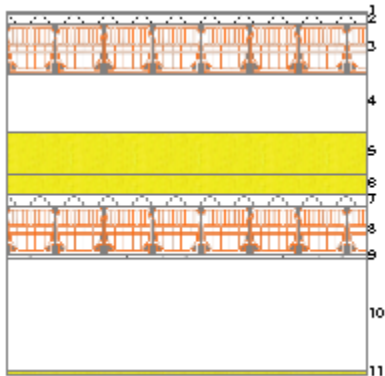
**Codice:** *S6*

Trasmittanza termica	<b>0,179</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>1363</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C	
Permeanza	<b>20000,00 0</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>964</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>946</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,001</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,007</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-22,4</b>	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	<b>3,00</b>
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
3	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	<b>180,00</b>
4	Intercapedine debolmente ventilata Av=700 mm <sup>2</sup> /m	<b>250,00</b>
5	*Coibente in fibra di cellulosa da insufflaggio	<b>150,00</b>
6	Lana di roccia	<b>80,00</b>
7	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
8	Soletta in laterizio	<b>180,00</b>
9	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
10	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm <sup>2</sup> /m	<b>420,00</b>
11	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale interna	-

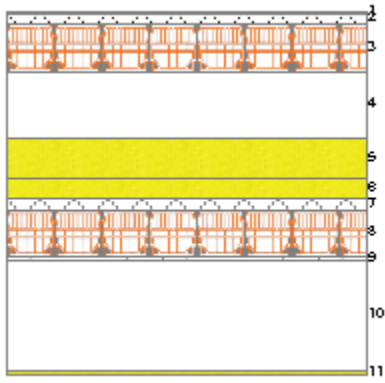
**Descrizione della struttura:** *Ed. D 001 Doppio Solaio*

**Codice:** *S7*

Trasmittanza termica	<b>0,179</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>1333</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C	
Permeanza	<b>20000,00 0</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>964</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>946</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,001</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,007</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-22,4</b>	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
3	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	180,00
4	Intercapedine debolmente ventilata $Av=700 \text{ mm}^2/\text{m}$	220,00
5	*Coibente in fibra di cellulosa da insufflaggio	150,00
6	Lana di roccia	80,00
7	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
8	Soletta in laterizio	180,00
9	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
10	Intercapedine debolmente ventilata $Av=600 \text{ mm}^2/\text{m}$	420,00
11	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

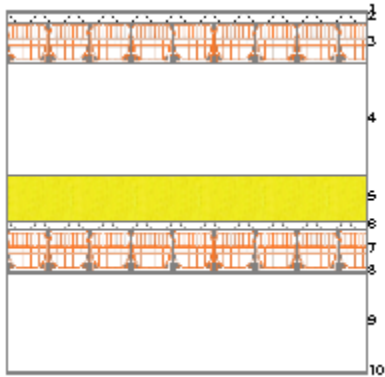
<b>Descrizione della struttura:</b> <i>Ed. M 003 Doppio Solaio su locali tecnici</i>	<b>Codice:</b> <i>S9</i>
--------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------

Trasmittanza termica	0,178	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	1363	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-7,5	°C	
Permeanza	20000,00 0	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	964	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	946	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	0,001	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	0,005	-	
Sfasamento onda termica	-22,6	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
3	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	180,00
4	Intercapedine debolmente ventilata $Av=700 \text{ mm}^2/\text{m}$	250,00
5	*Coibente in fibra di cellulosa da insufflaggio	150,00
6	Lana di roccia	80,00
7	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
8	Soletta in laterizio	180,00
9	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
10	Intercapedine debolmente ventilata $Av=600 \text{ mm}^2/\text{m}$	420,00
11	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura:** *Ed. A-C 004 Doppio Solaio A*

**Codice:** *S16*

Trasmittanza termica	<b>0,186</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>1563</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C	
Permeanza	<b>20000,00 0</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>857</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>839</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,001</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,006</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-0,4</b>	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	<b>3,00</b>
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
3	Soletta in laterizio	<b>180,00</b>
4	Intercapedine debolmente ventilata Av=700 mm <sup>2</sup> /m	<b>480,00</b>
5	*Coibente in fibra di cellulosa da insufflaggio	<b>200,00</b>
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
7	Soletta in laterizio	<b>180,00</b>
8	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
9	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm <sup>2</sup> /m	<b>420,00</b>
10	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale interna	-

**Legenda simboli**

s	Spessore
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi
R	Resistenza termica
M.V.	Massa volumica
C.T.	Capacità termica specifica
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto

mm
W/mK
m <sup>2</sup> K/W
kg/m <sup>3</sup>
kJ/kgK
-



#### *6.1.1.4 Coibentazione delle coperture piane*

##### **Fattibilità tecnica**

La misura prevede di coibentare le porzioni di coperture piane attualmente non isolate di alcuni edifici attraverso la seguente linea d'intervento:

impiego di pannelli di copertura in poliuretano tra lamiere sigillate (sp=10cm) negli edifici L-Q-R.

È stato ritenuto maggiormente idoneo alla coibentazione delle coperture sopraccitate l'impiego del poliuretano tra lamiere sigillate (con inclinazione a falde) poiché le coperture in oggetto non risultano calpestabili. L'intervento garantirebbe inoltre maggiore pendenza utile ad agevolare il deflusso delle acque meteoriche scongiurandone il ristagno sull'estradosso del solaio esterno orizzontale.

L'efficientamento delle coperture dei singoli edifici 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 dei volumi interessati da tale misura.

##### **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 alle strutture in oggetto.

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

L'intervento consiste nella fornitura e posa di pannelli in poliuretano tra lamiere sigillate dello spessore di 10cm. La posa dell'isolante potrà avvenire direttamente al di sopra del manto impermeabilizzante già esistente.

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.

## Costi relativi all'intervento

I costi relativi alla coibentazione delle coperture sono stati valutati tenendo conto di tre differenti voci che comprendono la fornitura dei materiali, la posa in opera dei materiali e le opere edili strettamente connesse all'intervento.

Coibentazione coperture piane con poliuretano tra lamiere sigillate (sp=10cm) -Edificio L					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Coibentazione coperture piane con poliuretano tra lamiere sigillate sp=10 cm	m <sup>2</sup>	1.484	45,5(*)	67.522(*)

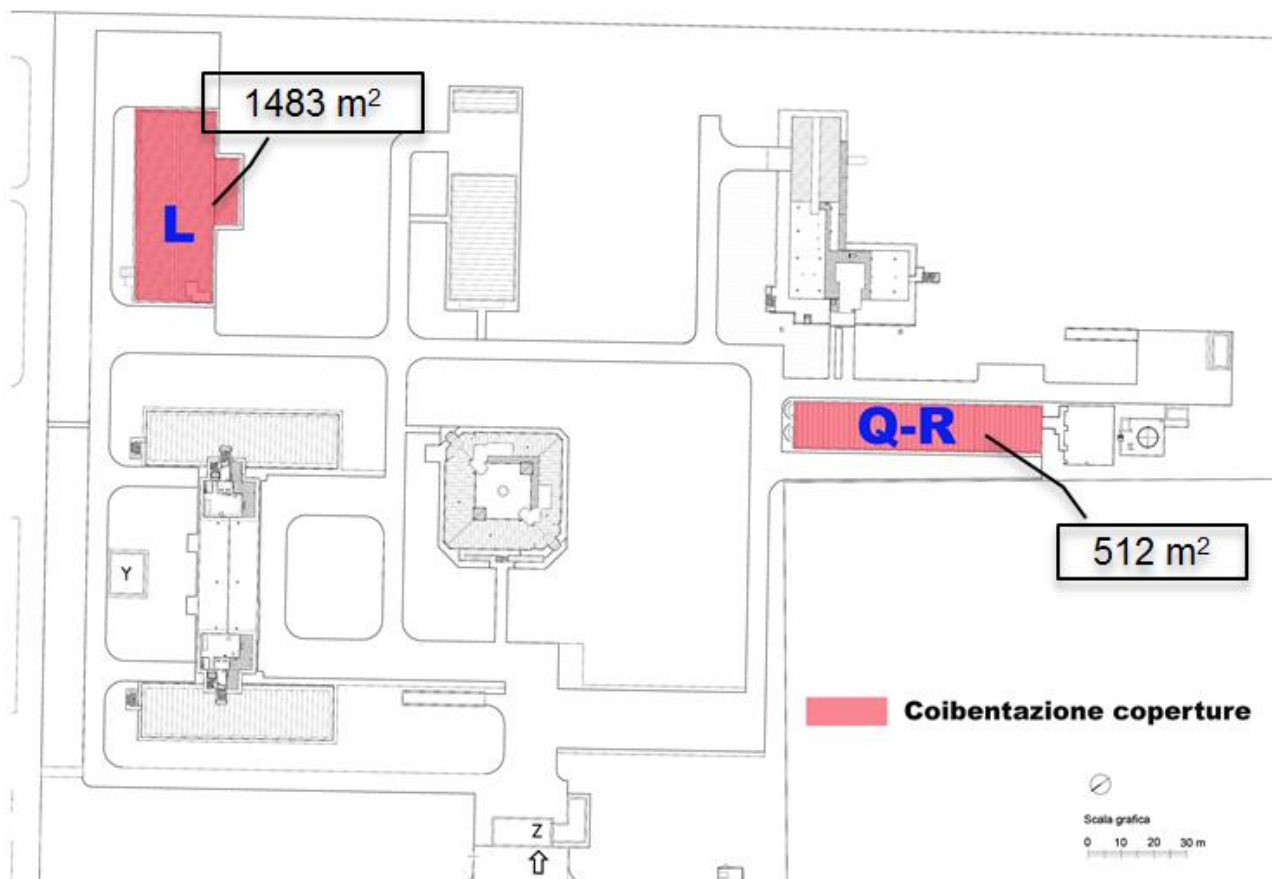
(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Coibentazione coperture piane con poliuretano tra lamiere sigillate (sp=10cm) -Edificio Q-R					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Coibentazione coperture piane con poliuretano tra lamiere sigillate sp=10 cm	m <sup>2</sup>	512	45,5(*)	23.296(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

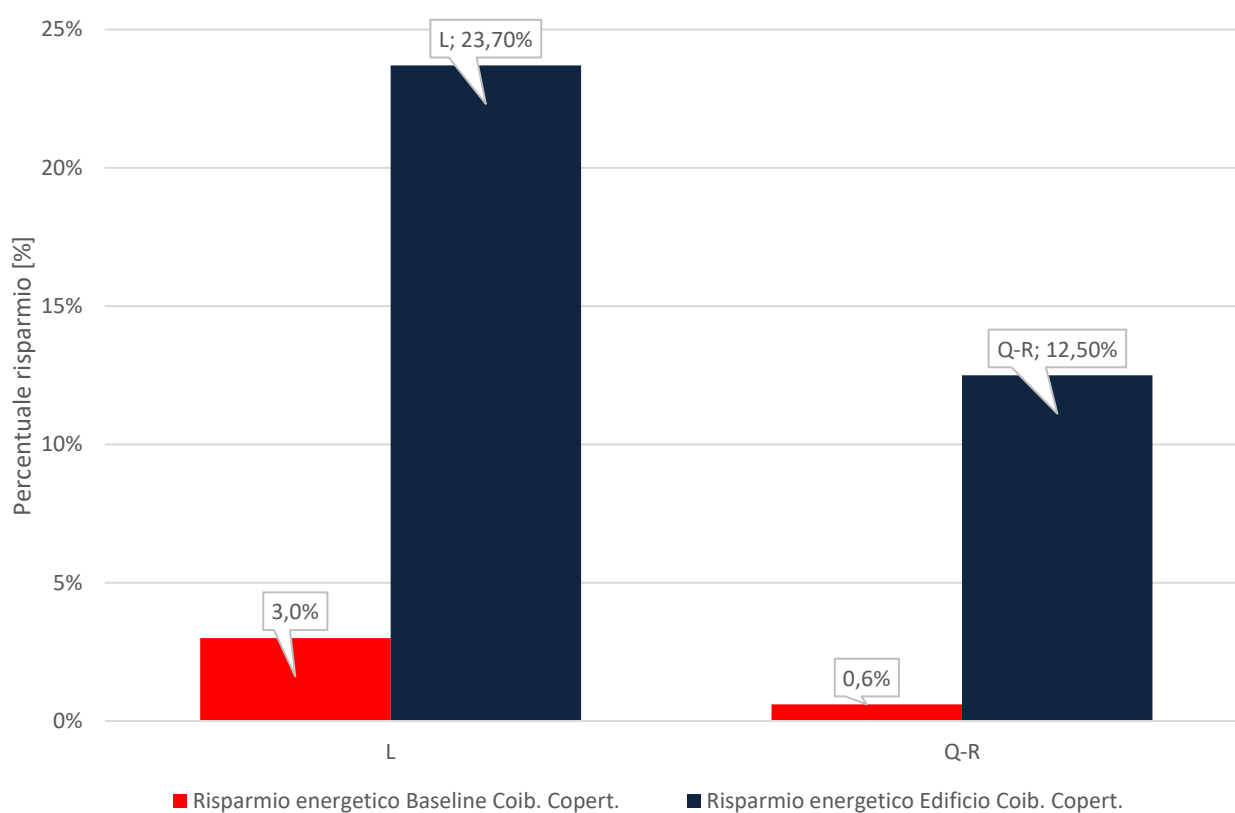
## Superfici interessate

Si riporta di seguito un'indicazione schematica ed una tabella numerica delle superfici interessate alla presente misura di efficientamento energetico.




## Prestazioni raggiungibili


COIBENTAZIONE DELLE COPERTURE PIANE							
EDIFICIO	CODICE SUPERFICIE	SUPERFICIE INTERESSATA	Risparmio termico Baseline	Risparmio termico Edificio	Risparmio economico	TRS senza incentivi	TRS con Conto Termico 2.0
	[-]	[m <sup>2</sup> ]	[%]	[%]	[€]	[anni]	[anni]
Edificio L	S25	1.483,59	3,0%	23,7%	4.373	15,4	7,7
Edificio Q-R	S23	512,04	0,6%	12,5%	880	26,5	13,2



Di seguito vengono riportate le stratigrafie delle coperture successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

Descrizione della struttura: <u>Ed. Q-R 001 Copertura</u>			Codice: <u>S23</u>
Trasmittanza termica	<b>0,154</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>493</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C	
Permeanza	<b>0,342</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>648</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>630</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,004</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,027</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-17,6</b>	h	

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	*Poliuretano espanso tra lamiere sigillate	<b>100,00</b>
2	Impermeabilizzazione con bitume	<b>3,00</b>
3	Sottofondo di cemento magro	<b>20,00</b>
4	Lana di roccia	<b>40,00</b>
5	Sottofondo di cemento magro	<b>30,00</b>
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<b>40,00</b>
7	Soletta in laterizio	<b>250,00</b>
8	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale interna	-

Descrizione della struttura: <u>Ed. L 001 Copertura</u>			Codice: <u>S25</u>
Trasmittanza termica	<b>0,169</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>263</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-8,0</b>	°C	
Permeanza	<b>0,340</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>302</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>284</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,037</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,217</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-9,7</b>	h	



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	*Poliuretano espanso tra lamiere sigillate	100,00
2	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
3	Sottofondo di cemento magro	20,00
4	Lana di roccia	30,00
5	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	100,00
6	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

#### Legenda simboli

s	Spessore
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi
R	Resistenza termica
M.V.	Massa volumica
C.T.	Capacità termica specifica
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto

mm
W/mK
m <sup>2</sup> K/W
kg/m <sup>3</sup>
kJ/kgK
-

#### 6.1.1.5 Sostituzione degli infissi con altri aventi $U < 1,30 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

##### Fattibilità tecnica

Si ipotizza di realizzare la sostituzione totale dei serramenti esistenti degli edifici A-B-C-D-L-M-Q-R con altri aventi  $U_w < 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Dalla simulazione di calcolo sono stati esclusi alcuni dei serramenti già sostituiti (come parte di quelli dell'edificio Q-R recentemente rimpiazzati).

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 degli edifici interessati dall'intervento e di conseguenza dell'intero complesso di edifici.

##### Caratteristiche funzionali e tecniche

La sostituzione dei serramenti garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno di tutti i locali oggetto d'intervento.

##### 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.

## Costi relativi all'intervento

I costi relativi agli infissi sono stati valutati tenendo conto di tre differenti voci che comprendono la fornitura dei materiali, la posa in opera dei materiali e le opere edili strettamente connesse all'intervento.

Sostituzione infissi esistenti con altri aventi $U_w < 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ -Edificio A-C					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Sostituzione degli infissi con altri aventi $U_w < 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	m <sup>2</sup>	1.059	440(*)	465.912(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Sostituzione infissi esistenti con altri aventi $U_w < 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ -Edificio B					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Sostituzione degli infissi con altri aventi $U_w < 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	m <sup>2</sup>	799	440(*)	351.670(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Sostituzione infissi esistenti con altri aventi $U_w < 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ -Edificio D					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Sostituzione degli infissi con altri aventi $U_w < 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	m <sup>2</sup>	605	440(*)	266.055(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Sostituzione infissi esistenti con altri aventi $U_w < 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ -Edificio L					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Sostituzione degli infissi con altri aventi $U_w < 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	m <sup>2</sup>	240	440(*)	105.657(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Sostituzione infissi esistenti con altri aventi $U_w < 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ -Edificio M					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Sostituzione degli infissi con altri aventi $U_w < 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	m <sup>2</sup>	392	440(*)	172.608(*)

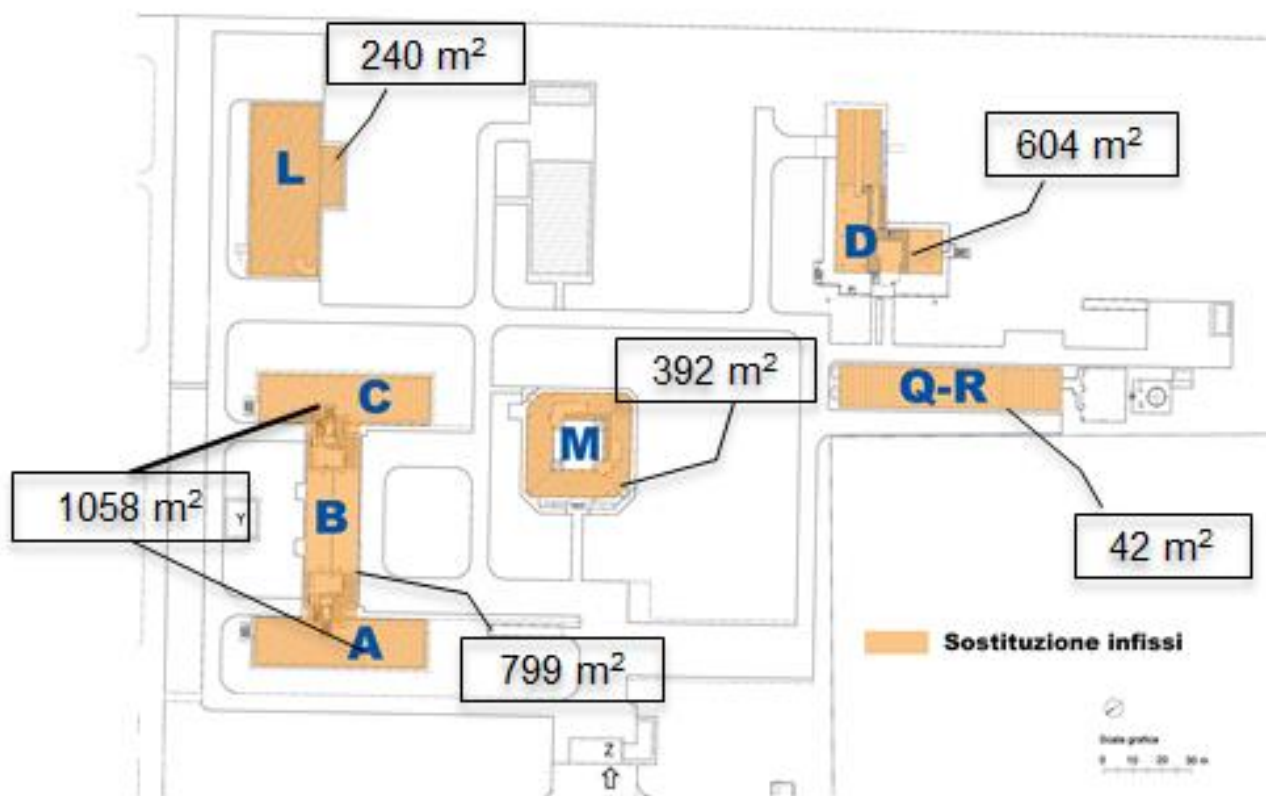
(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Sostituzione infissi esistenti con altri aventi $U_w < 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ -Edificio Q-R					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Sostituzione degli infissi con altri aventi $U_w < 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	m <sup>2</sup>	42	440(*)	18.436(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

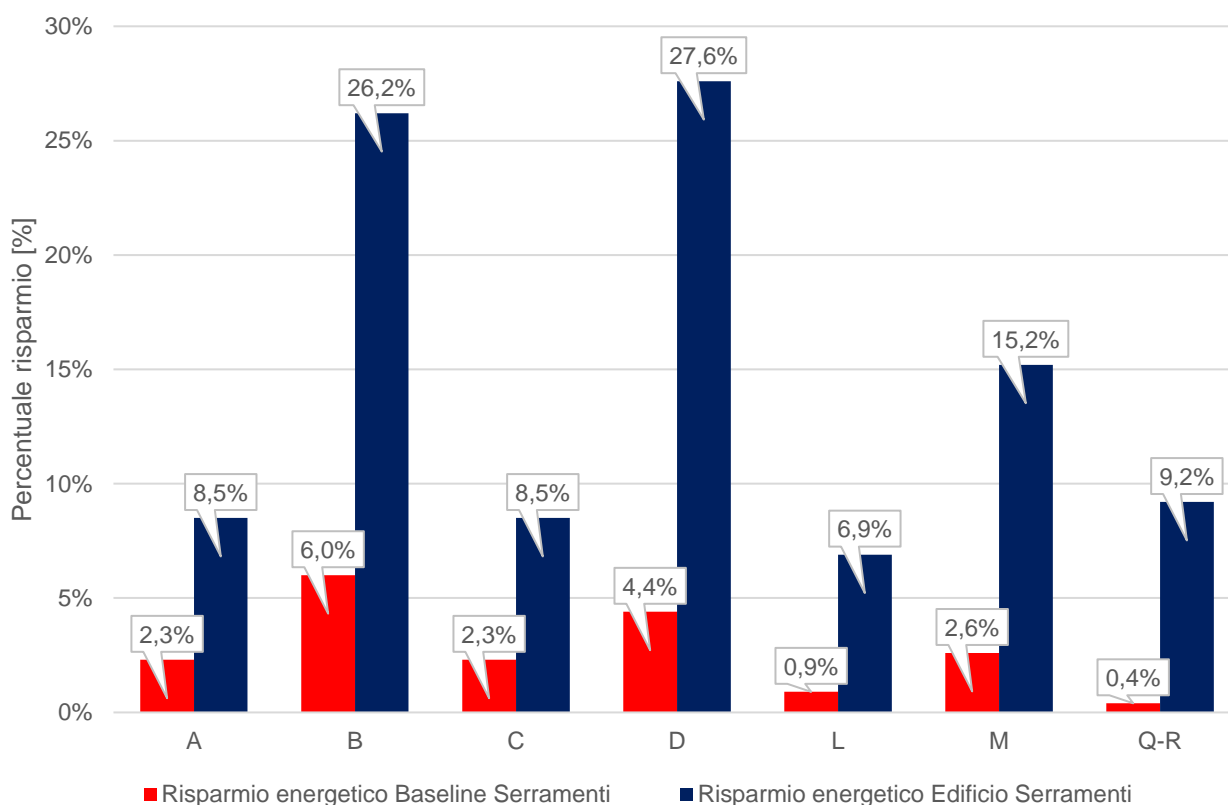
## Superfici interessate

Si riporta di seguito un'indicazione schematica ed una tabella numerica delle superfici interessate alla presente misura di efficientamento energetico.



## Prestazioni raggiungibili

SOSTITUZIONE INFISSI						
EDIFICIO	SUPERFICIE INTERESSATA	Risparmio termico Baseline	Risparmio termico Edificio	Risparmio economico	TRS senza incentivi	TRS con Conto Termico 2.0
	[m <sup>2</sup> ]	[%]	[%]	[€]	[anni]	[anni]
Edifici A-C	1.058,89	2,3%	8,5%	3.349	159	109
Edificio B	799,25	6,0%	26,2%	8.784	40	28,7
Edificio D	604,67	4,4%	27,6%	6.482	41	25,6
Edificio L	240,13	0,9%	6,9%	1.284	82	49
Edificio M	392,29	2,6%	15,2%	3.858	45	27
Edificio Q-R	41,90	0,4%	9,2%	648	28,4	17





#### 6.1.1.6 Installazione di schermature solari

##### Fattibilità tecnica

Si ipotizza di realizzare un sistema di schermature solari esterne fisse sulla facciata sud dell'edificio B. L'efficientamento del sistema di schermature consente di ridurre considerevolmente i carichi solari, portando al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali dell'edificio interessati dall'intervento.

##### Caratteristiche funzionali e tecniche

L'installazione delle schermature solari garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno di tutti i locali oggetto d'intervento. Una simulazione dei possibili risparmi ha tuttavia evidenziato che l'intervento in oggetto non risulta ridurre i consumi termici invernali e quindi potrebbe essere realizzato esclusivamente ai fini del miglioramento del comfort indoor dei locali adiacenti.

##### Costi relativi all'intervento

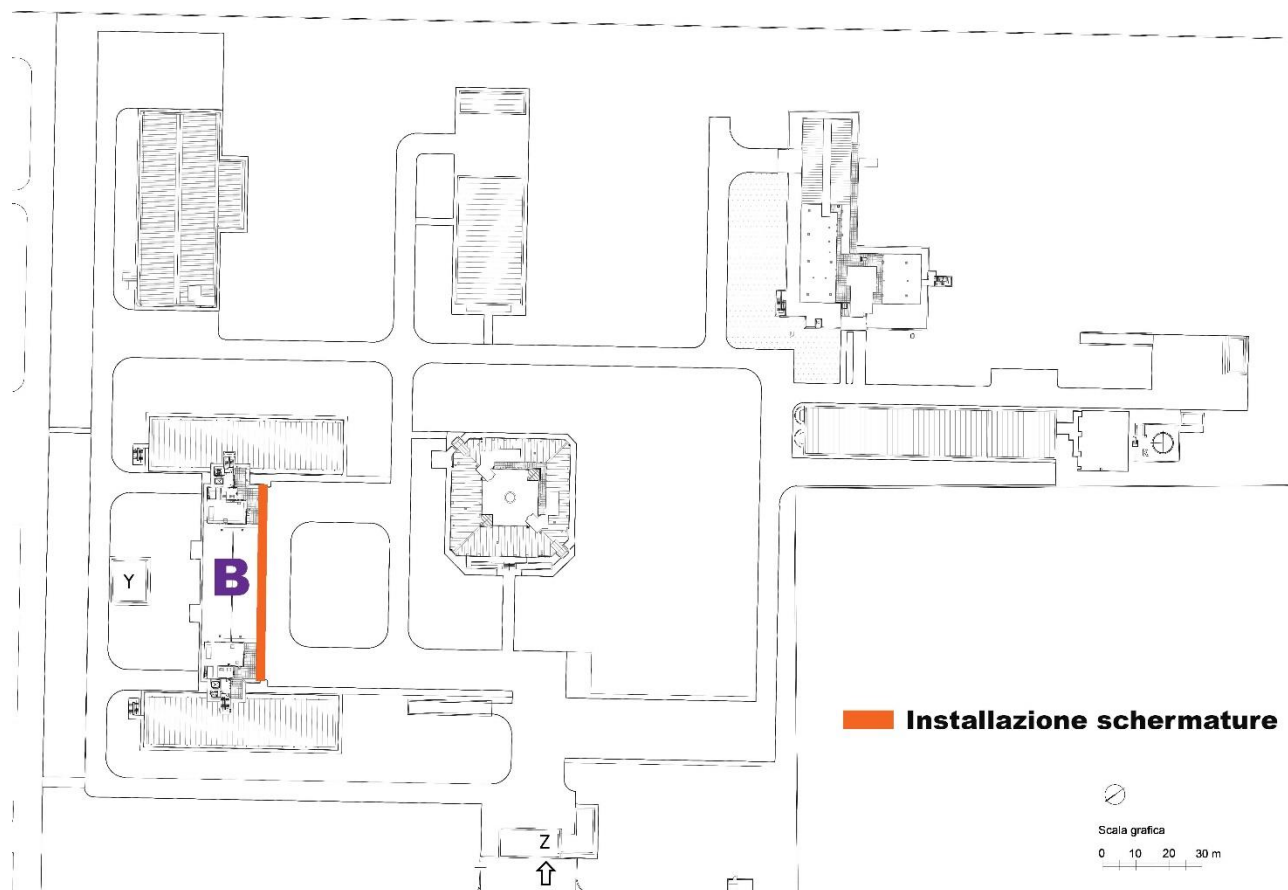
I costi relativi all'installazione delle schermature sono stati valutati tenendo conto di tre differenti voci che comprendono la fornitura dei materiali, la posa in opera dei materiali e le opere edili strettamente connesse all'intervento.

Installazione schermature solari esterne facciata sud Edificio B					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Installazione schermature solari esterne	m <sup>2</sup>	1.135	300(*)	340.500(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

## Superfici interessate

Si riporta di seguito un'indicazione schematica ed una tabella numerica delle superfici interessate alla presente misura di efficientamento energetico.



## Prestazioni raggiungibili

INSTALLAZIONE SCHERMATURE SOLARI							
EDIFICIO	CODICE SUPERFICIE	SUPERFICIE INTERESSATA	Risparmio termico Baseline	Risparmio termico Edificio	Risparmio economico	TRS senza incentivi	TRS con Conto Termico 2.0
	[-]	[m <sup>2</sup> ]	[%]	[%]	[€]	[anni]	[anni]
Edificio B	n/d	1.135	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d

### 6.1.1 Impianti elettrici

#### 6.1.1.1 Efficiamento 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 a fluorescenza con un sistema di illuminazione a LED.

Lo scenario si basa sull'attività di sopralluogo e su valutazioni di carattere estimativo effettuate sugli edifici A-B-C-D-L-M-Q-R e sul sistema di illuminazione esterna notturna presente tra queste strutture.

Tale analisi ha lo scopo di definire a titolo indicativo le opportunità di risparmio energetico ed economico conseguibili attraverso la trasformazione a LED dei corpi illuminanti obsoleti o a bassa efficienza.

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

L'attuale sistema di illuminazione interna dei principali locali è costituito da lampade lineari a fluorescenza con potenza variabile tra i 18W ed i 58 W, a cui va sommata la potenza elettrica assorbita dal reattore elettromagnetico.

Si propone di efficientare tale sistema mediante l'installazione di lampade tubolari a LED in sostituzione alle attuali lampade a fluorescenza. L'intervento riguarda principalmente i locali con utilizzo giornaliero costante durante tutto l'anno. Pertanto si è focalizzata l'attenzione sui locali adibiti ad uffici, laboratori, sale riunioni, servizi igienici ed aree di circolazione interna, escludendo dall'analisi locali tecnici, piccoli magazzini ed altri locali di scarso interesse.

Le nuove lampade a LED, di potenza variabile tra i 9 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.

Per quanto riguarda il sistema di illuminazione presente all'esterno degli edifici oggetto di analisi, questo è costituito prevalentemente da lampade ai vapori di mercurio o ioduri metallici.

Le possibilità di miglioramento delle prestazioni energetiche di tale sistema risultano quindi particolarmente interessanti.

##### **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.

Per quanto concerne il relamping del sistema di illuminazione esterna, l'intervento consiste nella sostituzione dei corpi illuminanti e dei relativi sostegni attualmente installati con nuovi corpi illuminanti a LED che saranno ricollocati nell'area di circolazione tra le diverse strutture in funzione delle attuali necessità.

## Costi relativi all'intervento

I costi relativi all'installazione di lampade a LED sono stati valutati tenendo conto della rimozione degli apparecchi attualmente installati e della fornitura e posa in opera dei nuovi corpi illuminanti.

Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED Edificio A					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Fornitura e posa in opera di plafoniere e lampade LED	A corpo	1	55.230(*)	55.230(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED Edificio B					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Fornitura e posa in opera di plafoniere e lampade LED	A corpo	1	90.937(*)	90.937(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED Edificio C					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Fornitura e posa in opera di plafoniere e lampade LED	A corpo	1	51.554(*)	51.554(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED Edificio D					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Fornitura e posa in opera di plafoniere e lampade LED	A corpo	1	76.320(*)	76.320(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED Edificio L					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Fornitura e posa in opera di plafoniere e lampade LED	A corpo	1	23.440(*)	23.440(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.



**Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED**  
**Edificio M**

n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Fornitura e posa in opera di plafoniere e lampade LED	A corpo	1	60.202(*)	60.202(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

**Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED**  
**Edificio Q-R**

n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Fornitura e posa in opera di plafoniere e lampade LED	A corpo	1	12.055(*)	12.055(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

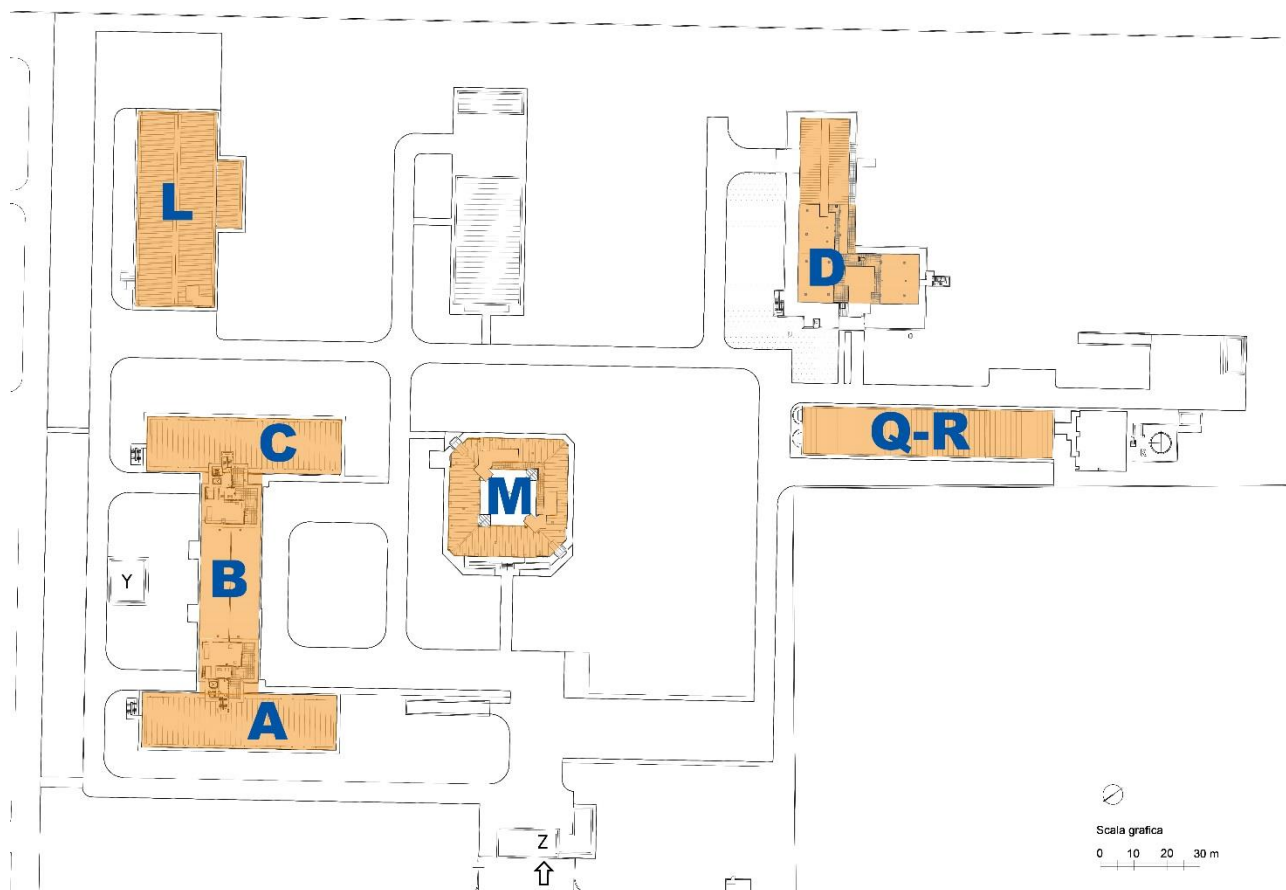
**Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED**  
**Illuminazione esterna notturna**

n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Fornitura e posa in opera di plafoniere e lampade LED	A corpo	1	32.106(*)	32.106(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

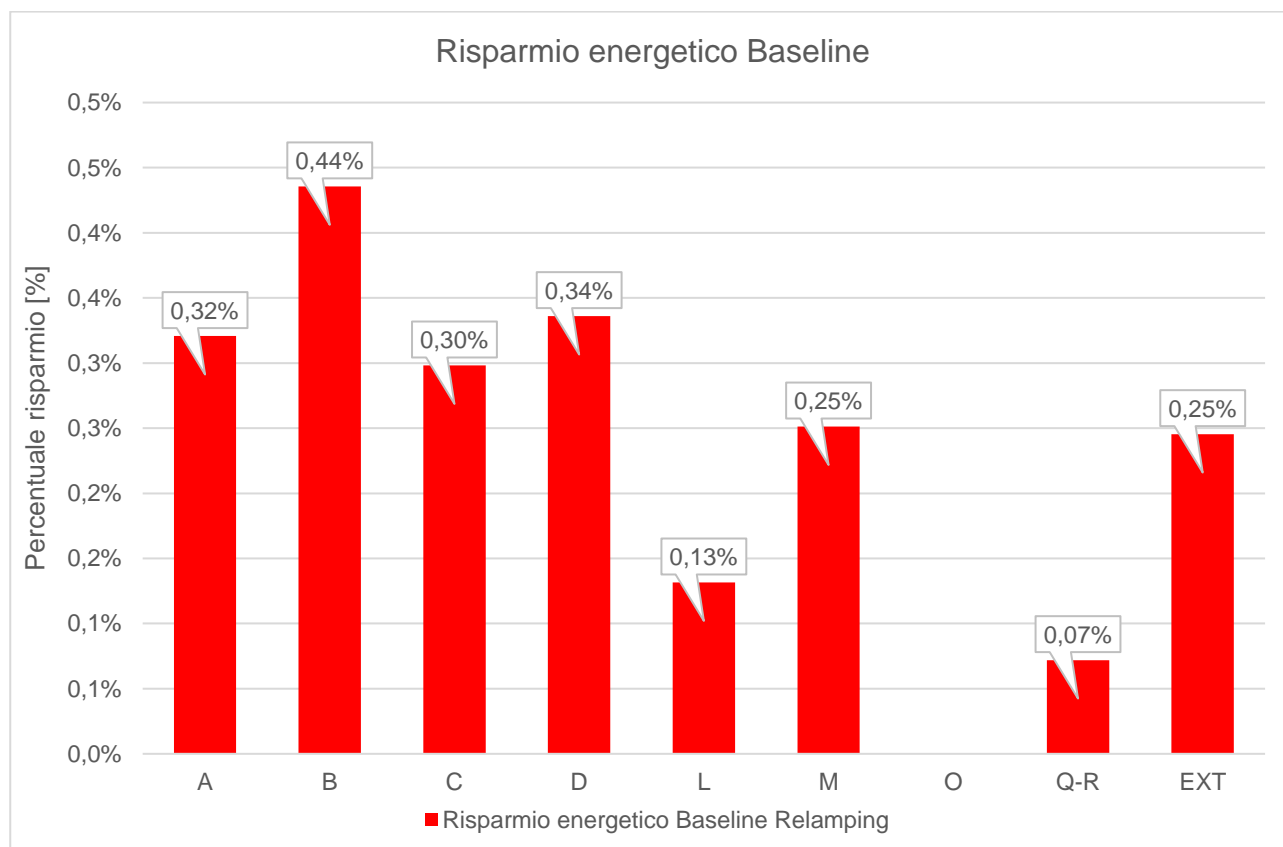
## Edifici interessati

Si riporta di seguito un'indicazione schematica ed una tabella numerica degli edifici interessati dalla presente misura di efficientamento energetico.



## Prestazioni raggiungibili

Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED						
EDIFICIO	N° di lampade	Potenza complessiva installata	Risparmio elettrico Baseline	Risparmio economico	TRS senza incentivi	TRS con Conto Termico 2.0
	[-]	[W]	[kWh <sub>el</sub> ]	[€]	[anni]	[anni]
Edificio A	681	25.987	13.798	1.932	28,6	17,2
Edificio B	1.004	43.317	18.743	2.624	34,7	20,8
Edificio C	622	24.330	12.827	1.796	28,7	17,2
Edificio D	783	32.363	14.458	2.024	37,7	22,6
Edificio L	298	10.928	5.660	792	29,6	17,7
Edificio M	581	25.619	10.811	1.514	39,8	23,9
Edificio Q-R	139	6.364	3.095	433	27,8	16,7
Luci esterne notturne	53	6.955	10.560	1.478	21,7	13,0



### *6.1.1.2 Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV*

#### **Fattibilità tecnica**

La misura prevede l'installazione di moduli fotovoltaici sulla copertura degli edifici B-C-D-L-O-Q-R.

I suddetti edifici, infatti, presentano delle ampie superfici piane in copertura esposte prevalentemente a Sud-Ovest, particolarmente interessanti per valutare l'installazione di impianti fotovoltaici.

Tale intervento è inoltre rilevante ed efficace se si considera l'elevato consumo di energia elettrica del Complesso.

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.

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

Il dimensionamento e l'installazione dell'impianto fotovoltaico consente di ridurre i consumi elettrici del Complesso, nettamente superiori alla producibilità degli impianti potenzialmente installabili.

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.

Il numero di inverter è stato definito sulla base della disposizione dei moduli fotovoltaici e sui diversi ombreggiamenti a cui possono essere soggetti, al fine di garantire un migliore funzionamento dell'impianto fotovoltaico. Si potrà valutare in sede progettuale l'utilizzo di inverter multi-stringa che consentano di gestire più stringhe contemporaneamente con inseguitore MPP (maximum Power Point) dedicato.

## Costi relativi all'intervento

I costi relativi all'installazione di impianti fotovoltaici in copertura ai singoli edifici sono stati valutati tenendo conto della fornitura e posa in opera dei moduli fotovoltaici, degli inverter necessari, della struttura di sostegno e del cablaggio e collaudo finale dell'impianto.

Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV – Edificio B					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV	A corpo	1	75.855(*)	75.855(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV – Edificio C					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV	A corpo	1	16.862(*)	16.862(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV – Edificio D					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV	A corpo	1	44.622(*)	44.622(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV – Edificio L					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV	A corpo	1	132.551(*)	132.551(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV – Edificio O					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV	A corpo	1	95.834(*)	95.834(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.

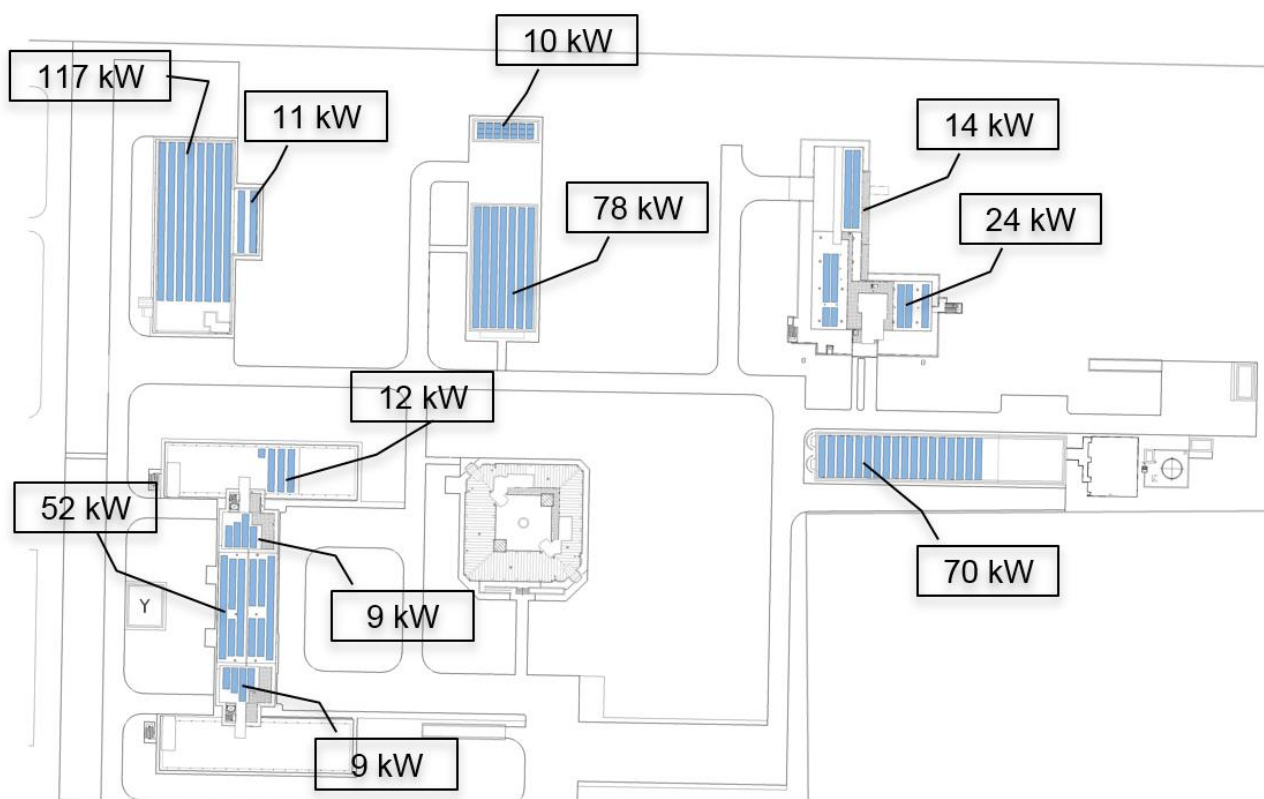
Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV – Edificio Q-R					
n°	Intervento	U.M	Quantità	Prezzo unitario [€]	Totale [€]
1	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV	A corpo	1	73.845(*)	73.845(*)

(\*) Importo complessivo delle opere inclusi gli oneri per la sicurezza, le spese tecniche e l'i.v.a, tale importo è da ritenersi indicativo e verrà analizzato in una fase più dettagliata di progetto. L'importo totale indicato nella tabella soprastante è da considerarsi senza incentivo.



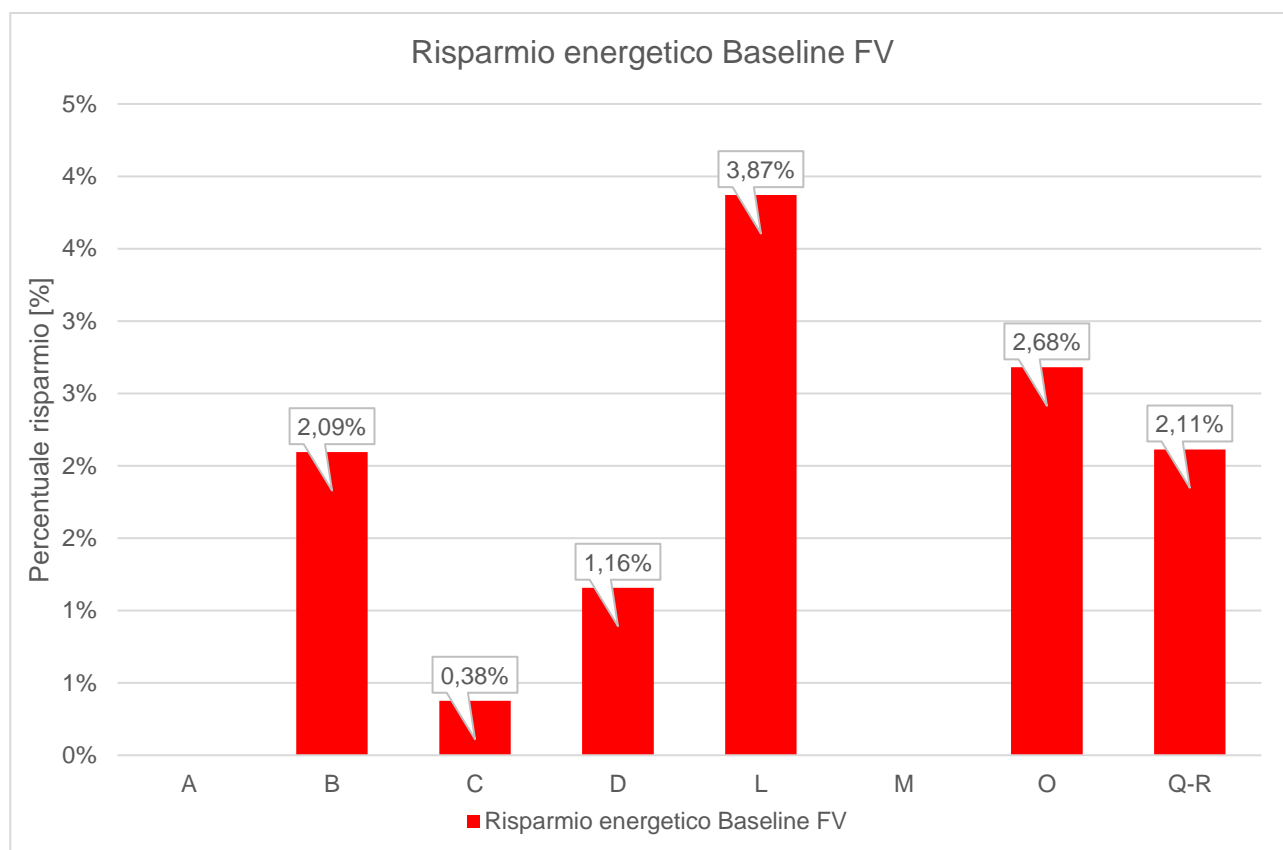
## Edifici interessati

Si riporta di seguito un'indicazione schematica ed una tabella numerica degli edifici interessati dalla presente misura di efficientamento energetico.



## Prestazioni raggiungibili

Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED						
EDIFICIO	N° di moduli	Potenza complessiva installata	Energia producibile	Risparmio economico	TRS senza incentivi	TRS con Conto Termico 2.0
	[-]	[kW]	[kWh <sub>el</sub> ]	[€]	[anni]	[anni]
Edificio B	280	70	90.100	12.614	6,0	-
Edificio C	50	12,5	16.200	2.268	7,4	-
Edificio D	154	38,5	49.800	6.972	6,4	-
Edificio L	514	128,5	166.500	23.310	5,7	-
Edificio O	355	89	115.300	16.142	5,9	-
Edificio Q-R	281	70	90.900	12.726	5,8	-



## 7 CONCLUSIONI

### 7.1 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.

Gli interventi simulati sono stati:

- EEM 1: Coibentazione delle murature esterne con cappotto termico (ove possibile e necessario)
- EEM 2: Coibentazione delle murature esterne con insufflaggio delle intercapedini d'aria (ove possibile e necessario)
- EEM 3: Coibentazione dei solai su sottotetto non riscaldato con insufflaggio delle intercapedini d'aria (ove possibile e necessario)
- EEM 4: Coibentazione delle coperture esterne (ove possibile e necessario)
- EEM 5: Sostituzione infissi (ove necessario)
- EEM 6 Installazione schermature solari (ove necessario)
- EEM 7: Efficientamento del sistema di illuminazione interna attraverso l'installazione di sistemi a LED (Edifici A-B-C-D-L-M-Q-R ed illuminazione esterna notturna);
- EEM 8: Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV (Edifici B-C-D-L-O-Q-R);

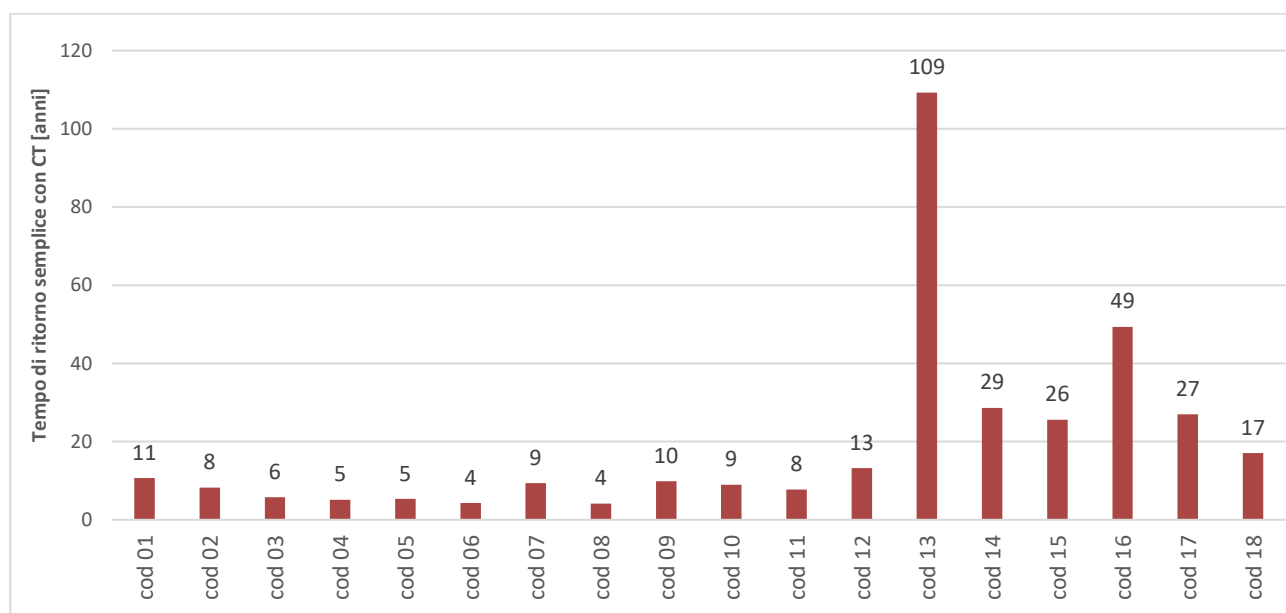
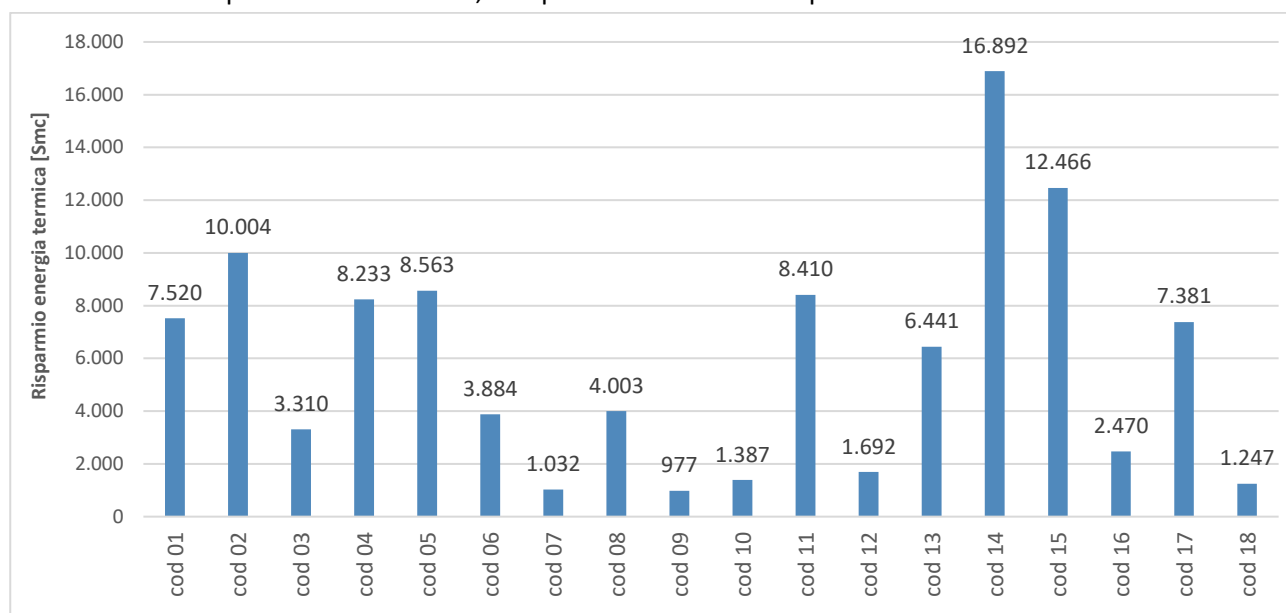
Si riportano di seguito i risultati principali delle misure di efficienza energetica simulati nel presente documento.

Al fine di una migliore comprensione della tabella sottostante si definisco i seguenti indicatori:

- $\% \Delta_E$ : percentuale di risparmio energetico della misura di efficienza energetica
- $\Delta C_E$ : valore assoluto del risparmio economico della misura di efficienza energetica
- $I_0$ : valore dell'investimento iniziale
- TRS: tempo di ritorno semplice
- TRS con CT: tempo di ritorno semplice con incentivi da Conto Termico 2.0

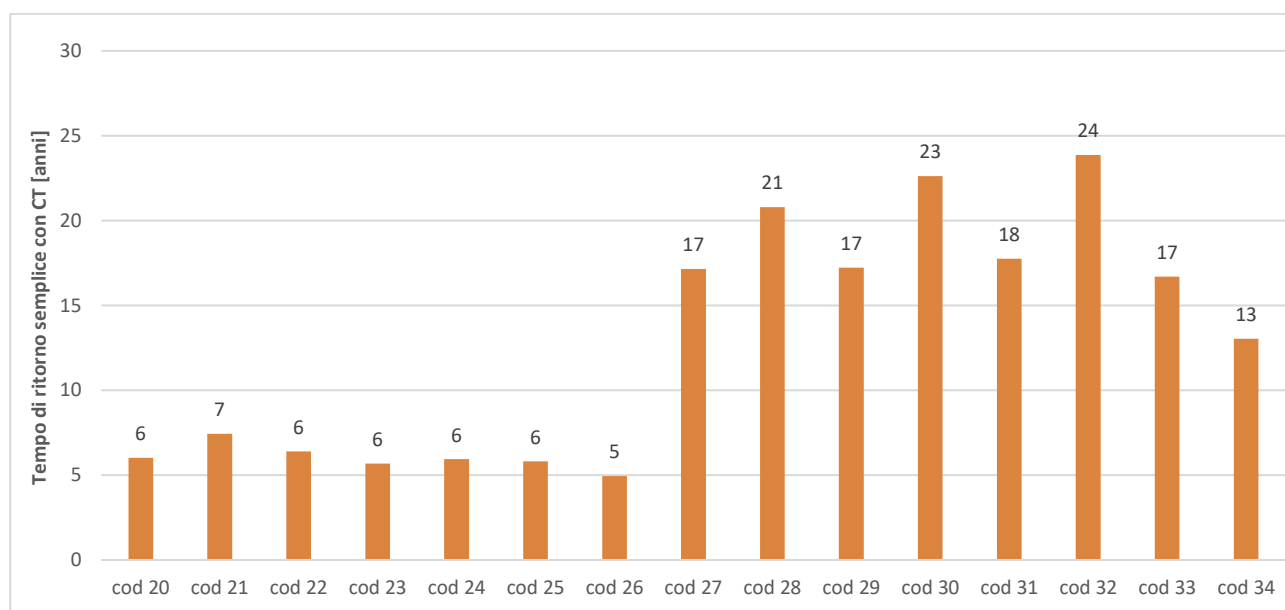
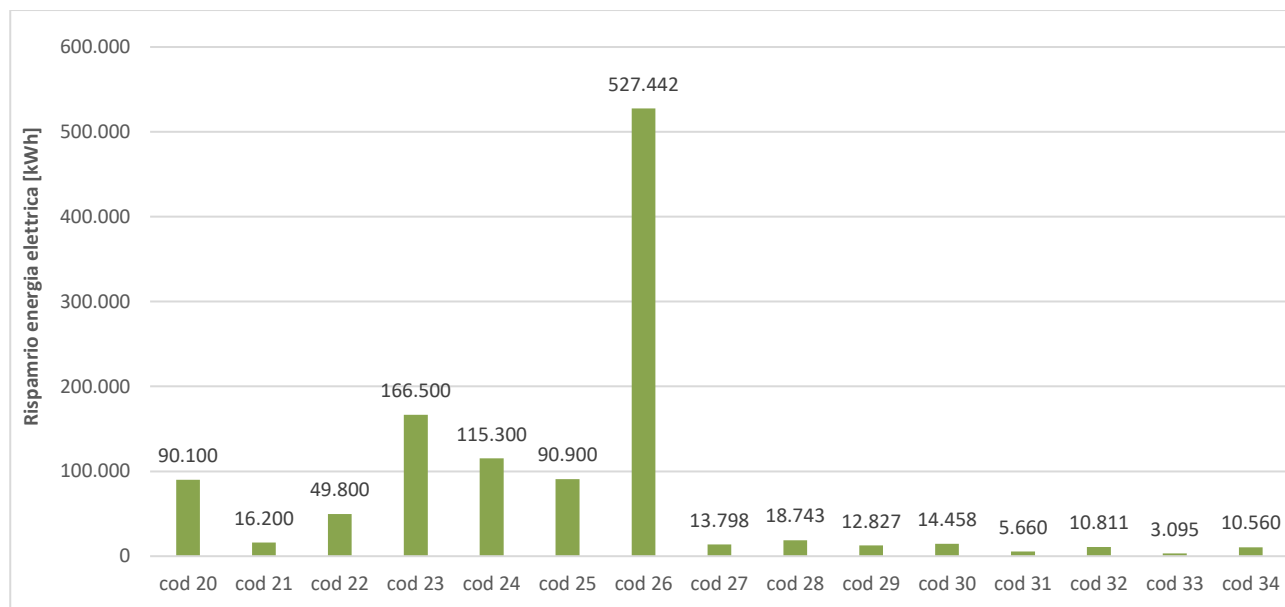
Codice EEM	Descrizione EEM	% $\Delta_E$	$\Delta C_E$	$I_0$	TRS	TRS con CT
		[%]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]
cod 01	Coibentazione pareti esterne con cappotto EPS grigio sp=14cm Edificio D	2,7%	€ 3.910	€ 83.674	21	11
cod 02	Coibentazione pareti esterne con cappotto EPS grigio sp=14cm Edificio L	3,5%	€ 5.202	€ 85.739	16	8
cod 03	Coibentazione pareti esterne con cappotto EPS grigio sp=14cm Edificio Q-R	1,2%	€ 1.721	€ 19.783	11	6
cod 04	Coibentazione muri verticali con insufflaggio fiocchi cellulosa Edificio A	2,9%	€ 4.281	€ 21.827	5	5
cod 05	Coibentazione muri verticali con insufflaggio fiocchi cellulosa Edificio C	3,0%	€ 4.453	€ 23.781	5	5
cod 06	Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi cellulosa Edificio A	1,4%	€ 2.020	€ 17.211	9	4
cod 07	Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi cellulosa Edificio B	0,4%	€ 537	€ 10.043	19	9
cod 08	Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi cellulosa Edificio C	1,4%	€ 2.081	€ 17.106	8	4
cod 09	Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi cellulosa Edificio D	0,3%	€ 508	€ 10.012	20	10
cod 10	Coibentazione doppi solai con insufflaggio fiocchi cellulosa Edificio M	0,5%	€ 721	€ 12.940	18	9
cod 11	Coibentazione coperture con poliuretano tra lamiere sp=10cm Edificio L	3,0%	€ 4.373	€ 67.466	15	8
cod 12	Coibentazione coperture con poliuretano tra lamiere sp=10cm Edificio Q-R	0,6%	€ 880	€ 23.285	26	13
cod 13	Sostituzione totale infissi con altri aventi $U < 1,30W/m^2k$ Edificio A-C	2,3%	€ 3.349	€ 465.912	139	109
cod 14	Sostituzione totale infissi con altri aventi $U < 1,30W/m^2k$ Edificio B	6,0%	€ 8.784	€ 351.670	40	29
cod 15	Sostituzione totale infissi con altri aventi $U < 1,30W/m^2k$ Edificio D	4,4%	€ 6.482	€ 266.055	41	26
cod 16	Sostituzione totale infissi con altri aventi $U < 1,30W/m^2k$ Edificio L	0,9%	€ 1.284	€ 105.657	82	49
cod 17	Sostituzione totale infissi con altri aventi $U < 1,30W/m^2k$ Edificio M	2,6%	€ 3.838	€ 172.608	45	27
cod 18	Sostituzione totale infissi con altri aventi $U < 1,30W/m^2k$ Edificio Q-R	0,4%	€ 649	€ 18.436	28	17
cod 19	Installazione schermature solari esterne Edificio B	0,0%	€ 0	€ 340.500	-	-
cod 20	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV Edificio B	2,1%	€ 12.614	€ 75.855	6	-
cod 21	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV Edificio C	0,4%	€ 2.268	€ 16.862	7	-
cod 22	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV Edificio D	1,2%	€ 6.972	€ 44.622	6	-
cod 23	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV Edificio L	3,9%	€ 23.310	€ 132.551	6	-
cod 24	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV Edificio O	2,7%	€ 16.142	€ 95.834	6	-
cod 25	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV Edificio QR	2,1%	€ 12.726	€ 73.845	6	-
cod 26	Installazione impianti di produzione da fonti rinnovabile FV scenario complessivo	12,3 %	€ 73.842	€ 365.724	5	-
cod 27	Trasformazione led illuminazione interna Edificio A	0,3%	€ 1.932	€ 55.230	29	17
cod 28	Trasformazione led illuminazione interna Edificio B	0,4%	€ 2.624	€ 90.937	35	21
cod 29	Trasformazione led illuminazione interna Edificio C	0,3%	€ 1.796	€ 51.554	29	17
cod 30	Trasformazione led illuminazione interna Edificio D	0,3%	€ 2.024	€ 76.320	38	23
cod 31	Trasformazione led illuminazione interna Edificio L	0,1%	€ 792	€ 23.440	30	18
cod 32	Trasformazione led illuminazione interna Edificio M	0,3%	€ 1.514	€ 60.202	40	24
cod 33	Trasformazione led illuminazione interna Edificio QR	0,1%	€ 433	€ 12.055	28	17
cod 34	Intervento di relamping illuminazione esterna Edifici A-B-C-D-L-M-O-QR	0,2%	€ 1.478	€ 32.106	22	13

Il seguente grafico mostra i risparmi di energia termica potenzialmente conseguibili grazie all'implementazione delle misure di efficienza energetica che intervengono sul servizio di climatizzazione invernale ed i tempi di ritorno associati, comprensivi dell'incentivo previsto dal Conto Termico 2.0.





Il seguente grafico mostra i risparmi di energia elettrica potenzialmente conseguibili grazie all'implementazione delle misure di efficienza energetica ed i tempi di ritorno associati, comprensivi dell'incentivo previsto dal Conto Termico 2.0 (per i soli interventi di relamping).



Si precisa che le EEM relative all'installazione non sono soggette ad incentivo da Conto Termico 2.0, pertanto il tempo di ritorno rappresentato nel grafico è privo di incentivo.

## 7.2 Scenario consigliato