

**INDICE**

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>DATI GENERALI</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>ANALISI DELLO STATO DEI LUOGHI</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>RILIEVO FOTOGRAFICO</b>	<b>5</b>
<b>5.</b>	<b>PARAMETRI CLIMATICI DELLA CITTA'</b>	<b>8</b>
<b>6.</b>	<b>INTERVENTI DI PROGETTO</b>	<b>9</b>
	6.1 Pareti perimetrali verticali	9
	6.2 Copertura piana	10
	6.3 Solaio verso spazio esterno	11
	6.4 Infissi e schermature solari	11
<b>7.</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>12</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>13</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione tecnica illustra l'intervento di efficientamento energetico da realizzarsi su porzione dell'edificio che ospita la scuola secondaria di I grado "Andrea Velletrano", situato in Viale Regina Margherita, 27, nel centro urbano del comune di Velletri (RM).



A migliore comprensione dell'intervento si rimanda all'Elaborato Grafico allegato.

## 2. DATI GENERALI

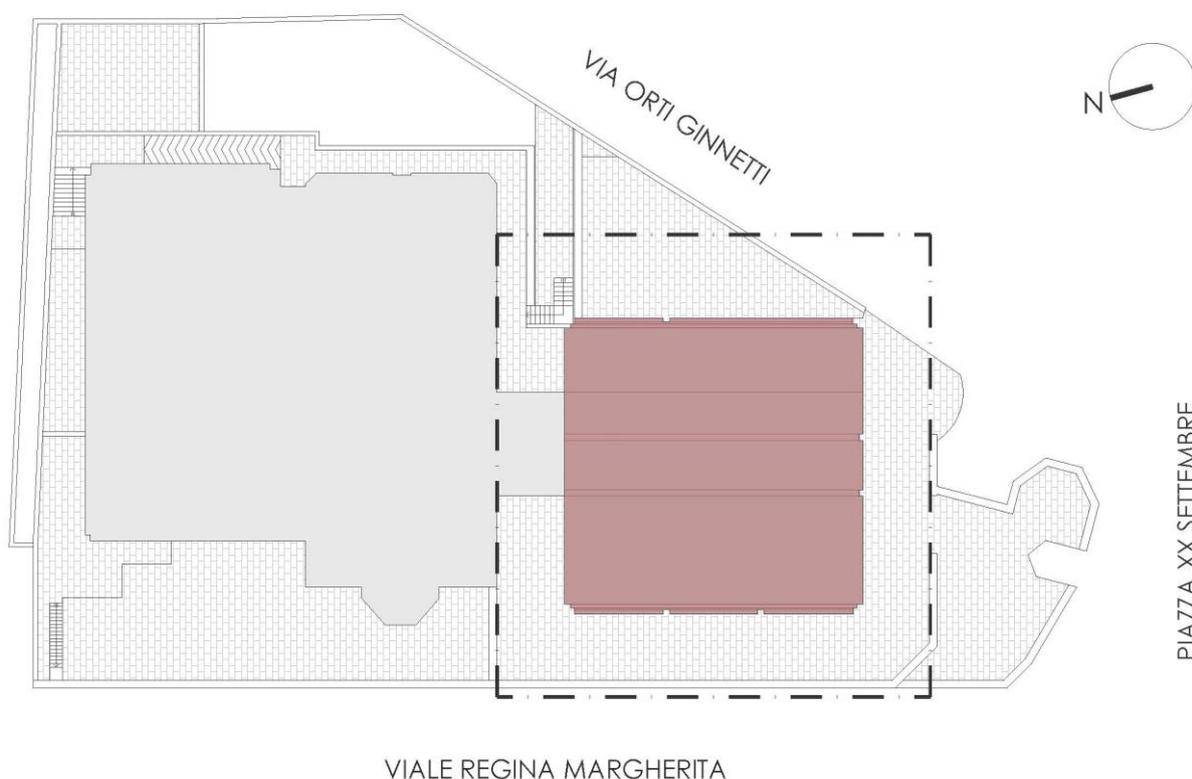
L'intervento si pone l'obiettivo di ridurre i consumi energetici legati alla climatizzazione delle aule e di migliorare il livello di benessere ambientale interno, attraverso l'isolamento termico e la schermatura solare dell'involucro dell'edificio, al fine di ridurre le dispersioni termiche in inverno e favorire la protezione dall'irraggiamento nei mesi estivi. Punto di partenza per definire le caratteristiche del nuovo involucro è l'analisi energetica dello stato attuale, attraverso il quale, con successive simulazioni di interventi migliorativi e il confronto con i costi attuali di gestione dell'impianto termico, sarà possibile verificarne i risultati attesi in termini di risparmio energetico e miglioramento del comfort ambientale.

L'edificio oggetto di intervento è situato ai margini del nucleo storico della città di Velletri, adiacente ad una delle piazze di ingresso alla città e ai giardini pubblici.

Urbanisticamente è collocato all'interno della "fascia di rispetto dei centri e nuclei storici" individuata dal Piano Territoriale Paesistico Regionale della Regione Lazio. Dalla Variante al Piano Regolatore Generale del 14/02/2006 risulta all'interno della zona F – Servizi, sottozona Istruzione. È censito al N.C.E.U. al foglio 67, particelle 272 e 8, categoria B/5.

Il fabbricato risulta composto da un nucleo storico, in muratura portante, posto in posizione centrale, e da altri corpi aggiunti nel tempo, con struttura in c.a. e funzioni varie (aule didattiche, palestra, servizi...). L'ingresso agli studenti è situato su Piazza XX Settembre, attraverso un piano pilotis da cui si accede all'atrio di ingresso e allo spazio di distribuzione. L'ingresso ai docenti e al personale scolastico è su Viale Regina Margherita. Un ulteriore ingresso secondario è posto su via Orti Ginnetti.

La porzione di edificio presa in considerazione per l'intervento coincide in gran parte con il blocco aule didattiche sopra il piano pilotis, visibile dalla strada e ben riconoscibile rispetto al nucleo storico sia per forma che per tipologia costruttiva. Per le aule poste al piano seminterrato, l'intervento sarà limitato alle sole facciate esterne disperdenti e alle porzioni di solaio interessate da problemi di infiltrazione d'acqua.



### 3. ANALISI DELLO STATO DEI LUOGHI

La porzione di edificio oggetto di intervento è di pianta essenzialmente quadrata, con struttura in cemento armato e pannelli di tamponatura in cemento prefabbricato. La copertura è a terrazzo piano calpestabile, con pavimentazione coperta da strato impermeabilizzante omogeneo. Il volume lordo riscaldato dei piani fuori terra è di circa 2360 mc, per una superficie disperdente di circa 1185 mq. L'asse dell'edificio parallelo a Viale Regina Margherita è orientato nord-sud con rotazione di circa 15° est.

Si sviluppa su quattro livelli con le seguenti funzioni:

- **piano seminterrato:** aule didattiche, spazi di distribuzione e servizi; ha un lato completamente libero su spazio aperto, due lati interrati, un lato seminterrato con finestre alte aperte verso bocche di lupo;
- **piano terra:** piano pilotis aperto su tutti i lati, utilizzato come area di raccolta e ingresso all'edificio degli studenti; una porzione è occupata dall'atrio di ingresso;
- **piano primo:** aule didattiche e spazio di distribuzione;
- **piano secondo:** aule didattiche e spazio di distribuzione.

Le problematiche principali dal punto di vista termico riguardano il **surriscaldamento** degli ambienti nella stagione estiva, in particolare delle aule esposte ad est e sud, dovuto alle grandi superfici vetrate non performanti e non filtranti l'irraggiamento solare diretto, alla mancanza di sistemi schermanti esterni, a pareti e superfici orizzontali con alto valore di trasmittanza termica.

Per la stagione invernale non si rilevano problematiche di temperature troppo basse all'interno degli ambienti ma di **consumi energetici troppo elevati** dell'impianto, dovuti ad un sistema poco efficiente e ad un involucro troppo disperdente.

Le aule poste al piano interrato, avendo gran parte dell'involucro non esposto all'irraggiamento solare, non presentano grandi problemi di surriscaldamento nella stagione estiva. Le problematiche maggiori sono legate invece ad **infiltrazioni di acqua** dal solaio di copertura, con conseguente distacco della tinteggiatura interna, macchie di umidità e, in alcuni punti più critici, distacco dell'intonaco. Le cause si possono con buona probabilità ritrovare nell'ammaloramento generale degli strati di impermeabilizzazione del solaio di calpestio del piano pilotis.

#### 4. RILIEVO FOTOGRAFICO



Foto 01: prospetto est su via Antonio Gramsci



Foto 02: prospetto est su Piazza XX Settembre



Foto 03: prospetto ovest su Viale Regina Margherita



Foto 04: prospetto est del piano seminterrato



Foto 05: dettaglio del portico di ingresso

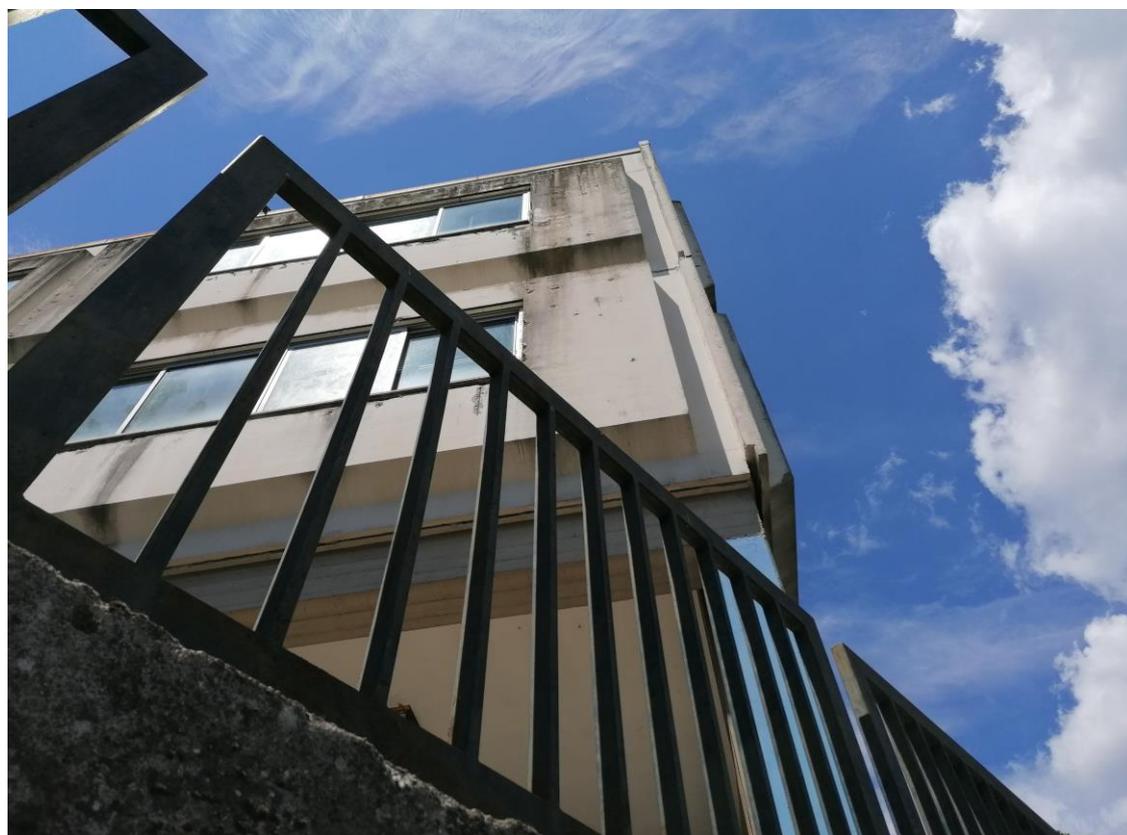


Foto 06: dettaglio del sistema costruttivo

## 5. PARAMETRI CLIMATICI DELLA CITTA'

Per lo studio energetico e la definizione dei valori di trasmittanza delle strutture termiche disperdenti post-intervento, si considerano i dati climatici forniti dalla norma UNI 10349:2016 per il comune di Velletri.

COMUNE:	<input type="text" value="VELLETRI"/>	CAP:	<input type="text" value="00049"/>	
Provincia:	<input type="text" value="ROMA"/>	Sigla:	<input type="text" value="RM"/>	
Regione:	<input type="text" value="LAZIO"/>			
Dati geografici:	<input 12°46'41"="" 332="" altitudine:="" longitudine:="" m"="" type="text" value="Latitudine: 41°41'19"/>			

DATI INVERNALI DI PROGETTO				DATI ESTIVI DI PROGETTO			
<b>Zona Climatica: D</b>							
Temperatura esterna [°C]:	<input type="text" value="-0.12"/>	Temperatura esterna [°C]:	<input type="text" value="31.1"/>				
Umidità relativa esterna [%]:	<input type="text" value="39.8"/>	Umidità relativa esterna [%]:	<input type="text" value="46.6"/>				
Gradi Giorno:	<input type="text" value="1544"/>	Escursione termica giornaliera [°C]:	<input type="text" value="7.9"/>				
Velocità Vento [m/s]:	<input type="text" value="0.96"/>	Riduzione irrad. TOT per foschia [%]:	<input type="text" value="0.0"/>				

TEMPERATURE MEDIE MENSILI [°C]											
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
7.4	7.2	9.5	12.8	16.9	20.7	23.3	23.2	19.8	16.8	11.3	7.8

UMIDITA' RELATIVA MENSILE [%]											
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
81.10	70.90	67.60	73.80	63.50	68.00	58.10	57.90	68.50	72.30	77.20	84.20

IRRADIAZIONI [MJ/m <sup>2</sup> ]												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
N	2.04	3.04	4.21	6.06	9.28	10.25	10.31	7.10	4.99	3.63	2.31	1.77
NE	2.28	4.03	6.24	9.16	13.11	13.64	14.23	10.73	7.79	5.06	2.72	1.93
E	4.57	7.89	10.01	12.47	16.17	15.99	17.10	14.08	11.63	9.06	5.47	4.11
SE	7.56	11.58	12.21	12.90	14.69	13.58	14.86	13.68	13.13	12.24	8.68	7.18
S	9.51	13.72	12.66	11.35	11.52	10.16	11.20	11.27	12.55	13.78	10.74	9.19
SW	7.56	11.58	12.21	12.90	14.69	13.58	14.86	13.68	13.13	12.24	8.68	7.18
W	4.57	7.89	10.01	12.47	16.17	15.99	17.10	14.08	11.63	9.06	5.47	4.11
NW	2.28	4.03	6.24	9.16	13.11	13.64	14.23	10.73	7.79	5.06	2.72	1.93
H Tot.	5.90	10.40	14.10	18.60	25.00	25.20	26.70	21.30	16.80	12.30	7.10	5.20

## 6. INTERVENTI DI PROGETTO

Le ipotesi di progetto sono finalizzate all'efficientamento energetico dell'edificio mediante operazioni di isolamento termico delle strutture tecnologiche dell'involucro disperdente. Per l'esecuzione verranno impiegati materiali innovativi, ecosostenibili e nel rispetto dei C.A.M., ai sensi dell'art. 18 della L. 221/2015, art. 34 del D.Lgs 50/2016, modificato dal D.Lgs 56/2017, di comprovate capacità tecnologiche, con tecniche di lavorazione accurate e svolte a regola d'arte e con l'uso di macchinari dalle dimensioni tali da evitare il più possibile danni ai luoghi.

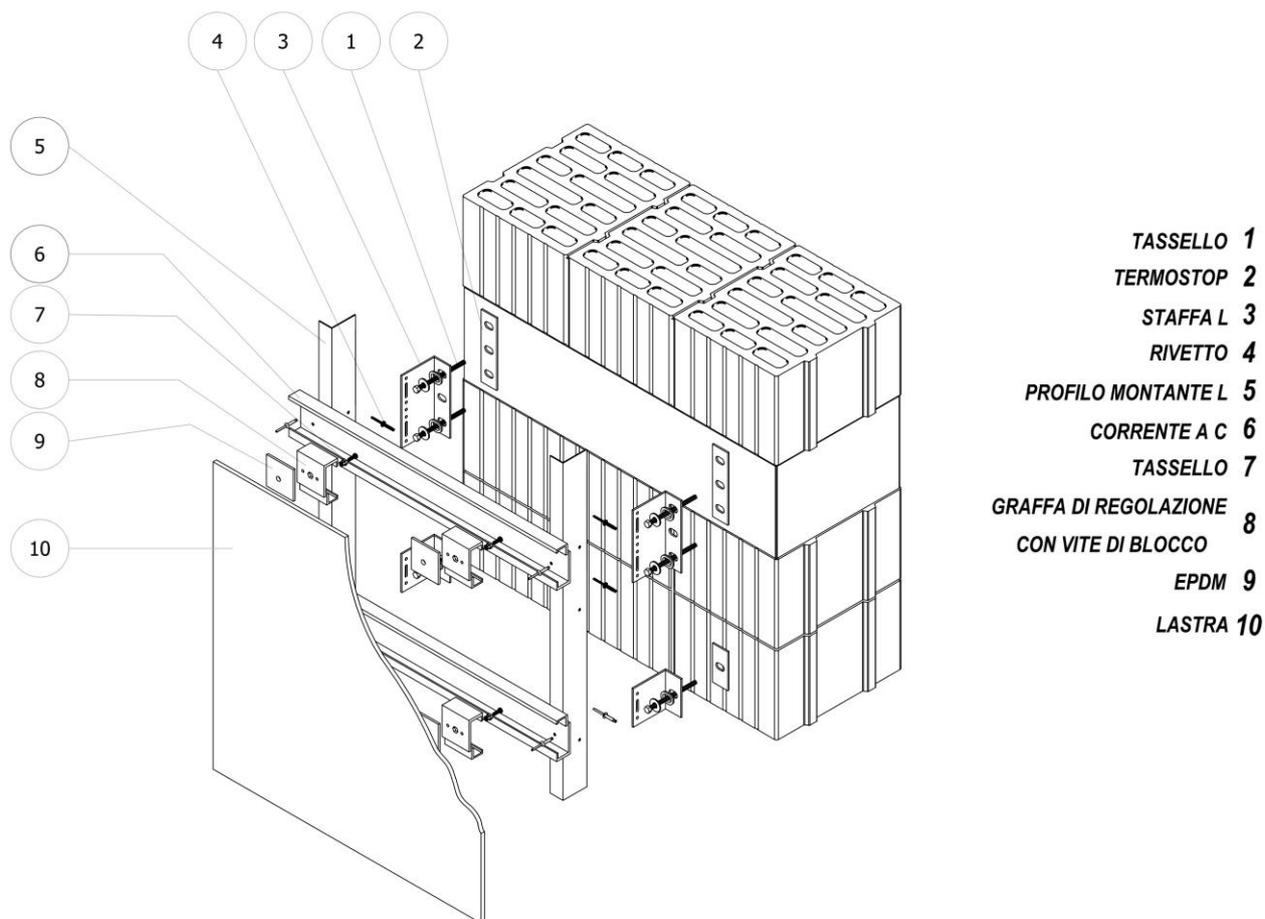
Si descrivono le diverse fasi di lavorazione divise per elementi tecnologici.

### 6.1 Pareti perimetrali verticali opache

Il modello funzionale utilizzato per l'isolamento delle pareti perimetrali verticali è quello della parete isolata dall'esterno, in particolare della cosiddetta "**parete ventilata**".

Essa è costituita da una doppia parete formata da uno strato resistente interno e da uno strato sottile di rivestimento esterno, nella cui intercapedine d'aria si producono moti convettivi dovuti alla presenza di aperture al piede e in sommità dello strato di rivestimento, in grado di attivare un effetto camino per riscaldamento dell'aria interna. Alla base del suo funzionamento risiedono due fattori strettamente legati tra loro: l'incidenza dei raggi solari sulla superficie esterna della parete e l'azione di riscaldamento dell'aria contenuta nell'intercapedine. L'aria riscaldata aumenta l'energia cinetica e diminuisce la sua densità rispetto all'aria esterna, tendendo a salire verso l'alto, fuoriuscendo dalla sommità e facendo entrare aria meno calda dal basso. I maggiori vantaggi si hanno evidentemente nella stagione estiva.

Anche in fase invernale la parete ventilata svolge comunque una funzione positiva contribuendo, durante la notte, a ristabilire un equilibrio igrotermico tra interno ed esterno mediante l'allontanamento dell'umidità in eccesso dell'aria esterna e la dispersione dell'umidità che dall'ambiente interno passa all'esterno per differenziale di pressione.

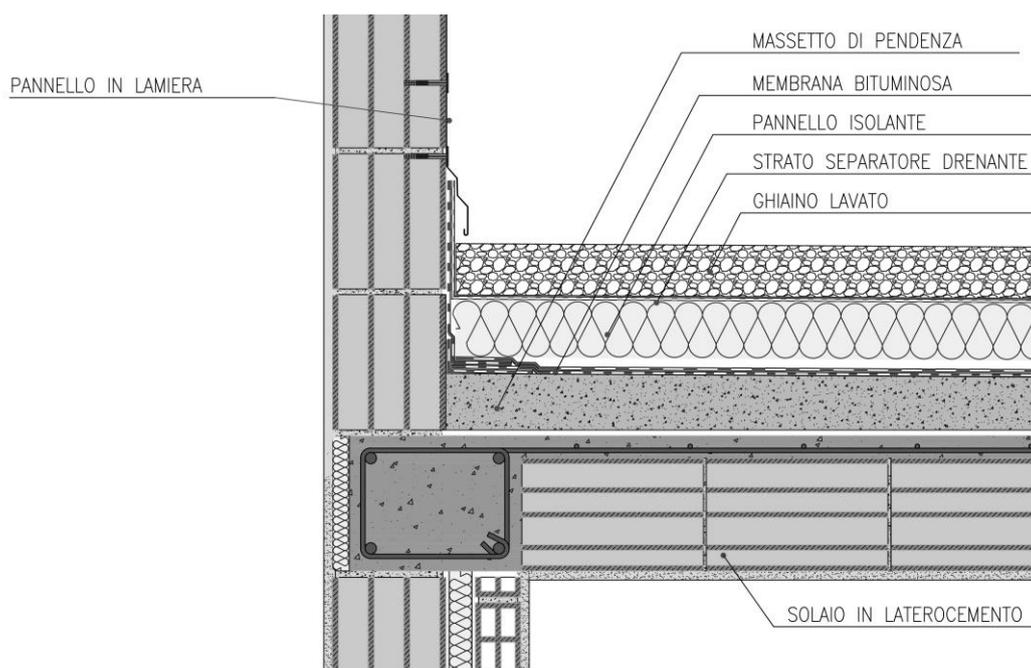


## 6.2 Copertura piana

Per la copertura piana si prevede la completa rimozione degli strati funzionali presenti attualmente, fino ad arrivare allo strato di supporto strutturale, e la realizzazione di una copertura isolata a “**tetto rovescio**”.

Lo strato di isolamento termico è posto al di sopra della membrana impermeabilizzante. La copertura a tetto rovescio protegge il manto impermeabilizzante dagli eccessivi riscaldamenti, inoltre essendo permeabile all'acqua, nei mesi estivi il permanere di umidità sulla superficie impermeabile e la sua lenta evaporazione contribuiscono al raffrescamento. I pannelli di isolamento termico utilizzati dovranno essere realizzati con materiale idrorepellente e posati in indipendenza dalla membrana sottostante.

Per i solai di copertura del piano seminterrato con problemi di infiltrazioni d'acqua si procederà alla completa rimozione degli strati ammalorati insistenti sui punti critici, il rifacimento del massetto delle pendenze, dello strato di impermeabilizzazione e della pavimentazione. All'interno degli ambienti verrà ripristinato lo stato di intonaco e di tinteggiatura distaccatisi in seguito all'infiltrazione.



### 6.3 Solaio verso spazio esterno

Per il solaio di calpestio del piano primo e del piano secondo, per le sole parti confinanti con lo spazio esterno, si prevede un isolamento termico dall'esterno che vada a coprire anche le travi perimetrali, in continuità con lo strato di isolamento delle pareti verticali, in modo da risolvere ogni tipo di ponte termico.

Lo spazio coperto sarà controsoffittato alla quota inferiore delle travi, previa rimozione dei corpi illuminanti attuali, in modo da diventare contenitore per passaggio di reti impiantistiche e ottenere una superficie perfettamente complanare con possibilità di installazione di nuovi corpi illuminanti ad incasso a basso consumo.

### 6.4 Infissi e schermature solari

Ai fini della riduzione del surriscaldamento degli ambienti dovuto dall'irraggiamento solare dei mesi estivi, si suggerisce la sostituzione degli infissi esterni attuali altamente disperdenti con infissi ad alte prestazioni energetiche e vetro a basso fattore di emissione solare. Anche gli imbotti delle finestre dovranno essere isolati per eliminare il ponte termico tra telaio e parete. Le soglie attuali saranno tagliate in corrispondenza dell'infisso, con immissione di materiale isolante nel taglio per creare il giunto termico.

Per la schermatura dai raggi solari si prevede l'installazione di tende a rullo avvolgibili posizionate all'esterno, che consentono un livello più efficace di controllo solare rispetto alle tende interne attuali, con comando elettrico dall'interno.

## 7. RIFERIMENTI NORMATIVI

Per la redazione della presente Relazione Tecnica sono state prese in considerazione tutte le normative in materia di risparmio energetico attualmente in vigore:

**D.Lgs 10 giugno 2020 n. 48** "Attuazione della direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento Attuazione della direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica"

### **D.interm. 26 giugno 2015**

**D.P.R. 16 Aprile 2013 n.75** "Regolamento recante disciplina dei criteri di accreditamento per assicurare la qualificazione e l'indipendenza degli esperti e degli organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192"

**D.Lgs 3 marzo 2011 n. 28** "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE"

**D.L. 4 giugno 2013 n.63** "Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale"

**D.Lgs 29 dicembre 2006 n.311** "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia"

**D.Lgs 199 agosto 2005, n.192** "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia"

**L. 9 gennaio 1991 n.10** "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia".

## 8. CONCLUSIONI

Mediante analisi energetica si andranno a definire in maniera accurata gli spessori, i materiali e le tipologie degli elementi tecnici da utilizzare per poter rientrare all'interno dei parametri stabiliti dalla normativa energetica ed effettuare un intervento che apporti benefici a livello di benessere degli utilizzatori e di costi per la climatizzazione, implementando all'occorrenza un sistema di termoregolazione più efficiente per la gestione dell'impianto termico.

Si riportano i valori limite di trasmittanza dell'involucro opaco per la zona di Velletri espressi in  $W/mqK$ , introdotti dall'Allegato B del D. interm. 26 giugno 2015 - Requisiti Minimi, da raggiungere in seguito all'intervento di isolamento termico.

Zona Climatica	Strutture verticali opache	Coperture	Pavimenti	Serramenti
D	0,32	0,26	0,32	1,80

Gli argomenti trattati nella presente relazione saranno approfonditi e dettagliati mediante progetto definitivo ed esecutivo, andando a specificare ogni tipo di lavorazione e a quantificare la spesa mediante computo metrico estimativo di dettaglio.