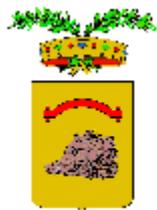




# REGIONE ABRUZZO

Direzione Affari della Presidenza, Politiche Legislative e Comunitarie, Programmazione, Parchi, Territorio, Valutazione Ambientali, Energia  
Servizio Politica Energetica, Qualità dell'Aria e SINA



PROVINCIA  
DI CHIETI

# Provincia di Chieti

## Settore 5

Edilizia Scolastica e Provinciale, Difesa del Suolo, Protezione Civile, Sicurezza sui Luoghi di Lavoro, Servizio Sismico Territoriale

### SERVIZIO EDILIZIA SCOLASTICA E PROVINCIALE



FINANZIATO DA:  
PROGRAMMA  
OPERATIVO  
FESR 2007-2013



## PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OGGETTO:

**LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO  
MANUTENTIVO DEL CORPO B DELL' I.I.S.  
"E. MATTEI" DI VASTO MEDIANTE  
COIBENTAZIONE DELLA COPERTURA**

ELABORATO:

**RELAZIONE SPECIALISTICA  
VERIFICHE TERMICHE DELLA COPERTURA**

IL DIRIGENTE:

Dott. Ing. Carlo CRISTINI \_\_\_\_\_

IL RESPONSABILE UNICO  
DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Claudio MENNA \_\_\_\_\_

PROGETTISTI:

Dott. Ing. Michele ZULLI \_\_\_\_\_

Geom. Adriano DI GIOVANNI \_\_\_\_\_

SCALA:

ELABORATO:

DATA:

Questo elaborato è di proprietà della "Provincia di Chieti", pertanto non può essere riprodotto né integralmente e né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.



## AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI CHIETI

### SETTORE N.5

*EDILIZIA, DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE, SICUREZZA SUL LAVORO  
E SERVIZI TECNICI TERRITORIALI*

---

**LAVORI DI:** **EFFICIENTAMENTO ENERGETICO MANUTENTIVO DEL CORPO B  
DELL'ISTITUTO DI ISTRUZIONE SUPERIORE "E. MATTEI" DI VASTO  
MEDIANTE COIBENTAZIONE DELLA COPERTURA.  
PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**

---

#### PREMESSE

La sede dell'Istituto di Istruzione Superiore "E. Mattei" di Vasto, individuata catastalmente alla particella 928 del foglio 26, è ubicata in Via S. Rocco ed è composta da n. 9 unità edilizie per una superficie coperta complessiva di circa 5900 mq. Nell'ambito del complesso edilizio si rileva un corpo di fabbrica B, staticamente ed energeticamente indipendente, composto da tre livelli fuori terra dei quali uno seminterrato. Il fabbricato, sede di aule e laboratori, presenta la copertura piana su due livelli, desumibile dagli elaborati grafici di progetto, caratterizzata da forti dispersioni termiche durante il periodo invernale e elevate temperature interne durante il periodo estivo. Tali peculiarità comportano inevitabili ripercussioni sulla gestione energetica del fabbricato e sul comfort ambientale dei locali sede delle attività didattiche.

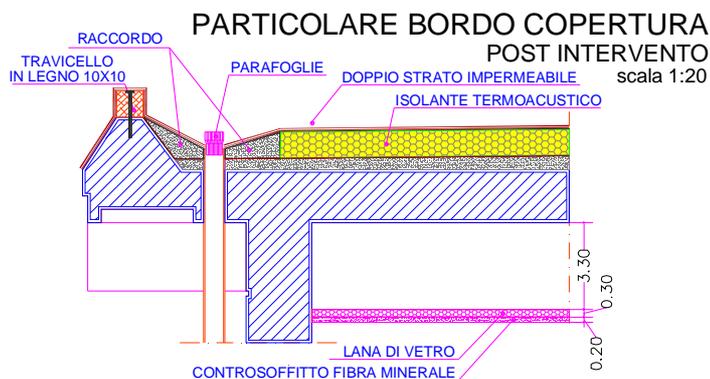


#### INTERVENTO DI PROGETTO

Il progetto prevede l'esecuzione di interventi volti alla riduzione della dispersione termica della superficie opaca orizzontale di copertura effettuata a mezzo di

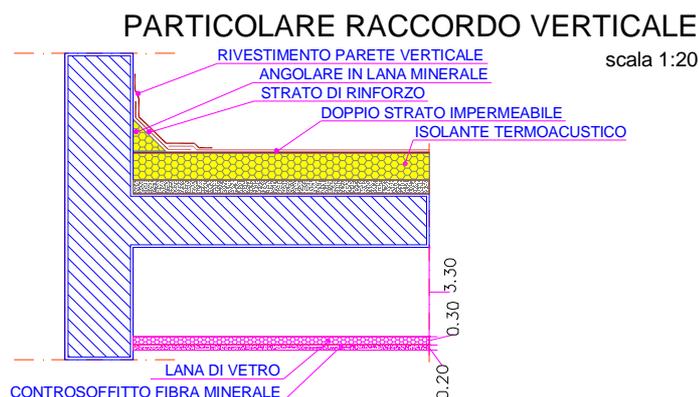
realizzazione, in posizione sovrastante all'impermeabilizzazione esistente, di un adeguato pacchetto d'isolamento termoacustico. Il pacchetto sarà costituito da pannelli di lana di vetro dello spessore di 100 mm trattata con resine termoindurenti rivestiti su una faccia con uno strato di bitume armato con velo di vetro.

Il pacchetto di coibentazione sarà sovrastato da un doppio strato di membrane bitume polimero elastoplastomeriche armate con poliestere rinforzato. Lo strato superiore sarà rivestito con scaglie di ardesia.



L'intervento sarà preceduto dall'esecuzione sul perimetro della copertura di una piccola zanella di raccolta e convogliamento delle acque piovane, realizzata in massetto alleggerito con sfere di argilla espansa di adeguato diametro, avente anche la funzione di raccordo con gli attuali discendenti pluviali e l'estradosso del pacchetto di progetto.

Sul bordo copertura sarà posizionato un listello in legno de sezione 10 x 10 cm, efficacemente ancorato alla sottostante veletta in c.a., al fine di rialzare la stessa ed evitare il rischio di tracimazione dell'acqua in luogo della raccolta e convogliamento verso i bocchettoni.



Particolare attenzione sarà posta sulla copertura "bassa" per la esecuzione del raccordo con la parete verticale del secondo livello del fabbricato ponendo in opera elementi a sezione triangolare in lana minerale. Sarà inoltre adeguatamente curata la posa in opera di opportuni aeratori (caminetti di ventilazione) e l'esecuzione dei raccordi con i bocchettoni di scarico.

## VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE TERMICHE DELLA COPERTURA

Lo spessore dell'isolamento da porre in opera in copertura è stato determinato in base alle verifiche delle caratteristiche termiche della copertura facendo riferimento alle condizioni invernali ed estive. I valori della trasmittanza termica e dello sfasamento calcolati per le configurazioni ante e post intervento, i cui dati sono riportati nelle schede allegate, sono riportati nella tabella seguente:

<b>Configurazione</b>	<b>Trasmittanza, <math>W/mq^{\circ}K</math></b>	<b>Sfasamento, <math>h</math></b>
Ante intervento	0.633	7.98
Post intervento	0.246	10.80

Il valore limite della trasmittanza termica per strutture opache orizzontali, nel caso di coperture, desunto dal D. Lgs. 29/12/2006 n. 311 per interventi realizzati a partire dal 1 gennaio 2010, per la fascia climatica D cui è ricompreso il Comune di Lanciano, è pari a :

$$U = 0.32 \text{ W/mq}^{\circ}K$$

Essendo la trasmittanza termica di progetto della copertura pari a  $0.246 \text{ W/mq}^{\circ}K$  inferiore al valore limite sopra richiamato l'intervento risulta ammissibile.

Per dare una valutazione del comportamento della copertura in condizioni "estive" bisogna fare riferimento a due parametri: lo sfasamento e lo smorzamento.

Lo sfasamento rappresenta la differenza di tempo che intercorre tra l'ora in cui si ha la massima temperatura all'esterno e l'ora in cui si ha la massima temperatura all'interno. La pratica progettuale suggerisce che tale parametro non deve essere inferiore alle 8/12 ore (ad esempio il Protocollo Itaca, lo strumento di valutazione della sostenibilità energetica e ambientale degli edifici approvato il 15 gennaio 2004 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome, fissa ad 8 ore valore minimo dello sfasamento e ad 11 ore il suo valore ottimale).

Le verifiche effettuate per le condizioni ante e post intervento evidenziano un incremento dello sfasamento dal valore di 7.98 ore al valore di 10.80 ore.

Lo smorzamento esprime il rapporto tra la variazione massima della temperatura esterna  $\Delta T_e$  e quella della temperatura interna  $\Delta T_i$  in riferimento alla temperatura media della superficie interna.

Il beneficio in termini di comfort nel "periodo estivo" è tanto maggiore quanto più elevati sono i valori di sfasamento e di smorzamento del flusso termico.

### RIFERIMENTI NORMATIVI

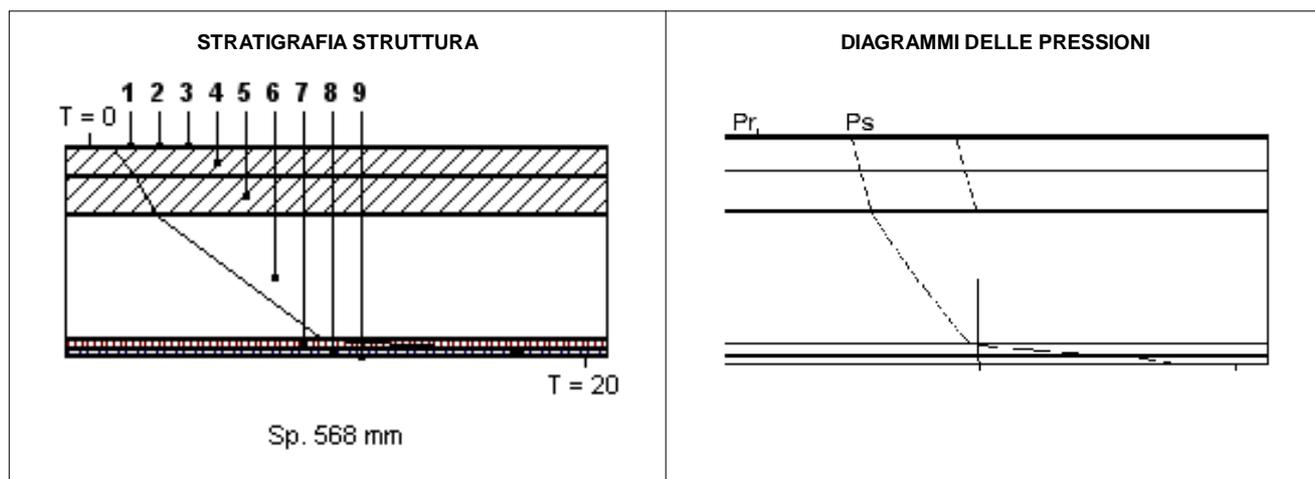
- *Decreto Legislativo n. 311 del 29.12.2006 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia";*
- *D.M. 18.12.1975 " Norme tecniche aggiornate per relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica".*

## CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

**Codice Struttura:** COP-ANTE  
**Descrizione Struttura:** Copertura ante intervento di coibentazione

N.	DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 <sup>12</sup> [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Superiore	0		25.000			0	0.040
2	Fogli di materiale sintetico.	4	0.230	57.500	4.40	0.010	900	0.017
3	Fogli di materiale sintetico.	4	0.230	57.500	4.40	0.010	900	0.017
4	CLS di aggregati naturali - a struttura chiusa - pareti protette - mv.2000.	80	1.162	14.519	160.00	2.600	1000	0.069
5	CLS di aggregati naturali - a struttura chiusa - pareti protette - mv.2200.	100	1.484	14.835	220.00	1.950	1000	0.067
6	Strato d' aria orizzontale ( flusso asc. ) - spessore oltre 10 cm.	330	0.620	1.879	0.43	193.000	1008	0.532
7	Fibre di vetro - feltri resinati - appl. interne - mv.11.	30	0.053	1.760	0.33	150.000	1000	0.568
8	Pannelli di fibre di legno duri ed extraduri - mv.800.	20	0.144	7.200	16.00	2.600	1700	0.139
9	Adduttanza Inferiore	0		7.700			0	0.130
<b>RESISTENZA = 1.580 m²K/W</b>		<b>CAPACITA' TERMICA AREICA (sup) = 109.060 kJ/m²K</b>				<b>TRASMITTANZA = 0.633 W/m²K</b>		
<b>SPESSORE = 568 mm</b>		<b>CAPACITA' TERMICA AREICA (inf) = 27.885 kJ/m²K</b>				<b>MASSA SUPERFICIALE = 406 kg/m²</b>		
<b>TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.23 W/m²K</b>		<b>FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.28</b>				<b>SFASAMENTO = 7.98 h</b>		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50\*10<sup>12</sup> = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ts [°C]	Pss [Pa]	Prs [Pa]	URs [%]	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	0.0	611	243	39.8	20.0	2 337	1 215	52.0

Ts = Temperatura superiore; Pss = Pressione di saturazione superiore; Prs = Pressione relativa superiore; URs = Umidità superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pri = Pressione relativa inferiore; URi = Umidità inferiore.

## CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

**Codice Struttura:** COP-POST

**Descrizione Struttura:** Copertura post intervento di coibentazione consistente nella posa in opera di pannelli isolanti in fibre di vetro idrorepellenti con resina termoindurente e soprastante strato impermeabilizzante

N.	DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	M.S. [kg/m <sup>2</sup> ]	P<50*10 <sup>12</sup> [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Adduttanza Superiore	0		25.000			0	0.040
2	Fogli di materiale sintetico.	4	0.230	57.500	4.40	0.010	900	0.017
3	Fogli di materiale sintetico.	4	0.230	57.500	4.40	0.010	900	0.017
4	Fibre di vetro - pannelli rigidi - appl. interne - mv.100.	100	0.041	0.407	10.00	150.000	1000	2.457
5	Fogli di materiale sintetico.	4	0.230	57.500	4.40	0.010	900	0.017
6	Fogli di materiale sintetico.	4	0.230	57.500	4.40	0.010	900	0.017
7	CLS di aggregati naturali - a struttura chiusa - pareti protette - mv.2000.	80	1.162	14.519	160.00	2.600	1000	0.069
8	CLS di aggregati naturali - a struttura chiusa - pareti protette - mv.2200.	100	1.484	14.835	220.00	1.950	1000	0.067
9	Strato d' aria orizzontale ( flusso asc. ) - spessore oltre 10 cm.	330	0.620	1.879	0.43	193.000	1008	0.532
10	Fibre di vetro - feltri resinati - appl. interne - mv.11.	30	0.053	1.760	0.33	150.000	1000	0.568
11	Pannelli di fibre di legno duri ed extraduri - mv.800.	20	0.144	7.200	16.00	2.600	1700	0.139
12	Adduttanza Inferiore	0		7.700			0	0.130

RESISTENZA = 4.072 m<sup>2</sup>K/W

CAPACITA' TERMICA AREICA (sup) = 12.533 kJ/m<sup>2</sup>K

TRASMITTANZA = 0.246 W/m<sup>2</sup>K

SPESSORE = 676 mm

CAPACITA' TERMICA AREICA (inf) = 24.916 kJ/m<sup>2</sup>K

MASSA SUPERFICIALE = 424 kg/m<sup>2</sup>

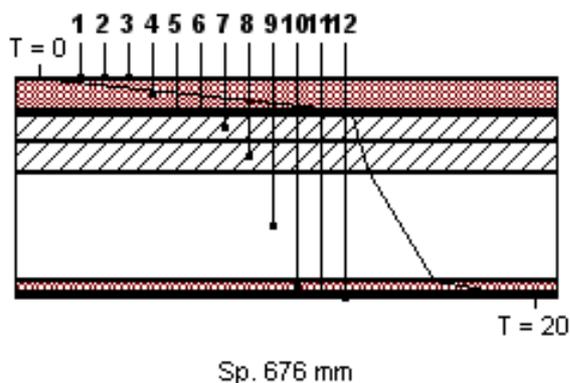
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.01 W/m<sup>2</sup>K

FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.04

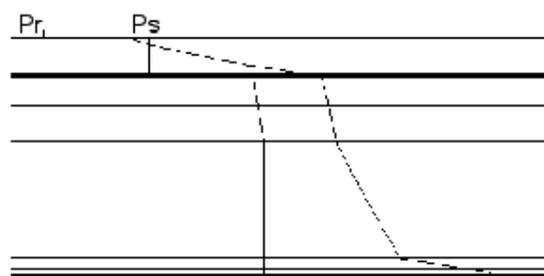
SFASAMENTO = 10.80 h

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50\*10<sup>12</sup> = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..

**STRATIGRAFIA STRUTTURA**



**DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI**



	Ts [°C]	Pss [Pa]	Prs [Pa]	URs [%]	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	0.0	611	243	39.8	20.0	2 337	1 215	52.0

Ts = Temperatura superiore; Pss = Pressione di saturazione superiore; Prs = Pressione relativa superiore; URs = Umidità superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pri = Pressione relativa inferiore; URi = Umidità inferiore.