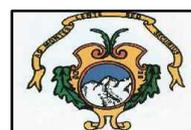


# REGIONE PIEMONTE



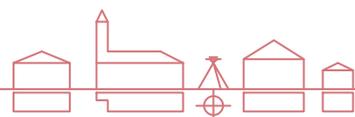
## COMUNE di MONTALENGHE

PROVINCIA di TORINO

PROGETTO per miglioramento energetico  
scuola elementare "Sandro Pertini".

Edilizia scolastica – Bando Triennale  
2015–2016–2017 D.L. 104/2013 art. 10 comma 1  
e decreto attuativo MEF/MIUR/MIT del 21/01/2015

– PROGETTO DEFINITIVO COMPRENDENTE L'ESECUTIVO –  
"Aggiornamento 04/2019"



Studio Tecnico Associato

**ESAGEO**

Progettista:

Ing. Ir. PONZETTO Alberto  
C.F. e P.I. 06442130016

Oggetto:

RELAZIONE ENERGETICA GENERALE  
– STRATIGRAFIE STRUTTURE  
– VALUTAZIONE CONSUMI E BENEFICI RAGGIUNTI

Tavola n.

Allegato n.

3

Scala:

Proprietà:

COMUNE DI MONTALENGHE

Visto del Sindaco:

DATA:

23/05/2019

NOME FILE

\\Hd-esa\pratiche In Corso\1363\_MIGLIOR\_ENERG\_SCUOLA MONTALENGHE  
2015\AGGIORNAMENTO PROGETTO 2019\CARTIGLI\_AGG\CARTIGLI

DATA DI STAMPA

23/05/2019

Strada Romano - Montalenghe 39 10010 SCARMAGNO (TO)  
Tel 0125 - 712830 - WWW.ESAGEO.IT - info@esageo.it  
C.F. e P.I. 06442130016

## RELAZIONE ENERGETICA GENERALE

Il progetto di “*miglioramento energeticoscuola elementare Sandro Pertini*”. Edilizia scolastica - Bando Triennale 2015-2016-2017 D.L. 104/2013 art. 10 comma 1 e decreto attuativo MEF/MIUR/MIT del 21/01/2015” prevede una sistemica azione migliorativa per quanto riguarda tutte le strutture verticali ed orizzontali mediante la realizzazione di un cappotto esterno nelle facciate Nord, Ovest e Sud, un cappotto interno alla facciata Est, la sostituzione di tutti i serramenti e la posa di adeguato isolamento per i solai del piano terreno e dell'ultimo piano, al fine di ottenere un deciso miglioramento in termini di risparmio energetico ed un sensibile passaggio di classe energetica dell'immobile.

Il criterio adottato per la progettazione, osservando le principali disposizioni legislative e normative quali la trasmittanza delle strutture verticali, orizzontali e dei serramenti, è scaturito dall'esigenza di migliorare tali strutture per raggiungere e superare i limiti minimi imposti dalla normativa vigente e, come detto, di migliorare sia la classe energetica dell'immobile che il risparmio energetico.

Si provvederà, inoltre all'installazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 6 Kw<sub>p</sub>, il quale, servirà per coprire il fabbisogno elettrico della scuola, secondo un corretto rapporto costi-benefici, per il quale si rimanda all'apposita relazione.

### LE STRUTTURE VERTICALI ED ORIZZONTALI

Le strutture orizzontali e verticali che saranno oggetto di intervento sono tutte le pareti verticali dell'immobile e i solai del piano terreno di separazione delle aule dal piano seminterrato e dell'ultimo piano a separazione delle aule dal sottotetto.

Si è provveduto a calcolare, mediante apposito programma software, le trasmittanze di ogni componente edilizio con la stratigrafia attuale e dopo l'intervento. Da tale calcolo si evince un evidente miglioramento sia in termini di trasmittanza espressa in  $W/m^2K$  sia di sfasamento temporale espresso in ore ( h ).

Si allegano di seguito le schede delle strutture ante e post operam.

## STRUTTURE ANTE OPERAM

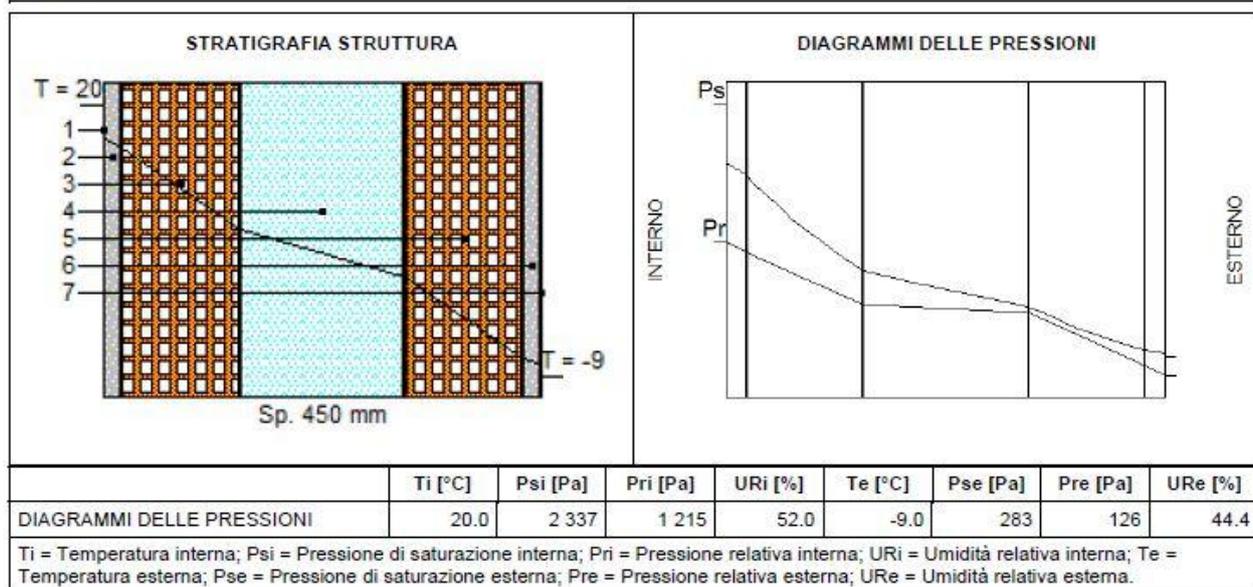
### MURO ESTERNO

#### CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: MU1  
 Descrizione Struttura: MURO\_ESTERNO

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	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 Interna	0		7.700			0	0.130
2	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
3	Mattone forato di laterizio (250*120*250) spessore 120	120		3.226	86.00	20.570	840	0.310
4	Strato d'aria verticale da 17 cm	170	0.944	5.555	0.22	193.000	1008	0.180
5	Mattone forato di laterizio (250*120*250) spessore 120	120		3.226	86.00	20.570	840	0.310
6	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
7	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 1.027 m²K/W						TRASMITTANZA = 0.974 W/m²K		
SPESSORE = 450 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 55.498 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 172 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.52 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.54				SFASAMENTO = 7.33 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..



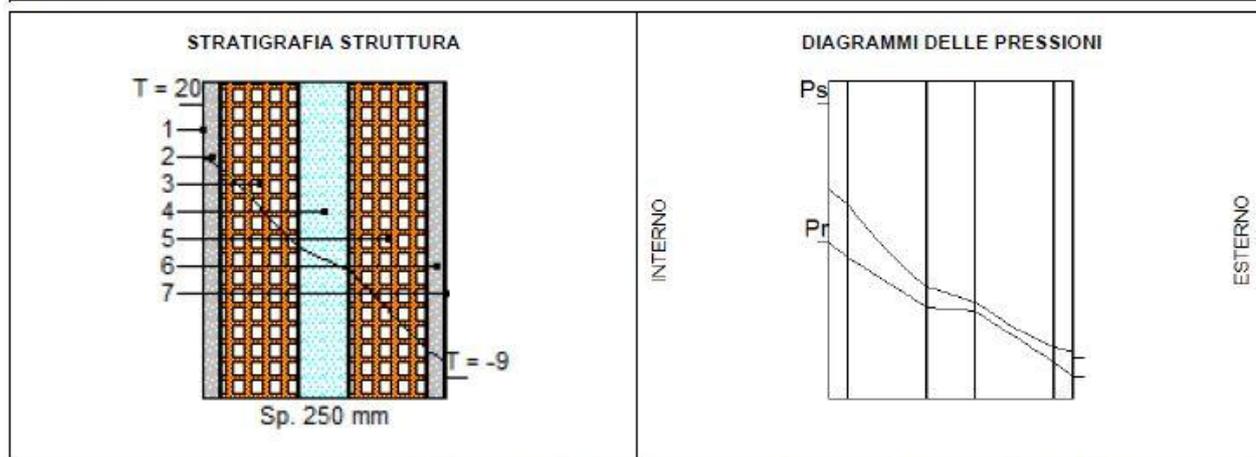
## CASSONETTO MURO ESTERNO

### CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: MU2  
 Descrizione Struttura: MURO\_PER\_CASSONETTO

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	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 Interna	0		7.700			0	0.130
2	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
3	Mattone forato di laterizio (250*80*250) spessore 80	80		5.000	62.00	20.570	840	0.200
4	Strato d'aria verticale da 17 cm	50	0.944	18.888	0.07	193.000	1008	0.053
5	Mattone forato di laterizio (250*80*250) spessore 80	80		5.000	62.00	20.570	840	0.200
6	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
7	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 0.680 m²K/W						TRASMITTANZA = 1.471 W/m²K		
SPESSORE = 250 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 54.055 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 124 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.90 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.72				SFASAMENTO = 5.09 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..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URe [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 215	52.0	-9.0	283	126	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

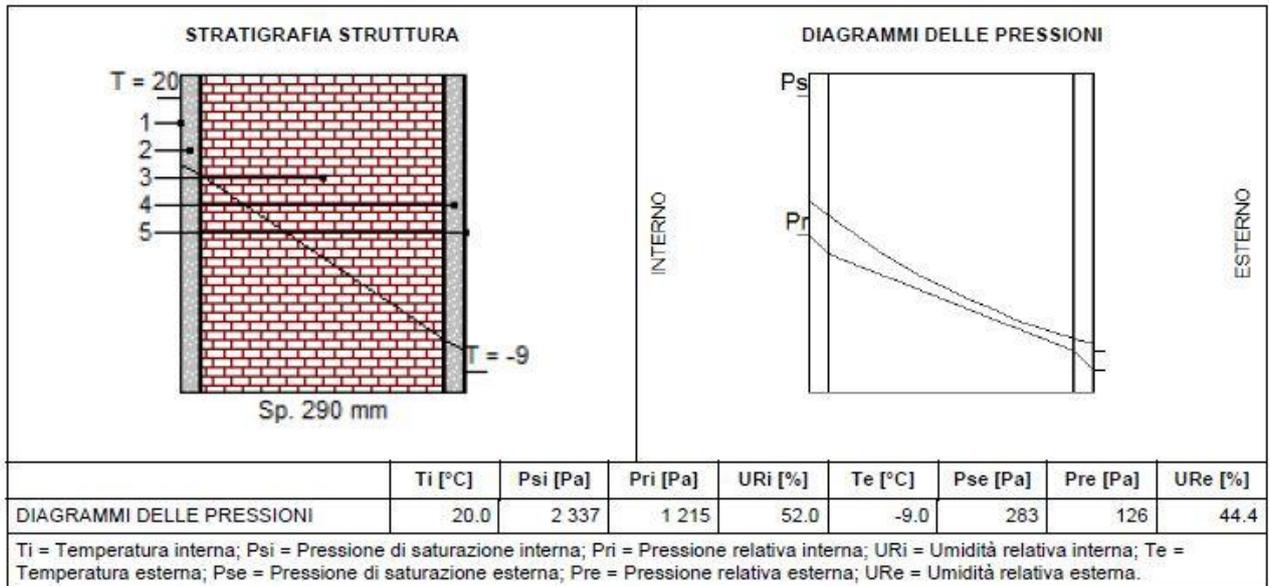
**PARAPETTO MURO ESTERNO**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**

Codice Struttura: MU3  
 Descrizione Struttura: Muro per parapetto

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	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 Interna	0		7.700			0	0.130	
2	Malta di calce o di calce e cemento.	20	0.900	45.000	36.00	8.500	1000	0.022	
3	Mattone pieno di laterizio (250*120*50) spessore 250	250		3.125	450.00	20.570	840	0.320	
4	Malta di calce o di calce e cemento.	20	0.900	45.000	36.00	8.500	1000	0.022	
5	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040	
RESISTENZA = 0.534 m²K/W		SPESSORE = 290 mm			CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 72.577 kJ/m²K			TRASMITTANZA = 1.872 W/m²K	
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.63 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.34			MASSA SUPERFICIALE = 450 kg/m²			SFASAMENTO = 8.80 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..



**SOLAIO INTERPIANO**

**CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI OPACHI**

Codice Struttura: SO1  
 Descrizione Struttura: SOLAIO INTERPIANO

DESCRIZIONE	VALORE
Trasmittanza comprensiva di adduttanze	NO
Trasmittanza [W/m²K]	2.4243
Schede - Abaco delle strutture	
Struttura: "SOL04 - Solaio in laterocemento - blocchi non collaboranti, esempio 1".	
Massa Superficiale [kg/m²]	353.5
Spessore [mm]	295
Capacità Termica areica [KJ/m²xK]	115
da Prospetto 22 - UNI/TS 11300-1:2014:	
Numero Piani: 1; Intonaci: Gesso; Isolamento: Assente/Esterno; Pareti Esterne: Leggere/Blocchi; Pavimento: Piastrelle;	
Trasmittanza Termica periodica [W/m²K]	0

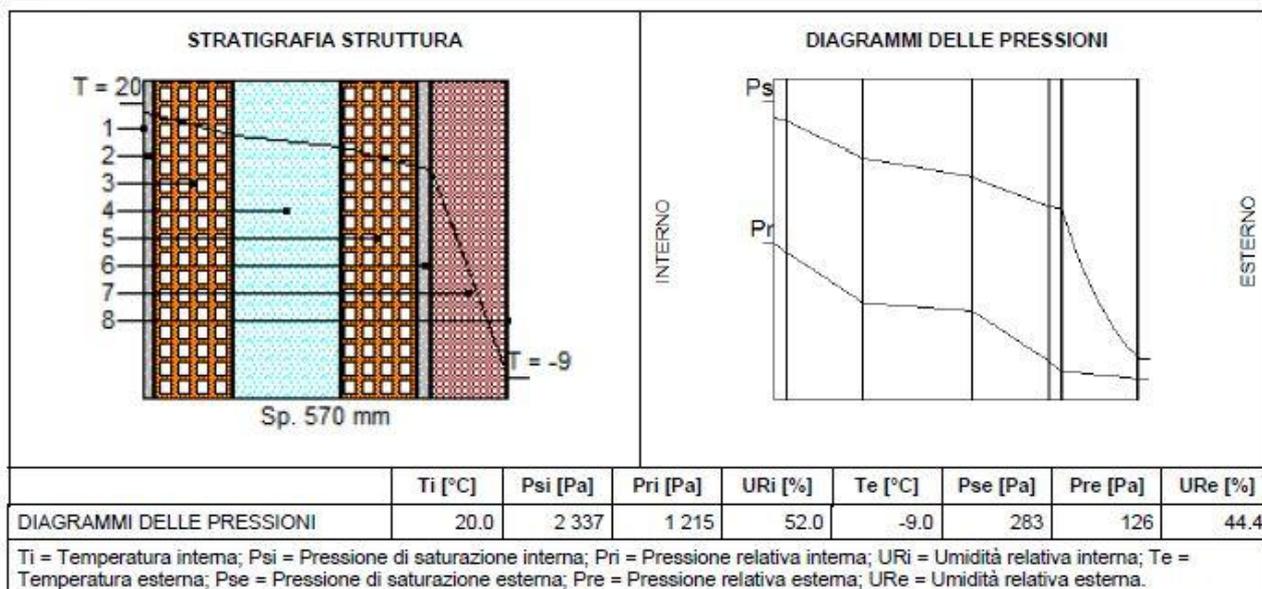
## STRUTTURE POST OPERAM

### MURO ESTERNO LATI NORD/OVEST/SUD

#### CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: MU1  
 Descrizione Struttura: MURO\_ESTERNO CON CAPPOTTO

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	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 Interna	0		7.700			0	0.130
2	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
3	Mattone forato di laterizio (250*120*250) spessore 120	120		3.226	86.00	20.570	840	0.310
4	Strato d'aria verticale da 17 cm	170	0.944	5.555	0.22	193.000	1008	0.180
5	Mattone forato di laterizio (250*120*250) spessore 120	120		3.226	86.00	20.570	840	0.310
6	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
7	Fibre di vetro - pannelli semirigidi - appl. interne - mv.30.	120	0.040	0.330	3.60	150.000	1000	3.030
8	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 4.057 m²K/W					TRASMITTANZA = 0.246 W/m²K			
SPESSORE = 570 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 49.443 kJ/m²K			MASSA SUPERFICIALE = 204 kg/m²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.03 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.14			SFASAMENTO = 10.99 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 - Trasmissione = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..								



**CASSONETTI MURO ESTERNO LATI NORD/OVEST/SUD**

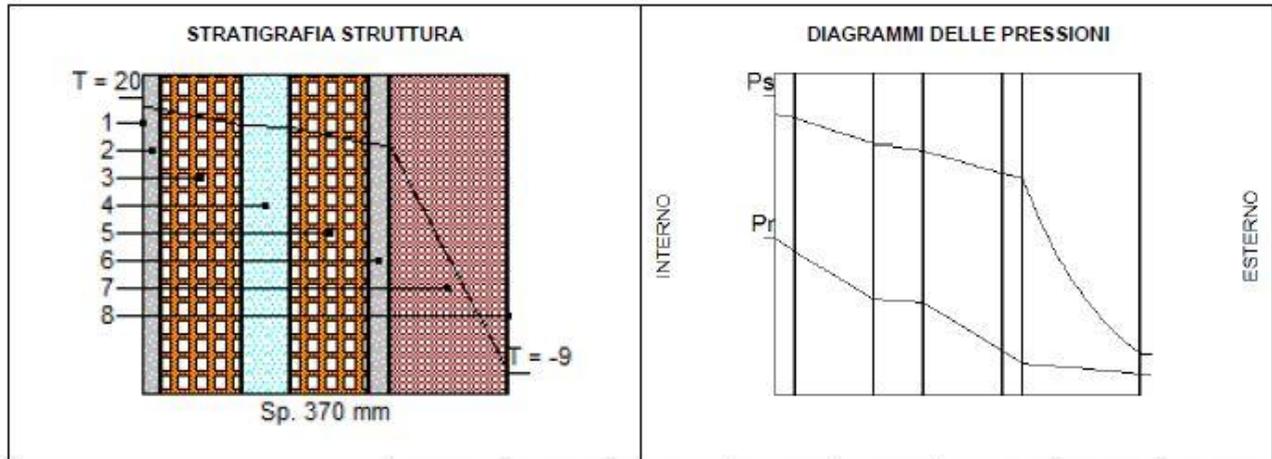
**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**

Codice Struttura: MU2  
 Descrizione Struttura: MURO\_PER\_CASSONETTO CON CAPPOTTO

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	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 Interna	0		7.700			0	0.130
2	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
3	Mattone forato di laterizio (250*80*250) spessore 80	80		5.000	62.00	20.570	840	0.200
4	Strato d'aria verticale da 17 cm	50	0.944	18.888	0.07	193.000	1008	0.053
5	Mattone forato di laterizio (250*80*250) spessore 80	80		5.000	62.00	20.570	840	0.200
6	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
7	Fibre di vetro - pannelli semirigidi - appl. interne - mv.30.	120	0.040	0.330	3.60	150.000	1000	3.030
8	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040

RESISTENZA = 3.710 m²K/W		TRASMITTANZA = 0.270 W/m²K
SPESSORE = 370 mm	CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 49.890 kJ/m²K	MASSA SUPERFICIALE = 156 kg/m²
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.06 W/m²K	FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.23	SFASAMENTO = 8.87 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..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URe [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 215	52.0	-9.0	283	126	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

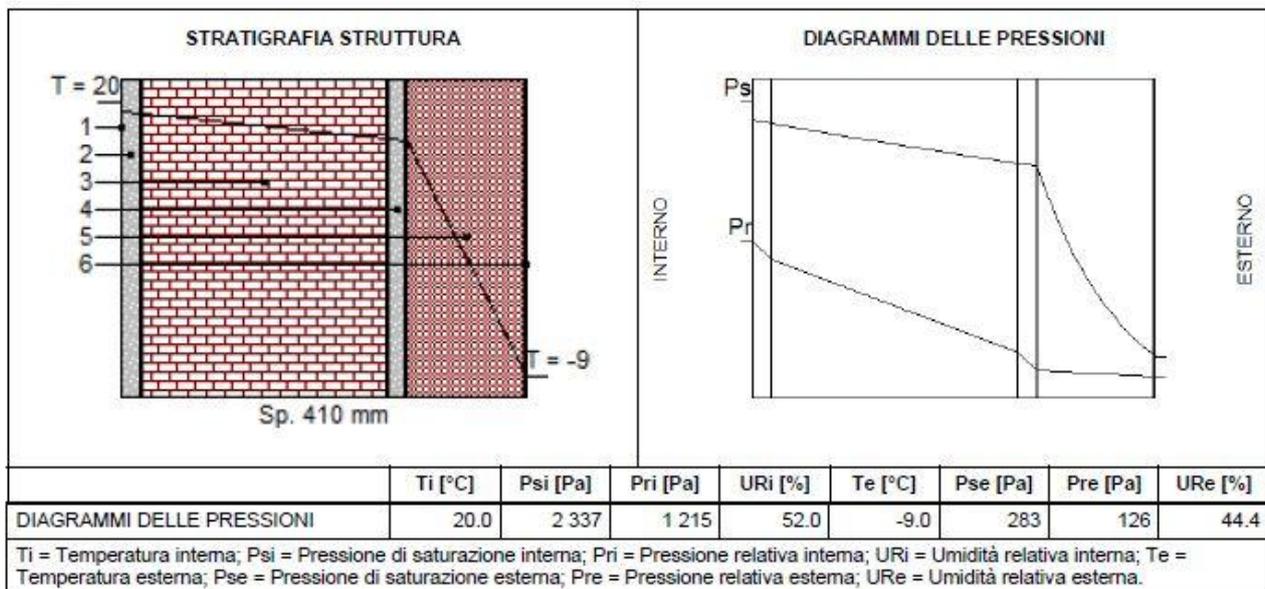
**PARAPETTO MURO ESTERNO LATI NORD/OVEST/SUD**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**

Codice Struttura: MU3  
 Descrizione Struttura: Muro per parapetto CON CAPPOTTO

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	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 Interna	0		7.700			0	0.130
2	Malta di calce o di calce e cemento.	20	0.900	45.000	36.00	8.500	1000	0.022
3	Mattone pieno di laterizio (250*120*50) spessore 250	250		3.125	450.00	20.570	840	0.320
4	Malta di calce o di calce e cemento.	20	0.900	45.000	36.00	8.500	1000	0.022
5	Fibre di vetro - pannelli semirigidi - appl. interne - mv.30.	120	0.040	0.330	3.60	150.000	1000	3.030
6	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 3.565 m²K/W						TRASMITTANZA = 0.281 W/m²K		
SPESSORE = 410 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 64.608 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 490 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.03 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.09				SFASAMENTO = 11.53 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..



**MURO ESTERNO LATO EST**

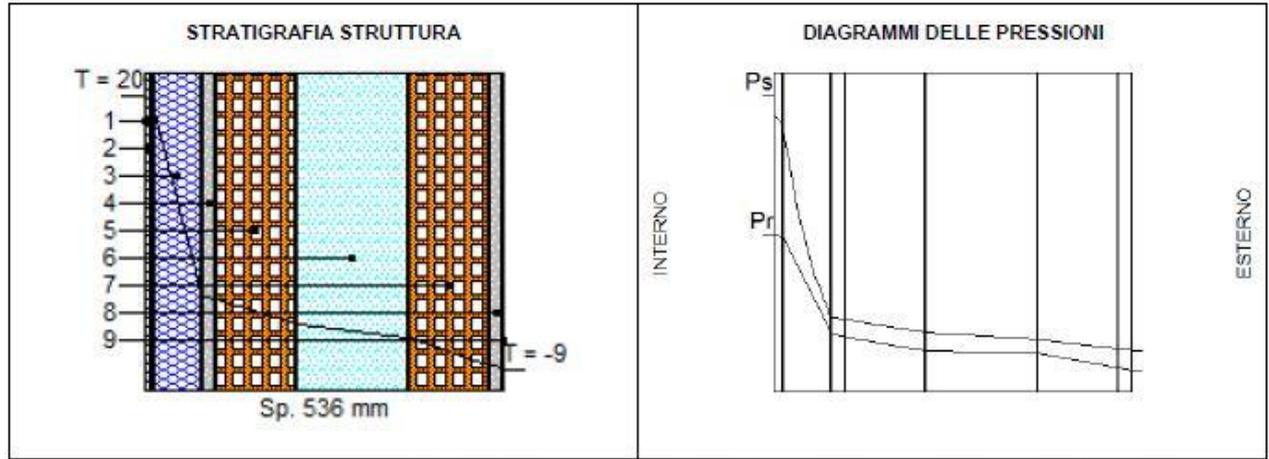
**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**

Codice Struttura: MU4  
 Descrizione Struttura: MURO\_ESTERNO LATO CORTILE CON CAPPOTTO

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	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 Interna	0		7.700			0	0.130
2	Cartongesso in lastre	13	0.210	16.154	11.70	23.000	1000	0.062
3	Poliuretani in lastre ricavate da blocchi - mv.32	73	0.032	0.441	2.34	1.850	1600	2.267
4	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
5	Mattone forato di laterizio (250*120*250) spessore 120	120		3.226	86.00	20.570	840	0.310
6	Strato d'aria verticale da 17 cm	170	0.944	5.555	0.22	193.000	1008	0.180
7	Mattone forato di laterizio (250*120*250) spessore 120	120		3.226	86.00	20.570	840	0.310
8	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
9	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040

RESISTENZA = 3.356 m²K/W		TRASMITTANZA = 0.298 W/m²K
SPESSORE = 536 mm	CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 14.099 kJ/m²K	MASSA SUPERFICIALE = 214 kg/m²
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.06 W/m²K	FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.19	SFASAMENTO = 10.44 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..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URe [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 215	52.0	-9.0	283	126	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

# CASSONETTO MURO ESTERNO LATO EST

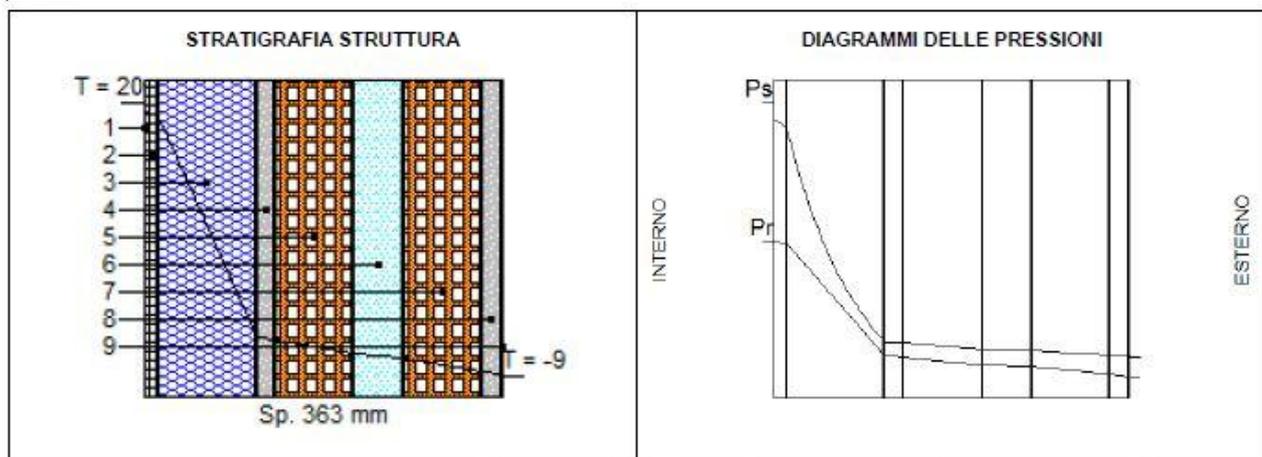
## CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: MU5  
 Descrizione Struttura: MURO\_LATI\_CORTILE\_CASSONETTO CON CAPPOTTO

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	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 Interna	0		7.700			0	0.130
2	Cartongesso in lastre	13	0.210	16.154	11.70	23.000	1000	0.062
3	Poliuretani in lastre ricavate da blocchi - mv.32	100	0.032	0.322	3.20	1.850	1600	3.106
4	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
5	Mattone forato di laterizio (250*80*250) spessore 80	80		5.000	62.00	20.570	840	0.200
6	Strato d'aria verticale da 17 cm	50	0.944	18.888	0.07	193.000	1008	0.053
7	Mattone forato di laterizio (250*80*250) spessore 80	80		5.000	62.00	20.570	840	0.200
8	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
9	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040

RESISTENZA = 3.847 m²K/W		TRASMITTANZA = 0.260 W/m²K
SPESSORE = 363 mm	CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 14.420 kJ/m²K	MASSA SUPERFICIALE = 167 kg/m²
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.07 W/m²K	FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.29	SFASAMENTO = 8.75 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 - Trasmissione = Valori di resistenza e trasmissione reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs. 192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URe [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 215	52.0	-9.0	283	126	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

**PARAPETTO MURO ESTERNO LATO EST**

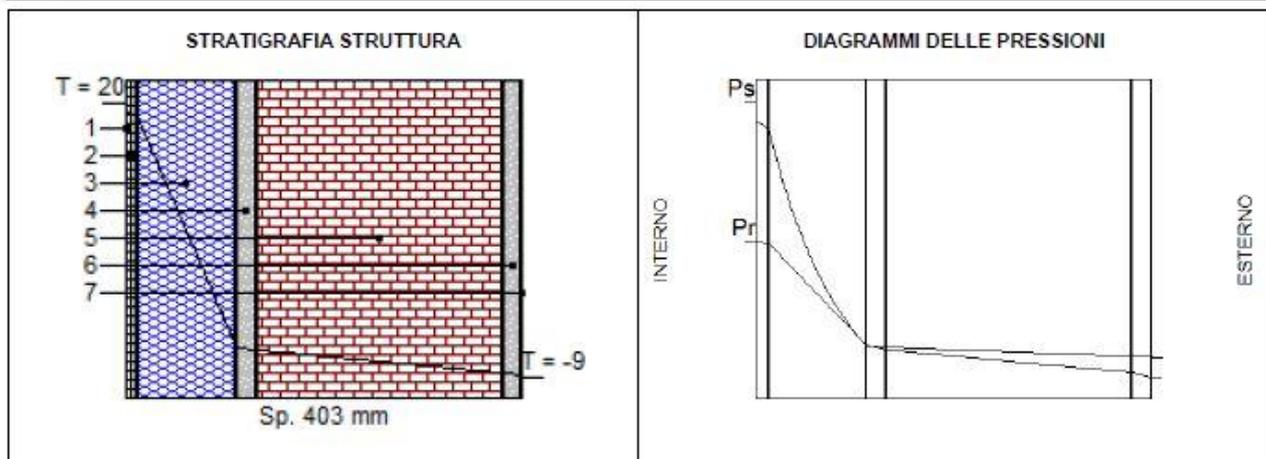
**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**

Codice Struttura: MU6  
 Descrizione Struttura: Muro LATO CORTILE parapetto

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	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 Interna	0		7.700			0	0.130
2	Cartongesso in lastre	13	0.210	16.154	11.70	23.000	1000	0.062
3	Poliuretani in lastre ricavate da blocchi - mv.32	100	0.032	0.322	3.20	1.850	1600	3.106
4	Malta di calce o di calce e cemento.	20	0.900	45.000	36.00	8.500	1000	0.022
5	Mattone pieno di laterizio (250*120*50) spessore 250	250		3.125	450.00	20.570	840	0.320
6	Malta di calce o di calce e cemento.	20	0.900	45.000	36.00	8.500	1000	0.022
7	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040

RESISTENZA = 3.702 m²K/W	TRASMITTANZA = 0.270 W/m²K
SPESSORE = 403 mm	CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 13.645 kJ/m²K
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.04 W/m²K	MASSA SUPERFICIALE = 501 kg/m²
	FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.14
	SFASAMENTO = 11.44 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 - Trasmissione = Valori di resistenza e trasmissione reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URe [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 215	52.0	-9.0	283	126	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

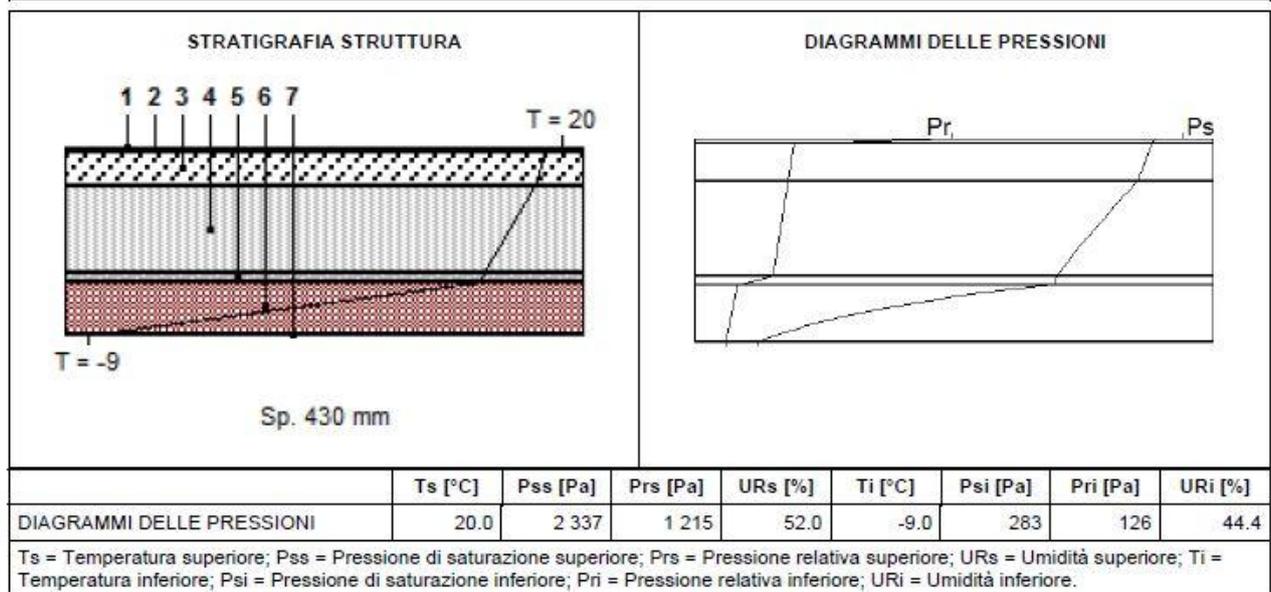
# SOLAIO PIANO TERRENO SU SEMINTERRATO

## CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: SOL3  
 Descrizione Struttura: PRIMO SOLAIO SU SEMINTERRATO

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		7.700			0	0.130
2	Piastrelle ceramiche	10	1.300	130.000	23.00	0.940	840	0.008
3	Massetto ordinario	80	1.060	13.250	160.00	193.000	1000	0.075
4	Soletta laterocemento da 20	200		2.392	400.00	193.000	1000	0.418
5	Malta di calce o di calce e cemento.	20	0.900	45.000	36.00	8.500	1000	0.022
6	Fibre di vetro - pannelli rigidi - appl. interne - mv.100.	120	0.039	0.321	12.00	150.000	1000	3.117
7	Adduttanza Inferiore	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 3.810 m²K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (sup) = 71.956 kJ/m²K			TRASMITTANZA = 0.262 W/m²K			
SPESSORE = 430 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (inf) = 6.334 kJ/m²K			MASSA SUPERFICIALE = 631 kg/m²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.01 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.04			SFASAMENTO = -7.35 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..



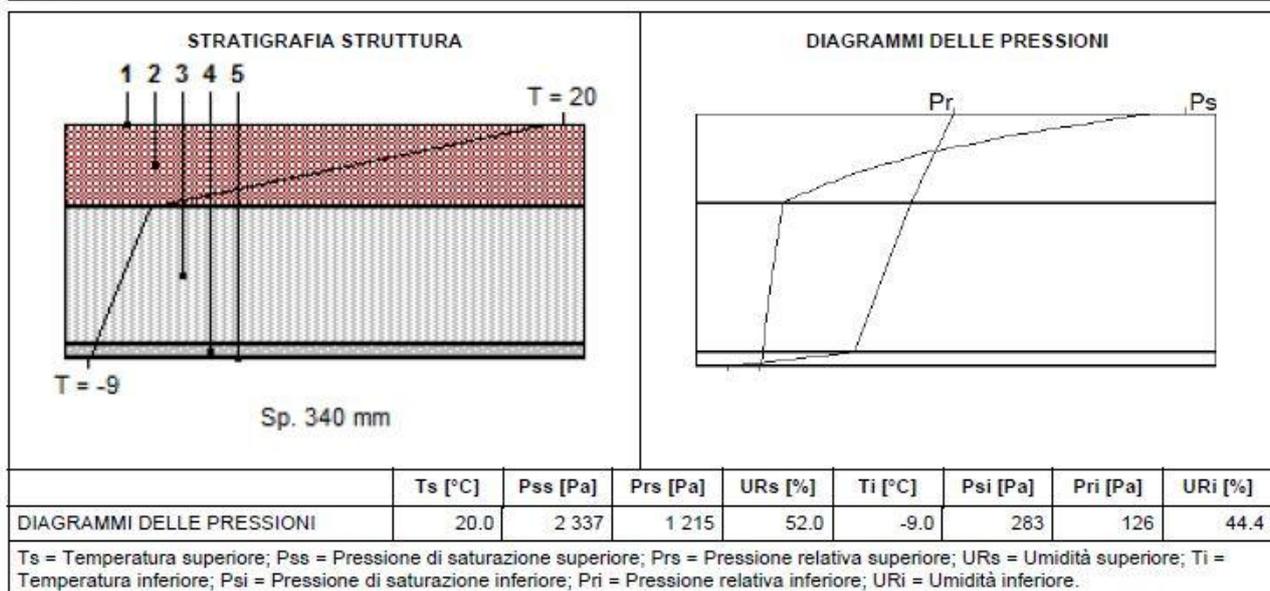
## ULTIMO SOLAIO SU AULE

### CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: SOL2  
 Descrizione Struttura: ULTIMO SOLAIO SU AULE

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		7.700			0	0.130
2	Fibre di vetro - pannelli rigidi - appl. interne - mv.100.	120	0.039	0.321	12.00	150.000	1000	3.117
3	Soletta laterocemento da 20	200		2.392	400.00	193.000	1000	0.418
4	Malta di calce o di calce e cemento.	20	0.900	45.000	36.00	8.500	1000	0.022
5	Adduttanza Inferiore	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 3.727 m²K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (sup) = 6.491 kJ/m²K			TRASMITTANZA = 0.268 W/m²K			
SPESSORE = 340 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (inf) = 98.373 kJ/m²K			MASSA SUPERFICIALE = 412 kg/m²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.03 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.12			SFASAMENTO = -11.39 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..



## BENEFICI IN TERMINI DI RISPARMIO ENERGETICO

Per l'analisi dei benefici in termini di risparmio energetico che saranno ottenuti a seguito dell'esecuzione di tutti i lavori previsti descritti in precedenza, si è provveduto, anche se non necessario, alla redazione di due relazioni energetiche ai sensi della Legge 9 gennaio 1991 n. 10, al D.Lgs. 192/05 Allegato E come modificato dalla Legge Regionale 28 maggio 2007 n. 13 e Delibera della G.R. Piemonte 4 agosto 2009 n. 46-11965 e s.m.i. per la determinazione del fabbisogno energetico dell'edificio stesso prima e dopo l'intervento di riqualificazione.

Come si può rilevare dalle tabelle di seguito allegate il fabbisogno termico dell'edificio è il seguente:

- **ANTE OPERAM**

EPI<sub>TO</sub> 95,700 Kwhm<sup>3</sup>/anno

EPACS<sub>TO</sub> 0,162 Kwhm<sup>3</sup>/anno

-----

EPL<sub>TO</sub> 82,862 Kwhm<sup>3</sup>/anno

CLASSE ENERGETICA: **F**

- **POST OPERAM**

EPI<sub>TO</sub> 38,842 Kwhm<sup>3</sup>/anno

EPACS<sub>TO</sub> 0,157 Kwhm<sup>3</sup>/anno

-----

EPL<sub>TO</sub> 38,999 Kwhm<sup>3</sup>/anno

CLASSE ENERGETICA: **C**

Pertanto, a seguito di tutte le lavorazioni previste si raggiunge una **variazione nella classe dell'immobile da F a C** ed un beneficio in termini di risparmio energetico annuo pari a  $EPL_{TO} 43,863 \text{ Kwhm}^3/\text{anno}$  ( $EPL_{TO} 82,862 - 38,999$ ).

## Risultati di calcolo : ANTE OPERAM

### Risultati di calcolo: EOdC

EOdC: SCUOLA			
Simbolo	Descrizione	Misura	Valore
Periodo RSC	Periodo Riscaldamento		15 ott - 15 apr
Periodo RFS	Periodo Raffrescamento		20 giu - 19 ago
Qh,nd	Fabbisogno di Energia Termica Utile ideale per unità di sup/vol [EPI, invol]	kWh/m²anno	63.397
EPI	Indice di Prestazione Energetica per la climatizzazione invernale	kWh/m²anno	99.528
EPacs	Indice di Prestazione Energetica per ACS	kWh/m²anno	0.165
EPgl (CE)	Indice di Prestazione Energetica GLOBALE	kWh/m²anno	99.691
EPE, invol	Indice di Prestazione Energetica per la climatizzazione estiva (solo involucro)	kWh/m²anno	1.911
EtaGh	Rendimento Globale Medio dell'impianto di Riscaldamento		0.6370
EtaPh	Rendimento di Produzione per RISCALDAMENTO		0.8095
EtaGw	Rendimento Globale Medio dell'impianto di ACS		0.3561
EtaGhw	Rendimento Globale Medio per Riscaldamento + ACS		0.6365
FEN	Fabbisogno Energetico Normalizzato	kJ/m²GG	123.805
VlmL	Volume lordo	m³	1 017.81
VlmN	Volume netto	m³	734.73
SprfL	Superficie lorda disperdente	m²	634.82
SprfVT	Superficie lorda disperdente delle Vetrate	m²	48.36
RpSV	Rapporto di Forma S/V	1/m	0.6237
RpSvtAn	Rapporto Superficie Vetrata / Superficie Utile		0.2327
AreaN	Superficie netta calpestabile	m²	207.77
AreaN150	Superficie netta calpestabile con altezza inferiore a m 1,50	m²	0.00
AreaL	Superficie lorda	m²	253.52
AlzM	Altezza netta media	m	3.54
Cm	Capacità Termica totale	kJ/K	89 231.15
Qp	Carico termico di Progetto (trasmissione + ventilazione + fattore di ripresa) - POTENZA	kW	32.34
Qx_rete	Fabbisogno di Energia Elettrica da rete	kWh	2 018.93
Qx_PL	Fabbisogno di Energia Elettrica TOTALE da Produzione Locale	kWh	0.00
CO2h	Emissioni di CO2 per Riscaldamento	kgCO2/m³ anno	19.065
CO2c	Emissioni di CO2 per raffrescamento	kgCO2/m³ anno	0.000
CO2w	Emissioni di CO2 per ACS	kgCO2/m³ anno	0.040
CO2i	Emissioni di CO2 per l'illuminazione	kgCO2/m³ anno	0.831
CO2ill	Emissioni di CO2 per l'illuminazione	kgCO2/m³ anno	0.831
QhFR_perc	Percentuale di energia da fonti rinnovabili per il Riscaldamento	%	0.06
QcFR_perc	Percentuale di energia da fonti rinnovabili per il Raffrescamento	%	0.00
QvFR_perc	Percentuale di energia da fonti rinnovabili per la Ventilazione	%	0.00
QiFR_perc	Percentuale di energia da fonti rinnovabili per l'illuminazione	%	19.42
QwFR_perc	Percentuale di energia da fonti rinnovabili per l'ACS	%	19.42
QhwhFR_perc	Percentuale di energia da fonti rinnovabili per Riscaldamento e ACS	%	0.10
QchwFR_perc	Percentuale di energia da fonti rinnovabili per Riscaldamento, Raffrescamento e ACS	%	0.10

dati report APE (PIEMONTE)			
Simbolo	Descrizione	Misura	Valore
Pmt_Usov_med	Trasmittanza MEDIA Superfici Opache Verticali	W/m²K	1.1092
Pmt_Uw_med	Trasmittanza MEDIA Superfici Trasparenti	W/m²K	4.6689
Qh,nd	Fabbisogno di energia termica utile ideale per unità di sup/vol [EPI, invol]	kWh/m²anno	63.397
Pmt_Qhw	Fabbisogno di energia termica utile per acqua calda sanitaria [Qw]	kWh	58.60
Pmt_QwFR	Fabbisogno di energia termica utile per acqua calda sanitaria soddisfatto da fonti rinnovabili	kWh	0.00
Pmt_EPacs	Indice prestazione energetica per acqua calda sanitaria	kWh/m²anno	0.165
Pmt_EtaGNh	Rendimento di Generazione per il Riscaldamento (stagionale)		0.8500
Pmt_EtaRh	Rendimento di Regolazione per il Riscaldamento (stagionale)		0.9300
Pmt_EtaEh	Rendimento di Emissione per il Riscaldamento (stagionale)		0.9200
Pmt_EtaDh	Rendimento di Distribuzione per il Riscaldamento (stagionale)		0.9220
Pmt_ETAg	Rendimento Medio Globale Impianto Termico		0.6370
Pmt_Qhnd_TO	Fabbisogno di energia termica utile ideale per unità di sup/vol (TORINO)	kWh/m²anno	60.960

dati report APE (PIEMONTE)			
Simbolo	Descrizione	Misura	Valore
	[EPi, invol Torino]		
Pmt_EPi_TO	Indice prestazione energetica riscaldamento (TORINO)	kWh/m³anno	95.700
Pmt_EPacs_TO	Indice prestazione energetica per acqua calda sanitaria (TORINO)	kWh/m³anno	0.162
Pmt_FRt	Energia termica prodotta	kWh	0.00
QFR_PdC	Energia Termica prodotta Assimilabile a fonte rinnovabile	kWh	0.00
Pmt_FRel	Energia elettrica prodotta	kWh	0.00
Pmt_FRt_utile	Autoconsumo termico		0.00
Pmt_FRel_utile	Autoconsumo elettrico		0.00
Classe_Naz	Classe energetica globale NAZIONALE dell'edificio		G
EPgl_CE_Naz	Indice di Prestazione Energetica Globale NAZIONALE	kWh/m³anno	99.691
EPi_CE_Naz	Indice prestazione energetica riscaldamento invernale NAZIONALE	kWh/m³anno	99.526
EPi_Lim_CE_Naz	Limite normativo NAZIONALE per riscaldamento	kWh/m³anno	23.026
Qlt_EPe_Naz	Qualità termica estiva NAZIONALE edificio		I

## Risultati di calcolo : POST OPERAM

### Risultati di calcolo: EODC

EODC: SCUOLA			
Simbolo	Descrizione	Misura	Valore
Periodo RSC	Periodo Riscaldamento		15 ott - 15 apr
Periodo RFS	Periodo Raffrescamento		2 giu - 31 ago
Qh_nd	Fabbisogno di Energia Termica Utile ideale per unità di sup/vol [EPI,invol]	kWh/m²anno	28.412
EPI	Indice di Prestazione Energetica per la climatizzazione invernale	kWh/m²anno	41.018
EPacs	Indice di Prestazione Energetica per ACS	kWh/m²anno	0.161
EPgl (CE)	Indice di Prestazione Energetica GLOBALE	kWh/m²anno	41.179
EPe, invol	Indice di Prestazione Energetica per la climatizzazione estiva (solo involucro)	kWh/m²anno	3.152
EtaGh	Rendimento Globale Medio dell'impianto di Riscaldamento		0.6927
EtaPh	Rendimento di Produzione per RISCALDAMENTO		0.8095
EtaGw	Rendimento Globale Medio dell'impianto di ACS		0.3581
EtaGhw	Rendimento Globale Medio per Riscaldamento + ACS		0.6914
FEN	Fabbisogno Energetico Normalizzato	kJ/m²GG	51.024
VmL	Volume lordo	m³	1 044.80
VmN	Volume netto	m³	734.73
SprfL	Superficie lorda disperdente	m²	643.98
SprfVT	Superficie lorda disperdente delle Vetrate	m²	48.38
RpSV	Rapporto di Forma S/V	1/m	0.6164
RpSvtAn	Rapporto Superficie Vetrate / Superficie Utile		0.2327
AreaN	Superficie netta calpestabile	m²	207.77
AreaN150	Superficie netta calpestabile con altezza inferiore a m 1,50	m²	0.00
AreaL	Superficie lorda	m²	253.52
AlzM	Altezza netta media	m	3.54
Cm	Capacità Termica totale	kJ/K	68 518.09
Qp	Carico termico di Progetto (trasmissione + ventilazione + fattore di ripresa) - POTENZA	kW	13.81
Qx_rete	Fabbisogno di Energia Elettrica da rete	kWh	1 957.58
Qx_PL	Fabbisogno di Energia Elettrica TOTALE da Produzione Locale	kWh	0.00
CO2h	Emissioni di CO2 per Riscaldamento	kgCO2/m² anno	7.859
CO2c	Emissioni di CO2 per raffrescamento	kgCO2/m² anno	0.000
CO2w	Emissioni di CO2 per ACS	kgCO2/m² anno	0.039
CO2i	Emissioni di CO2 per illuminazione	kgCO2/m² anno	0.810
CO2ill	Emissioni di CO2 per illuminazione	kgCO2/m² anno	0.810
QhFR_perc	Percentuale di energia da fonti rinnovabili per il Riscaldamento	%	0.08
QcFR_perc	Percentuale di energia da fonti rinnovabili per il Raffrescamento	%	0.00
QvFR_perc	Percentuale di energia da fonti rinnovabili per la Ventilazione	%	0.00
QiFR_perc	Percentuale di energia da fonti rinnovabili per illuminazione	%	19.42
QwFR_perc	Percentuale di energia da fonti rinnovabili per l'ACS	%	19.42
QhwhFR_perc	Percentuale di energia da fonti rinnovabili per Riscaldamento e ACS	%	0.17
QchowFR_perc	Percentuale di energia da fonti rinnovabili per Riscaldamento, Raffrescamento e ACS	%	0.17

dati report APE (PIEMONTE)			
Simbolo	Descrizione	Misura	Valore
Pmt_Usov_med	Trasmittanza MEDIA Superfici Opache Verticali	W/m²K	0.2708
Pmt_Uw_med	Trasmittanza MEDIA Superfici Trasparenti	W/m²K	1.6352
Qh_nd	Fabbisogno di energia termica utile ideale per unità di sup/vol [EPI, invol]	kWh/m²anno	28.412
Pmt_Qhw	Fabbisogno di energia termica utile per acqua calda sanitaria [Qw]	kWh	58.60
Pmt_QwFR	Fabbisogno di energia termica utile per acqua calda sanitaria soddisfatto da fonti rinnovabili	kWh	0.00
Pmt_EPacs	Indice prestazione energetica per acqua calda sanitaria	kWh/m²anno	0.161
Pmt_EtaGNh	Rendimento di Generazione per il Riscaldamento (stagionale)		0.8500
Pmt_EtaRh	Rendimento di Regolazione per il Riscaldamento (stagionale)		0.9800
Pmt_EtaEh	Rendimento di Emissione per il Riscaldamento (stagionale)		0.9500
Pmt_EtaDh	Rendimento di Distribuzione per il Riscaldamento (stagionale)		0.9220
Pmt_ETAg	Rendimento Medio Globale Impianto Termico		0.6927
Pmt_Qhnd_TO	Fabbisogno di energia termica utile ideale per unità di sup/vol (TORINO)	kWh/m²anno	26.905

dati report APE (PIEMONTE)			
Simbolo	Descrizione	Misura	Valore
	[EPi, invol Torino]		
Pmt_EPi_TO	Indice prestazione energetica riscaldamento (TORINO)	kWh/m³anno	38.842
Pmt_EPacs_TO	Indice prestazione energetica per acqua calda sanitaria (TORINO)	kWh/m³anno	0.157
Pmt_FRt	Energia termica prodotta	kWh	0.00
QFR_PdC	Energia Termica prodotta Assimilabile a fonte rinnovabile	kWh	0.00
Pmt_FReI	Energia elettrica prodotta	kWh	0.00
Pmt_FRt_utile	Autoconsumo termico		0.00
Pmt_FReI_utile	Autoconsumo elettrico		0.00
Classe_Naz	Classe energetica globale NAZIONALE dell'edificio		E
EPgl_CE_Naz	Indice di Prestazione Energetica Globale NAZIONALE	kWh/m³anno	41.179
EPi_CE_Naz	Indice prestazione energetica riscaldamento invernale NAZIONALE	kWh/m³anno	41.018
EPi_Lim_CE_Naz	Limite normativo NAZIONALE per riscaldamento	kWh/m³anno	22.841
Qlt_EPe_Naz	Qualità termica estiva NAZIONALE edificio		II