

**STUDIO TECNICO  
GEOMETRA MAURI MATTEO**

Via G. Carducci n. 3/A - 20040 Cambiagio (MI)  
Tel. : 02 / 95.06.617 - Cell. : 340 / 71.80.698  
P. IVA : 05183790962 - C.F. : MRA MTT 83R09 G856V  
E-mail : geomauri83@alice.it

Ill.mo Sig. Sindaco  
Comune di Limbiate (MB)

Spett.le  
Comune di Limbiate (MB)  
Ufficio Lavori Pubblici

Cambiagio Lì; 21 Dicembre 2012

**OGGETTO: DICHIARAZIONE VERIFICA TRASMITTANZE DI PROGETTO SCUOLA  
"MARCO POLO", VIA BELLARIA N. - LIMBIATE (MB).  
Opere di sovracopertura e formazione perpendenze.**

Il sottoscritto Geom. Mauri Matteo nato a Ponte San Pietro (BG) il giorno 09 Ottobre 1983,  
con ufficio e residenza in Cambiagio (MI) Via G. Carducci n. 3/A, C.F. MRA MTT 83R09  
G856V, iscritto al Collegio dei Geometri della Provincia di Milano al n. 10577

**DICHIARA**

che le trasmittanze della copertura in progetto risultano conformi ai parametri ed ai limiti  
imposti dalla normativa vigente relativa il contenimento dei consumi energetici come  
dimostrato dalla relazione di calcolo allegata.

Cambiagio Lì; 21 Dicembre 2012

IL TECNICO INCARICATO



GEOM.  
MAURI  
MATTEO  
N. 10577  
MILANO

# STUDIO TECNICO GEOMETRA MAURI MATTEO

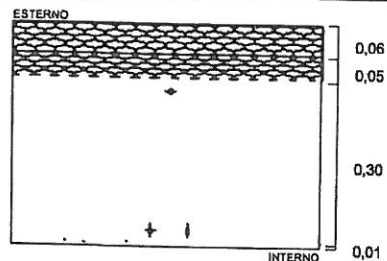
Via G. Carducci n. 3/A - 20040 Cambiago (MI)  
Tel. : 02 / 95.06.617 - Cell. : 340 / 71.80.698  
P. IVA : 05183790962 - C.F. : MRA MTT 83R09 G856V  
E-mail : geomauri83@alice.it

## COMPONENTE OPACO

Codice S1  
Descrizione SOLAIO DI COPERTURA IN LATEROCEMENTO  
Note STRATIGRAFIA  
Giacitura SE=Solaio esterno(flusso ascendente)  
Origine dei dati Da stratigrafia

## RIEPILOGO

Spessore	m	0,420
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	340,850
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	356,850
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	66,61
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	7,16
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	3,212
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	3,352
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,298
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,054



## STRATIGRAFIA

Codice materiale	Descrizione	d m	$\lambda$ W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$c_p$ J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
01 INT514	Resistenza superficiale interna						0,100
02 MUR814	Intonaco di calce e sabbia	0,01000	0,800	0,000	1600,000	1000	0,013
03 ISO614	Blocco da solaio (2.1.08I - Ao - 240x495x250 - 76%O)	0,30000	0,000	2,703	1110,000	840	0,370
04 ISO512D	Polistirolo	0,05000	0,043	0,000	25,000	1450	1,183
	Fibre minerali	0,06000	0,036	0,000	55,00	1030	1,667
	Resistenza superficiale esterna						0,040

## VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo  
Verifica limiti come  
Zona climatica E  
Trasmittanza limite 0,30 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Trasmittanza termica 0,298 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Verifica Positiva

# STUDIO TECNICO GEOMETRA MAURI MATTEO

Via G. Carducci n. 3/A - 20040 Cambiago (MI)

Tel. : 02 / 95.06.617 - Cell. : 340 / 71.80.698

P. IVA : 05183790962 - C.F. : MRA MTT 83R09 G856V

Codice S1  
Descrizione SOLAIO DI COPERTURA IN LATEROCEMENTO

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante	Esterno
Temperatura esterna	UNI 10349 - Media mensile
Umidità relativa esterna	UNI 10349 - Media mensile
Temperatura Interna	UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2
Struttura leggera	No
Classe di umidità	3 - Alloggi con basso indice di affollamento
Umidità relativa massima accettabile	80 %

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	1,98	3,78	7,78	12,18	15,88	20,18	22,58	22,08	18,78	13,08	7,48	3,38
$p_a$ [Pa]	619	585	705	845	1242	1481	1724	1693	1413	1080	826	622
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,18	22,58	22,08	18,78	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1422	1308	1249	1194	1426	1481	1724	1693	1467	1388	1384	1362

### Proprietà dei materiali

Codice Materiale	Descrizione	d m	R m <sup>2</sup> -K/W	$\mu$	s <sub>d</sub> m
	Resistenza superficiale esterna		0,040		
ISO512D	Fibre minerali	0,06000	1,667	1	0,06000
ISO614	Polistirolo	0,05000	1,163	60	3,00000
MUR814	Blocco da solaio (2.1.08i - Ao - 240x495x250 - 76%O)	0,30000	0,370	15	4,50000
INT514	Intonaco di calce e sabbia	0,01000	0,013	10	0,10000
	Resistenza superficiale interna		0,100		

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico GENNAIO  
 Fattore di temperatura,  $f_{Rsi}$  0,929  
 Fattore di temperatura massimo,  $f_{Rsi,max}$  0,759  
 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.  
 Verifica **Positiva**

### Risultati di calcolo

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	1,98	3,78	7,78	12,18	15,88	20,18	22,58	22,08	18,78	13,08	7,48	3,38
$p_e$ [Pa]	619	585	705	845	1242	1481	1724	1693	1413	1080	826	622
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,18	22,58	22,08	18,78	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1422	1308	1249	1194	1426	1481	1724	1693	1467	1388	1384	1362
$p_s$ [Pa]	1777	1635	1561	1492	1782	1851	2155	2116	1834	1735	1730	1702
$\theta_{si,min}$ [°C]	15,65	14,36	13,64	12,95	15,69	16,29	18,70	18,41	16,14	15,28	15,23	14,98
$f_{Rsi}$	0,76	0,65	0,48	0,10	-0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,62	0,70
$\theta_{si}$ [°C]	18,71	18,84	19,13	19,44	17,85	20,18	22,58	22,08	18,78	19,51	19,11	18,81



# STUDIO TECNICO GEOMETRA MAURI MATTEO

Via G. Carducci n. 3/A - 20040 Cambiago (MI)

Tel. : 02 / 95.06.617 - Cell. : 340 / 71.80.698

P. IVA : 05183790962 - C.F. : MRA MTT 83R09 G856V

E-mail : [geomauri83@alice.it](mailto:geomauri83@alice.it)

Codice S1  
Descrizione SOLAIO DI COPERTURA IN LATEROCEMENTO

## VERIFICA MASSA SUPERFICIALE E TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA

Riferimento normativo  
Verifica limiti come  
Zona climatica E  
Località Sotto Collina  
Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva Im,s:  
valore di progetto 259,17 W/m<sup>2</sup>  
valore di confronto 290,00 W/m<sup>2</sup>  
Verifica richiesta No

### Verifica massa superficiale

Valore di progetto 340,850 kg/m<sup>2</sup>  
Valore di confronto 0,00 kg/m<sup>2</sup>  
Verifica Non richiesta

### Verifica trasmittanza termica periodica

#### Risultati di calcolo

	Modulo	$\Delta t$ h
Matrice di trasferimento		
Z11	89,425	11,89
Z12	18,668 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-1,82
Z21	41,730 W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,22
Z22	89,425	11,89
AmmetENZE termiche		
Lato interno	4,790 W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,71
Lato esterno	0,467 W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,33
Caratteristiche termiche dinamiche		
Trasmittanza termica periodica	0,054 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-10,180
Fattore di decremento	0,180	
Trasmittanza termica periodica		
valore di progetto	0,054 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
valore di confronto	0,200 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
Verifica	Non richiesta	

# STUDIO TECNICO GEOMETRA MAURI MATTEO

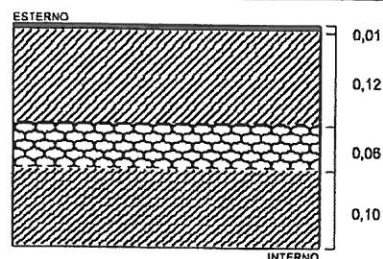
Via G. Carducci n. 3/A - 20040 Cambiago (MI)  
Tel. : 02 / 95.06.617 - Cell. : 340 / 71.80.698  
P. IVA : 05183790962 - C.F. : MRA MTT 83R09 G856V  
E-mail : geomauri83@alice.it

## COMPONENTE OPACO

Codice S2  
Descrizione SOLAIO DI COPERTURA IN LATEROCEMENTO  
Note STRATIGRAFIA  
Giacitura SE=Solaio esterno(flusso ascendente)  
Origine dei dati Da stratigrafia

## RIEPILOGO

Spessore	m	0,290
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	124,220
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	124,220
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	28,72
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	35,90
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	3,465
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	3,605
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,277
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,091



## STRATIGRAFIA

Codice materiale	Descrizione	d m	$\lambda$ W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$c_p$ J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
01 CLSUP	Resistenza superficiale interna						0,100
02 ISO629	CLS alleggerito con polistirolo	0,10000	0,130	0,000	500,000	1000	0,769
03 CLSUP	Poliuretani espansi	0,06000	0,035	0,000	37,000	1400	1,714
04 IMP03	CLS polistirolo	0,12000	0,130	0,000	500,000	1000	0,923
	Bitume	0,01000	0,170	0,000	1200,000	920	0,059
	Resistenza superficiale esterna						0,040

## VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo  
Verifica limiti come  
Zona climatica E  
Trasmittanza limite 0,30 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Trasmittanza termica 0,277 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Verifica Positiva

# STUDIO TECNICO GEOMETRA MAURI MATTEO

Via G. Carducci n. 3/A - 20040 Cambiago (MI)

Tel. : 02 / 95.06.617 - Cell. : 340 / 71.80.698

P. IVA : 05183790962 - C.F. : MRA MTT 83R09 G856V

F-mail: geomauri83@alice.it

Codice S2  
Descrizione SOLAIO DI COPERTURA IN LATEROCEMENTO

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante	Esterno
Temperatura esterna	UNI 10349 - Media mensile
Umidità relativa esterna	UNI 10349 - Media mensile
Temperatura interna	UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2
Struttura leggera	No
Classe di umidità	3 - Alloggi con basso indice di affollamento
Umidità relativa massima accettabile	80 %

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	1,98	3,78	7,78	12,18	15,88	20,18	22,58	22,08	18,78	13,08	7,48	3,38
$p_e$ [Pa]	619	585	705	845	1242	1481	1724	1693	1413	1080	826	622
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,18	22,58	22,08	18,78	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1422	1308	1249	1194	1426	1481	1724	1693	1467	1388	1384	1362

### Proprietà dei materiali

Codice Materiale	Descrizione	d m	R m <sup>2</sup> /KW	$\mu$	$s_d$ m
IMP03	Resistenza superficiale esterna Bitume	0,01000	0,040 0,059	9999999	99999,9900
CLSUP	CLS polistirolo	0,12000	0,923	3	0,36000
ISO629	Poliuretani espansi in situ	0,06000	1,714	48	2,88000
CLSUP	CLS polistirolo Resistenza superficiale interna	0,10000	0,769 0,100	3	0,30000

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico GENNAIO  
Fattore di temperatura,  $f_{Rsi}$  0,933  
Fattore di temperatura massimo,  $f_{Rsi,max}$  0,759  
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.  
Verifica **Positiva**

### Risultati di calcolo

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	1,98	3,78	7,78	12,18	15,88	20,18	22,58	22,08	18,78	13,08	7,48	3,38
$p_e$ [Pa]	619	585	705	845	1242	1481	1724	1693	1413	1080	826	622
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,18	22,58	22,08	18,78	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1422	1308	1249	1194	1426	1481	1724	1693	1467	1388	1384	1362
$p_s$ [Pa]	1777	1635	1561	1492	1782	1851	2155	2116	1834	1735	1730	1702
$\theta_{si,min}$ [°C]	15,65	14,36	13,64	12,95	15,69	16,29	18,70	18,41	16,14	15,28	15,23	14,98
$f_{Rsi}$	0,76	0,65	0,48	0,10	-0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,62	0,70
$\theta_{si}$ [°C]	18,80	18,92	19,19	19,48	17,86	20,18	22,58	22,08	18,78	19,54	19,17	18,89





# STUDIO TECNICO GEOMETRA MAURI MATTEO

Via G. Carducci n. 3/A - 20040 Cambiagio (MI)  
Tel. : 02 / 95.06.617 - Cell. : 340 / 71.80.698  
P. IVA : 05183790962 - C.F. : MRA MTT 83R09 G856V  
F-mail : geomauri83@alice.it

Codice S2  
Descrizione SOLAIO DI COPERTURA IN LATEROCEMENTO

## VERIFICA MASSA SUPERFICIALE E TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA

Riferimento normativo  
Verifica limiti come  
Zona climatica E  
Località Soito Collina  
Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva Im,s:  
valore di progetto 259,17 W/m<sup>2</sup>  
valore di confronto 290,00 W/m<sup>2</sup>  
Verifica richiesta No

### Verifica massa superficiale

Valore di progetto 124,220 kg/m<sup>2</sup>  
Valore di confronto 0,00 kg/m<sup>2</sup>  
Verifica Non richiesta

### Verifica trasmittanza termica periodica

#### Risultati di calcolo

	Modulo	$\Delta t$ h
Matrice di trasferimento		
Z11	22,113	-10,82
Z12	11,043 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-1,81
Z21	55,823 W/(m <sup>2</sup> ·K)	4,38
Z22	22,113	-10,82
Ammissioni termiche		
Lato interno	2,002 W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,80
Lato esterno	2,528 W/(m <sup>2</sup> ·K)	3,19
Caratteristiche termiche dinamiche		
Trasmittanza termica periodica	0,091 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-10,390
Fattore di decremento	0,327	
Trasmittanza termica periodica		
valore di progetto	0,091 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
valore di confronto	0,200 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
Verifica	Non richiesta	

# STUDIO TECNICO GEOMETRA MAURI MATTEO

Via G. Carducci n. 3/A - 20040 Cambiago (MI)  
Tel. : 02 / 95.06.617 - Cell. : 340 / 71.80.698  
P. IVA : 05183790962 - C.F. : MRA MTT 83R09 G856V  
E-mail : geomauri83@alice.it

## Simboli e unità di misura

Simbolo	Quantità	Unità di misura
$c_p$	capacità termica specifica	J/(kg·K)
$A_g$	area (vetro)	m <sup>2</sup>
$A_f$	area (telaio)	m <sup>2</sup>
$A_p$	area (pannello)	m <sup>2</sup>
$C$	conduttanza unitaria	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$d$	spessore	m
$f_{Rsi}$	fattore di temperatura in corrispondenza alla superficie interna	-
$f_{Rsi,max}$	fattore di temperatura di progetto in corrispondenza alla superficie interna per il mese critico	-
$g_c$	densità di flusso di vapore (condensazione)	Kg/m <sup>2</sup>
$g_{ev}$	densità di flusso di vapore (evaporazione)	Kg/m <sup>2</sup>
$U_f$	trasmissione termica (telaio)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_g$	trasmissione termica (elemento vetrato)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$\Psi_g$	trasmissione termica (lineare del distanziatore)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_p$	trasmissione termica (pannello)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_w$	trasmissione termica (totale del serramento)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$L_g$	lunghezza perimetrale della superficie vetrata	m
$M_a$	massa di vapore per unità di superficie accumulata in corrispondenza di un'interfaccia	Kg/m <sup>2</sup>
$p_i$	pressione parziale del vapore (aria interna)	Pa
$p_e$	pressione parziale del vapore (aria esterna)	Pa
$R$	resistenza termica di progetto (da superficie a superficie)	m <sup>2</sup> ·K/W
$R_{si}$	resistenza superficiale (interna)	m <sup>2</sup> ·K/W
$R_{se}$	resistenza superficiale (esterna)	m <sup>2</sup> ·K/W
$s_d$	spessore equivalente di aria per la diffusione del vapore	m
$\lambda$	conduttività utile di calcolo	W/(m·K)
$\mu$	fattore di resistenza igroscopica	-
$\rho$	massa volumica	Kg/m <sup>3</sup>
$\theta_i$	temperatura (aria interna)	°C
$\theta_e$	temperatura (aria esterna)	°C
$\Delta t$	sfasamento	h