

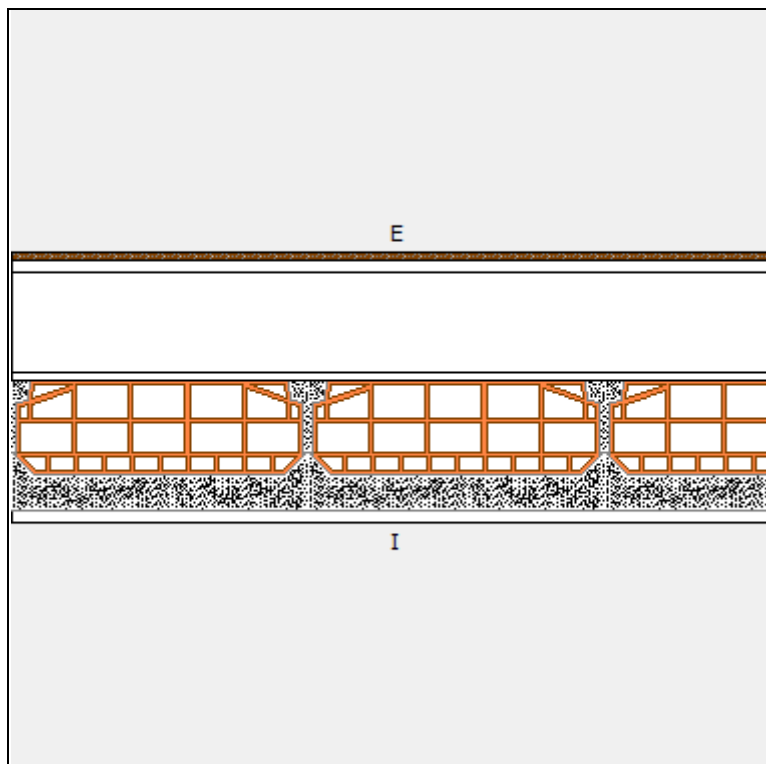
**CALCOLO DELLA TRASMITTANZA  
DELLE STRUTTURE EDILIZIE  
(UNI EN ISO 6946:2008)**

# CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI OPACHI

## GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
SPESSORE	<b>s</b>	[cm]
CONDUTTIVITÀ INDICATIVA DI RIFERIMENTO	<b><math>\lambda</math></b>	[W/(m · K)]
MAGGIORAZIONE PERCENTUALE	<b>m</b>	[%]
CONDUTTIVITÀ UTILE DI CALCOLO	<b><math>\lambda_m</math></b>	[W/(m · K)]
RESISTENZA TERMICA UNITARIA INTERNA (INVERSO DELLA CONDUTTANZA)	<b>R</b>	[(m <sup>2</sup> · K)/W]
MASSA VOLUMICA DELLO STRATO. DENSITÀ.	<b>D</b>	[kg/m <sup>3</sup> ]
MASSA AREICA DELLO STRATO	<b>Ds</b>	[kg/m <sup>2</sup> ]
CAPACITÀ TERMICA MASSICA DEL MATERIALE DELLO STRATO	<b>CT</b>	[kJ/(kg · K)]
RESISTENZA AL PASSAGGIO DEL VAPORE	<b><math>\mu</math></b>	[-]

## STRUTTURA: COPERTURA NON VENTILATA IN LATERO-CEMENTO



## Stratigrafia

Descrizione materiale	s [cm]	$\lambda$ [W/(m·K)]	m [%]	$\lambda_m$ [W/(m·K)]	R [(m²·K)/W]	D [kg/m³]	DS [kg/m²]	CT [kJ/(kg·K)]	$\mu$ [-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0,250				
Malta di calce o calce cemento	1,5	0,9	0	0,9	0,017	1800	27,00	0,91	20
Blocco da solaio 2.1.03i/2 220	22			0,667	0,330	1214	267,08	0,92	9
Membrana BITUVER ALUVAPOR TENDER	0,16			10000		1250	2,00	1	670000
Pannello in lana di roccia 40	18	0,035	0	0,035	5,143	40	7,20	1,03	1
Membrana BITUVER POLIMAT MINERAL 4,5 KG P	0,35			0,17	0,021	1300	4,55	1	20000
Tegola	1	0,26	0	0,26	0,038	1300	13,00	0,88	10000
Strato liminare esterno					0,040				
<b>TOTALI</b>	<b>43,01</b>				<b>5,839</b>		<b>320,83</b>		

<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0,176
<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	10,00
<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0,193

## VERIFICHE DI LEGGE

Confronto con i valori limite		
La struttura opaca è del tipo	Orizzontale/Inclinata	
Trasmittanza calcolata della struttura	0,176	[W/(m <sup>2</sup> · K)]
Valore limite della trasmittanza	0,200	[W/(m <sup>2</sup> · K)]

**CALCOLO DELLA TEMPERATURA SUPERFICIALE  
E DELLA CONDENSA INTERSTIZIALE  
DI STRUTTURE EDILIZIE  
(UNI EN ISO 13788:2013)**

## CARATTERISTICHE IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

### GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FATTORE DI RESISTENZA IGROSCOPICA	$\mu$	[-]
RESISTENZA TERMICA SPECIFICA	R	$[(m^2 \cdot K)/W]$
SPESSORE DELLO STRATO CORRENTE	S	[cm]
TEMPERATURA	$\theta$	[°C]
UMIDITA'	$\varphi$	[%]
PRESSIONE	p	[Pa]
FATTORE DI TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA ALLA SUPERFICIE INTERNA	$f_{Rsi}$	[-]
FLUSSO DI VAPORE CONDENSATO	$g_c$	$[g/m^2]$
MASSA DI VAPORE PER UNITÀ DI SUPERFICIE ACCUMULATA IN CORRISPONDENZA DI UN'INTERFACCIA	$M_a$	$[g/m^2]$

## STRUTTURA: COPERTURA NON VENTILATA IN LATERO-CEMENTO

Stratigrafia			
Materiale	$\mu$	R	S
	[-]	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0,017	1,5
Blocco da solaio 2.1.03i/2 220	9	0,33	22
Membrana BITUVER ALUVAPOR TENDER	670000	0	0,16
Pannello in lana di roccia 40	1	5,143	18
Membrana BITUVER POLIMAT MINERAL 4,5 KG P	20000	0,021	0,35
Tegola	10000	0,038	1
<b>Fattore di qualità</b>	<b>0,9572</b>	<b>TOTALI(*)</b>	<b>5,689</b>
			<b>43,01</b>

(\*) Nel calcolo della resistenza termica totale sono comprese le resistenze termiche degli strati liminari interno ed esterno definite in archivio.  
La verifica igrometrica è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

## CONDIZIONI AL CONTORNO

ESTERNE		
Temperature esterne	[°C]	Medie mensili
Umidità relativa esterna	[°C]	Medie mensili
INTERNE		
Temperatura interna nel periodo di riscaldamento	[°C]	20,0
Umidità relativa interna	[%]	65,00
Tipo di edificio (prospetto A.1 UNI EN ISO 13788)		Alloggi con alto indice di affollamento, palestre, cucine, cantine; edifici riscaldati con sistemi a gas senza camino
Classe di umidità interna	[kg/m <sup>3</sup> ]	0,008

## PRESCRIZIONI NORMATIVE

TIPO DI VERIFICA	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa superficiale	✓	
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 500 [g/m <sup>2</sup> ]	✓	
La quantità di condensato <b>è</b> limitata alla quantità rievaporabile	✓	
RISPONDEZZA DEI REQUISITI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE		✓
Legenda: ✓ = verificato - ✗ = non verificato		

## VERIFICHE NORMATIVE

## Verifica della condensa superficiale

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
<b>fRsi</b>	Fattore di temperatura	[-]	<b>0,9572</b>	<b>≥</b>	<b>0,5342</b>	<b>✓</b>
Legenda: <b>✓</b> = verificato - <b>✗</b> = non verificato						

## Verifica della condensa interstiziale

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
<b>Ma</b>	Quantità di condensa	[g/m <sup>2</sup> ]		<b>≤</b>	<b>500.0</b>	<b>✓</b>
Legenda: <b>✓</b> = verificato - <b>✗</b> = non verificato						

## RISULTATI MENSILI

## Calcolo del fattore di temperatura

Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$p_e$	$p_i$	$\theta_{min}$	$p_{min}$	$f_{Rsi}$
	[°C]	[°C]	[Pa]	[Pa]	[°C]	[Pa]	[-]
Gennaio	7,6	20,0	923	1519	14,2	1621	<b>0,5342</b>
Febbraio	8,7	20,0	875	1418	13,3	1531	<b>0,4107</b>
Marzo	11,4	20,0	895	1309	12,8	1482	<b>0,1676</b>
Ottobre	17,4	20,0	1447	1572	17,6	2006	<b>0,0589</b>
Novembre	12,6	20,0	1218	1573	16,3	1851	<b>0,4989</b>
Dicembre	8,9	20,0	929	1463	14,0	1593	<b>0,4557</b>

## Calcolo della condensa interstiziale

Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$\varphi_e$	$\varphi_i$	$g_c$	$Ma$	Stato
	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[g/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	
Gennaio	7,6	20,0	88,45	65,00			<b>Asciutto</b>
Febbraio	8,7	20,0	77,80	60,68			<b>Asciutto</b>
Marzo	11,4	20,0	66,44	56,00			<b>Asciutto</b>
Aprile	14,7	20,0	66,06	58,16			<b>Asciutto</b>
Maggio	18,5	20,0	67,20	64,29			<b>Asciutto</b>
Giugno	22,9	22,9	65,76	65,76			<b>Asciutto</b>
Luglio	25,7	25,7	56,61	56,61			<b>Asciutto</b>
Agosto	25,3	25,3	64,15	64,15			<b>Asciutto</b>
Settembre	22,4	22,4	67,16	67,16			<b>Asciutto</b>
Ottobre	17,4	20,0	72,85	67,27			<b>Asciutto</b>
Novembre	12,6	20,0	83,50	67,33			<b>Asciutto</b>
Dicembre	8,9	20,0	81,55	62,61			<b>Asciutto</b>



## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE E DELLE PRESSIONI

## Distribuzione della temperatura [°C]

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	22,9	25,7	25,3	22,4	20,0	20,0	20,0
Interno	19,5	19,5	19,6	19,8	19,9	22,9	25,7	25,3	22,4	19,9	19,7	19,5
1	19,4	19,5	19,6	19,8	19,9	22,9	25,7	25,3	22,4	19,9	19,7	19,5
2	18,7	18,8	19,1	19,5	19,8	22,9	25,7	25,3	22,4	19,7	19,2	18,9
3	18,7	18,8	19,1	19,5	19,8	22,9	25,7	25,3	22,4	19,7	19,2	18,9
4	7,8	8,9	11,5	14,8	18,5	22,9	25,7	25,3	22,4	17,4	12,7	9,1
5	7,8	8,9	11,5	14,8	18,5	22,9	25,7	25,3	22,4	17,4	12,7	9,0
6	7,7	8,8	11,5	14,7	18,5	22,9	25,7	25,3	22,4	17,4	12,7	9,0
Esterno	7,7	8,8	11,5	14,7	18,5	22,9	25,7	25,3	22,4	17,4	12,7	9,0

## Distribuzione della pressione parziale del vapore [Pa]

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	1519	1418	1309	1359	1503	1835	1868	2068	1818	1572	1573	1463
Interno	1519	1418	1309	1359	1503	1835	1868	2068	1818	1572	1573	1463
1	1519	1418	1309	1359	1503	1835	1868	2068	1818	1572	1573	1463
2	1518	1417	1308	1359	1502	1835	1868	2068	1818	1572	1573	1462
3	1004	949	952	1139	1440	1835	1868	2068	1818	1464	1266	1002
4	1004	949	952	1139	1440	1835	1868	2068	1818	1464	1266	1002
5	971	918	928	1125	1436	1835	1868	2068	1818	1457	1246	972
6	923	875	895	1104	1430	1835	1868	2068	1818	1447	1218	929
Esterno	923	875	895	1104	1430	1835	1868	2068	1818	1447	1218	929

## Distribuzione della pressione di saturazione [Pa]

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	2337	2337	2337	2337	2337	2791	3300	3223	2708	2337	2337	2337
Interno	2337	2337	2337	2337	2337	2791	3300	3223	2708	2337	2337	2337
1	2256	2263	2281	2302	2327	2791	3300	3223	2708	2320	2289	2265
2	2160	2175	2213	2260	2315	2791	3300	3223	2708	2299	2230	2178
3	2160	2175	2213	2260	2315	2791	3300	3223	2708	2299	2230	2178
4	1058	1139	1360	1681	2132	2791	3300	3223	2708	1992	1470	1154
5	1055	1136	1358	1679	2131	2791	3300	3223	2708	1991	1468	1151
6	1043	1124	1347	1672	2129	2791	3300	3223	2708	1986	1458	1140
Esterno	1043	1124	1347	1672	2129	2791	3300	3223	2708	1986	1458	1140

## GRAFICI MENSILI DELLE PRESSIONI PARZIALI E DELLE PRESSIONI DI SATURAZIONE DEL VAPORE

## Riepilogo grafico dei mesi

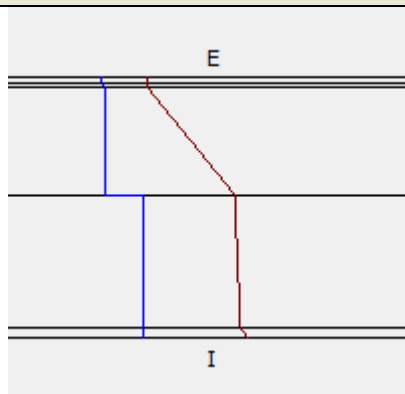
**Gennaio**



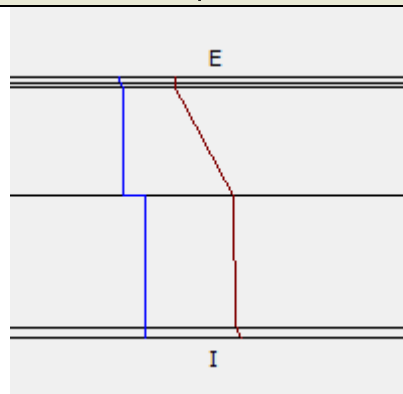
**Febbraio**



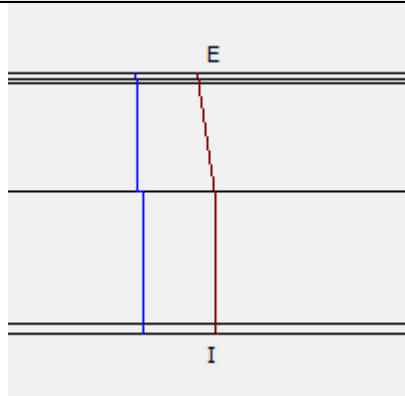
**Marzo**



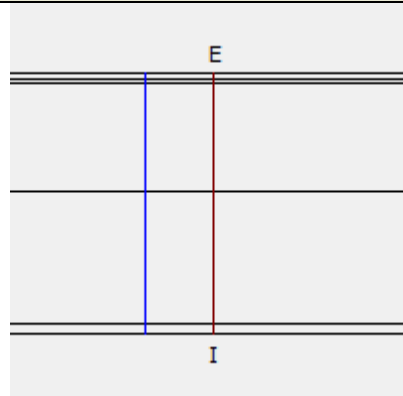
**Aprile**



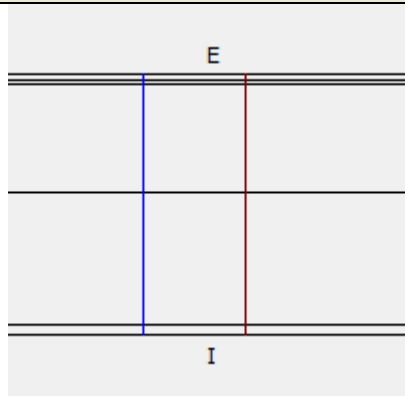
**Maggio**



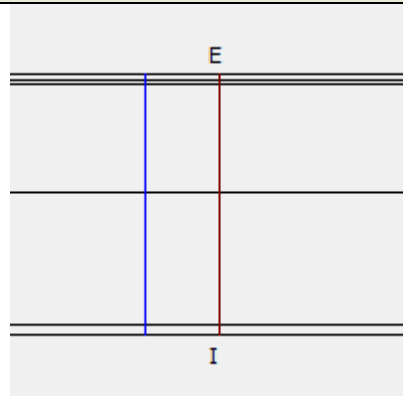
**Giugno**



**Luglio**

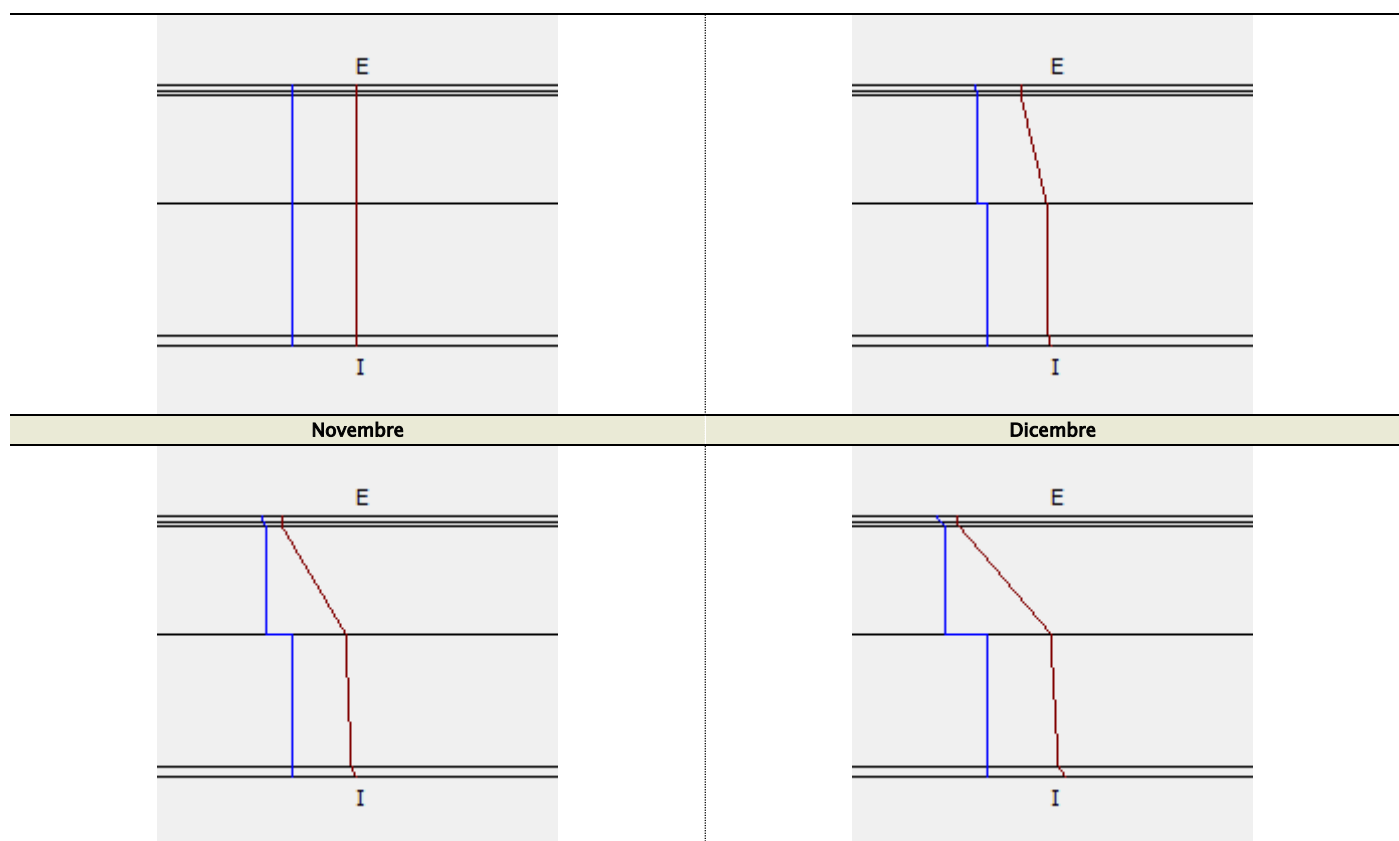


**Agosto**



**Settembre**

**Ottobre**



# **VERIFICA DELL' INERZIA TERMICA**

## **(UNI EN ISO 13786:2008)**

## CARATTERISTICHE DINAMICHE DEI COMPONENTI OPACHI

### GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
CONDUTTIVITÀ TERMICA <sup>(*)</sup>	$\lambda$	[W/(m · K)]
SPESSORE	$d$	[cm]
CAPACITÀ TERMICA SPECIFICA	$c$	[kJ/(kg · K)]
MASSA VOLUMICA O DENSITÀ	$\rho$	[kg/m <sup>3</sup> ]
RESISTENZA TERMICA SUPERFICIALE	$R$	[(m <sup>2</sup> · K)/W]
PROFONDITÀ DI PENETRAZIONE PERIODICA	$\delta$	[m]
RAPPORTO TRA LO SPESSORE DELLO STRATO E RELATIVA PROFONDITÀ DI PENETRAZIONE PERIODICA	$\xi$	[-]

(\*) Conduttività termica comprensiva dell'eventuale fattore di maggiorazione, secondo la norma UNI EN 10351

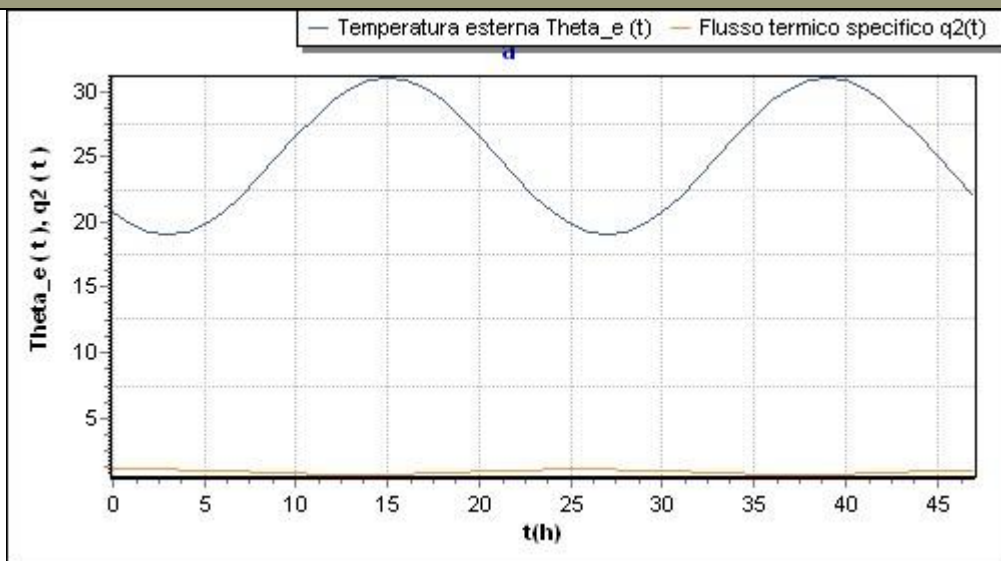
**STRUTTURA: COPERTURA NON VENTILATA IN LATERO-CEMENTO****Composizione stratigrafica e proprietà termiche**

DESCRIZIONE	$\lambda_j$	$c_j$	$\rho_j$	$d_j$	$R_j$	$\delta_j$	$\xi_j$
	[W/(m · K)]	[kJ/(kg · K)]	[kg/m³]	[cm]	[(m² · K)/W]	[m]	[-]
Resistenza superficiale interna $R_{s1}$					0,100		
Malta di calce o calce cemento	0,90	0,91	1 800	1,50	0,017	0,12	0,12
Blocco da solaio 2.1.03i/2 220	0,67	0,92	1 214	22,00	0,330	0,13	1,72
Membrana BITUVER ALUVAPOR TENDER	10000,00	1,00	1 250	0,16		14,83	
Pannello in lana di roccia 40	0,04	1,03	40	18,00	5,143	0,15	1,18
Membrana BITUVER POLIMAT MINERAL 4,5 KG P	0,17	1,00	1 300	0,35	0,021	0,06	0,06
Tegola	0,26	0,88	1 300	1,00	0,038	0,08	0,13
Resistenza superficiale interna $R_{s2}$					0,040		

**Struttura "leggera" reale – Caratteristiche termiche e dinamiche**

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
$X_1$	Capacità termica areica lato interno	[kJ/(m² · K)]	68,55
$X_2$	Capacità termica areica lato esterno	[kJ/(m² · K)]	18,55
$T$	Periodo per il calcolo dei parametri dinamici	[s]	86400
$ Y_{ee,12,l} $	Trasmittanza termica periodica	[W/(m² · K)]	0,035
$U_l$	Trasmittanza termica in regime stazionario	[W/(m² · K)]	0,18
$f_l$	Fattore di smorzamento	[-]	0,20
$t_{s,l}$	Ritardo o Time shift	[h]	10,52
$M_{s,l}$	Massa superficiale	[kg/m²]	293,83

### Grafico della struttura leggera



### Verifica ai sensi del DM Requisiti minimi del 26/06/2015

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
Verifica ai sensi dell'articolo 3.3, Comma 4b, lettera ii)							
$ Y_{ee,12} $	Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> K)	0,035	<	0,180	✓	
RISPONDENZA DEI REQUISITI ESTIVI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE							✓
Legenda: ✓ = verificato - ✗ = non verificato							