



CALCOLO DELLA TRASMITTANZA
DI UN PANNELLO IN EPS CON GRAFITE

CLASSE DI RIFERIMENTO 100/150

V2.0 del 10-05-2011



Riferimenti normativi

Il calcolo della trasmittanza è eseguito in conformità della EN ISO 6946 la quale fornisce un metodo di calcolo della resistenza termica e coefficiente globale di trasmittanza termica di componenti omogenei impiegati nella costruzione di pareti e/o pannelli isolanti. Le prescrizioni di tale normativa si configurano in un quadro di norme tecniche sotto elencate:

- ✓ ISO DIS 10456.2 - Materiali e prodotti per la costruzione. Procedure per la determinazione dei dati termici dichiarati e di calcolo.
- ✓ ISO 7345 - Isolamento termico – grandezze fisiche e definizioni
- ✓ UNI 7357 - Calcolo del fabbisogno termico degli edifici.
- ✓ UNI EN 13163 – Lastre in polistirene espanso (EPS) per isolamento in edilizia80

Determinazioni grandezze di base

La EN ISO 6946 definisce le seguenti caratteristiche tecniche degli elementi isolanti

- ✓ Conduttività termica utile λ [$W/(mK)$] : Valore della conduttività termica di un materiale omogeneo o di un prodotto da costruzione in condizioni esterne ed interne specifiche che possono essere considerate tipiche delle prestazioni del materiale o del prodotto quando esso è incorporato in un componente edilizio.
- ✓ Resistenza termica utile R [$(m^2K)/W$]: valore della resistenza termica di un prodotto da costruzione o materiale omogeneo nelle condizioni esterne ed interne specifiche che possono essere considerate tipiche delle prestazioni del materiale o del prodotto quando esso è incorporato in un componente edilizio.
- ✓ Coefficiente di trasmissione termica U : Valore della quantità di calore che attraversa il corpo omogeneo in riferimento delle condizioni in cui è posto
- ✓ Strato termicamente omogeneo s [m]: strato di spessore costante avente proprietà termiche uniformi o che possono essere considerate tali.

Per ciò che riguarda il EPS i valori di λ sono assunti dalle UNI 10351 oppure direttamente dalle prove di laboratorio fornite direttamente dall'azienda. Le prove di trasmittanza possono essere condotte tramite i termoflussimetri secondo le UNI 9869.

Misura della Trasmittanza in Opera

In regime stazionario R, C ed U possono essere ricavati per via sperimentale semplicemente attraverso la misura istantanea del flusso specifico e delle temperature interne ed esterne. Questa condizione è relativamente facile da riprodurre in laboratorio, ma non è mai, praticamente, verificata nel caso di pareti in opera. Infatti, gli edifici nelle condizioni operative reali, sono soggetti a condizioni al contorno fortemente variabili nel tempo. Le procedure di misura adottate in campo dovranno di conseguenza prevedere una opportuna elaborazione dei dati sperimentali in modo da gestire correttamente gli effetti transitori (accumulo e rilascio di energia) indotti nella parete dal regime termico variabile. Ciò nella pratica si traduce nell'utilizzare al posto delle grandezze istantanee i corrispondenti valori medi, valutati su un periodo sufficientemente lungo:

$$U = \frac{\int q \, dt}{\int (T_i - T_e) \, dt} \approx \frac{\sum q_i}{\sum (T_i - T_e)}$$

Il termoflussimetro va applicato in una porzione di superficie rappresentativa della parete ed è buona norma posizionarlo sul lato interno della parete per minimizzare gli effetti di disturbo della radiazione solare e per mantenere il sensore in un ambiente meno aggressivo.

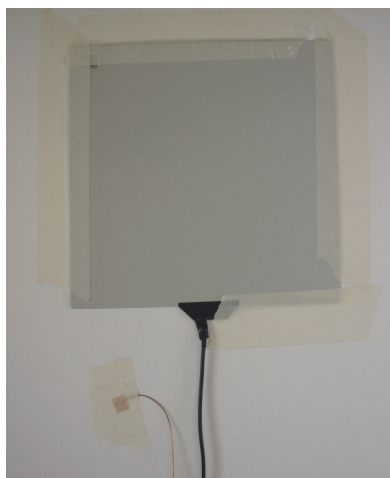


Foto 1. Termoflussimetro a Piastra Termoflussimetrica

La parete, cioè non dovrebbe presentare ponti termici e le temperature dovrebbero essere distribuite uniformemente.

Le termocoppie devono essere misurate in modo tale da rilevare sia la temperatura interna che quella esterna in almeno due punti diversi ed assumere per l'analisi dei dati la media fra queste due letture per minimizzare l'effetto di eventuali piccole disomogeneità nella struttura della parete.

Nella posa di tutti i sensori occorre curare la perfetta adesione del sensore con la parete ed evitare che i sensori siano investiti direttamente dalle radiazioni solari

Elaborazione dei dati misurati

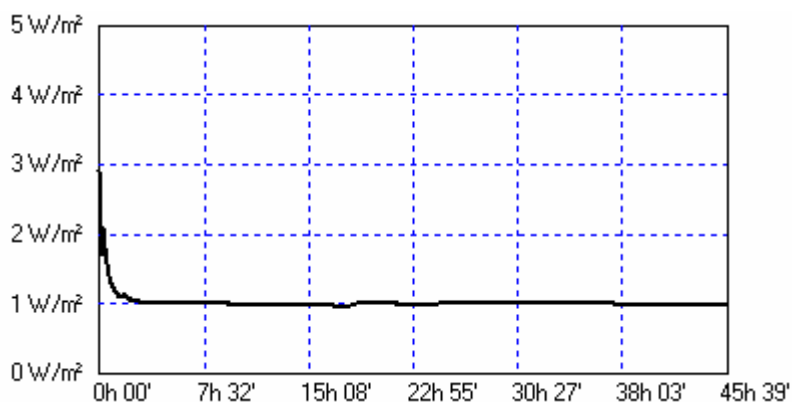
Per l'analisi dei dati misurati si possono usare due tecniche.

1. il metodo delle medie progressive : consiste nel calcolare la conduttanza utilizzando, ad ogni istante, anziché i valori istantanei di flusso e temperatura, i valori medi calcolati su tutti gli istanti precedenti. E' una procedura che fornisce prestazioni affidabili, ma presenta il non trascurabile difetto di richiedere periodi di monitoraggio lunghi per garantire l'ottenimento di valori medi significativi . Più è alta l'inerzia termica della parete sotto analisi più dovrà essere protratta nel tempo l'acquisizione dei dati.
2. il metodo dell'identificazione "black-box": è un metodo di identificazione, così chiamato perchè non presuppone la conoscenza del sistema fisico in esame (nel nostro caso la parete), ma solo delle serie temporali dei dati di ingresso (la temperatura interna ed esterna) e di quelli in uscita (il flusso).

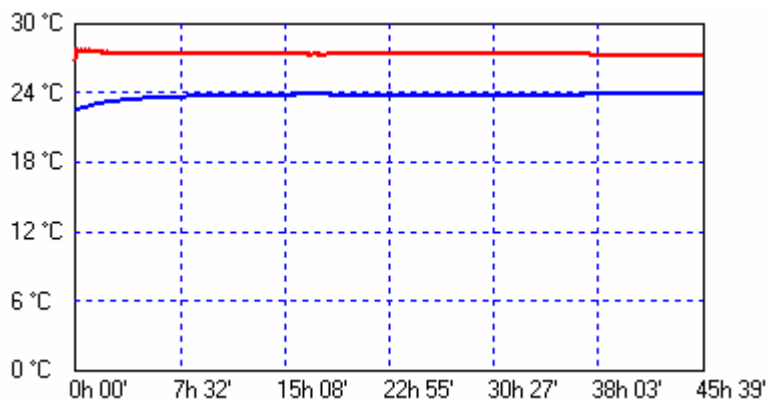


Dai dati si risale, con un metodo statistico, alle caratteristiche fisiche della parete, ricavando quindi la conduttanza.

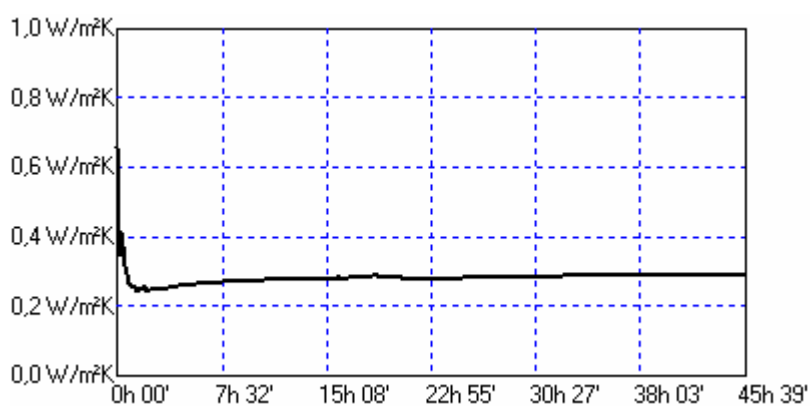
Nei laboratori dell'azienda è stata condotta una prova di una lastra spessore 10.4 cm di **EPS 100** (densità apparente 21/22 kg/mc) i cui risultati sono sotto riportati



Flusso medio misurato



Temperature medie misurate

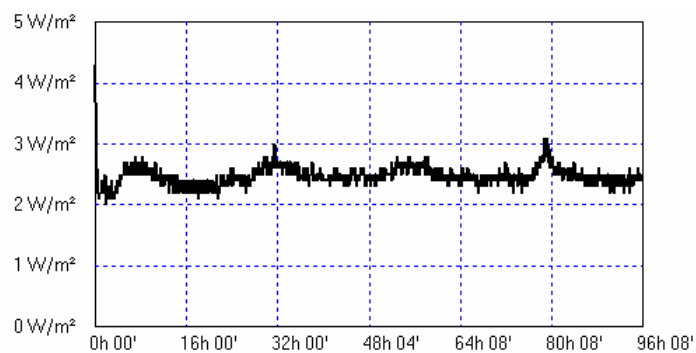


Conduttanza media misurata

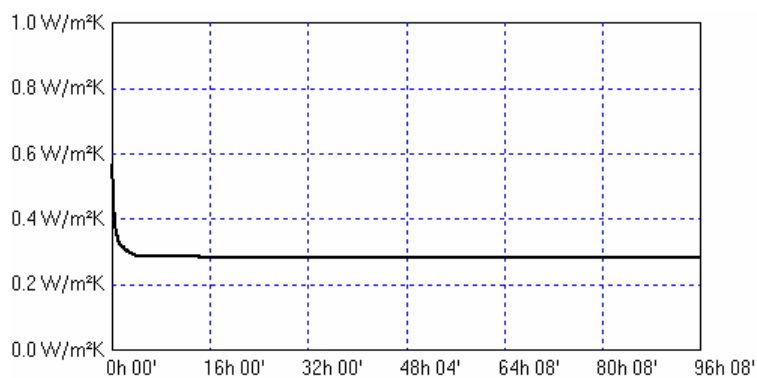


<i>Valori finali EPS 100</i>		
Flusso	0,9700	W/m ²
Temperatura interna	27,1764	°C
Temperatura esterna	23,8417	°C
Conduttanza	0,2909	W/m²K

EPS B 150 (nero)



Flusso misurato



Conduttanza media misurata

<i>Valori finali</i>		
Flusso	2.4741	W/m ²
Temperatura interna	26.8719	°C
Temperatura esterna	18.1020	°C
Conduttanza	0.2821	W/m²K

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA

La trasmittanza del pannello in EPS non può prescindere dalla valutazione delle condizioni al contorno in cui tale pannello è impiegato, ossia i flussi termici superficiali e resistenze termiche superficiali. In base a quanto prescrive la EN ISO 6946 per certificazioni di trasmittanza di singoli componenti omogenei di assume che i flussi termici (o di calore) sono orizzontali e che le resistenze termiche superficiali siano pari a $R_i = 0.13 [(m^2K)/W]$ (interno) ed $R_e = 0.04 [(m^2K)/W]$ (esterno). I valori così calcolati possono essere presi in considerazione come valore medio dell'elemento omogeneo. **Visti i risultati da formula inversa ricaviamo λ pari a 0.029 w/mk (EPS 100) e 0.0282 w/mK (EPS 150).**

Si riporta il valore di R_u e U in funzione di vari spessore nella seguente tabella

Classe 100/120

S[m]	λd	m	λ	R_u /(mq K/W)	R_t [mq K/W]	U [W/mK]
0.040	0.0290	1.10	0.032	1.2539	1.424	0.702
0.045	0.0290	1.10	0.032	1.4107	1.581	0.633
0.050	0.0290	1.10	0.032	1.5674	1.737	0.576
0.055	0.0290	1.10	0.032	1.7241	1.894	0.528
0.060	0.0290	1.10	0.032	1.8809	2.051	0.488
0.065	0.0290	1.10	0.032	2.0376	2.208	0.453
0.070	0.0290	1.10	0.032	2.1944	2.364	0.423
0.075	0.0290	1.10	0.032	2.3511	2.521	0.397
0.080	0.0290	1.10	0.032	2.5078	2.678	0.373
0.085	0.0290	1.10	0.032	2.6646	2.835	0.353
0.090	0.0290	1.10	0.032	2.8213	2.991	0.334
0.095	0.0290	1.10	0.032	2.9781	3.148	0.318
0.100	0.0290	1.10	0.032	3.1348	3.305	0.303
0.105	0.0290	1.10	0.032	3.2915	3.462	0.289
0.110	0.0290	1.10	0.032	3.4483	3.618	0.276
0.115	0.0290	1.10	0.032	3.6050	3.775	0.265
0.120	0.0290	1.10	0.032	3.7618	3.932	0.254
0.125	0.0290	1.10	0.032	3.9185	4.088	0.245
0.130	0.0290	1.10	0.032	4.0752	4.245	0.236
0.135	0.0290	1.10	0.032	4.2320	4.402	0.227
0.140	0.0290	1.10	0.032	4.3887	4.559	0.219
0.145	0.0290	1.10	0.032	4.5455	4.715	0.212
0.150	0.0290	1.10	0.032	4.7022	4.872	0.205
0.155	0.0290	1.10	0.032	4.8589	5.029	0.199
0.160	0.0290	1.10	0.032	5.0157	5.186	0.193
0.165	0.0290	1.10	0.032	5.1724	5.342	0.187
0.170	0.0290	1.10	0.032	5.3292	5.499	0.182

0.145	0.0290	1.10	0.032	4.5455	4.715	0.212
0.150	0.0290	1.10	0.032	4.7022	4.872	0.205
0.155	0.0290	1.10	0.032	4.8589	5.029	0.199
0.160	0.0290	1.10	0.032	5.0157	5.186	0.193
0.165	0.0290	1.10	0.032	5.1724	5.342	0.187
0.170	0.0290	1.10	0.032	5.3292	5.499	0.182
0.175	0.0290	1.10	0.032	5.4859	5.656	0.177
0.180	0.0290	1.10	0.032	5.6426	5.813	0.172
0.185	0.0290	1.10	0.032	5.7994	5.969	0.168
0.190	0.0290	1.10	0.032	5.9561	6.126	0.163
0.195	0.0290	1.10	0.032	6.1129	6.283	0.159

Classe EPS 150

$S[m]$	$\lambda\mu$	m	λ	$Ru/(mq K/W)$	$Rt[mq K/W]$	$U [W/mK]$	$U[k Cal/m h c]$
0.040	0.0282	1.10	0.031	1.2895	1.459	0.685	0.590
0.045	0.0282	1.10	0.031	1.4507	1.621	0.617	0.531
0.050	0.0282	1.10	0.031	1.6119	1.782	0.561	0.483
0.055	0.0282	1.10	0.031	1.7730	1.943	0.515	0.443
0.060	0.0282	1.10	0.031	1.9342	2.104	0.475	0.409
0.065	0.0282	1.10	0.031	2.0954	2.265	0.441	0.380
0.070	0.0282	1.10	0.031	2.2566	2.427	0.412	0.355
0.075	0.0282	1.10	0.031	2.4178	2.588	0.386	0.333
0.080	0.0282	1.10	0.031	2.5790	2.749	0.364	0.313
0.085	0.0282	1.10	0.031	2.7402	2.910	0.344	0.296
0.090	0.0282	1.10	0.031	2.9014	3.071	0.326	0.280
0.095	0.0282	1.10	0.031	3.0625	3.233	0.309	0.266
0.100	0.0282	1.10	0.031	3.2237	3.394	0.295	0.254
0.105	0.0282	1.10	0.031	3.3849	3.555	0.281	0.242
0.110	0.0282	1.10	0.031	3.5461	3.716	0.269	0.232
0.115	0.0282	1.10	0.031	3.7073	3.877	0.258	0.222
0.120	0.0282	1.10	0.031	3.8685	4.038	0.248	0.213
0.125	0.0282	1.10	0.031	4.0297	4.200	0.238	0.205
0.130	0.0282	1.10	0.031	4.1908	4.361	0.229	0.197
0.135	0.0282	1.10	0.031	4.3520	4.522	0.221	0.190
0.140	0.0282	1.10	0.031	4.5132	4.683	0.214	0.184
0.145	0.0282	1.10	0.031	4.6744	4.844	0.206	0.178
0.150	0.0282	1.10	0.031	4.8356	5.006	0.200	0.172
0.155	0.0282	1.10	0.031	4.9968	5.167	0.194	0.167
0.160	0.0282	1.10	0.031	5.1580	5.328	0.188	0.162
0.165	0.0282	1.10	0.031	5.3191	5.489	0.182	0.157
0.170	0.0282	1.10	0.031	5.4803	5.650	0.177	0.152
0.175	0.0282	1.10	0.031	5.6415	5.812	0.172	0.148
0.180	0.0282	1.10	0.031	5.8027	5.973	0.167	0.144
0.185	0.0282	1.10	0.031	5.9639	6.134	0.163	0.140
0.190	0.0282	1.10	0.031	6.1251	6.295	0.159	0.137
0.195	0.0282	1.10	0.031	6.2863	6.456	0.155	0.133
0.200	0.0282	1.10	0.031	6.4475	6.617	0.151	0.130



Tali dati possono essere considerati validi per il calcolo del coefficiente di trasmittanza di un qualsiasi pannello in cui ci sia come elemento interno il EPS. Da tenere presente che gli stessi dovranno essere opportunamente corretti in presenza di elementi turbanti l'omogeneità del materiali quali ponti termici che attraversano lo strato a caratteristiche uniformi.

$$\lambda_d = 0.032 \text{ W/mK}$$

rispetto all'EPS "bianco" si constata un miglioramento circa 15-20 %.

Notiamo comunque che il passaggio ad alte densità non è remunerativo, infatti con classe EPS 160/170 il λ_d ricavato è stato di 0.030 W/mk.