



Con il contributo incondizionato di



Organizza il Seminario dal titolo

***Il sistema composito di isolamento termico delle facciate, patologie del degrado
e interventi di restauro/manutenzione***

21 Marzo 2018 - Sala Conferenze Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari

Bari - Viale Japigia, 184

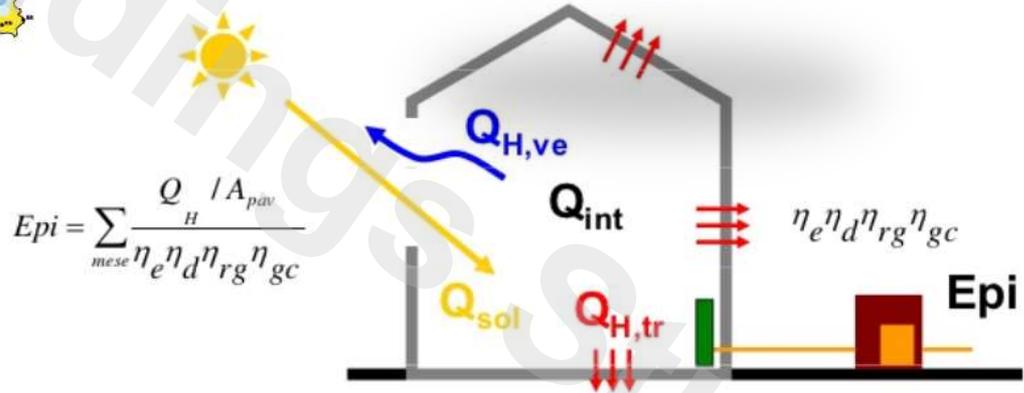
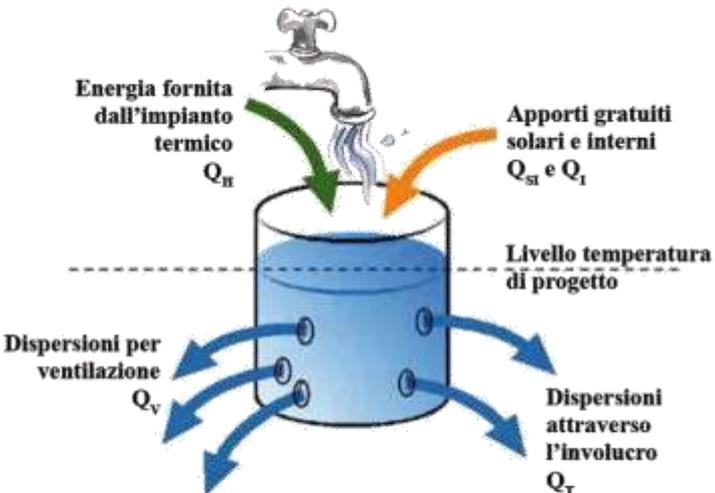
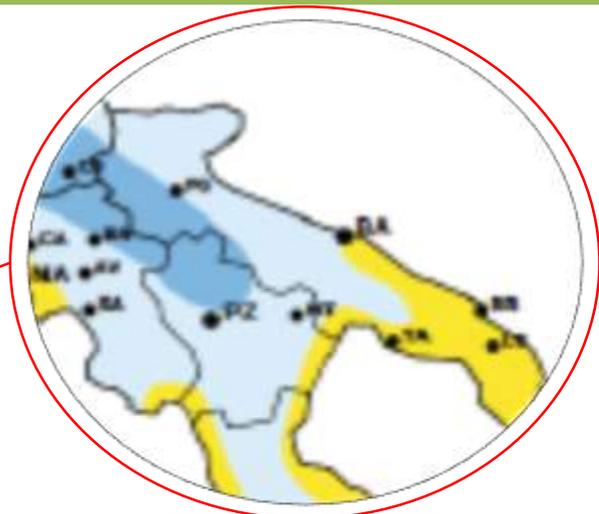
L'isolamento termico a cappotto in clima mediterraneo

Ing. Giuseppe Colaci De Vitis

Perché ISOLARE ?

SUDDIVISIONE
ZONE CLIMATICHE
GG = gradi giorno

- ZONA A $GG \leq 600$
- ZONA B $601 \leq GG \leq 900$
- ZONA C $901 \leq GG \leq 1400$
- ZONA D $1401 \leq GG \leq 2100$
- ZONA E $2101 \leq GG \leq 3000$
- ZONA F $GG \leq 3001$



$$E_{pi} = \sum_{mese} \frac{Q_H}{\eta_e \eta_d \eta_{rg} \eta_{gc}} / A_{pav}$$

$$Q_H = \underbrace{(Q_{H,tr} + Q_{H,ve})}_{\text{Dispersioni } Q_{H,ht}} - \eta_{H,gn} \times \underbrace{(Q_{int} + Q_{sol})}_{\text{Apporti } Q_{gn}}$$

Non solo risparmio energetico

Creare un **ambiente confortevole** dal punto di vista termico, è uno degli obiettivi più importanti da raggiungere nella progettazione degli edifici.

Cos'è il benessere termoigrometrico ?

Definizione secondo UNI EN 7730

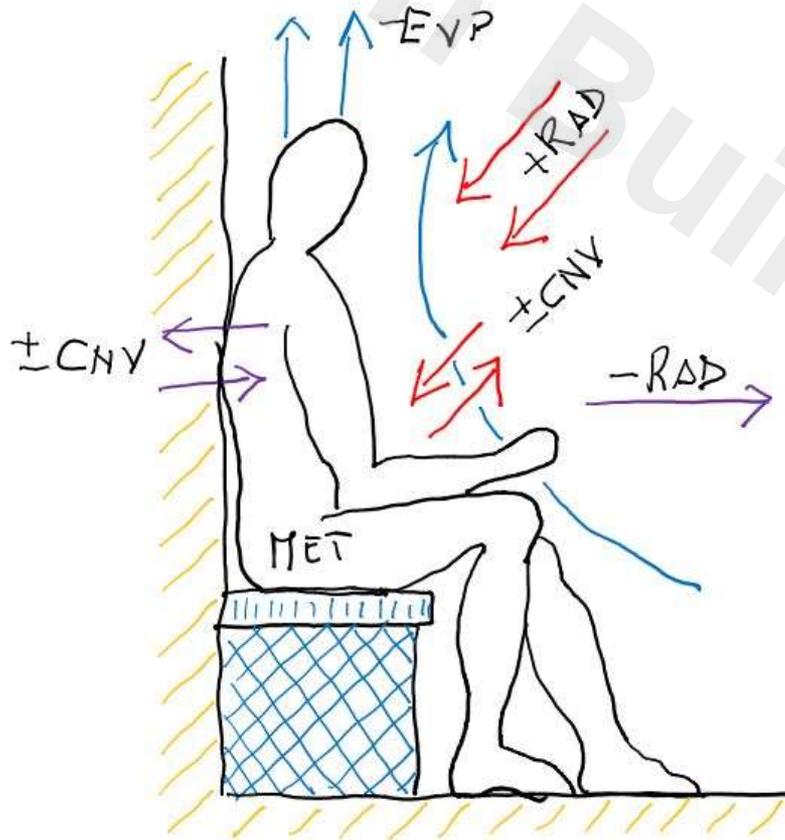
La **condizione mentale di soddisfazione** termica nei confronti del microclima, definito come il complesso dei parametri climatici degli ambienti confinati in grado di influenzare gli scambi termici soggetto-ambiente.



Date a un uomo tutto ciò che desidera e ciò nondimeno, proprio in questo istante, egli sentirà che tutto non è tutto.

(Immanuel Kant)

Basi del modello di Fanger



$$\text{Met} - \text{Evp} \pm \text{Cnd} \pm \text{Cnv} \pm \text{Rad} = 0$$

Cnd

- conduzione (contatto con corpi a diversa temperatura)

Cnv

- convezione (con aria più calda o più fredda della pelle)

Rad

- radiazione (dal sole, dal cielo e da corpi a diversa temperatura)

Evp

- evaporazione (sudorazione, traspirazione, respirazione...)

Met

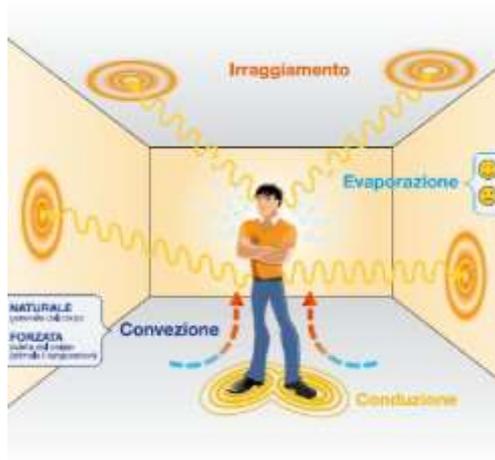
- metabolismo basale e muscolare

Confort Indoor

Il sensore di temperatura di un termostato, l'elemento a dilatazione la valvola termostatica di un radiatore risentono generalmente della temperatura dell'aria circostante.

Quando si fa riferimento alla temperatura di un ambiente, si intende generalmente la **temperatura effettiva dell'aria** nell'ambiente stesso.

In realtà, il corpo umano non scambia calore solo per **convezione con l'aria** in un ambiente, ma anche per **irraggiamento termico con le pareti** dell'ambiente stesso, che non sono necessariamente alla stessa temperatura dell'aria (T_a) ma sono caratterizzata da una temperatura superficiale media, la cosiddetta temperatura media radiante (T_{mr})



La temperatura operante (T_{op}) può essere stimata come **media pesata della temperatura dell'aria (T_a) e della temperatura media radiante delle pareti (T_{mr})**:

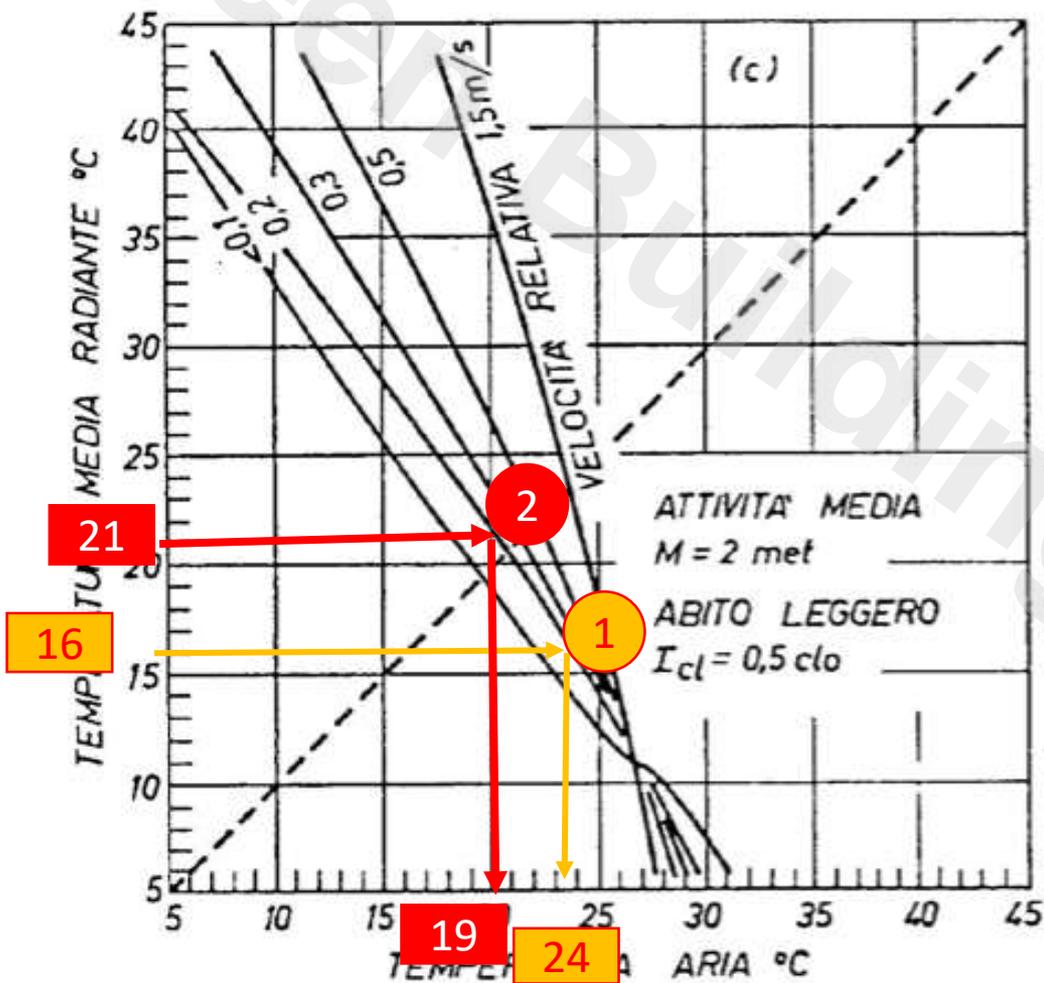
$$T_{op} = p \times T_a + (1 - p) \times T_{mr}$$

Al peso p si può assegnare un valore dipendente dalla **velocità dell'aria v** :

v [m/s]	≤ 0.2	$0.2 < v \leq 0.6$	$0.6 < v \leq 1.0$
p	0.5	0.6	0.7

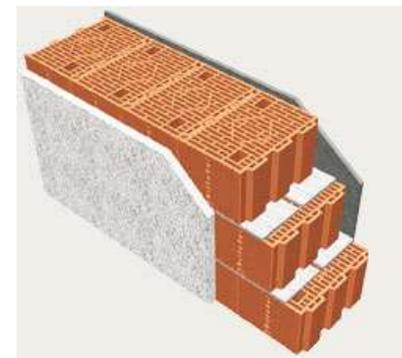
Confort Indoor

$$T_{op} = p \times T_a + (1 - p) \times T_{mr}$$



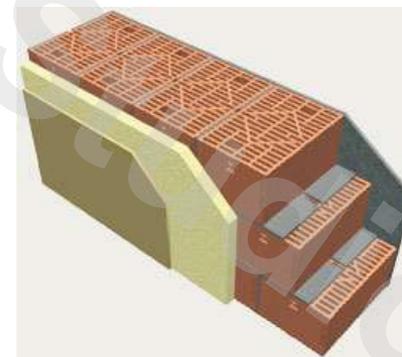
1

Edificio poco coibentato



2

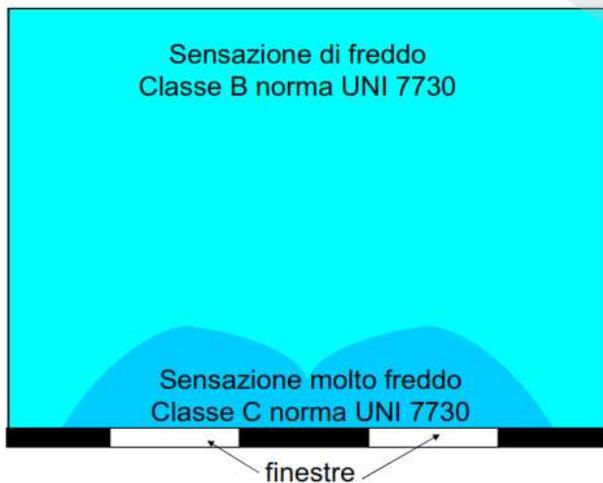
Edificio ben coibentato



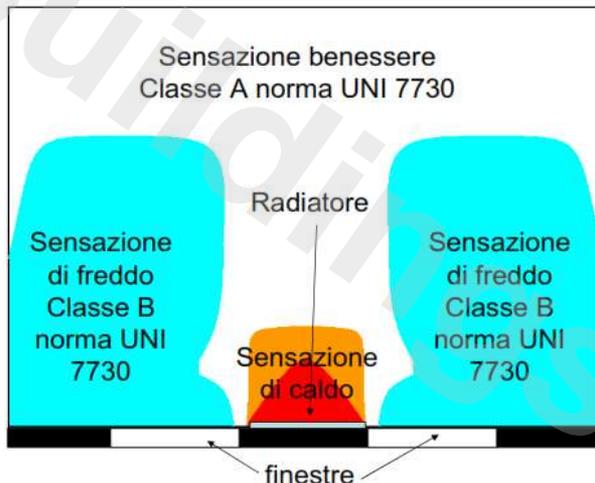
Confort Indoor

Se le superfici sono molto fredde, l'ambiente è poco vivibile soprattutto nelle vicinanze di queste.

Impianto ad aria



Radiatori AT



Pavimento radiante



Fonte Web

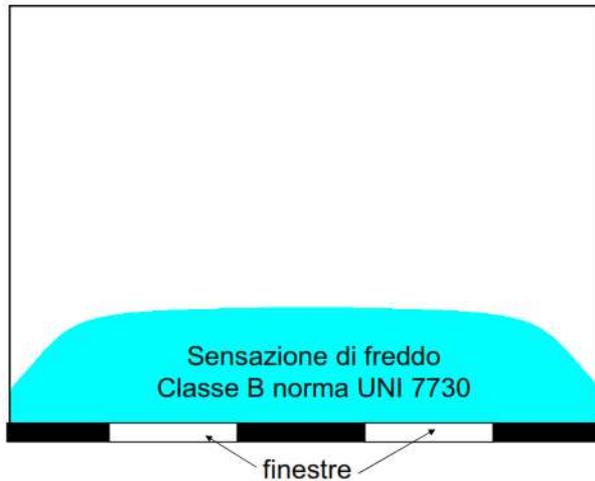
Se le superfici sono molto fredde, le aree di discomfort sono molto estese

Confort Indoor

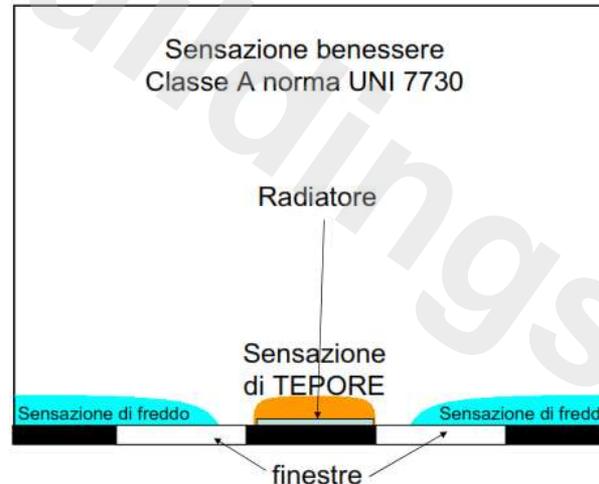
Con i **nuovi isolamenti** termici le differenze tra le varie tipologie d'impianto si riducono fortemente.

Questo si traduce in aree di confort molto maggiori rispetto ad edifici poco coibentati.

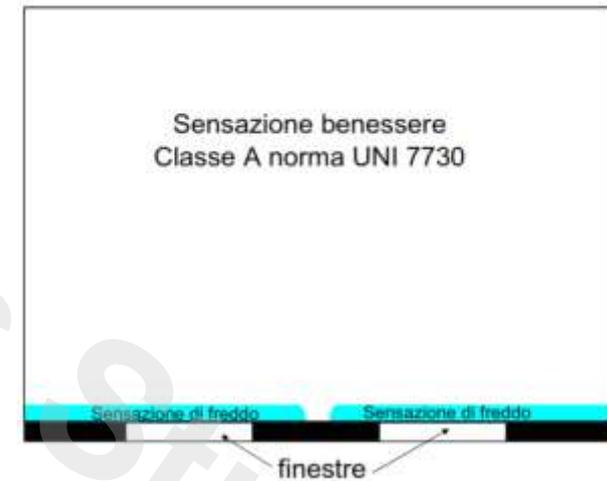
Impianto ad aria



Radiatori AT



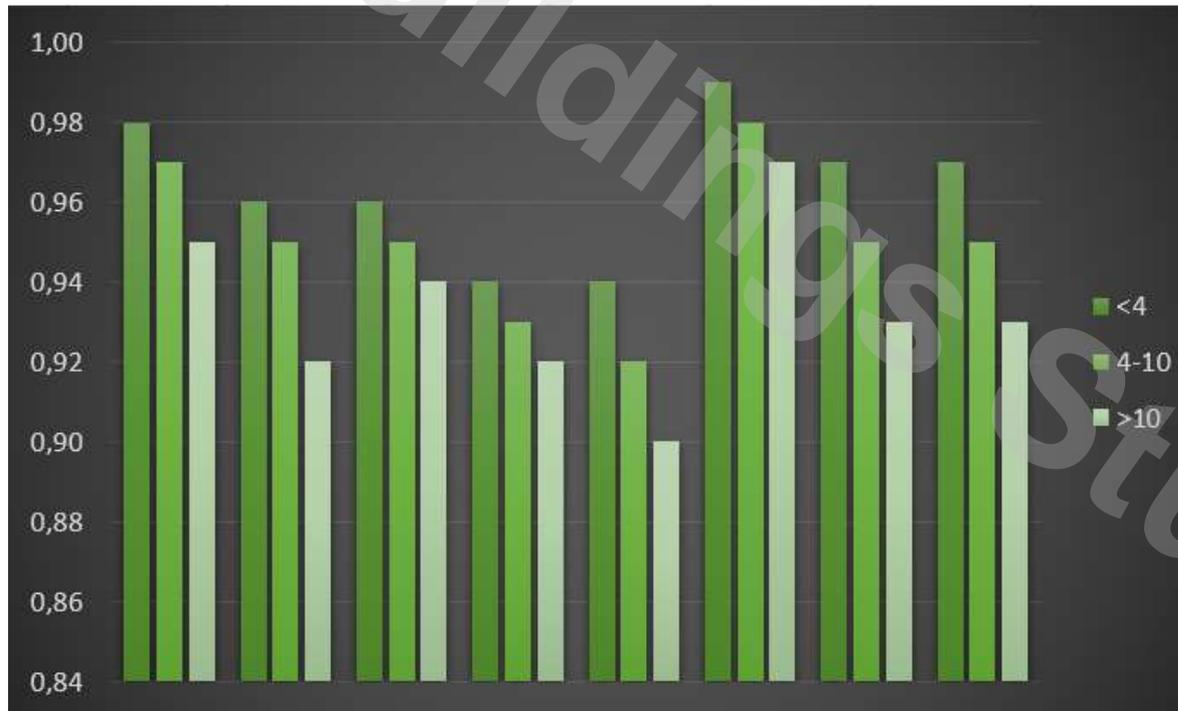
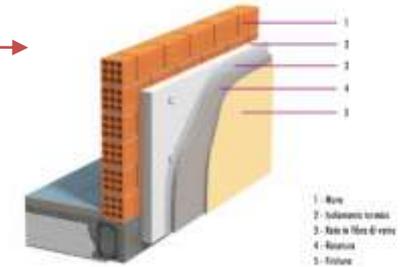
Pavimento radiante



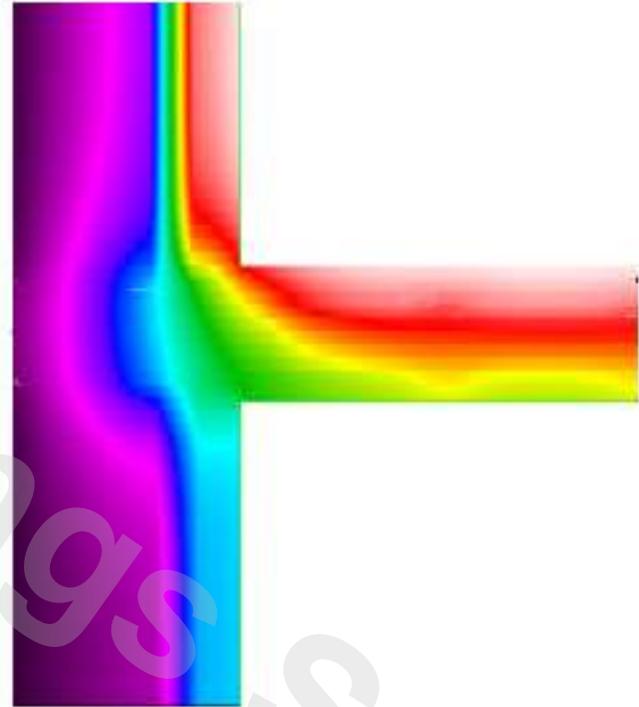
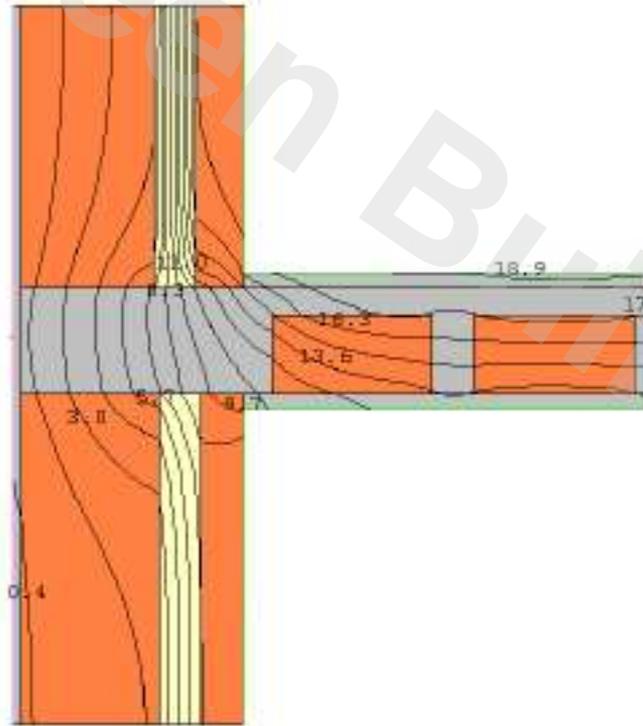
Fonte Web

Confort Indoor Rendimento di emissione

Tipo di terminale di erogazione	Carico Termico Medio		
	<4	4-10	>10
Radiatori su parete esterna isolata	0,98	0,97	0,95
Radiatori su parete interna	0,96	0,95	0,92
Vantilconvettori	0,96	0,95	0,94
Termoconvettori	0,94	0,93	0,92
Bocchette in sistemi ad aria calda	0,94	0,92	0,90
Pannelli annegati a pavimento	0,99	0,98	0,97
Pannelli annegati a soffitto	0,97	0,95	0,93
Pannelli radianti	0,97	0,95	0,93

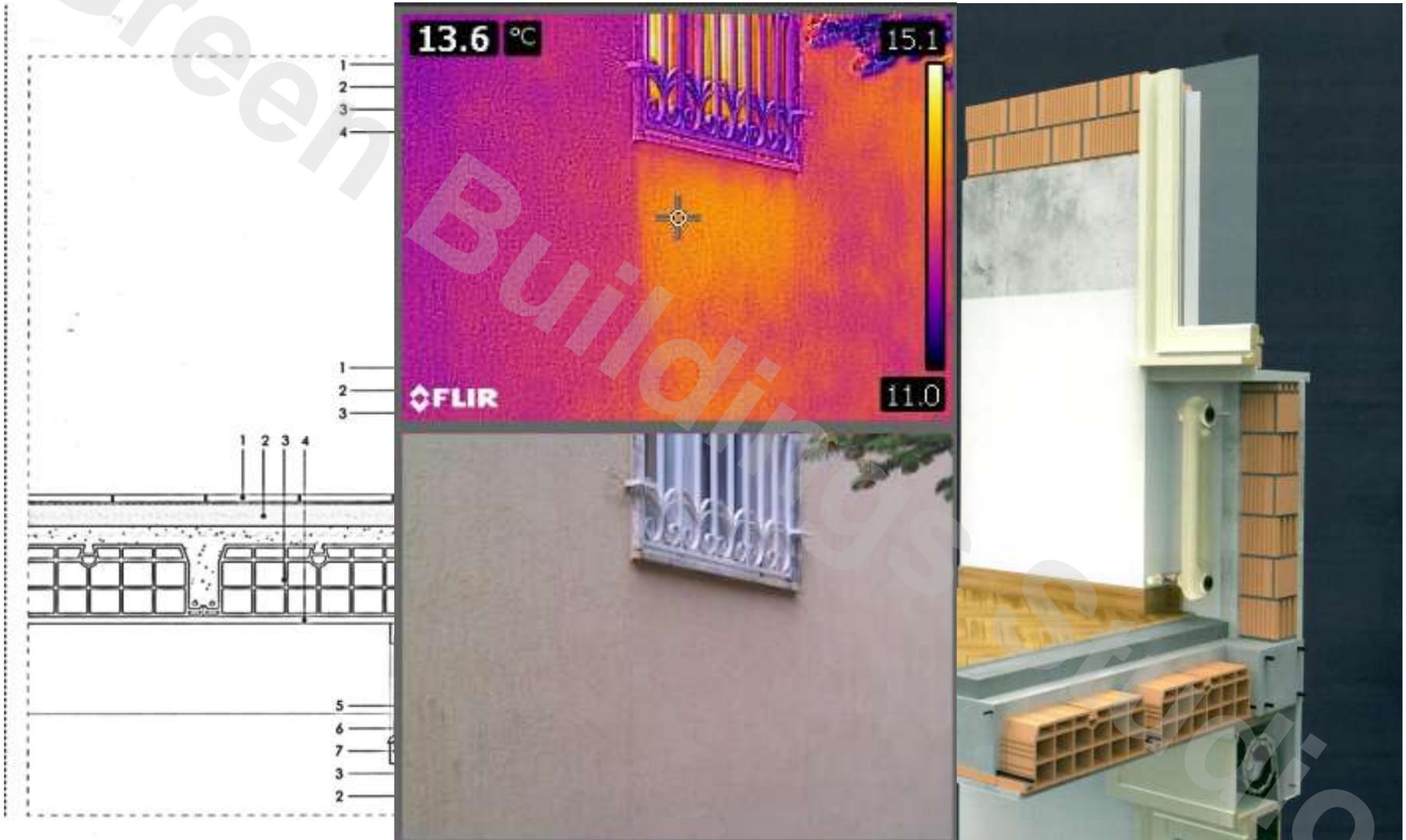


QUANTIFICAZIONE DEI PONTI TERMICI
ESEMPIO DI DI METODO DI CALCOLO AGLI ELEMENTI FINITI



METODO PRECISO MA LABORIOSO È NECESSARIO DEFINIRE LE STRUTTURE E LE CONDIZIONI AL CONTORNO E VERIFICARE LA DIFFERENZA FRA FLUSSO TOTALE E TRASMITTANZE

Confort Indoor



IL SISTEMA DI ISOLAMENTO TERMICO A CAPPOTTO



Regole fondamentali:

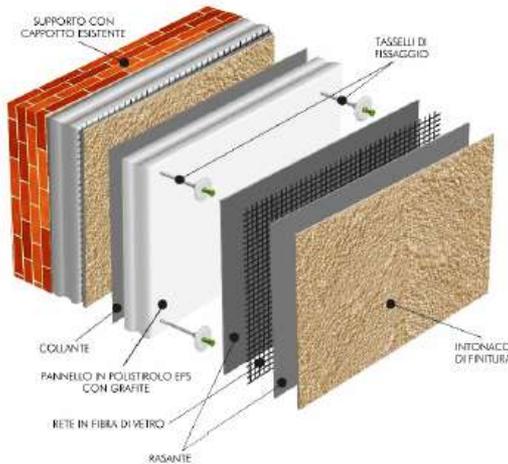
1. Utilizzare tutti i componenti di un unico sistema.
2. Rispettare le indicazioni del produttore.
3. Verificare la corretta esecuzione, specialmente in presenza di raccordi e discontinuità.

IL SISTEMA DI ISOLAMENTO TERMICO A CAPPOTTO

L'EOTA, l'European Organisation for Technical Approval, è l'organismo che riunisce gli Istituti impegnati prima nella definizione delle Guide Tecniche di cui la ETAG 004 fa parte, poi nel rilascio degli ETA.



Nel 2001 la Commissione Europea ha approvato la ETAG 004, cioè la Guida Tecnica per il rilascio degli ETA agli ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems), cioè ai "sistemi a cappotto".



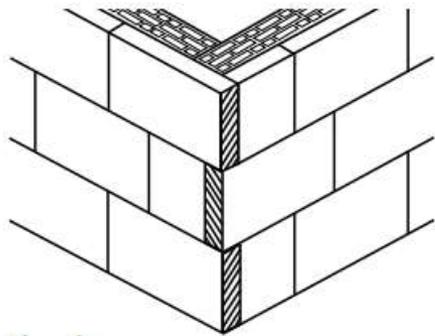
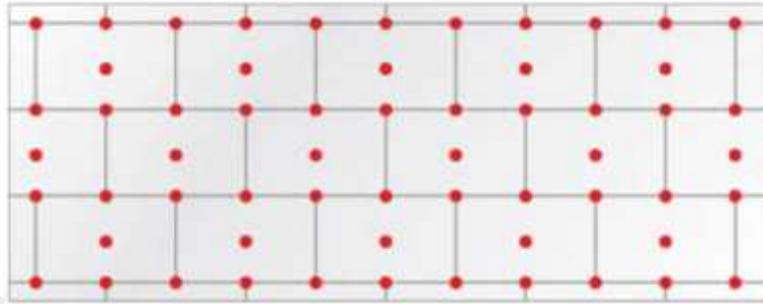
L'ETA è una specifica europea con valore di norma per il singolo prodotto; è una valutazione tecnica positiva di idoneità all'impiego per l'utilizzo di un prodotto da costruzione di uno specifico produttore per un determinato utilizzo previsto.

Un ETA ha una validità di 5 anni e contiene tutti i riferimenti prestazionali e le caratteristiche che quel dato sistema e i suoi componenti devono rispettare, ma contiene anche le precise indicazioni sul modo con cui l'azienda controlla tali specifiche, oltre che sulla progettazione e la messa in opera del sistema.

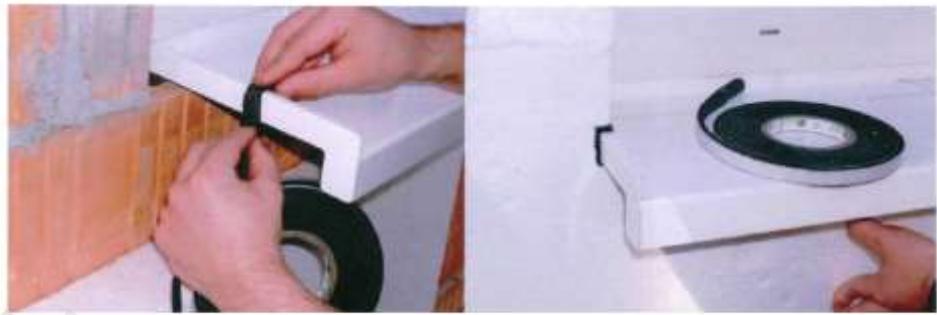
IL SISTEMA DI ISOLAMENTO TERMICO A CAPPOTTO

Regole fondamentali:

1. Posare lastre intere, a giunti sfalsati e accostati.
2. Posare negli spigoli mezze lastre e lastre intere.
3. Gli spigoli delle lastre devono coincidere con gli spigoli delle aperture.
4. L'incollaggio non dovrà permettere intercapedini, e dovrà essere generalmente superiore al 40%.
5. Fare il fissaggio meccanico con tasselli termici.
6. Sigillare giunti e raccordi



IL SISTEMA DI ISOLAMENTO TERMICO A CAPPOTTO



Giunti con altri componenti dell'involucro:
Al fine di evitare l'ingresso di aria fredda, ma consentire movimenti differenti alle varie parti, verranno adoperati particolari nastri espandenti.



IL SISTEMA DI ISOLAMENTO TERMICO A CAPPOTTO



Tassello a bassa conduttività

Le categorie d'uso secondo l'**ETag 014** definiscono i campi di impiego del tassello in relazione ai vari tipi di supporto.

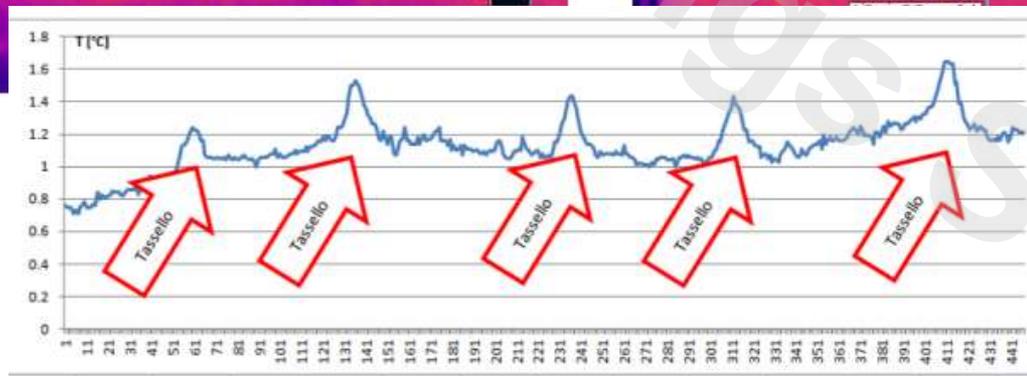
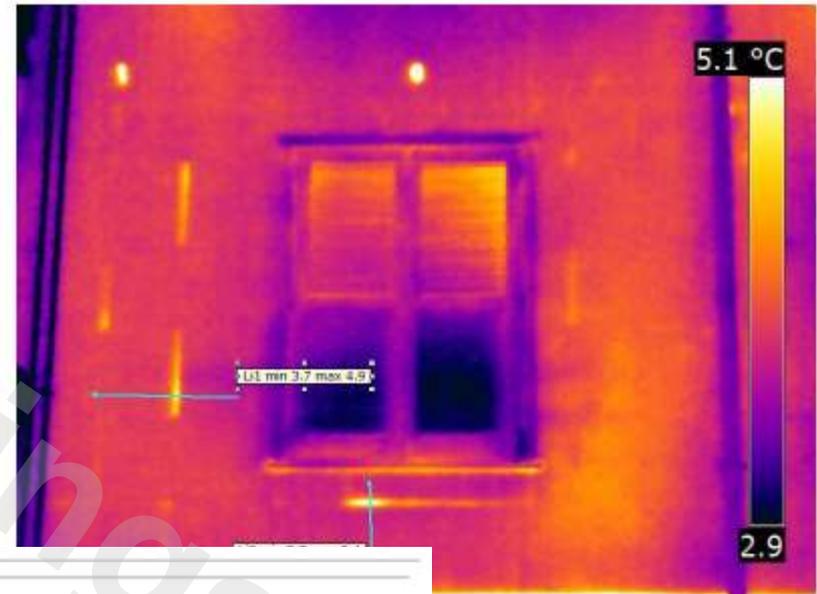
Tassello a bassa conduttività con aggiunta di tappo copritassello per l'abbattimento del ponte termico puntuale.



Le categorie d'uso secondo l'**ETAG 014** definiscono i campi di impiego del tassello in relazione ai vari tipi di supporto:

A	B	C	D	E
Calcestruzzo normale	Blocchi pieni	Blocchi cavi o forati	Calcestruzzo alleggerito	Calcestruzzo cellulare

IL SISTEMA DI ISOLAMENTO TERMICO A CAPPOTTO



ERRORI DA EVITARE NELLA POSA DEL CAPPOTTO

1. Percentuale di superficie incollata troppo bassa
2. Errata stesura di collante (no perimetro-punti)
3. Ventilazione posteriore delle lastre isolanti
4. Posa delle lastre con giunti non sfalsati
5. Posa delle lastre con giunti aperti
6. Utilizzo di schiuma per giunti non adatta
7. Rete non idonea
8. Insufficiente sovrapposizione dei lembi di rete (almeno ca. 10 cm)
9. Non corretto allettamento della rete
10. Mancanza di armatura diagonale in corrispondenza di porte/finestre
11. Eccessiva rasatura della malta di armatura (rispettare valori di consumo)
12. Scarsa adesione tra intonaco di fondo e finitura
13. Nessuna realizzazione specifica della zoccolatura (esposto a spruzzi d'acqua)
14. Componenti del sistema provenienti da differenti fornitori



ERRORI DA EVITARE NELLA POSA DEL CAPPOTTO

Insufficiente
trattamento
preliminare del
supporto

Nessuna aderenza



ERRORI DA EVITARE NELLA POSA DEL CAPPOTTO



Rete tagliata troppo corta



Lamierino d'acciaio

Tratto dalla guida sella STO: "Sistema di isolamento termico per facciate: applicazioni errate"

ERRORI DA EVITARE NELLA POSA DEL CAPPOTTO

Nessun incollaggio perimetrale

- Piena libertà di movimento per le lastre isolanti
- Le sollecitazioni del vento non sono scaricate in modo ottimale



Ecco come si fa!



Tratto dalla guida sella STO: "Sistema di isolamento termico per facciate: applicazioni errate"

ERRORI DA EVITARE NELLA POSA DEL CAPPOTTO



Difetti di planarità e presenza di alghe



Tasselli delineati - Ponti termici

Domanda:

Ma ciò che isola in
inverno, isola bene
anche in estate ?

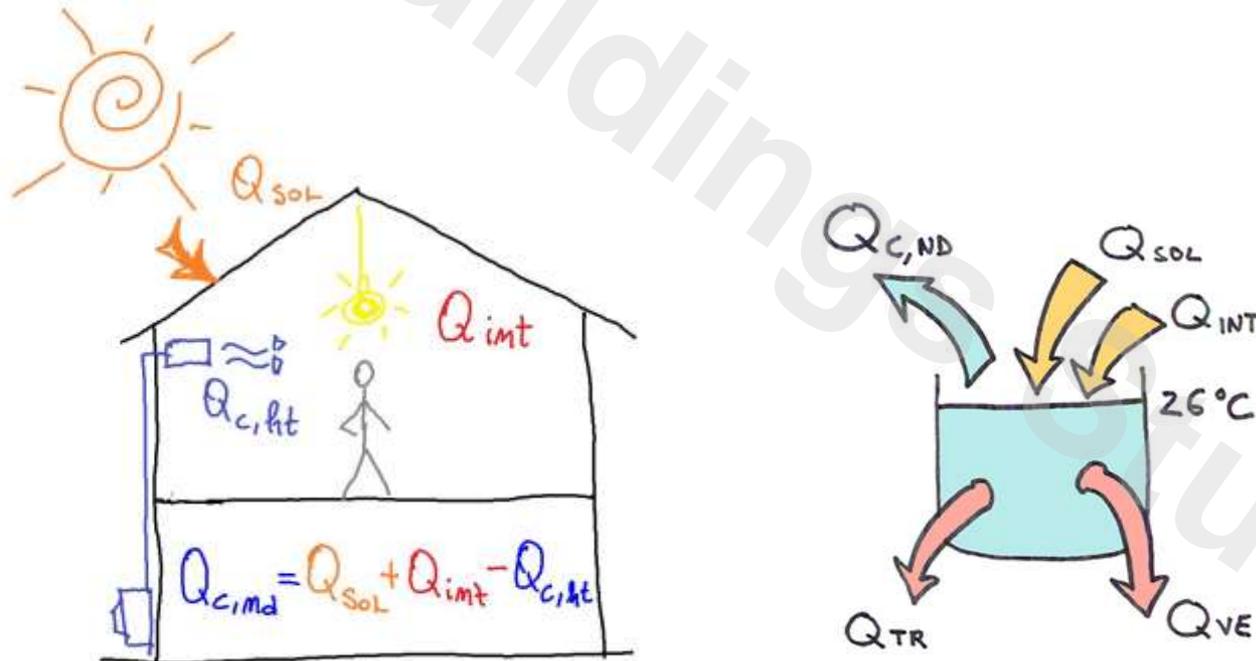


Dispersioni per conduzione:

Il **fabbisogno energetico** di raffrescamento di un edificio nasce da un **bilancio tra flussi entranti, uscenti e accumulati dalla zona termica**. In assenza di impianti climatizzazione, l'edificio è libero di reagire alle condizioni climatiche esterne e ai carichi interni portando a una fluttuazione continua della temperatura interna.

L'involucro edilizio è il primo strumento di controllo estivo.

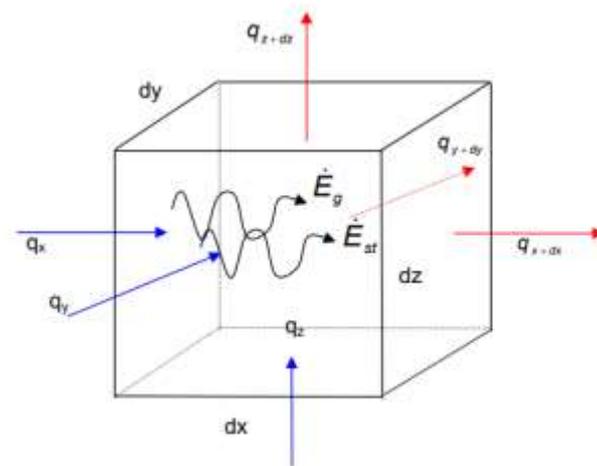
Possiamo attribuire all'involucro la funzione di mitigare l'ingresso di energia esterna, di immagazzinare l'energia interna e di trasferire l'energia in eccesso attraverso meccanismi di conduzione, convezione e irraggiamento.



Dispersioni per conduzione:

potenza termica entrante + potenza termica generata da sorgenti interne = potenza termica uscente + variazione dell'energia interna nell'unità di tempo

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right) + H = \rho c_p \frac{\partial T}{\partial \tau}$$



Con λ uniforme e senza produzione di energia interna

Nel caso non si abbia generazione di calore interna al materiale (materiali non radioattivi), l'equazione generale della conduzione termica (dovuta a *Fourier* - 1822) per un materiale omogeneo (λ costante nelle 3 direzioni dello spazio) diventa:

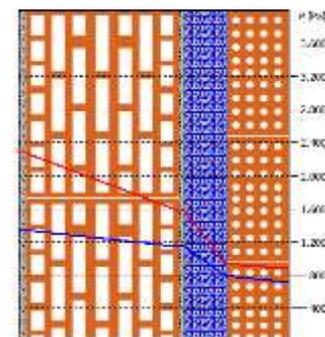
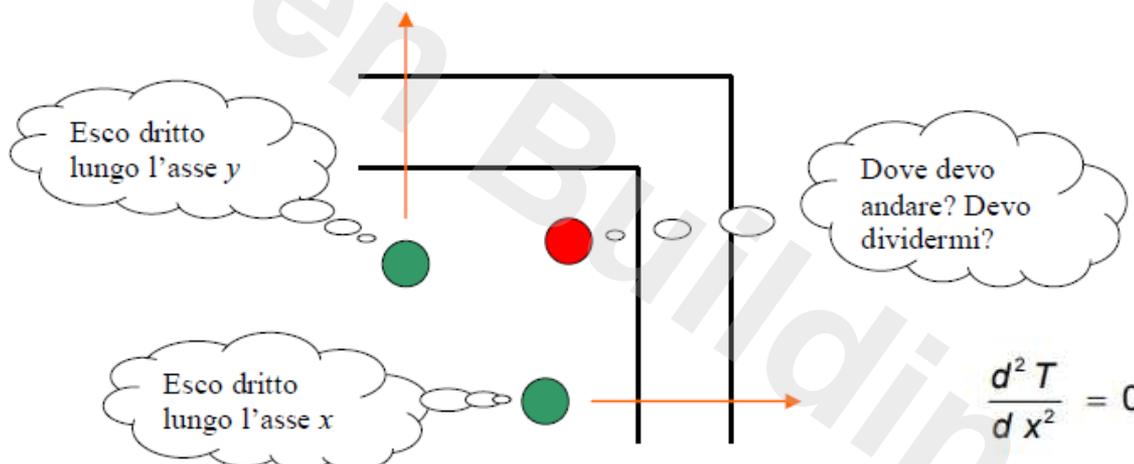
$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{c\rho} \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad [\text{kelvin/secondo}]$$

- c , calore termico specifico [J/kg·K]
- ρ , densità di massa [kg/m³]

λ , c e ρ sono parametri fisici, caratteristici di ogni materiale.

In Inverno:

- 2) nel caso di “flusso monodimensionale”, cioè di variazioni di temperatura in una sola direzione dello spazio, si annullano le due derivate rispetto agli assi y e z .



● : flusso monodimensionale

● : flusso bidimensionale

$$T(x) = C_1 x + C_2$$

$$q^* = -\lambda \frac{dT}{dx} = \frac{\lambda}{s} \cdot (T_1 - T_2)$$

$$R_{t,cond} = \frac{s}{\lambda}$$

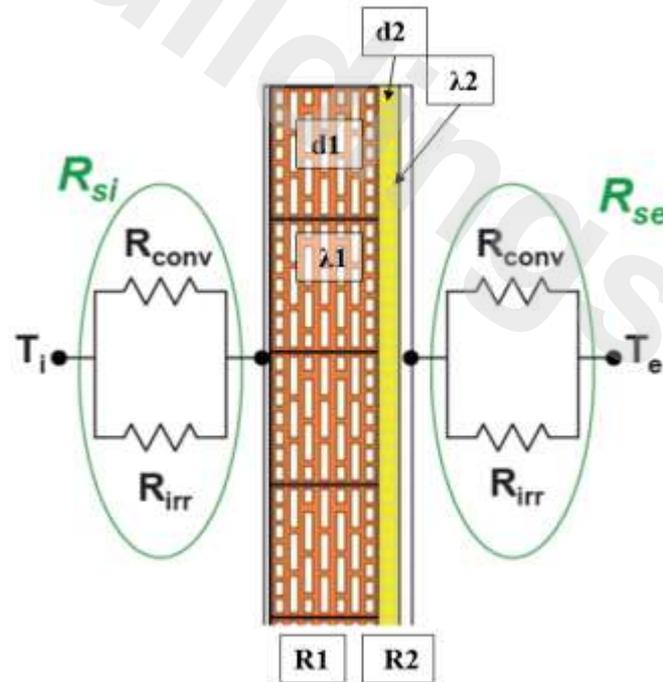
ipotesi 1 $\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{c\rho} \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right)$ ipotesi 2

In Inverno:

La *resistenza termica totale* al passaggio del calore per un elemento costruttivo pluristrato è dato dalla formula [in $m^2 \cdot K/W$]:

$$R_T = R_{si} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + R_{se}$$

dove R_{sx} rappresenta la resistenza superficiale lato interno od esterno ed è uguale all'inverso di α .



Bilancio Energetico

$$\dot{Q}_{H,nd} = \dot{Q}_{tr} + \dot{Q}_{ve} = \sum_{j=1}^n U_j \cdot A_j \cdot (t_i - t_e) + \sum_{j=1}^p \Psi_{L,j} \cdot L_j \cdot (t_i - t_e) + G_{ve} \cdot c_{pa} \cdot (t_i - t_e)$$

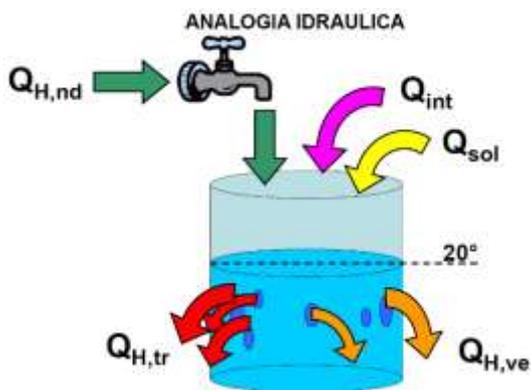
$$Q_{H,nd} = (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,gn} \cdot (Q_{int} + Q_{sol})$$

Perdite per trasmissione

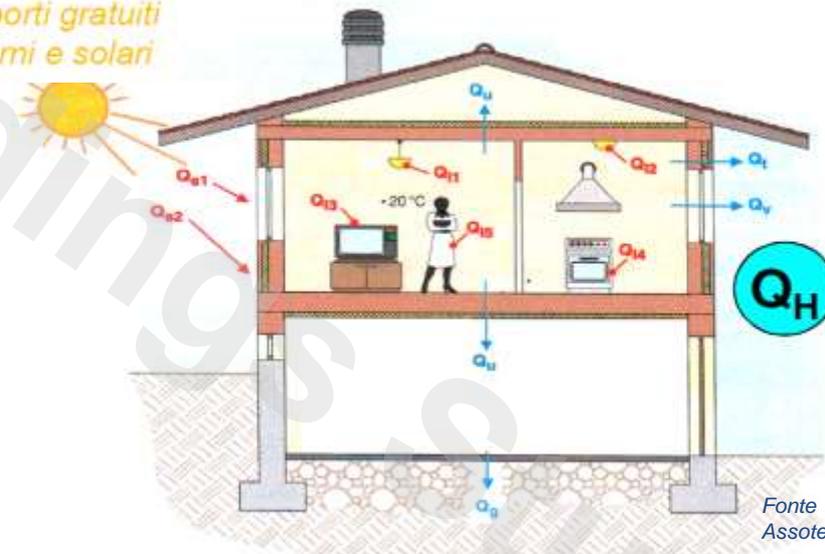
Perdite per ventilazione

Coef. di utilizzaz. degli apporti gratuiti

Apporti gratuiti interni e solari



Fonte Anit



Fonte Assotermica

L'INVOLUCRO EDILIZIO E' CARATTERIZZATO DAL SUO FABBISOGNO DI Potenza termica per bilanciare le dispersioni QH, RIFERITO AD UN SERVIZIO STANDARDIZZATO.

QH,nd non dipende dall'impianto ma solo dall'involucro

E in Estate ? : UNI EN ISO 13786



potenza termica entrante + potenza termica generata da sorgenti interne = potenza termica uscente + variazione dell'energia interna nell'unità di tempo

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right) + H = \rho c_p \frac{\partial T}{\partial \tau}$$

Con 1 uniforme e senza produzione di energia interna

ipotesi 1 \rightarrow $\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{\rho c} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right)$ \rightarrow ipotesi 2

$$\frac{\partial T(x, t)}{\partial t} = \frac{\lambda}{\rho c} \frac{\partial^2 T(x, t)}{\partial x^2}$$

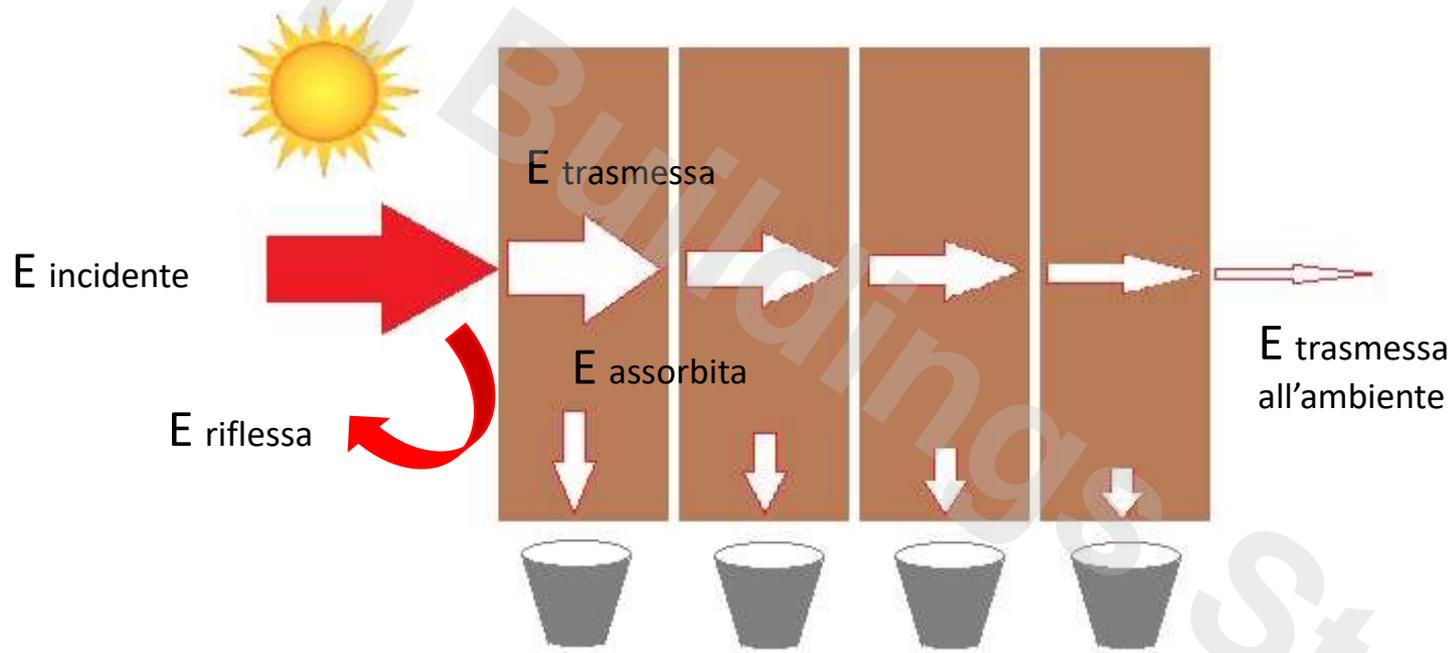
Distribuzione della temperatura

a Diffusività

$$q(x, t) = -\lambda \frac{\partial T(x, t)}{\partial x}$$

Flusso termico specifico

E in Estate ? : UNI EN ISO 13786



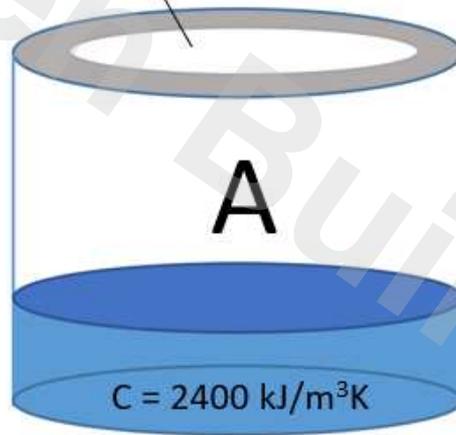
$$C = \rho * c$$

L'isolamento termico a cappotto in clima mediterraneo

E in Estate ? : UNI EN ISO 13786

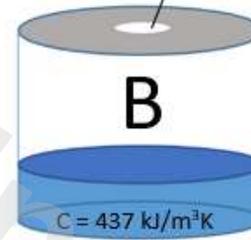


$\lambda = 2,16 \text{ W/mK}$



Calcestruzzo

$\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

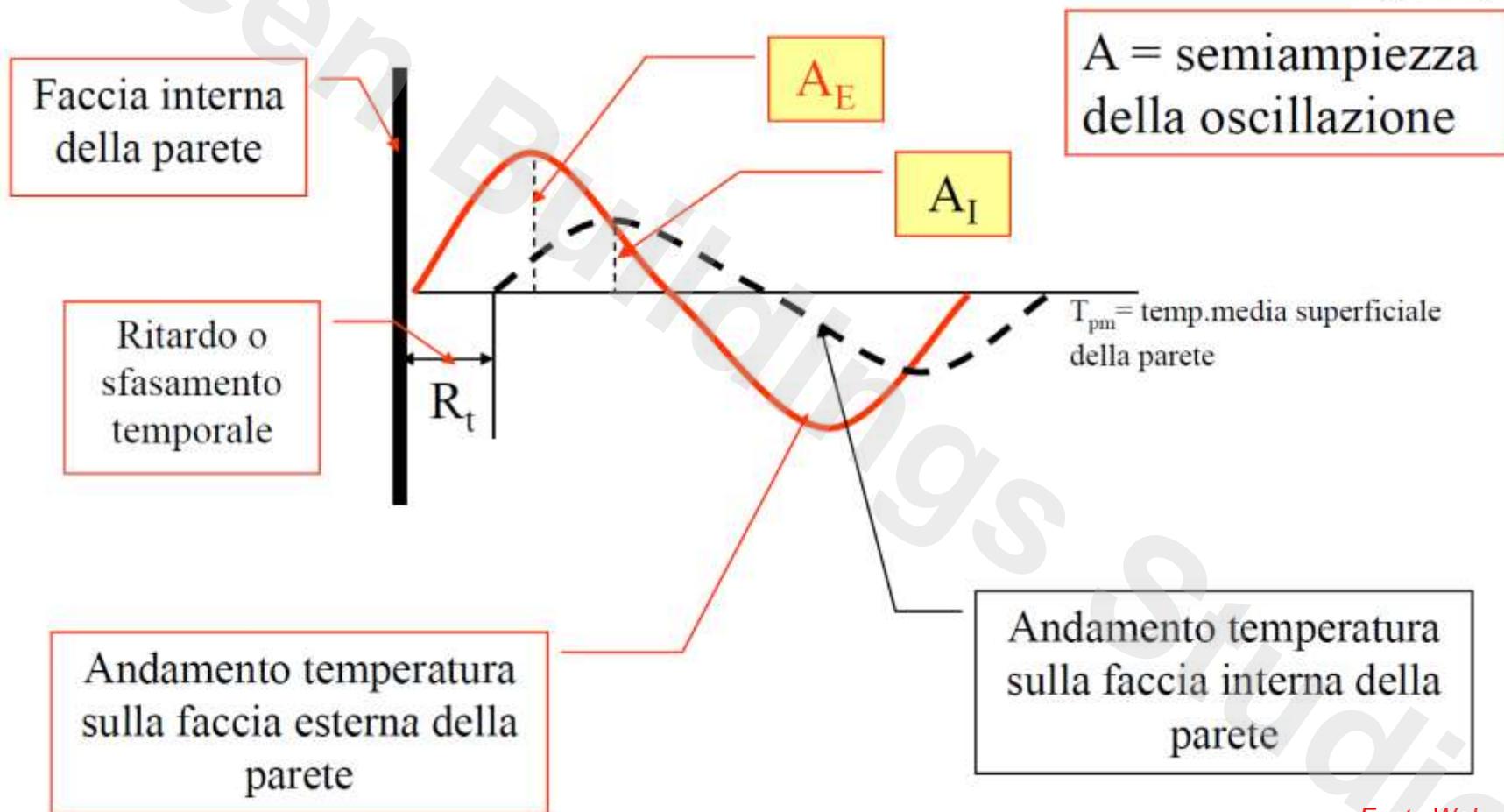


Sughero Bruno

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho * c}$$

Materiale	Densità kg/mc	Calore Specifico J/kg k	Conduttività Termica W/m k	Diffusività Termica mq/Ms
Fibra di legno	450	1811	0,065	0,08
Sughero espanso	262	1670	0,040	0,09
Lana di Roccia	100	1030	0,035	0,34
Poliuretano	43	1400	0,03	0,46
XPS	35	1450	0,035	0,70
Calcestruzzo	2400	1000	2,160	0,90
Eps	25	1450	0,036	0,99

E in Estate ? : UNI EN ISO 13786



Fonte Web

L'isolamento termico a cappotto in clima mediterraneo

Calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti
in assenza di impianto di condizionamento
secondo UNI 10375

ANIT - Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico

Icaro 1.0.1.11 Simulazione dinamica oraria degli edifici secondo UNI EN ISO 52016



L'isolamento termico a cappotto in clima mediterraneo

Calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti in assenza di impianto di condizionamento secondo UNI 10375

Dati generali

Volume netto 270 m³

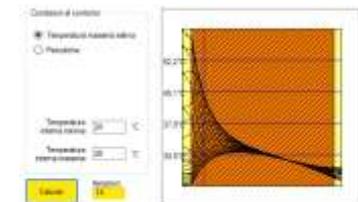
Involucro

STRUTTURE OPACHE						
Descrizione	Trasmittanza [W/m ² K]	Ammettanza interna [W/m ² K]	Attenuazione	Sfasamento [h]	Area [m ²]	Condizioni al contorno
Tetto	0,405	6,227	0,175	9h 59'	100,00	Elemento adiabatico
Pavimento	0,716	4,807	0,178	9h 44'	100,00	Elemento adiabatico
Poroton Termico	0,338	3,346	0,004	6h 47'	23,00	Esterno verso Sud
Poroton Termico	0,338	3,346	0,004	6h 47'	22,00	Esterno verso Nord

STRUTTURE TRASPARENTI						
Descrizione	Trasmittanza [W/m ² K]	Ammettanza [W/m ² K]	Fattore di trasmissione solare	Fattore di trasmissione secondaria	Area [m ²]	Orientamento
Fin U 1.35	1,352	1,191	0,350	0,372	3,22	Sud
Fin U 1.35	1,352	1,191	0,350	0,372	3,22	Sud
Fin U 1.35	1,352	1,191	0,350	0,372	3,22	Nord
Fin U 1.35	1,352	1,191	0,350	0,372	3,22	Nord

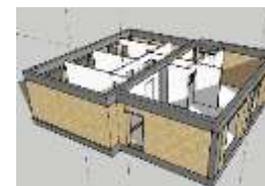
Ventilazione

Modalità di apertura	Finestre aperte di notte e chiuse di giorno
Ventilazione	Non trasversale
Portata d'aria nelle ore di apertura	2,5 Vol/h
Portata d'aria nelle ore di chiusura	0,3 Vol/h



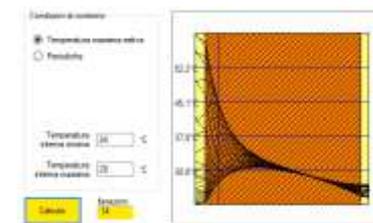
L'isolamento termico a cappotto in clima mediterraneo

Calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti in assenza di impianto di condizionamento secondo UNI 10375



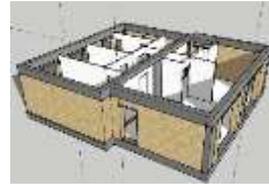
CARICHI TERMICI [W]						
ora	trasmissione attraverso elementi opachi	trasmissione attraverso elementi trasparenti	radiazione attraverso elementi trasparenti	ventilazione	sorgenti interne	totale
1	279,41	433,67	355,93	5522,59	254,18	6693,05
2	279,41	424,96	355,93	5411,70	254,18	6573,62
3	279,40	417,99	355,93	5322,98	254,18	6478,06
4	279,37	412,77	355,93	5256,45	254,18	6406,37
5	279,36	411,03	357,62	5234,27	254,18	6384,12
6	279,35	596,93	543,17	5278,62	254,18	6790,21
7	279,34	743,12	559,52	646,74	254,18	2317,46
8	279,34	845,20	573,11	670,70	372,04	2513,55
9	279,33	964,97	681,10	705,30	372,04	2770,03
10	279,33	1053,16	767,56	745,22	372,04	2980,05
11	279,32	1127,79	827,22	790,46	372,04	3156,17
12	279,32	1186,18	848,68	833,05	372,04	3276,75
13	279,32	1176,56	827,22	864,98	372,04	3278,49
14	279,32	1145,47	767,56	886,28	372,04	3211,59
15	279,34	1088,07	679,52	894,26	372,04	3078,15
16	279,34	981,48	571,53	886,28	372,04	2861,20
17	279,35	887,68	587,80	867,65	372,04	2766,36
18	279,37	731,03	695,28	838,37	888,21	2945,62
19	279,39	525,97	509,73	6698,09	888,21	8424,83
20	279,41	503,33	508,04	6409,76	888,21	8112,69
21	279,43	484,17	508,04	6165,79	888,21	7849,95
22	279,43	466,76	508,04	5944,00	888,21	7611,10
23	279,43	452,82	508,04	5766,56	888,21	7420,00
24	279,43	442,37	355,93	5633,49	254,18	6812,50

TEMPERATURE [°C]				
ora	aria esterna	aria interna	media radiante	operante interna
1	24,90	32,88	35,43	34,16
2	24,40	32,80	35,50	34,15
3	24,00	32,74	35,55	34,14
4	23,70	32,69	35,58	34,14
5	23,60	32,67	35,60	34,14
6	23,80	32,95	35,90	34,43
7	24,30	34,49	34,71	34,60
8	25,20	34,64	34,74	34,69
9	26,50	34,84	34,90	34,87
10	28,00	35,01	35,01	35,01
11	29,70	35,15	35,08	35,12
12	31,30	35,24	35,12	35,18
13	32,50	35,24	35,07	35,16
14	33,30	35,19	34,98	35,09
15	33,60	35,09	34,86	34,97
16	33,30	34,92	34,69	34,80
17	32,60	34,84	34,64	34,74
18	31,50	34,98	34,44	34,71
19	30,20	34,06	34,70	34,38
20	28,90	33,85	34,87	34,36
21	27,80	33,67	35,00	34,34
22	26,80	33,51	35,13	34,32
23	26,00	33,38	35,23	34,30
24	25,40	32,97	35,37	34,17



L'isolamento termico a cappotto in clima mediterraneo

Calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti in assenza di impianto di condizionamento secondo UNI 10375



Dati generali

Volume netto 270 m³

Involucro

STRUTTURE OPACHE						
Descrizione	Trasmittanza [W/m ² K]	Ammettanza interna [W/m ² K]	Attenuazione	Slasamento [h]	Area [m ²]	Condizioni al contorno
Tetto	0,405	6,227	0,175	9h 59'	100,00	Elemento adiabatico
Pavimento	0,716	4,807	0,178	9h 44'	100,00	Elemento adiabatico
Poroton Termico Cappotto	0,202	3,346	0,001	9h 3'	23,00	Esterno verso Sud
Poroton Termico Cappotto	0,202	3,346	0,001	9h 3'	22,00	Esterno verso Nord

STRUTTURE TRASPARENTI						
Descrizione	Trasmittanza [W/m ² K]	Ammettanza [W/m ² K]	Fattore di trasmissione solare	Fattore di trasmissione secondaria	Area [m ²]	Orientamento
Fin U 1.35	1,352	1,191	0,350	0,372	3,22	Sud
Fin U 1.35	1,352	1,191	0,350	0,372	3,22	Sud
Fin U 1.35	1,352	1,191	0,350	0,372	3,22	Nord
Fin U 1.35	1,352	1,191	0,350	0,372	3,22	Nord

Condizioni al contorno:

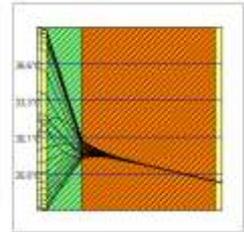
Temperatura massima estiva

Periodiche

Temperatura esterna estiva: 34 °C

Temperatura esterna invernale: 20 °C

Calcola

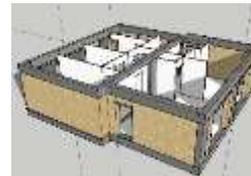


Ventilazione

Modalità di apertura	Finestre aperte di notte e chiuse di giorno
Ventilazione	Non trasversale
Portata d'aria nelle ore di apertura	2,5 Vol/h
Portata d'aria nelle ore di chiusura	0,3 Vol/h

L'isolamento termico a cappotto in clima mediterraneo

Calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti
in assenza di impianto di condizionamento
secondo UNI 10375



ora	CARICHI TERMICI [W]					
	trasmissione attraverso elementi opachi	trasmissione attraverso elementi trasparenti	radiazione attraverso elementi trasparenti	ventilazione	sorgenti interne	totale
1	253,18	436,36	355,69	5522,59	254,00	6670,36
2	253,17	427,59	355,69	5411,70	254,00	6550,86
3	253,17	420,58	355,69	5322,98	254,00	6455,26
4	253,16	415,33	355,69	5256,45	254,00	6383,56
5	253,13	413,57	357,39	5234,27	254,00	6361,28
6	253,12	417,08	543,39	5278,62	254,00	6589,18
7	253,11	425,84	559,78	646,74	254,00	1981,76
8	253,10	441,61	573,41	670,70	372,00	2093,37
9	253,10	464,39	681,67	705,30	372,00	2255,14
10	253,09	490,68	768,34	745,22	372,00	2404,78
11	253,09	520,47	828,15	790,46	372,00	2537,15
12	253,09	548,51	849,67	833,05	372,00	2628,07
13	253,08	569,54	828,15	864,98	372,00	2659,80
14	253,08	583,56	768,34	886,28	372,00	2636,92
15	253,08	588,82	680,09	894,26	372,00	2564,60
16	253,10	583,56	571,83	886,28	372,00	2446,65
17	253,10	571,29	588,14	867,65	372,00	2431,78
18	253,11	552,02	695,73	838,37	888,00	2745,79
19	253,13	529,23	509,73	6698,09	888,00	8403,06
20	253,15	506,45	508,03	6409,76	888,00	8090,77
21	253,17	487,18	508,03	6165,79	888,00	7827,91
22	253,19	469,65	508,03	5944,00	888,00	7588,94
23	253,19	455,63	508,03	5766,56	888,00	7397,77
24	253,19	445,12	355,69	5633,49	254,00	6789,86

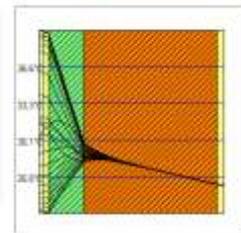
ora	TEMPERATURE [°C]			
	aria esterna	aria interna	media radiante	operante interna
1	24,90	31,42	33,47	32,45
2	24,40	31,34	33,53	32,44
3	24,00	31,28	33,58	32,43
4	23,70	31,23	33,62	32,43
5	23,60	31,21	33,64	32,42
6	23,80	31,37	33,78	32,57
7	24,30	32,56	32,70	32,63
8	25,20	32,64	32,66	32,65
9	26,50	32,77	32,74	32,76
10	28,00	32,89	32,80	32,84
11	29,70	32,99	32,84	32,92
12	31,30	33,06	32,85	32,96
13	32,50	33,09	32,82	32,96
14	33,30	33,07	32,77	32,92
15	33,60	33,01	32,70	32,86
16	33,30	32,92	32,62	32,77
17	32,60	32,91	32,63	32,77
18	31,50	33,16	32,54	32,85
19	30,20	32,60	32,74	32,67
20	28,90	32,39	32,90	32,65
21	27,80	32,21	33,04	32,63
22	26,80	32,05	33,17	32,61
23	26,00	31,92	33,27	32,59
24	25,40	31,51	33,41	32,46

Condizioni di calcolo:

Temperatura massima estiva
 Periodiche

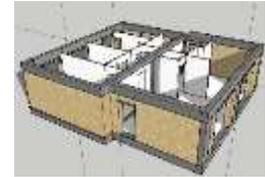
Temperatura esterna calcolata: 24 °C
 Temperatura esterna massima: 33 °C

Calcola Stampa



L'isolamento termico a cappotto in clima mediterraneo

Calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti in assenza di impianto di condizionamento secondo UNI 10375

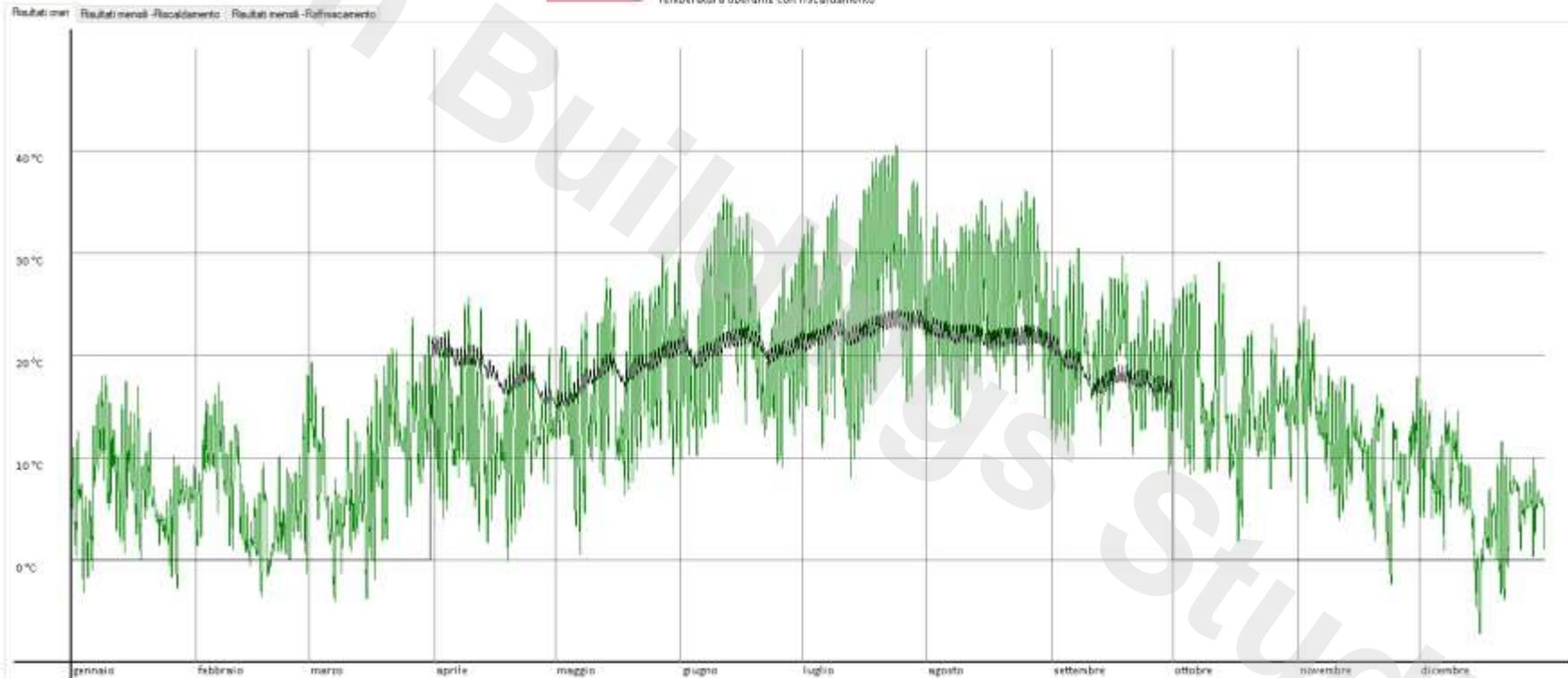


CARICHI TERMICI [W]						
ora	trasmissione attraverso elementi opachi	trasmissione attraverso elementi trasparenti	radiazione attraverso elementi trasparenti	ventilazione	sorgenti interne	totale
1	253,18	436,36	355,69	16567,78	254,00	17715,55
2	253,17	427,59	355,69	16235,10	254,00	17374,26
3	253,17	420,58	355,69	15968,95	254,00	17101,23
4	253,16	415,33	355,69	15769,34	254,00	16896,45
5	253,13	413,57	357,39	15702,80	254,00	16829,81
6	253,12	417,08	543,39	15835,87	254,00	17146,43
7	253,11	425,84	559,78	1077,90	254,00	2412,92
8	253,10	441,61	573,41	1117,83	372,00	2540,51
9	253,10	464,39	681,67	1175,49	372,00	2725,34
10	253,09	490,68	768,34	1242,03	372,00	2901,59
11	253,09	520,47	828,15	1317,44	372,00	3064,13
12	253,09	548,51	849,67	1388,41	372,00	3183,44
13	253,08	569,54	828,15	1441,64	372,00	3236,45
14	253,08	583,56	768,34	1477,13	372,00	3227,78
15	253,08	588,82	680,09	1490,44	372,00	3160,77
16	253,10	583,56	571,83	1477,13	372,00	3037,50
17	253,10	571,29	588,14	1446,08	372,00	3010,21
18	253,11	552,02	695,73	1397,28	888,00	3304,70
19	253,13	529,23	509,73	20094,26	888,00	21799,24
20	253,15	506,45	508,03	19229,27	888,00	20910,28
21	253,17	487,18	508,03	18497,36	888,00	20159,48
22	253,19	469,65	508,03	17831,99	888,00	19476,94
23	253,19	455,63	508,03	17299,69	888,00	18930,89
24	253,19	445,12	355,69	16900,47	254,00	18056,84

TEMPERATURE [°C]				
ora	aria esterna	aria interna	media radiante	operante interna
1	24,90	27,74	30,47	29,10
2	24,40	27,56	30,62	29,09
3	24,00	27,42	30,75	29,08
4	23,70	27,31	30,84	29,08
5	23,60	27,28	30,87	29,07
6	23,80	27,44	31,00	29,22
7	24,30	29,23	29,37	29,30
8	25,20	29,32	29,32	29,32
9	26,50	29,47	29,38	29,43
10	28,00	29,60	29,43	29,52
11	29,70	29,73	29,44	29,59
12	31,30	29,82	29,43	29,63
13	32,50	29,86	29,39	29,63
14	33,30	29,86	29,33	29,59
15	33,60	29,80	29,25	29,53
16	33,30	29,71	29,17	29,44
17	32,60	29,69	29,20	29,44
18	31,50	29,92	29,12	29,52
19	30,20	29,87	28,85	29,36
20	28,90	29,41	29,24	29,33
21	27,80	29,02	29,58	29,30
22	26,80	28,66	29,89	29,27
23	26,00	28,37	30,13	29,25
24	25,40	27,92	30,32	29,12

L'isolamento termico a cappotto in clima mediterraneo

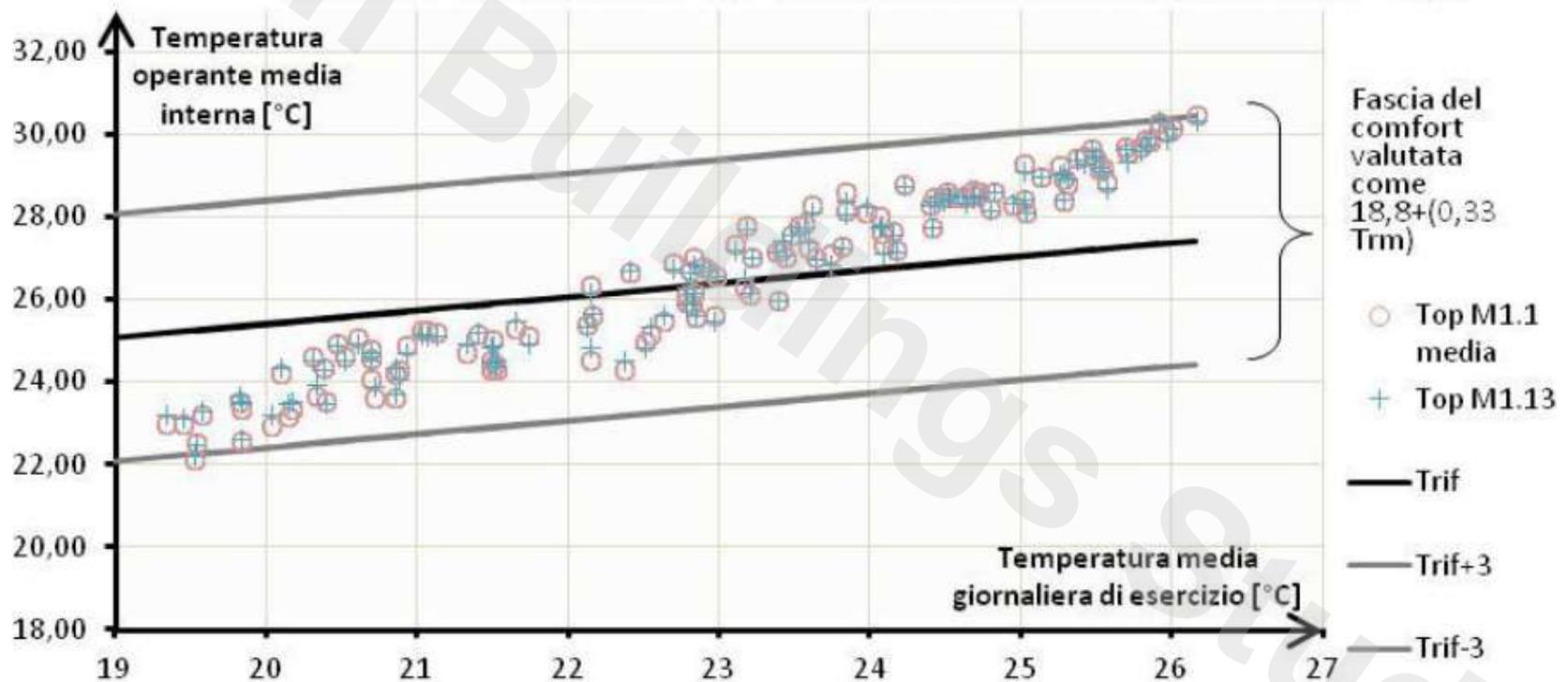
Calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti in assenza di impianto di condizionamento secondo UNI 10375



ANIT - Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico

Icaro 1.0.1.11 Simulazione dinamica oraria degli edifici secondo UNI EN ISO 52016

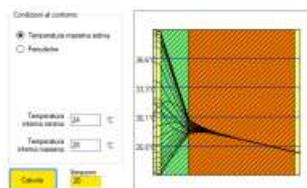
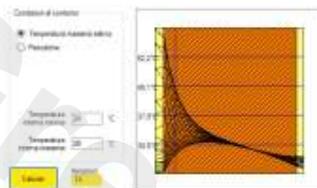
Comfort adattivo nel periodo selezionato in relazione alla zona termica e alla categoria (I, II o III) di comfort scelta



ANIT - Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico

Icaro 1.0.1.11 Simulazione dinamica oraria degli edifici secondo UNI EN ISO 52016

L'isolamento termico a cappotto in clima mediterraneo



TEMPERATURE [°C]				
ora	aria esterna	aria interna	media radiante	operante interna
1	24,90	32,88	35,43	34,16
2	24,40	32,80	35,50	34,15
3	24,00	32,74	35,55	34,14
4	23,70	32,69	35,58	34,14
5	23,60	32,67	35,60	34,14
6	23,80	32,95	35,90	34,43
7	24,30	34,49	34,71	34,60
8	25,20	34,64	34,74	34,69
9	26,50	34,84	34,90	34,87
10	28,00	35,01	35,01	35,01
11	29,70	35,15	35,08	35,12
12	31,30	35,24	35,12	35,18
13	32,50	35,24	35,07	35,16
14	33,30	35,19	34,98	35,09
15	33,60	35,09	34,86	34,97
16	33,30	34,92	34,69	34,80
17	32,60	34,84	34,64	34,74
18	31,50	34,98	34,44	34,71
19	30,20	34,06	34,70	34,38
20	28,90	33,85	34,87	34,36
21	27,80	33,67	35,00	34,34
22	26,80	33,51	35,13	34,32
23	26,00	33,38	35,23	34,30
24	25,40	32,97	35,37	34,17

TEMPERATURE [°C]				
ora	aria esterna	aria interna	media radiante	operante interna
1	24,90	31,42	33,47	32,45
2	24,40	31,34	33,53	32,44
3	24,00	31,28	33,58	32,43
4	23,70	31,23	33,62	32,43
5	23,60	31,21	33,64	32,42
6	23,80	31,37	33,78	32,57
7	24,30	32,56	32,70	32,63
8	25,20	32,64	32,66	32,65
9	26,50	32,77	32,74	32,76
10	28,00	32,89	32,80	32,84
11	29,70	32,99	32,84	32,92
12	31,30	33,06	32,85	32,96
13	32,50	33,09	32,82	32,96
14	33,30	33,07	32,77	32,92
15	33,60	33,01	32,70	32,86
16	33,30	32,92	32,62	32,77
17	32,60	32,91	32,63	32,77
18	31,50	33,16	32,54	32,85
19	30,20	32,60	32,74	32,67
20	28,90	32,39	32,90	32,65
21	27,80	32,21	33,04	32,63
22	26,80	32,05	33,17	32,61
23	26,00	31,92	33,27	32,59
24	25,40	31,51	33,41	32,46

TEMPERATURE [°C]				
ora	aria esterna	aria interna	media radiante	operante interna
1	24,90	27,74	30,47	29,10
2	24,40	27,56	30,62	29,09
3	24,00	27,42	30,76	29,08
4				29,08
5				29,07
6				29,22
7				29,30
8				29,32
9				29,43
10				29,52
11				29,59
12				29,63
13				29,63
14				29,59
15				29,53
16	33,30	29,71	29,17	29,44
17	32,60	29,69	29,20	29,44
18	31,50	29,92	29,12	29,52
19	30,20	29,87	28,85	29,36
20	28,90	29,41	29,24	29,33
21	27,80	29,02	29,58	29,30
22	26,80	28,66	29,89	29,27
23	26,00	28,37	30,13	29,25
24	25,40	27,92	30,32	29,12





**Il CAPPOTTO
TERMICO isola
anche in estate**



19 march 2019



#festadelpapà
#fatherandson
#sustainability
#greenbuildingstudio

“Noi non ereditiamo la terra dai nostri padri,

la prendiamo in prestito dai nostri figli.”

www.greenbuildingstudio.it  

grazie