

PerCorsi Legno – Cerveteri – Roma, 12 settembre 2008

Legno ed isolamento termico

Claudio Pellanda prof.a.c.Università IUAV Venezia

pellanda@iuav.it

presentazione scaricabile dal sito:

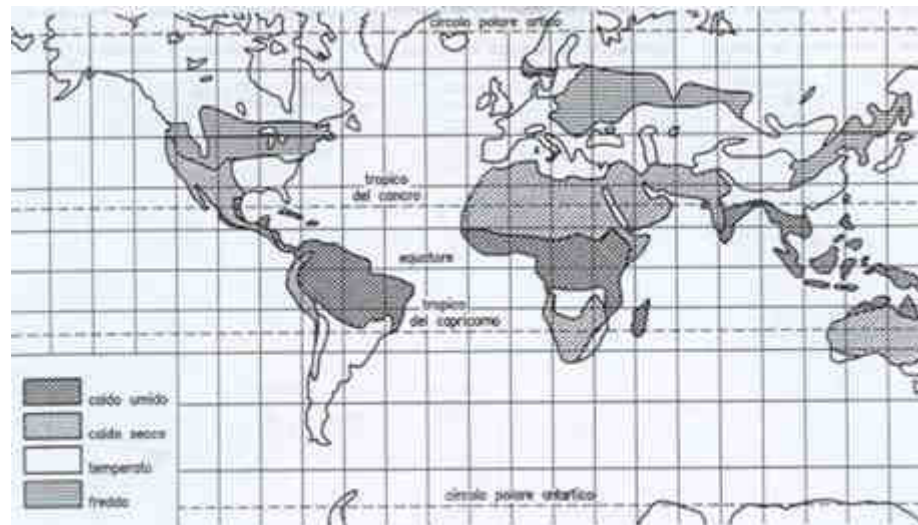
www.klimark.it – area download



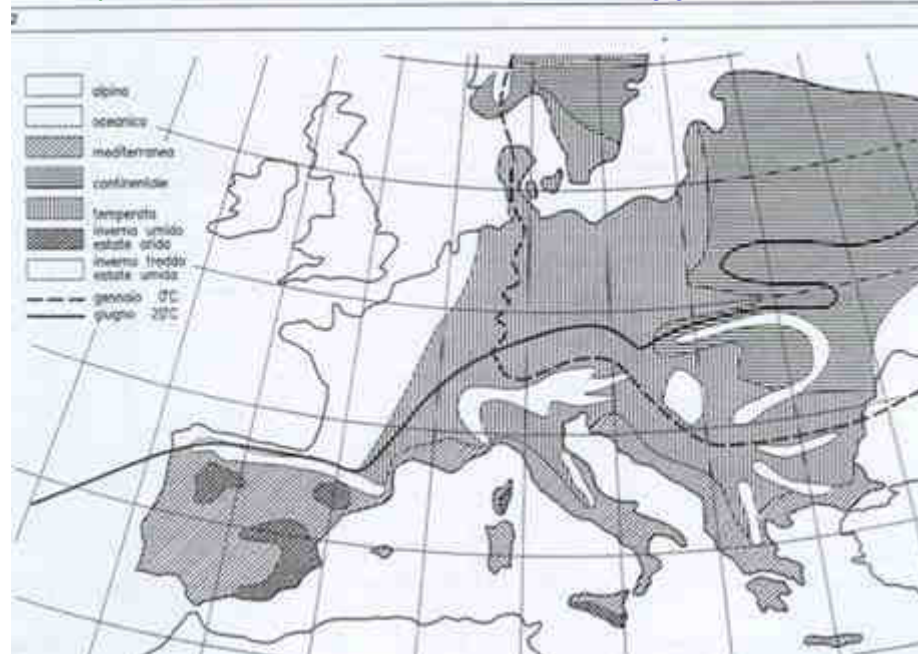
DALLA PROGETTAZIONE DEGLI EDIFICI ALLA PROGETTAZIONE DELLE PRESTAZIONI

COLLOCAZIONE GEOGRAFICA

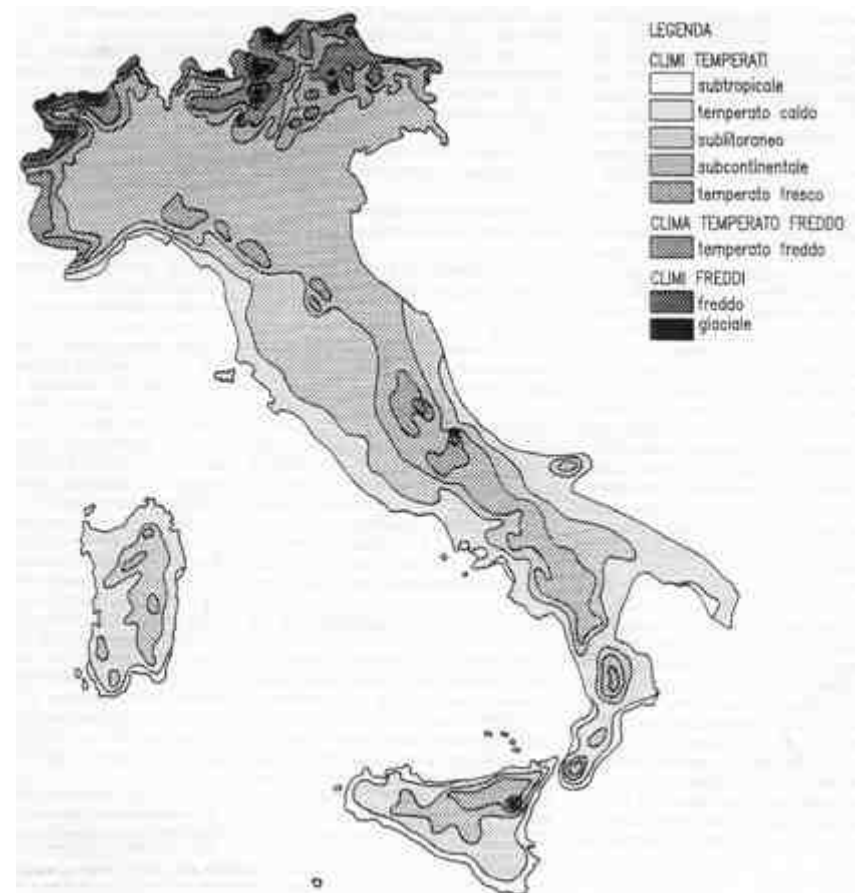
2/36



temperato=caldo + freddo: vantaggio o no?



MAPPA 1: clima temperato
 MAPPA 2: clima temperato +
 clima mediterraneo
 MAPPA 3. clima temperato ...
 clima temperato freddo ...
 clima freddo ...



OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:

la difesa termica

Valori di diffusività ed effusività per alcuni materiali da costruzione diffusività: capacità di un materiale di diffondere il caldo e il freddo effusività: capacità di un materiale di assorbire il caldo e il freddo		
materiale	Diffusività (mq/h 10⁻⁴)	Effusività (W/C mq)^{1/2}
Pietra dura	11,1	87,0
Calcestruzzo normale	7,6	63,4
Calcestruzzo cellulare	3,6	11,5
Terra cruda (adobe)	4,3	31,2
Laterizio	7,0	45,3
Polistirene	0,1	1,0
Gesso	4,2	24,5
Legno	2,2	10,1
Fibra di legno	1,7	9,0
Acciaio	134,0	450,0
Alluminio	968,0	739,0
Vetro	2,3	73,0

Fonte: J.L.Izard, "Architectures d'été" Edisud, 1993

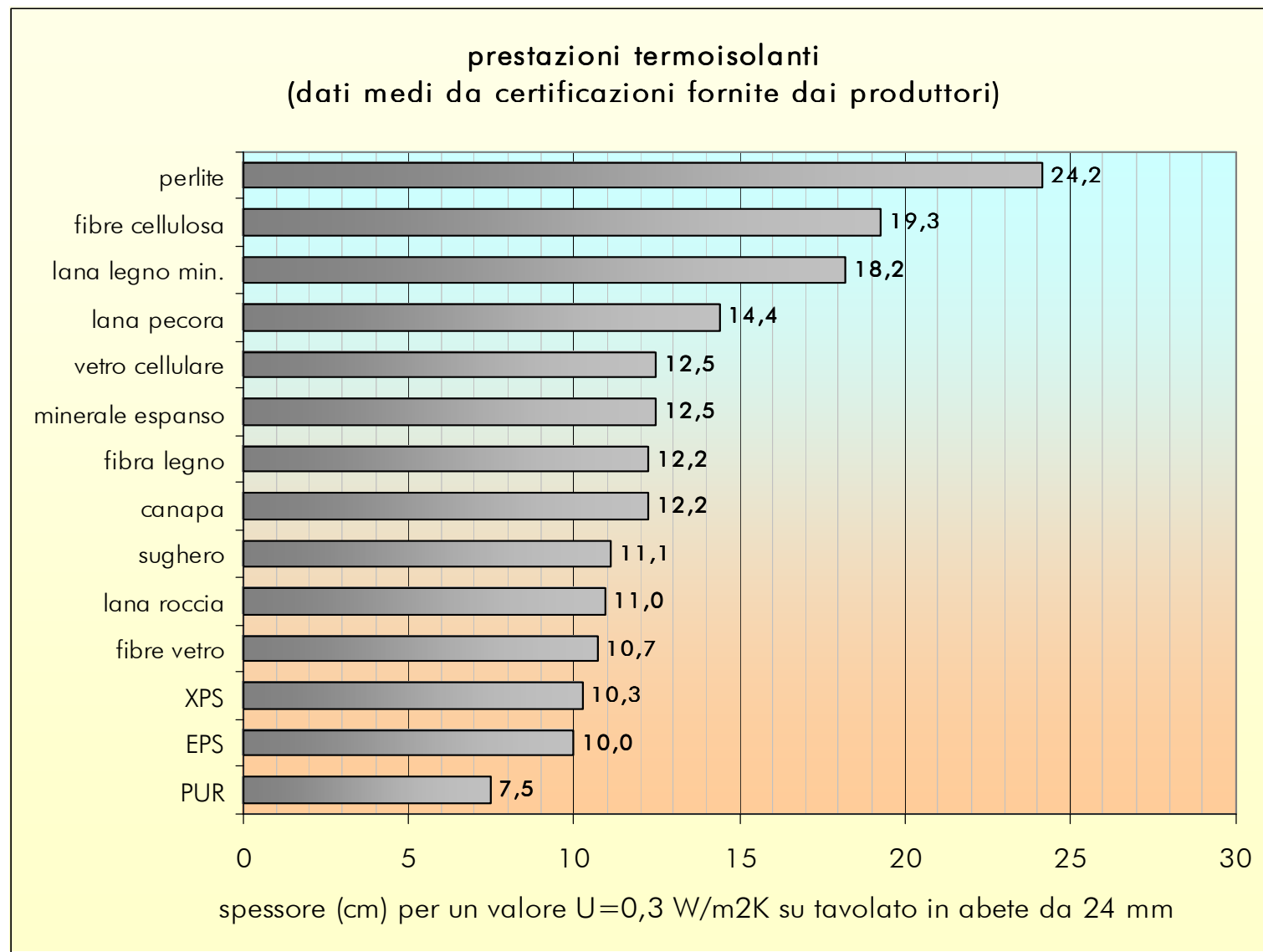


OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:

la difesa termica e l'igrometria

FIBRA DI LEGNO:

comportamento intermedio rispetto ad isolanti sintetici e ad isolanti minerali ed assimilabili

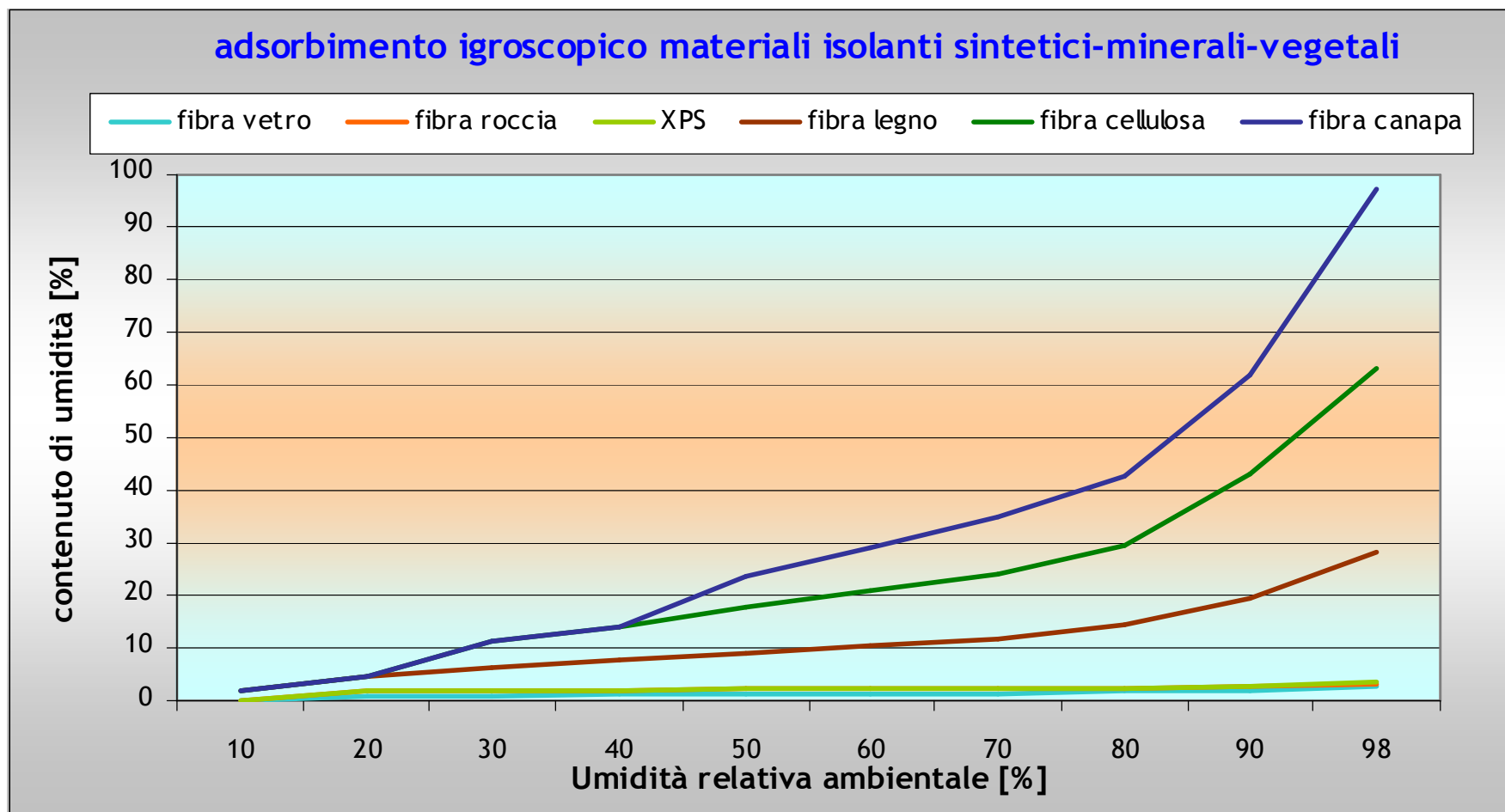


dati medi di conduttività termica di materiali isolanti termici tratti dai relativi certificati

OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:
la difesa termica e l'igrometria

FIBRA DI LEGNO:

comportamento intermedio rispetto ad isolanti sintetici e ad isolanti naturali leggeri

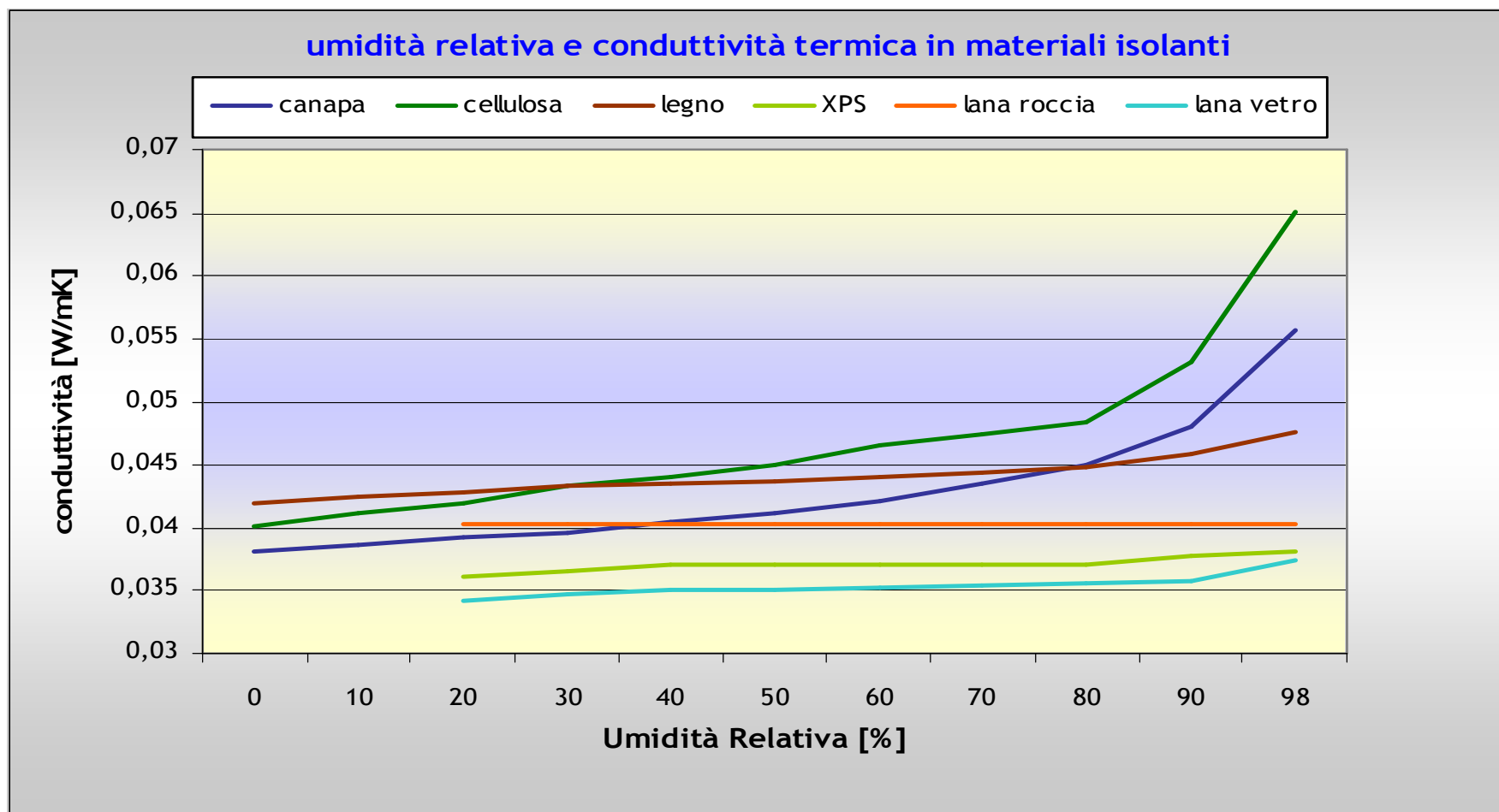


OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:

la difesa termica e l'igrometria

FIBRA DI LEGNO:

comportamento più stabile dei materiali isolanti naturali leggeri al variare del contenuto di umidità

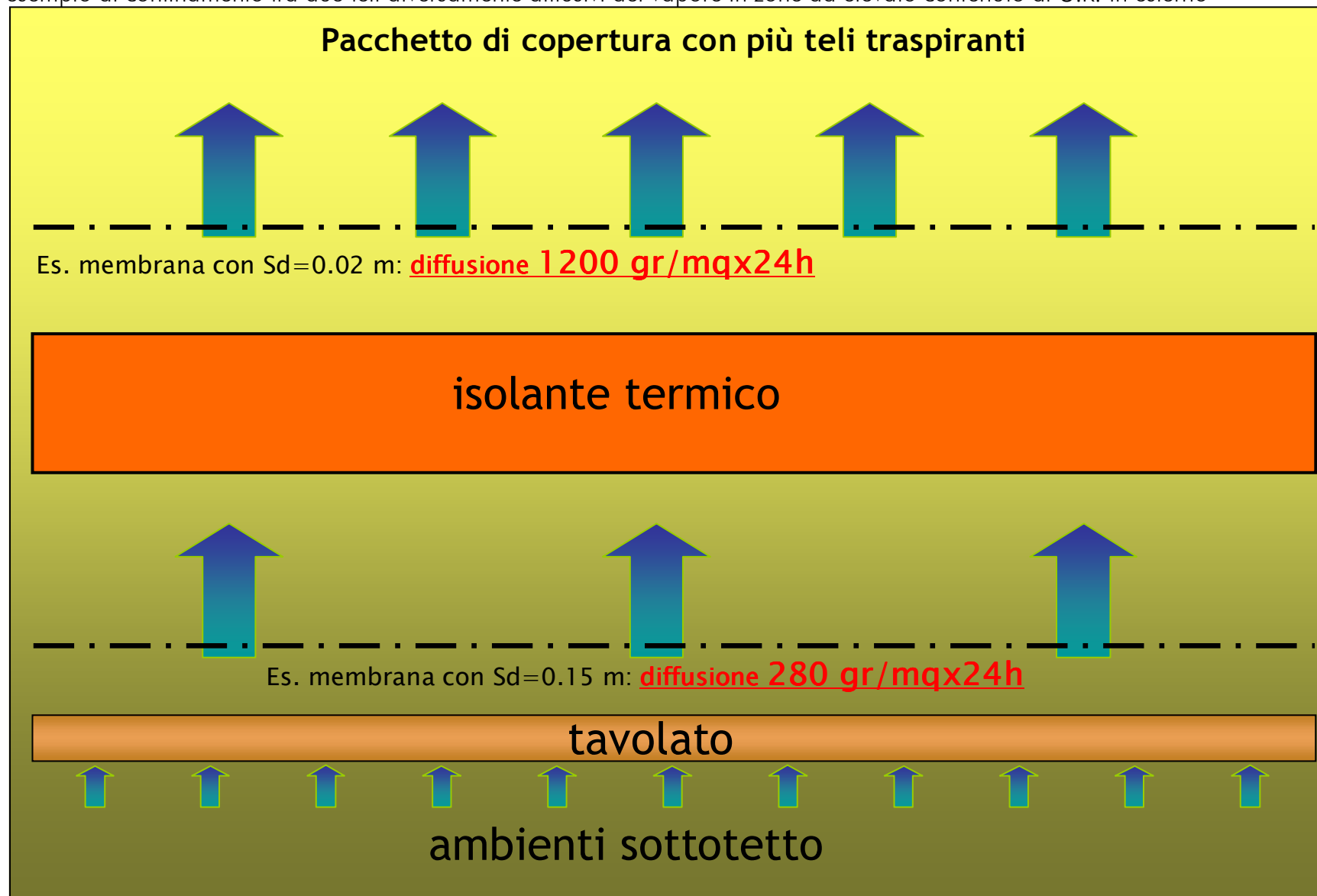


INDICAZIONI OPERATIVE:

difendere dall'ingresso di vapore i pacchetti contenenti isolanti termici a bassa resistenza al suo passaggio

FIBRA DI LEGNO:

esempio di confinamento tra due teli diversamente diffusivi del vapore in zone ad elevato contenuto di U.R. in esterno



INDICAZIONI OPERATIVE:

difendere dall'ingresso di vapore i pacchetti contenenti isolanti termici a bassa resistenza al suo passaggio



opportunità di posa di uno strato di controllo del vapore



opportunità di posa dell'isolante in doppio strato
opportunità di chiusura del pacchetto con telo traspirante



I MATERIALI ISOLANTI SENSIBILI ALL'UMIDITA' VANNO
E ATTI AD ADSORBIRLA DALL'ARIA VANNO DIFESI, IN
AMBIENTI AD ELEVATI TENORI DI U.R. ESTERNA, DAL
CONTATTO CON L'ARIA LIBERA

INDICAZIONI OPERATIVE:

difendere dall'ingresso di vapore i pacchetti contenenti isolanti termici a bassa resistenza al suo passaggio



opportunità di controllo della quantità di vapore in migrazione



opportunità di distacco da zone fredde

I MATERIALI ISOLANTI SENSIBILI ALL'UMIDITA' E ATTI AD ADSORBIRLA DALL'ARIA VANNO DIFESI, IN AMBIENTI AD ELEVATI TENORI DI U.R. INTERNA, DA UNA ECCESSIVA MIGRAZIONE DI VAPORE AL LORO INTERNO



CRITICITA' AMBIENTALI:

l'elevata pressione parziale interna di vapore

Ricerca IUAV DCA 1996 - G.Zannoni-F.Peron-G.Rossi-A.Mingozzi

Condizioni imposte:

produzione vapore: 0.1 kg/h*persona

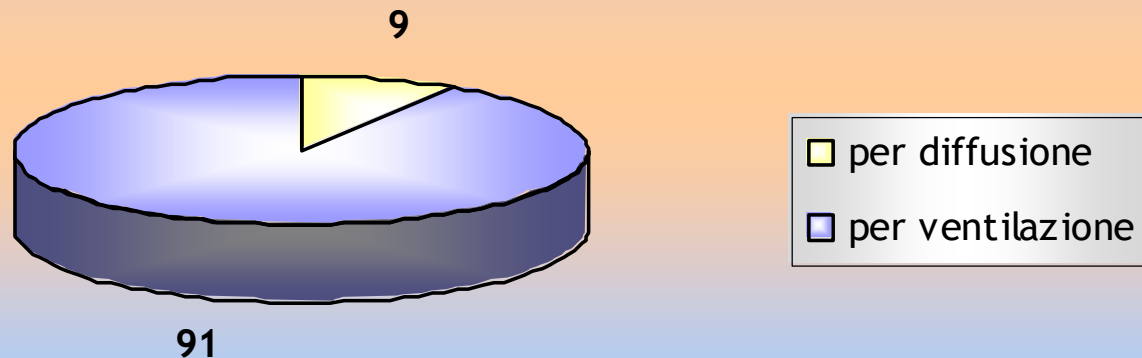
temperatura interna: 20 °C

umidità relativa interna: 98%

umidità relativa esterna: 70%

temperatura dell'aria esterna: -5 °C

**vie di allontanamento del vapore
da residenza monofamiliare**



INVOLUCRO DOTATO DI BARRERA VAPORE

vapore smaltito per **DIFFUSIONE**: 0 g/giorno

vapore smaltito per **VENTILAZIONE**: 12.000 g/giorno

INVOLUCRO SENZA BARRERA VAPORE

vapore smaltito per **DIFFUSIONE**: 1.097 g/giorno

vapore smaltito per **VENTILAZIONE**: 10.903 g/giorno

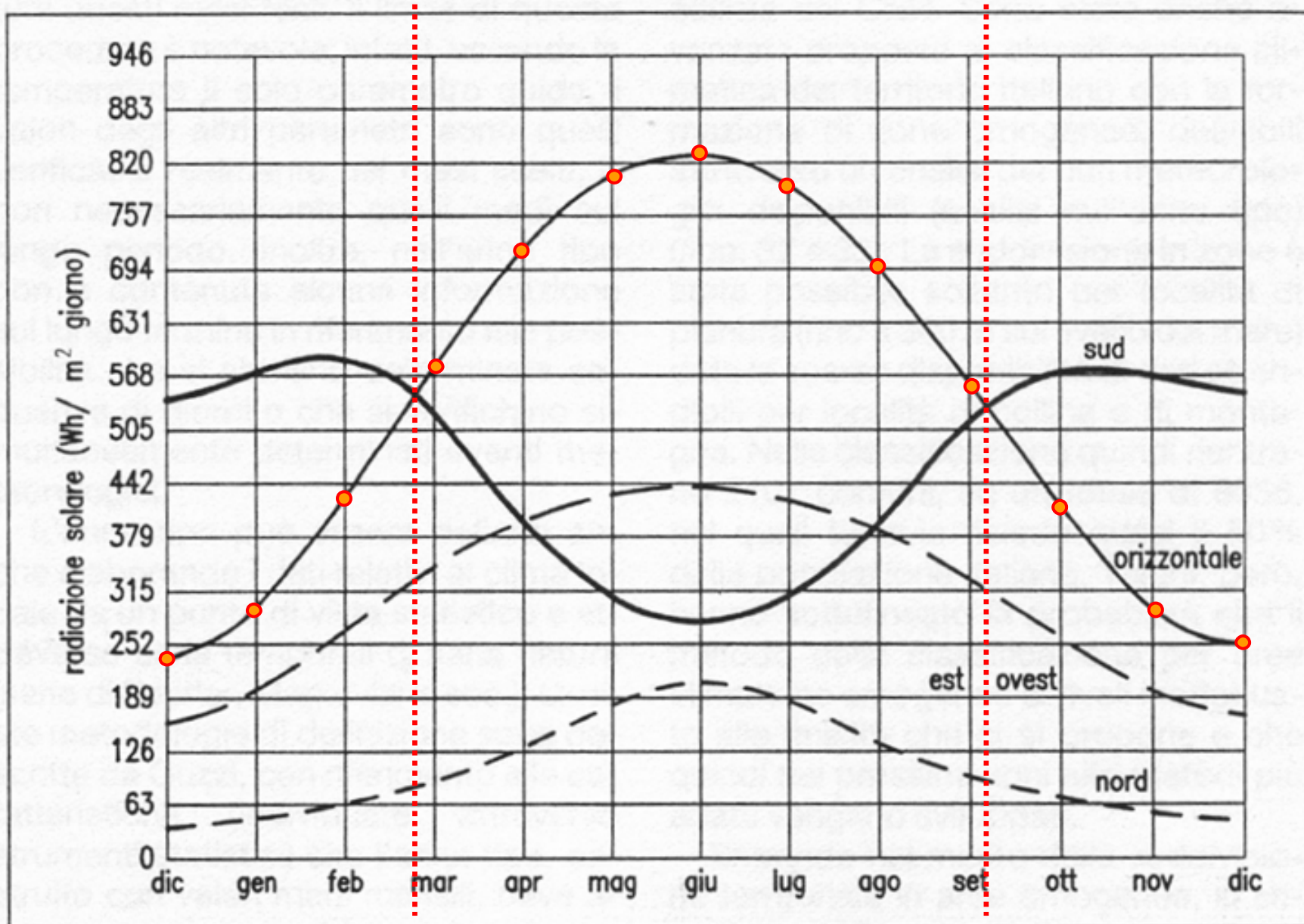
ESISTONO COPERTURE CHE RESPIRANO:
la foto lo dimostra con evidenza

12/36





rischio surriscaldamento da copertura



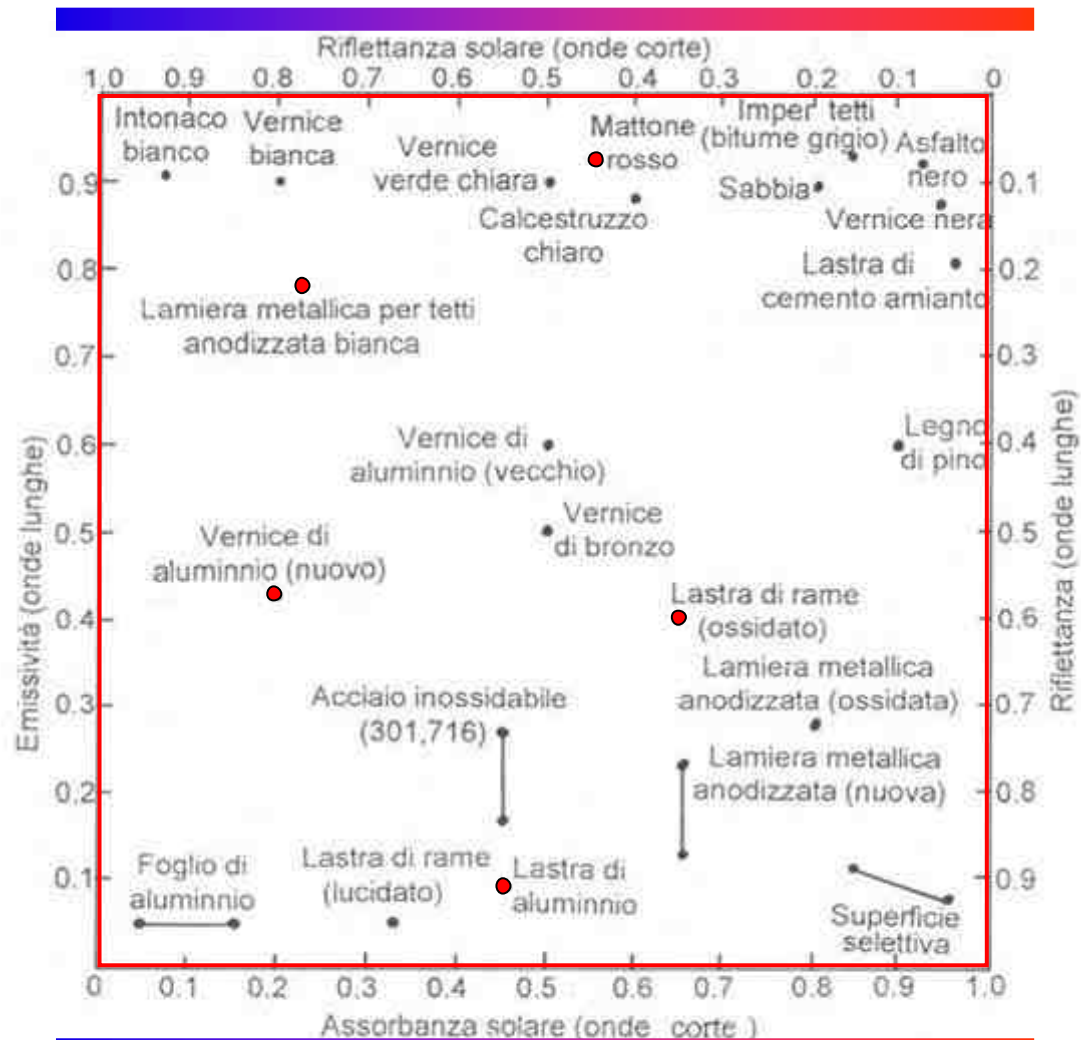


Fig. 2.15. Assorbanza e riflettanza solari (onde corte), ed emissività e riflettanza della radiazione infrarossa (onde lunghe), per diversi tipi di materiali edilizi.

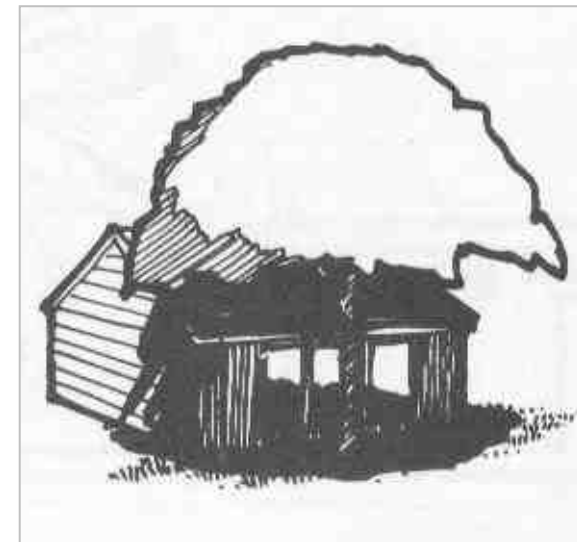
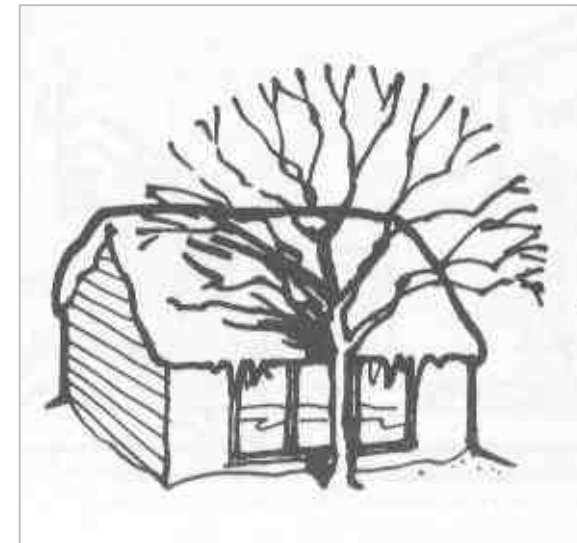
OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:
evitare la captazione solare

16/36



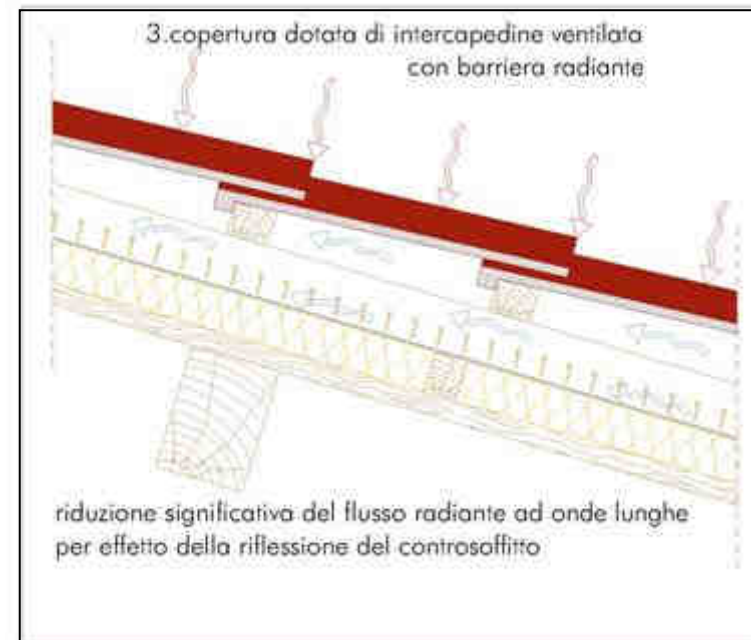
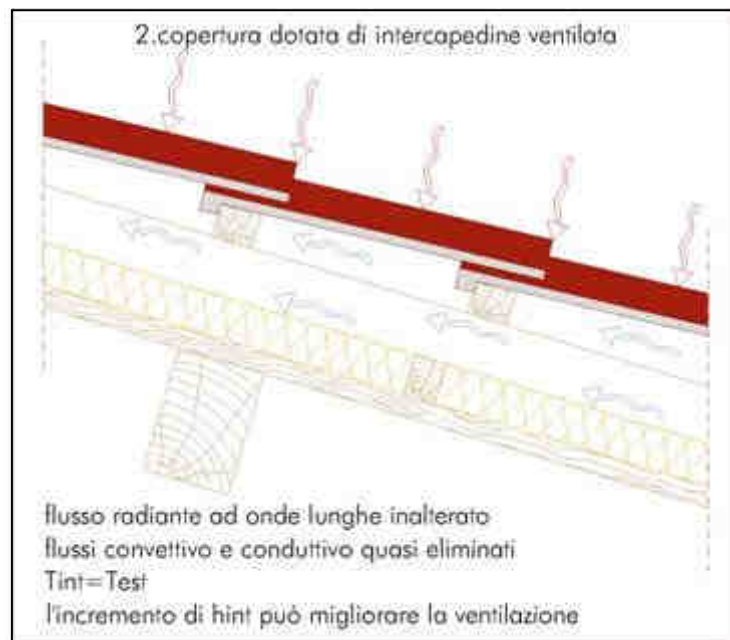
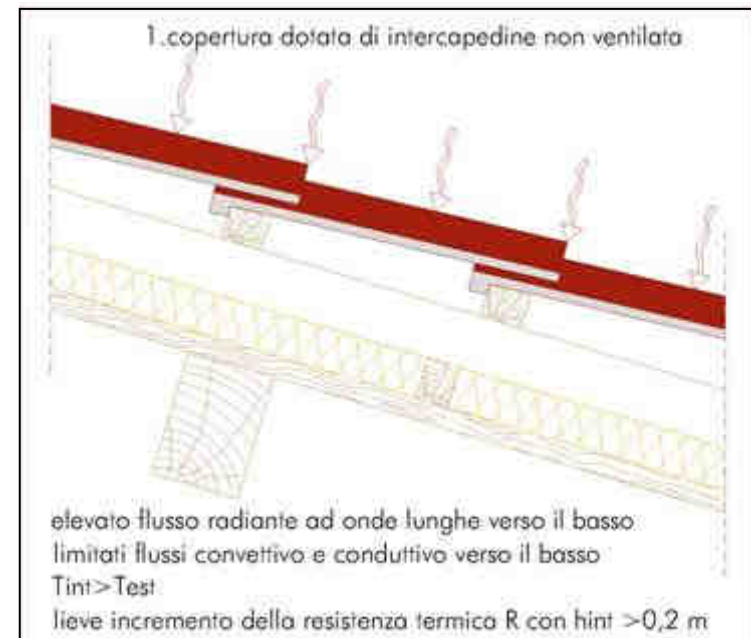
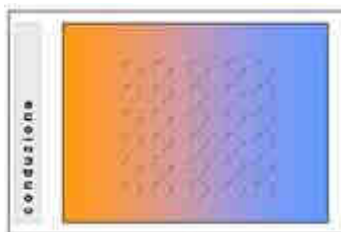
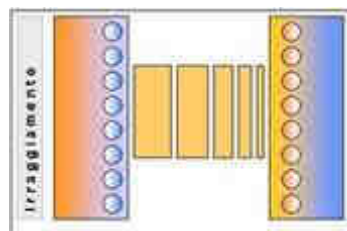
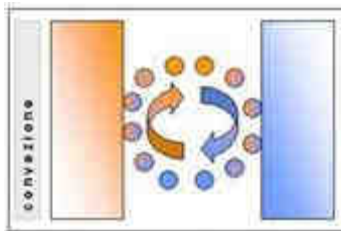
OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:
evitare la captazione solare

17/36



OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:
materiali e tecniche innovative

18/36





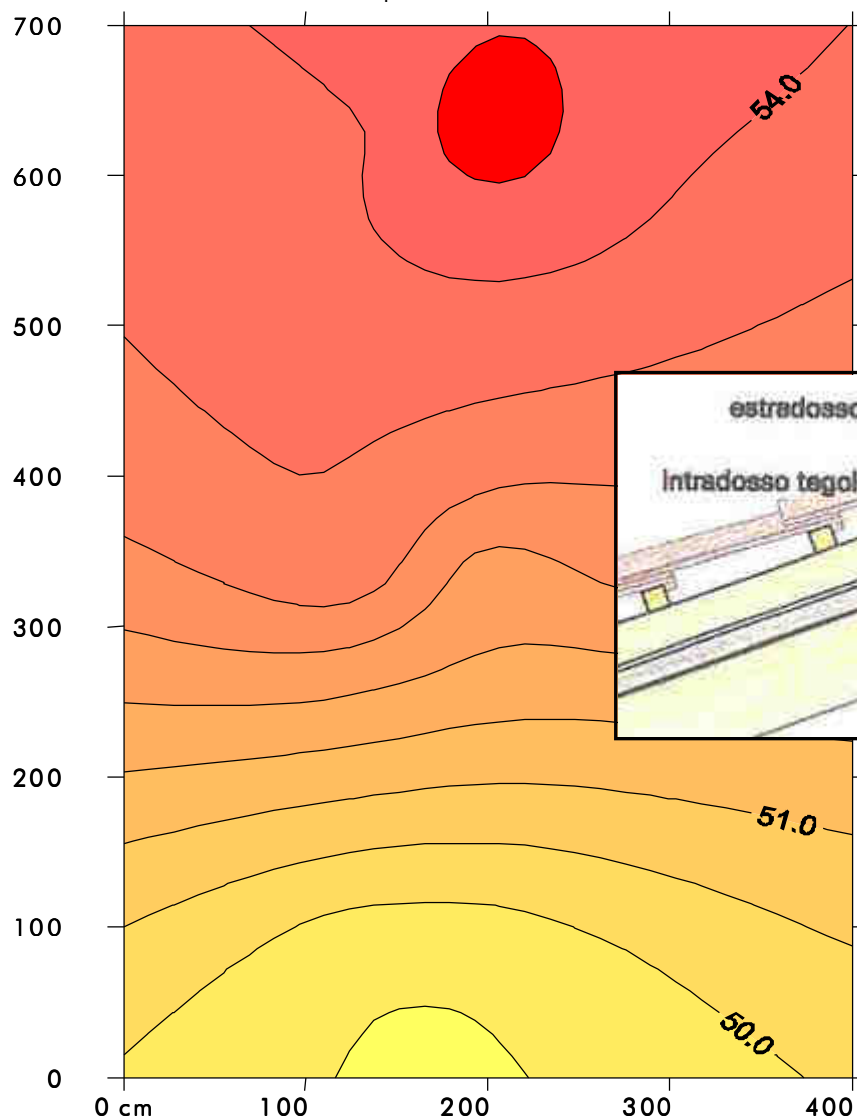
Copertura sperimentale in scala reale in ambiente reale, a due falde ventilate con esposizione nord e sud - Milano - VE
Ricerca Sperimentale IUAV 1999 Responsabile Scientifico Giovanni ZANNONI con Fabio PERON, Claudio PELLANDA



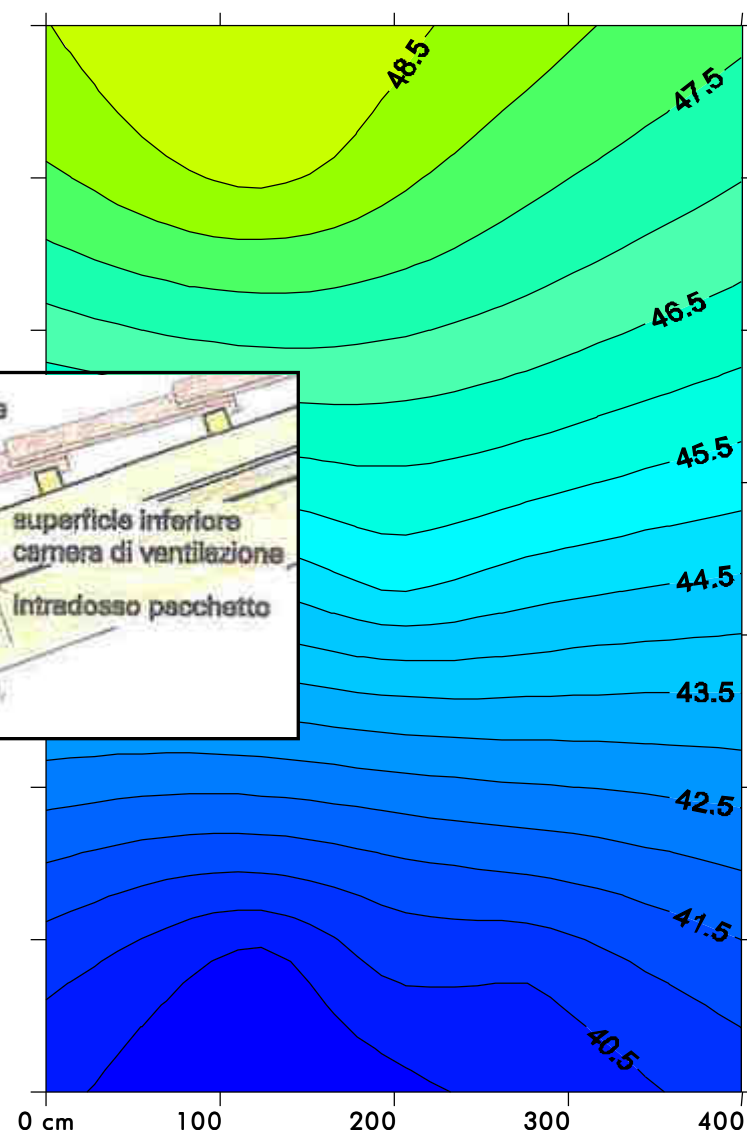
Copertura sperimentale in scala reale in ambiente reale, a due falde ventilate con esposizione nord e sud - Milano - VE
Riprese video in prossimità delle bocche di espulsione dell'aria di ventilazione evidenziata con gas tracciante
Ricerca Sperimentale IUAV 1999 Responsabile Scientifico Giovanni ZANNONI con Fabio PERON, Claudio PELLANDA

OPPORTUNITA' AMBIENTALI DIURNE:

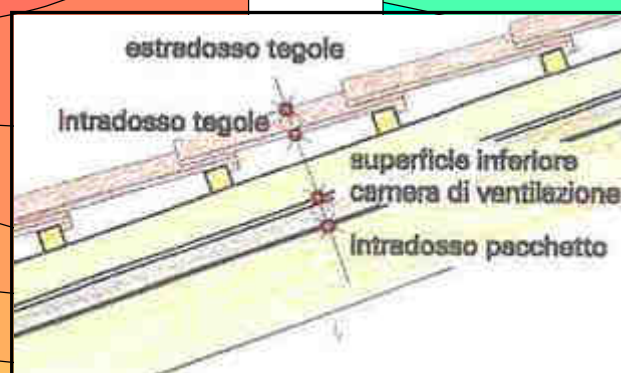
la ventilazione sottomanto passiva

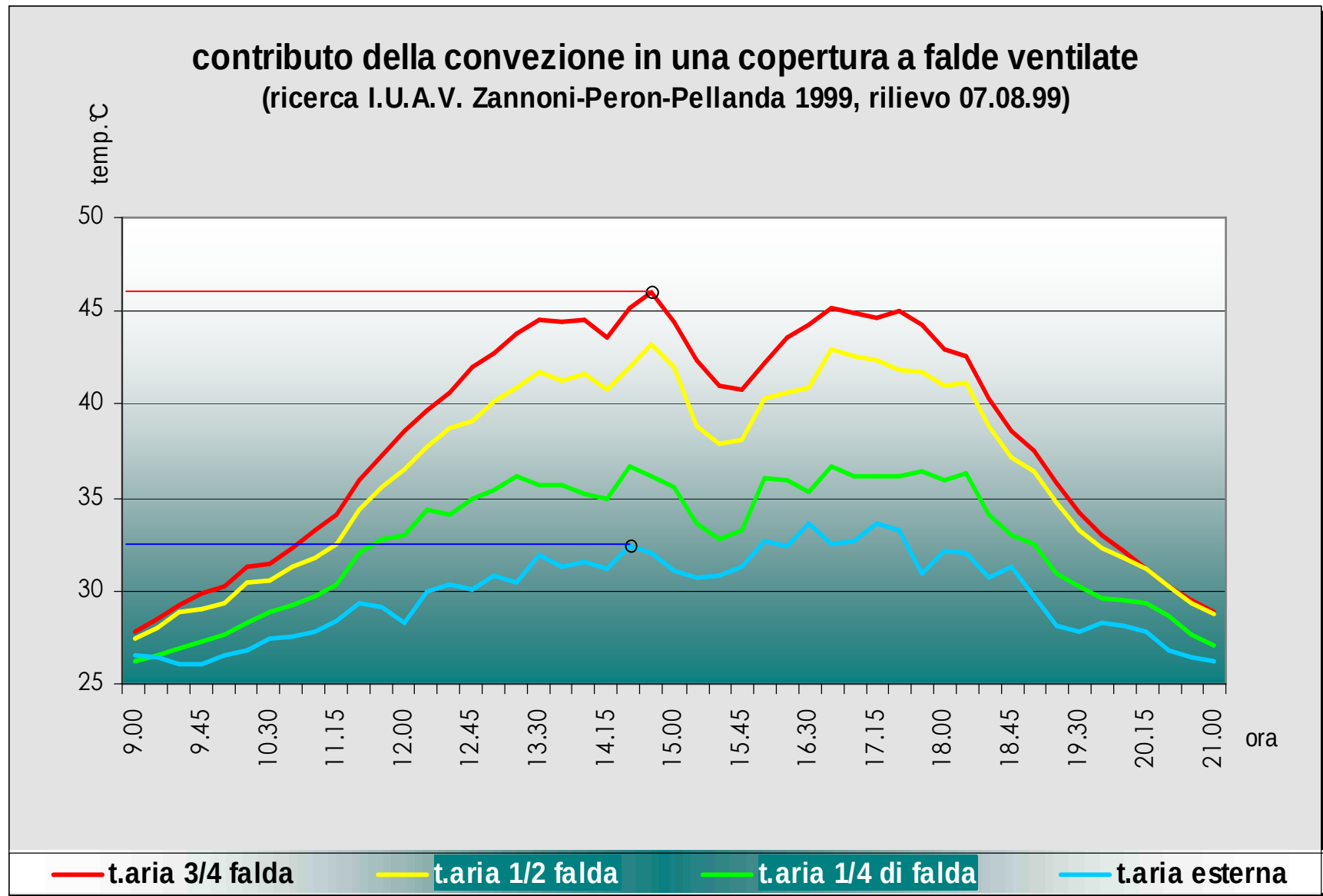


CONTRIBUTO DEL RAFFRESCAMENTO PER VENTILAZIONE: mappatura termica della superficie superiore delle intercapedini di ventilazione in copertura nell'ora in cui si sono registrate su di essa le temperature maggiori (ricerca I.U.A.V. G.Zannoni - C.Pellanda, 1999)



CONTRIBUTO DEL RAFFRESCAMENTO PER VENTILAZIONE: mappatura termica della superficie inferiore delle intercapedini di ventilazione in copertura nell'ora in cui si sono registrate su di essa le temperature maggiori (ricerca I.U.A.V. G.Zannoni - C.Pellanda 1999)





Monitoraggio nelle 24 ore di copertura sperimentale in scala reale in ambiente reale, a due falde ventilate
Ricerca IUAV 1999 Responsabile Scientifico Giovanni Zannoni con Fabio Peron, Responsabile Operativo Claudio Pellanda

OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:

diffusività termica

Materiale	Calore specifico	Densità	Capacità termica
	KJ/Kg °K	Kg/mc	KJ/mc °k
Fibreboard	1	300	300
Cemento leggero	1	600	600
Legno	1.21	600	726
Intonaco	1	1300	1300
Mattoni	0.8	1700	1360
Cemento	0.84	2100	1760
Acqua	4.2	1000	4200
PCM	5.1	1355	6910

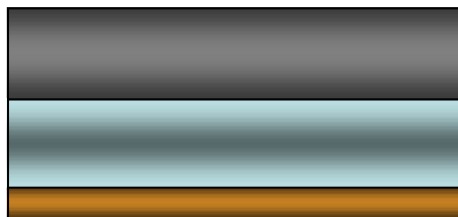
Calore specifico, densità
e capacità termica
di diversi materiali

diffusività termica $a = \lambda / c \cdot \delta$

diffusività = $\frac{\text{conducibilità}}{\text{calore specifico} \times \text{massa}}$

	densità	calore sp.	lambda	diffusività termica
	kg/m3	kJ/kgK	W/mK	m2/s*10(-5)
legno di quercia	600	2,39	0,17	0,011
legno di quercia	800	2,39	0,21	0,012
terreno	2050	1,84	0,52	0,014
sughero espanso 45	45	1,88	0,036	0,015
lana di vetro	200	0,67	0,04	0,028
mattoni asciutti	1750	0,84	0,38	0,028
mattoni asciutti	1800	0,84	0,52	0,034
sughero espanso 120	120	1,88	0,036	0,044
calcestruzzo	1900	0,88	0,81	0,049
calcestruzzo	2300	0,88	1,4	0,070
argilla	1457	0,88	1,279	0,101
marmo	2600	0,81	2,8	0,139

PREVISIONI PRESTAZIONALI:



pannello in legnocemento/legnomagnesite 60 mm 400 kg/mc

pannello in XPS 60 mm

tavolato in abete 22 mm

spessore totale 14,2 cm

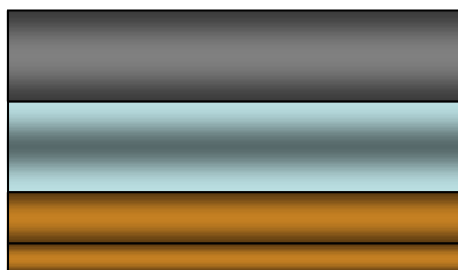
PRESTAZIONI INVERNALI

Trasmittanza: 0,32 W/m²K

PRESTAZIONI ESTIVE

Attenuazione: 0,44

Sfasamento: 8 h 35'



pannello in legnocemento/legnomagnesite 60 mm 400 kg/mc

pannello in XPS 60 mm

tavolato in abete 40 mm

tavolato in abete 22 mm

spessore totale 18,2 cm

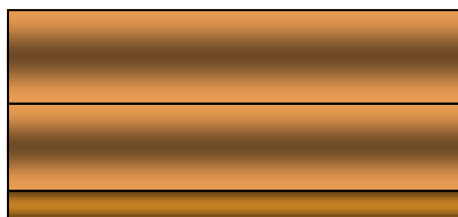
PRESTAZIONI INVERNALI

Trasmittanza: 0,27 W/m²K

PRESTAZIONI ESTIVE

Attenuazione: 0,18

Sfasamento: 12 h 55'



pannello in fibra di legno 160 kg/mc 60 mm

pannello in fibra di legno 160 kg/mc 60 mm

tavolato in abete 22 mm

spessore totale 14,2 cm

PRESTAZIONI INVERNALI

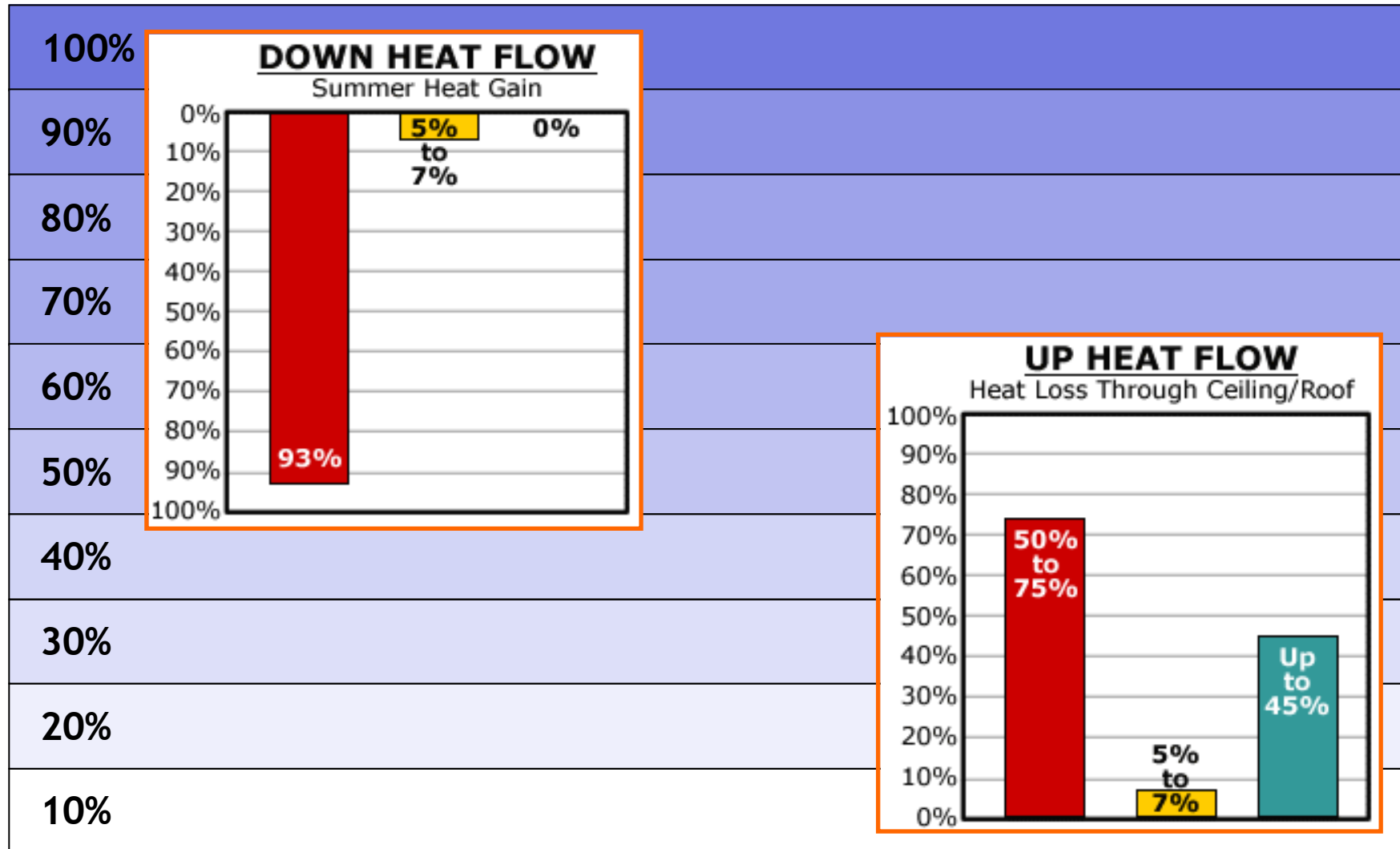
Trasmittanza: 0,31 W/m²K

PRESTAZIONI ESTIVE

Attenuazione: 0,49

Sfasamento: 7h 49'

Legge di Stefan – Boltzmann: definisce il quantitativo di energia complessiva emessa da un corpo nero: $q_0 = \delta_0 \cdot T^4$



irraggiamento

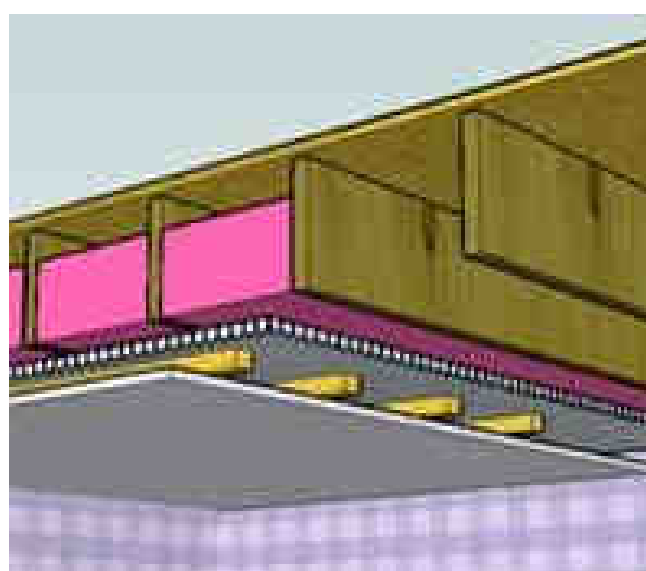


convezione



conduzione

OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:
materiali e tecniche innovative: barriere riflettenti

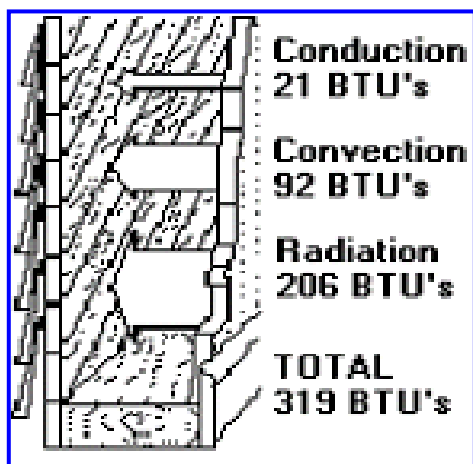


Soluzioni di installazione di barriere radianti in copertura
immagini tratte da RIMA USA

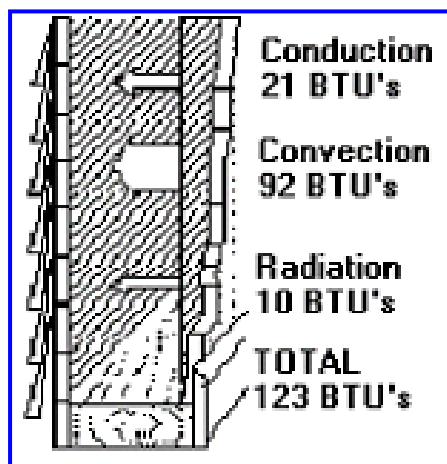
OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:

materiali e tecniche innovative: barriere riflettenti

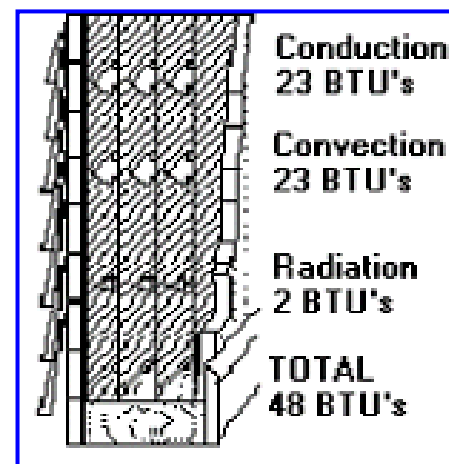
27/36



CASE 1, UNINSULATED WALL SPACE. The surfaces of ordinary building materials, including ordinary bulk insulation have a radiation or emissivity rate of about 90%, a heat ray absorption rate of over 90%. Air has low density, so conduction is slight (only 21 BTU's). Convection currents transfer 90 BTU's.



CASE 2, THE SAME WALL SPACE EXCEPT that the inner surfaces were lined with **sheets of aluminum foil** of 5% emissivity and absorptivity.* Note the drastic drop in heat flow by radiation, from 206 BTU's to 10 BTU's. Conduction and convection are unchanged. The original total heat loss of 319 BTU's drops to 123 BTU's



CASE 3, TWO SHEETS OF (5% EMISSIVE) ALUMINUM FOIL divide the wall space into 3 reflective compartments. Heat loss by radiation drops 94% from Case 1. The 2 interior sheets retard convection so that its flow falls 75%. Conduction rises only 2 BTU's; from 21 BTU's to 23 BTU's. The total heat loss drops 85% from Case 1.

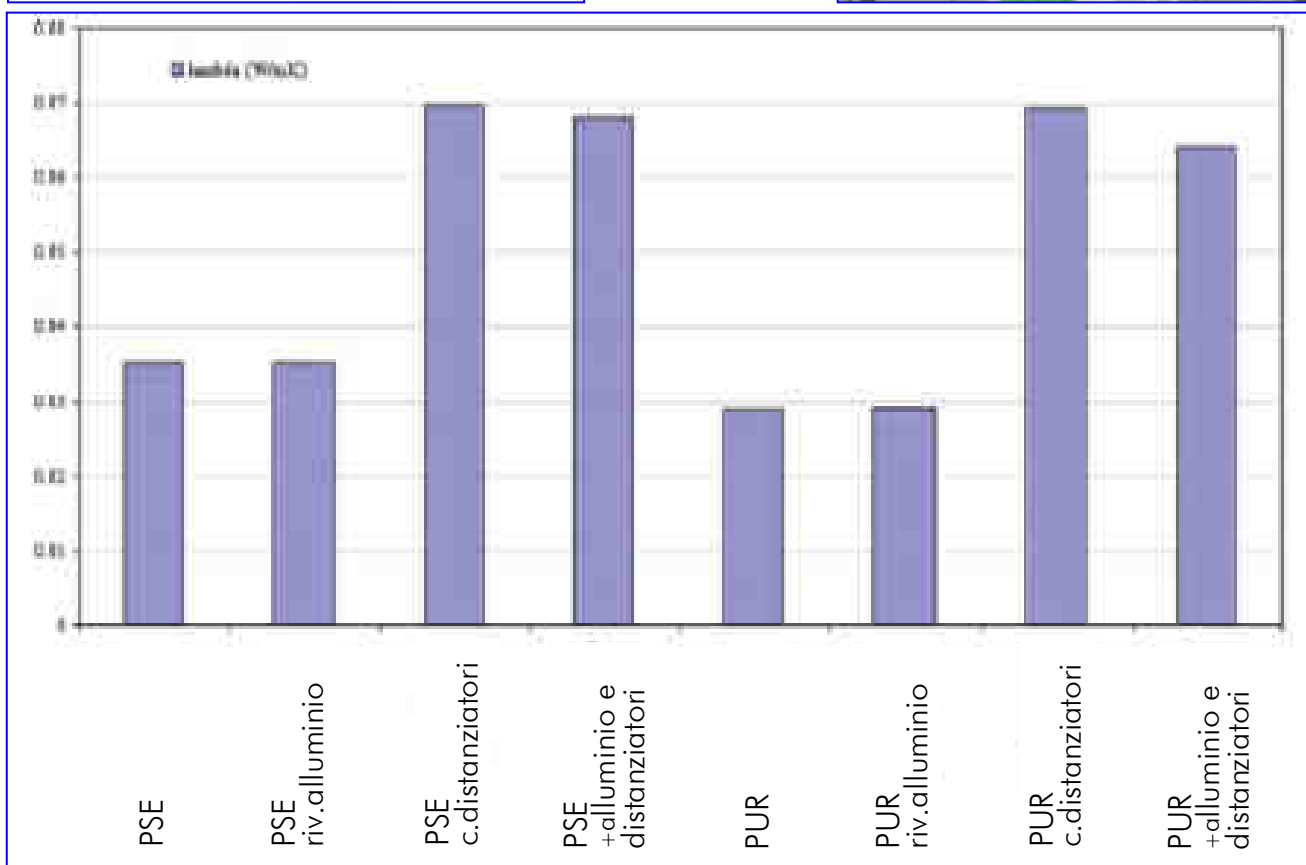
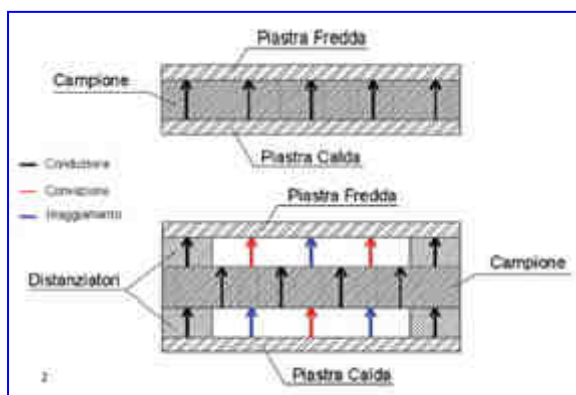
OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:
materiali e tecniche innovative: barriere riflettenti



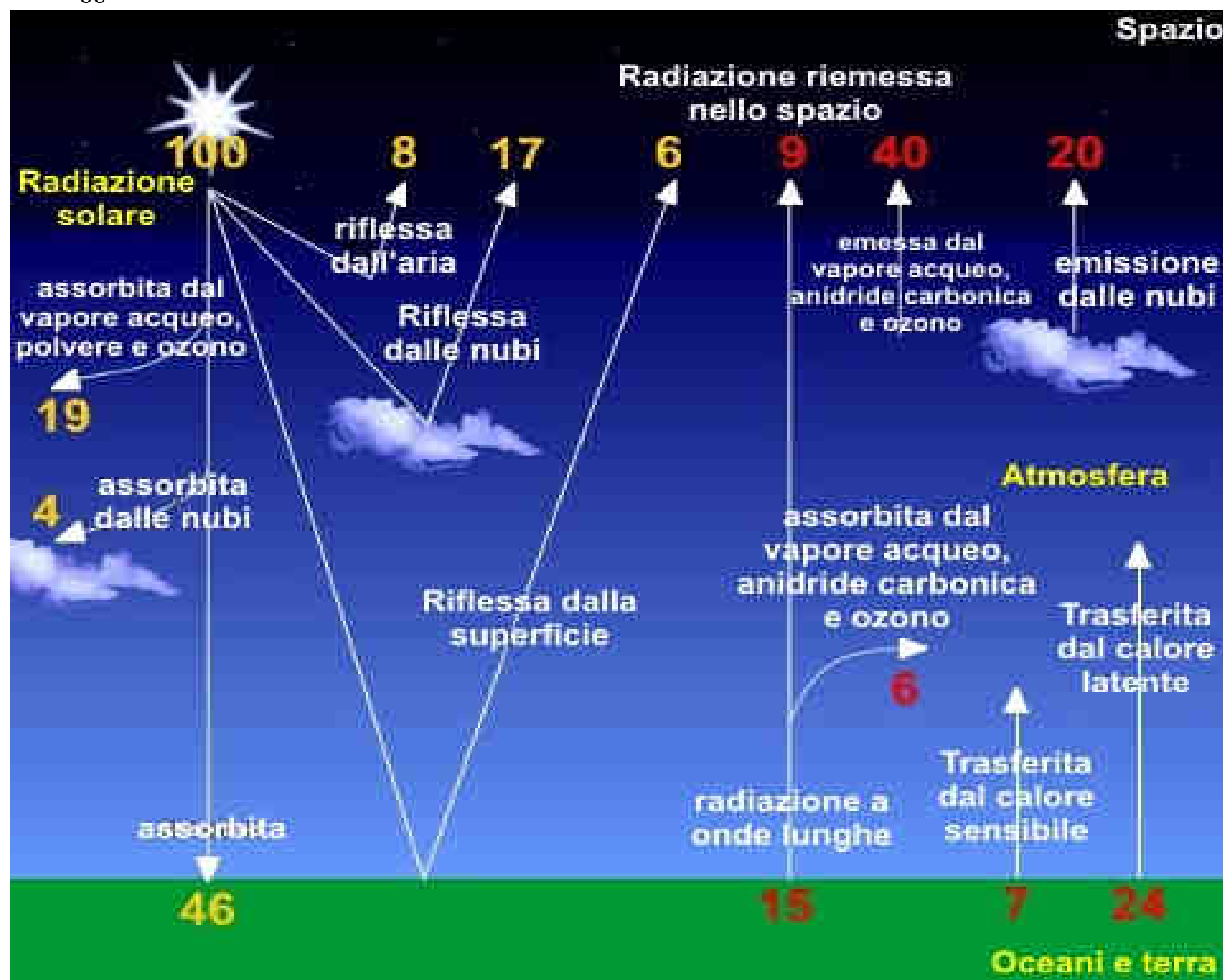
ricerca ITC-CNR S. Giuliano Milanese (Mi) M.Cristina Pollastro

OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:

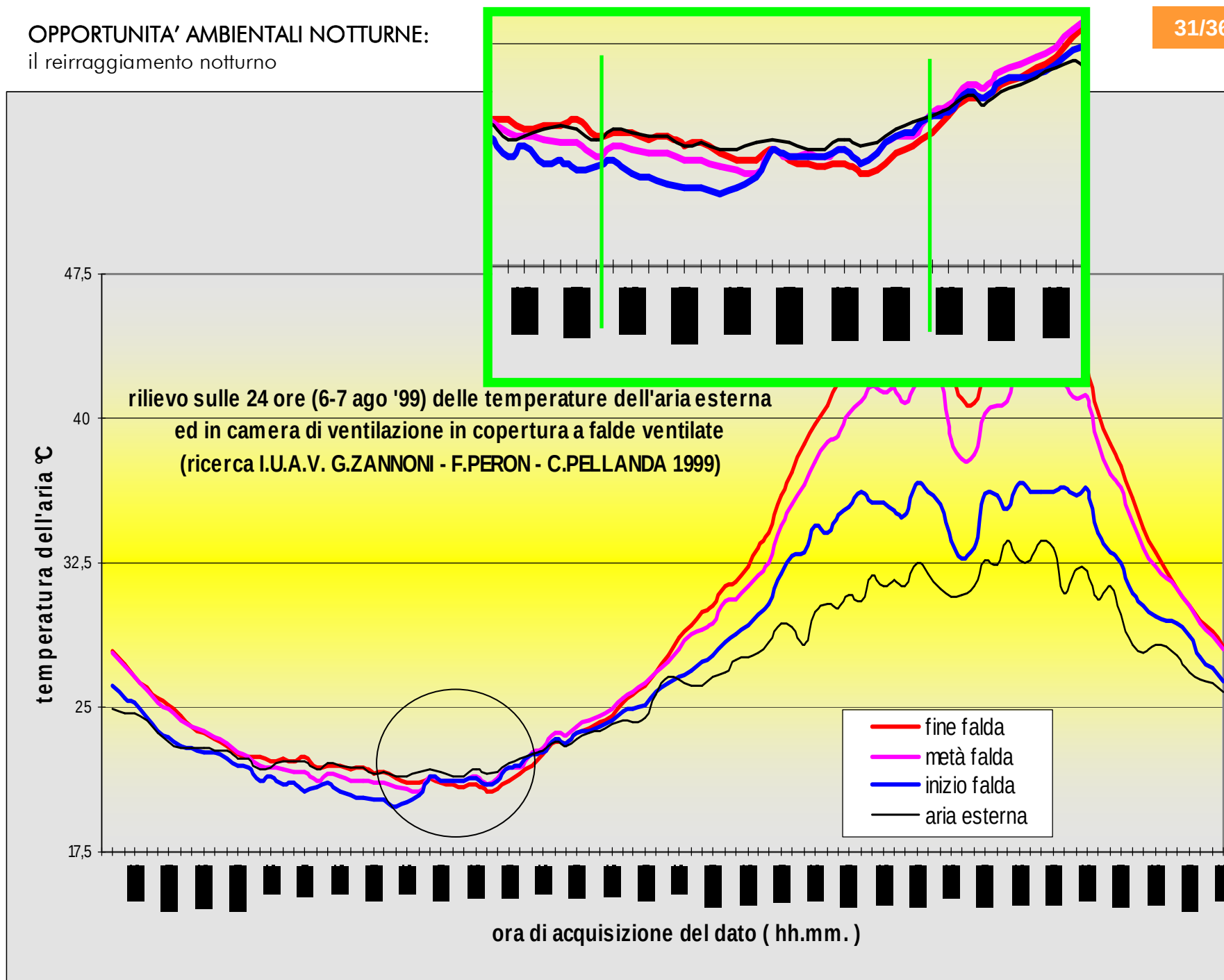
materiali e tecniche innovative: barriere riflettenti



OPPORTUNITA' AMBIENTALI NOTTURNE:
il reirraggiamento notturno

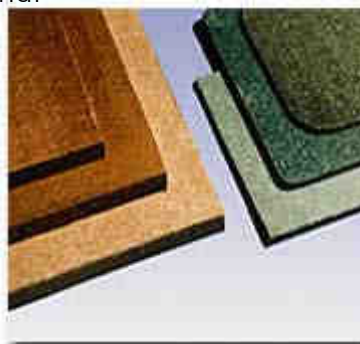
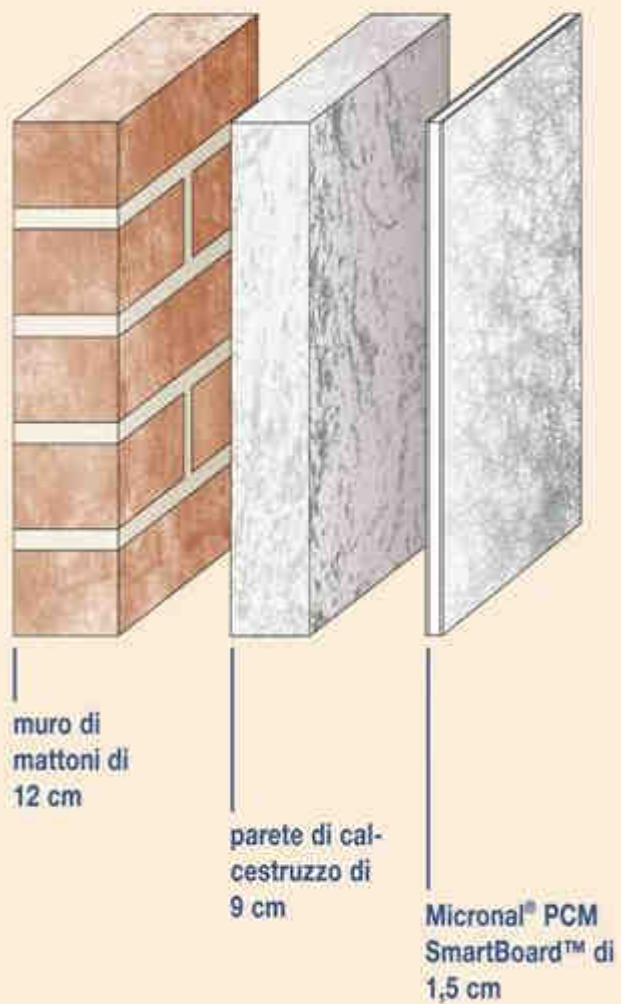


tratto da digilander.libero.it/meteocastelverde/atm.htm



OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:
materiali e tecniche innovative: Phase Change Material

**Confronto tra le capacità di accumulo
del calore**



Fonte: BASF



OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:

limitata assorbanza solare del manto, ventilazione sottomanto passiva



Assetto di prova per test comparativi termofluidodinamici. Progetto di Ricerca ITC-CNR S.Giuliano Milanese + Mazzonetto S.p.A.+ DISET Politecnico di Torino (2005-2007)
Responsabili Scientifici: Arch.Vittorio GALIMBERTI (ITC-CNR), Arch.Claudio PELLANDA (Mazzonetto SpA), Prof.Riccardo NELVA (Politecnico di Torino)

OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:

limitata assorbanza solare del manto, ventilazione sottomanto passiva

PACCHETTO DI COPERTURA TESTATO, CON MANTO METALLICO SU CUSCINO SAGOMATO IN PSE:

- manto in alluminio 7/10 tinta silver
- intercapedini isolanti h.6,5 cm
- strato isolante in PSE h 5 cm

PACCHETTO DI COPERTURA TESTATO, CON MANTO IN TEGOLE DI CEMENTO SU LISTELLI IN LEGNO:

- manto in tegole di cemento colore rosso argilla
- intercapedini isolanti h.6,5 cm
- strato isolante in PSE h 5 cm

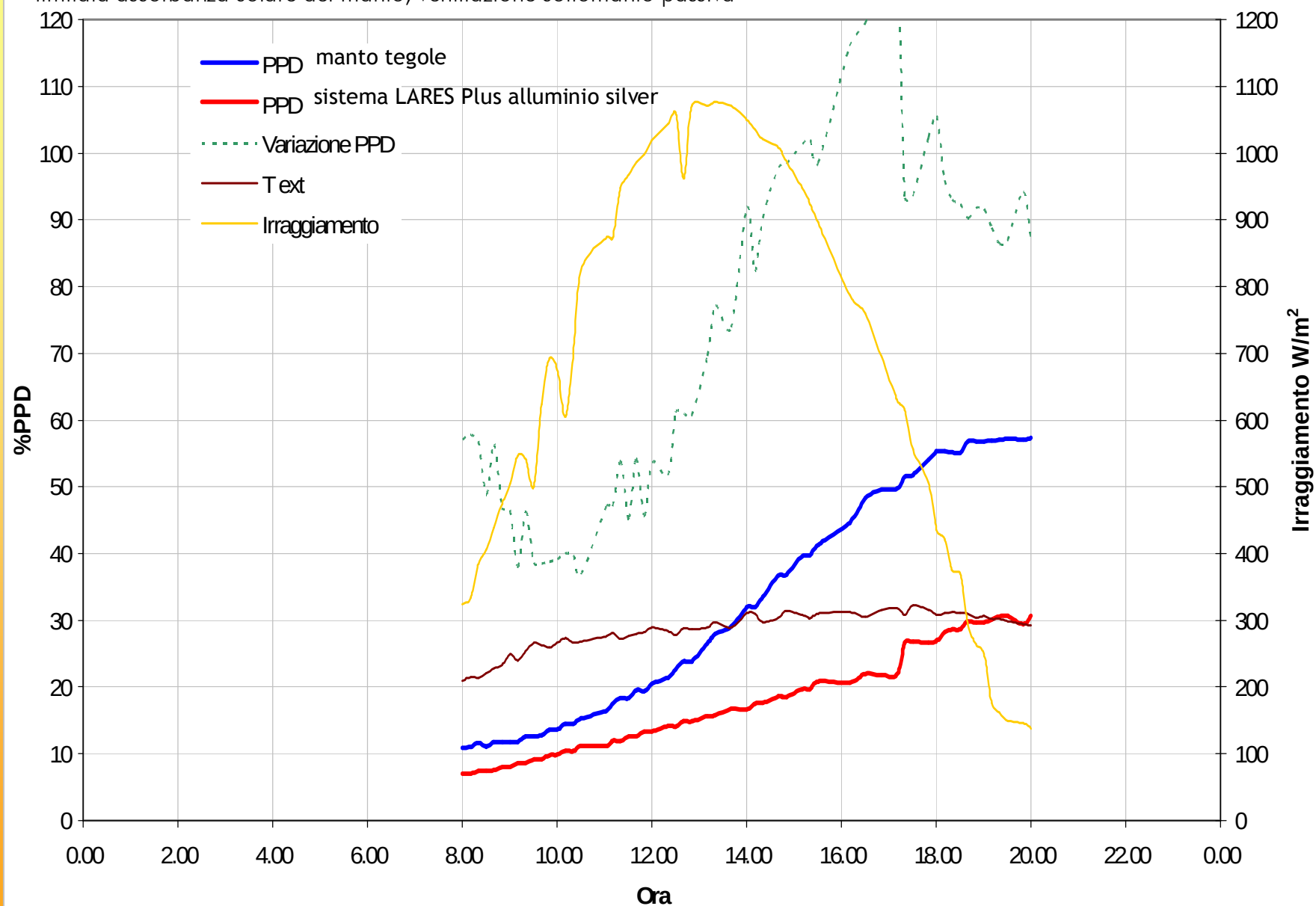


DATI PRESTAZIONALI E RAFFRONTO	<i>Copertura con manto metallico su cuscino in PSE</i>	<i>Copertura con tegole in cemento</i>	<i>variazione %</i>
Temp.aria vent. °C	43 °C	50 °C	+ 16%
Vel.aria cm/sec	16,5 cm/sec	14,0 cm/sec	- 15%
P.P.D.	0-11 %	0-24 %	+0 ÷ +118%
Consumo energetico (condizionamento estivo)	- 20% x	x	-

Assetto di prova per test comparativi termofluidodinamici. Progetto di Ricerca ITC-CNR + Mazzonetto S.p.A. + DISET Politecnico di Torino (2005-2007)
 Responsabili Scientifici: Arch.Vittorio GALIMBERTI (ITC-CNR), Arch.Claudio PELLANDA (Mazzonetto SpA), Prof.Riccardo NELVA (Politecnico di Torino)

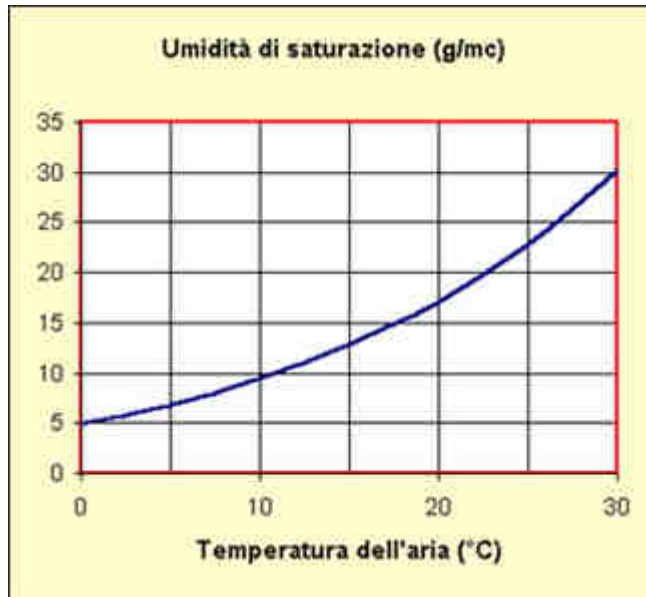
OPPORTUNITA' PRESTAZIONALI:

limitata assorbanza solare del manto, ventilazione sottomanto passiva



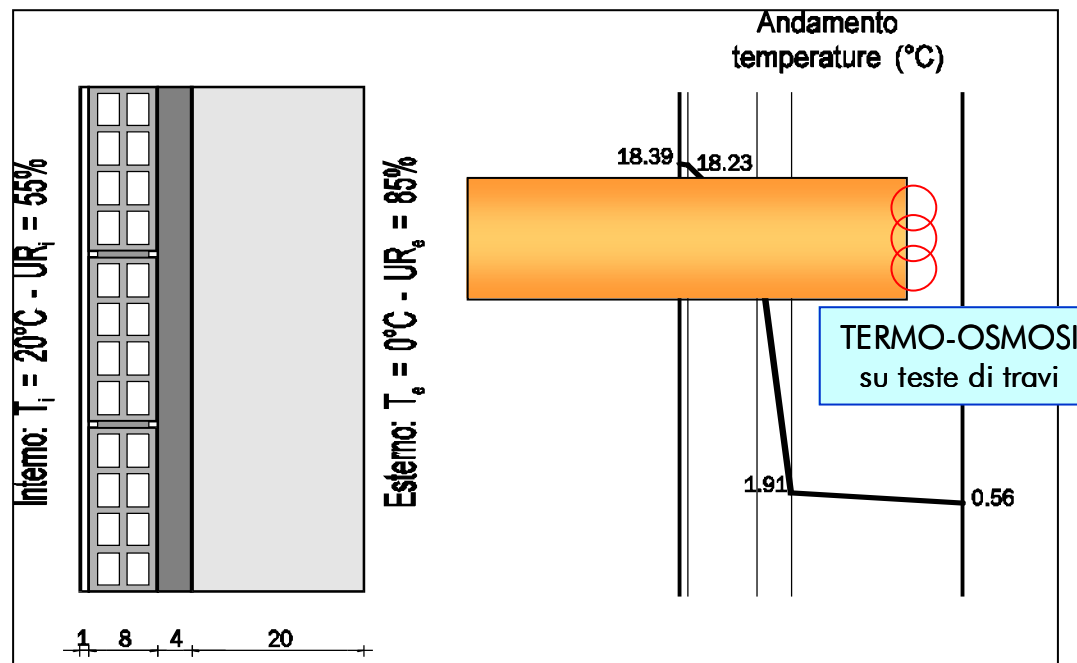
I NEMICI DELLE CHIUSURE IN LEGNO:

i ponti termici come possibile sede di deposizione di condensa



TERMOOSMOSI: in chimica fisica, particolare caso di osmosi, consistente nel passaggio di un liquido attraverso un setto poroso, provocato da una differenza di temperatura fra le due regioni separate dal setto [www.logoslibrary.eu/TEST/Treccani/T.htm]

ϕ_i (%)	$t_e = -10^\circ\text{C}$	$t_e = -5^\circ\text{C}$
50	1,8	2,1
60	1,3	1,6
70	0,94	1,1
80	0,59	0,71
90	0,28	0,34



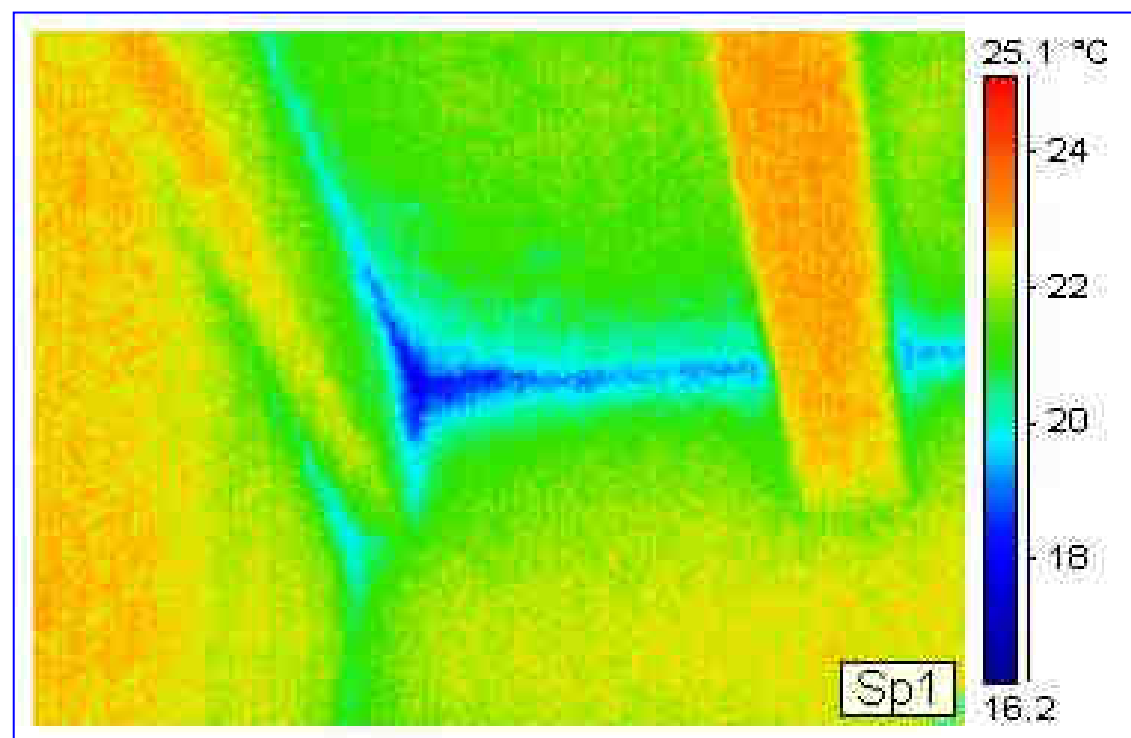
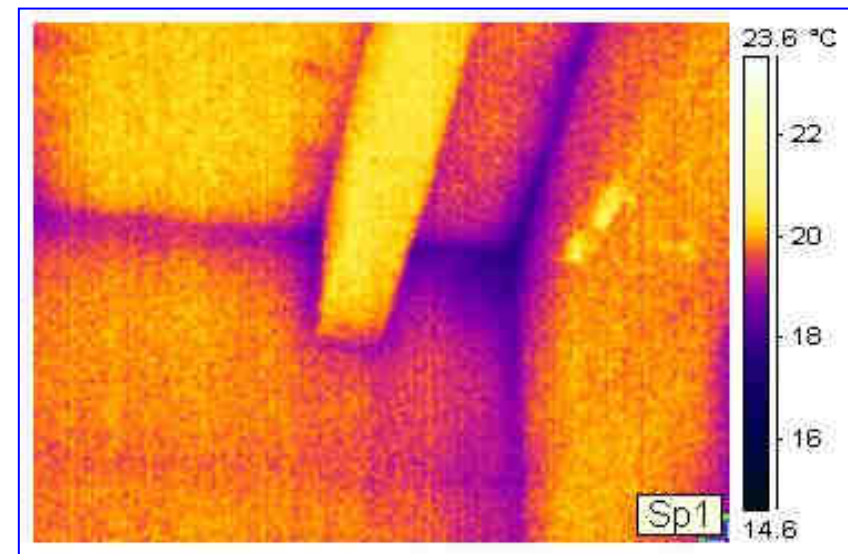
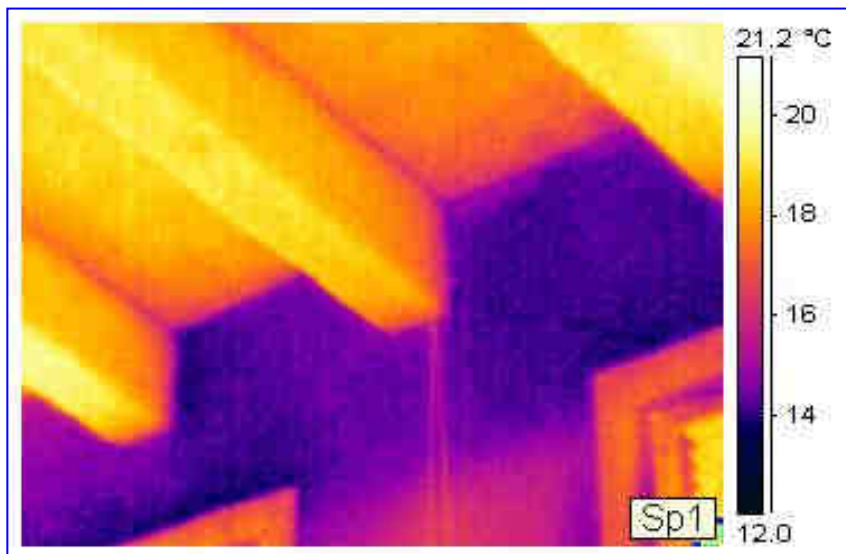
tabella

$U_{\max}$ [W/m²K] in funzione della temperatura esterna e dell'umidità relativa interna; valori validi per ambienti con $t_i = 20^\circ\text{C}$ aventi pavimenti freddi e pareti schermate con elementi permeabili all'aria.

Per superfici verticali non schermate i valori tabulati vanno moltiplicati per 1,5.

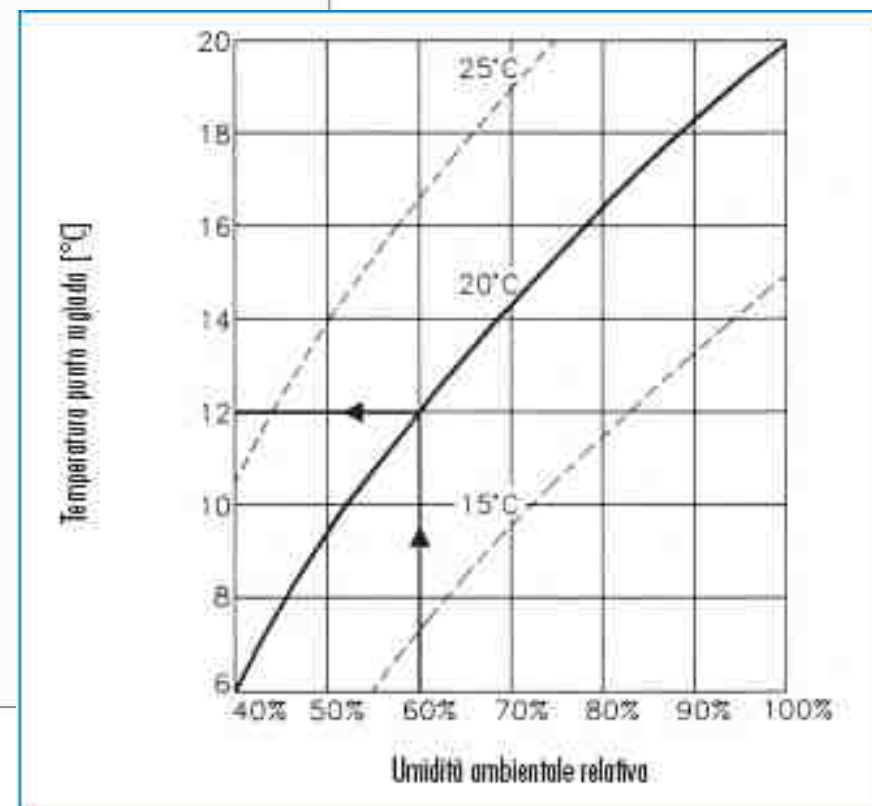
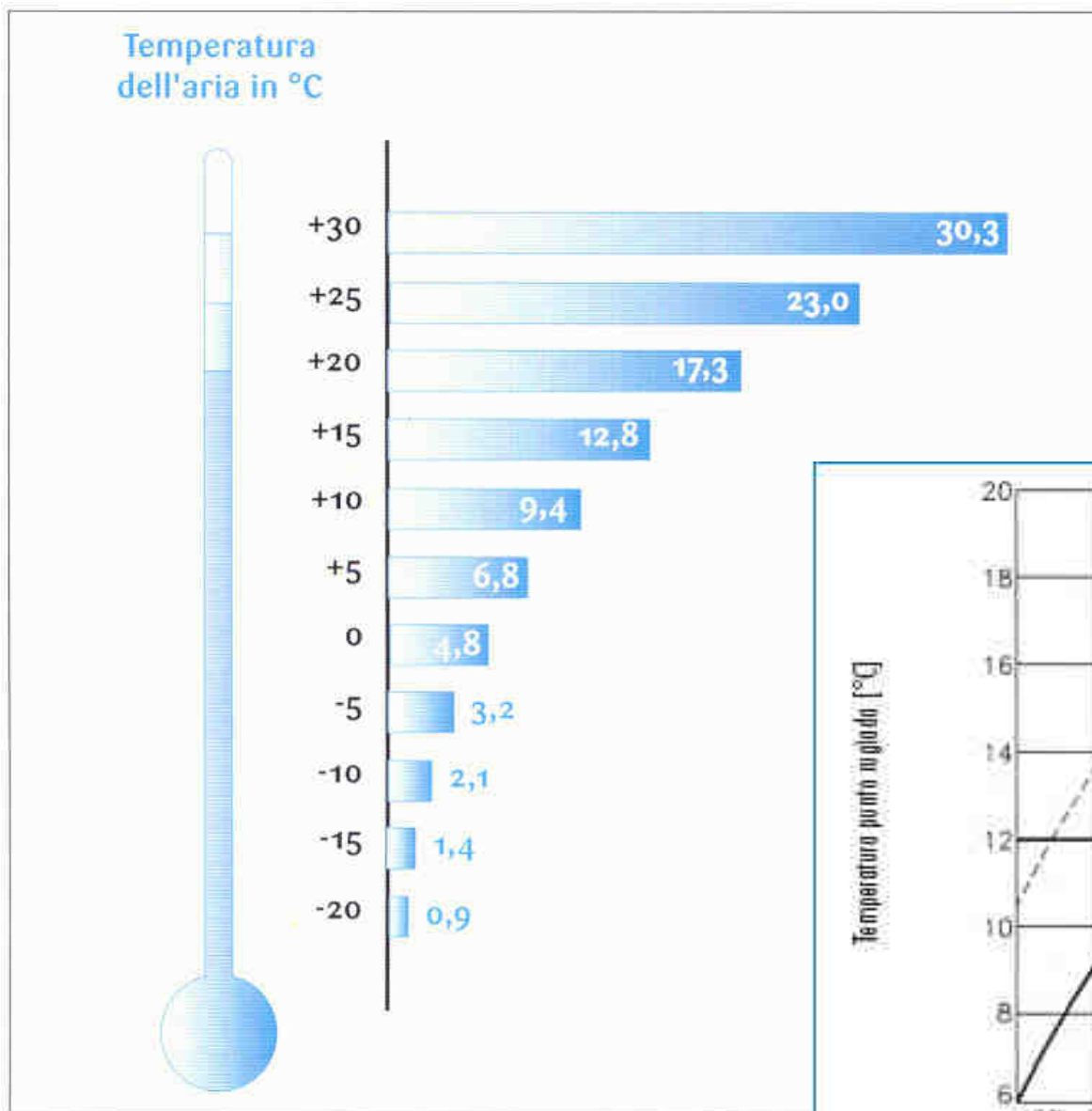
I NEMICI DELLE CHIUSURE IN LEGNO:

i ponti termici come possibile sede di deposizione di condensa



I NEMICI DELLE CHIUSURE IN LEGNO:

difetti di tenuta all'aria come possibili cause di deposizione di condensa



I NEMICI DELLE CHIUSURE IN LEGNO:

difetti di tenuta all'aria come possibili cause di deposizione di condensa

UMIDITA' ASSUNTA DAL LEGNO PER PERMANENZA IN UN AMBIENTE A DATA UMIDITA' E A DATA TEMPERATURA				
umidità relativa dell'aria	temperature in gradi centigradi			
	0	10°	20°	30°
35%	7%	7%	7%	7%
40%	8%	8%	8%	7%
45%	9%	9%	9%	8%
50%	10%	10%	9%	9%
55%	11%	10%	10%	10%
60%	12%	11%	11%	11%
65%	13%	12%	12%	12%
70%	14%	14%	13%	13%
75%	15%	15%	15%	14%
80%	17%	17%	16%	16%
85%	19%	19%	18%	18%
90%	22%	22%	21%	20%
l'umidità è espressa in percentuale del peso assolutamente secco del legno				

Fonte: "Manuale per la posa di pavimenti in legno per uso civile" Ed. Edilegno/Federlegno-Arredo, Milano, 1997



LA SOLUZIONE: TENUTA ALL'ARIA E CONTROLLO DELLA MIGRAZIONE DEL VAPORE:
sigillatura delle fessure, utilizzo di membrane a differenziata resistenza al passaggio del vapore



LA SOLUZIONE: TENUTA ALL'ARIA E CONTROLLO DELLA MIGRAZIONE DEL VAPORE:
sigillatura delle fessure sul lato caldo dell'isolante!!!

41/36



LA SOLUZIONE: TENUTA ALL'ARIA E CONTROLLO DELLA MIGRAZIONE DEL VAPORE:
sigillatura delle fessure, utilizzo di membrane a differenziata resistenza al passaggio del vapore

μ = coefficiente di resistenza al passaggio del vapore

coefficiente specifico che il materiale oppone al passaggio del vapore (non considera lo spessore)

Sd

coefficiente che il prodotto **oppone al passaggio del vapore** in relazione a uno strato equivalente di aria

$Sd = \mu \times \text{spessore del materiale in metri}$

es.muratura intonacata: $\mu=20$ spessore in metri 0,25 $Sd \quad \mu = 20 \times 0,25 = 5$

es.polistirene: $\mu=60$ spessore in metri 0,05 $Sd \quad m = 60 \times 0,05 = 3$

materiale	densità (kg/m ³)	conduttività termica λ (W/mK)	coeff. resist. al passaggio di vapor acqueo μ
cls di ghiaia e sabbia	2000	1.31	50
laterizi normali	1400	0.6	7
fibra di vetro	30	0.040	1
polistirene espanso	30	0.040	60
fibre di cellulosa	32	0.058	3
legno di abete	450	0.18	20
sughero in pannelli	130	0.045	10
velo di vetro bitumato	1200	0.23	20.000
alluminio	2700	220	2.000.000
vetro per infissi	2500	1	10 ¹⁰



PerCorsi Legno – Cerveteri – Roma, 12 settembre 2008

Chiusure in legno: prestazioni acustiche di chiusure leggere

Claudio Pellanda prof.a.c.Università IUAV Venezia

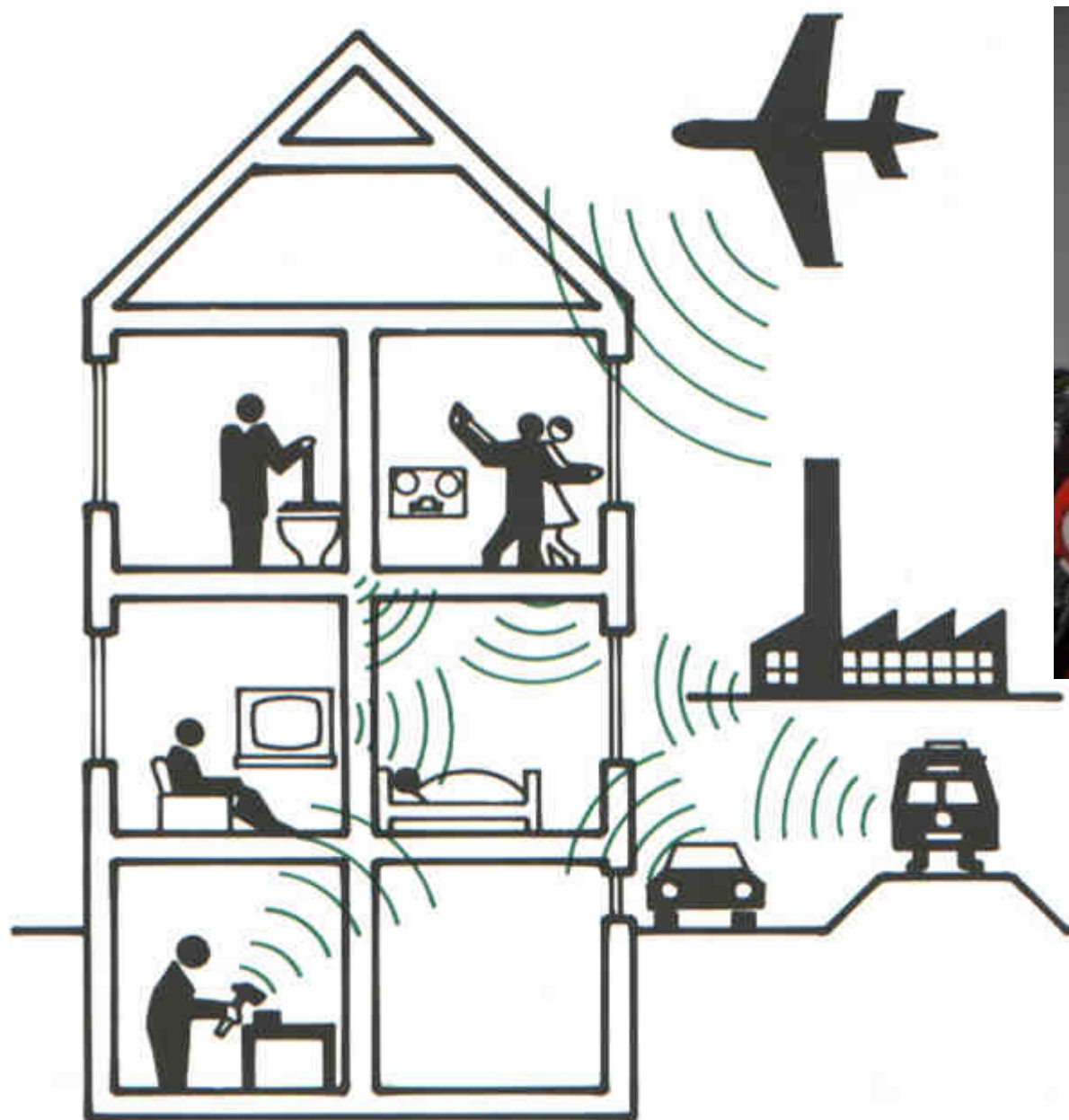
pellanda@iuav.it

presentazione scaricabile dal sito:

www.klimark.it – area download

TENUTA ALL'ARIA E PROPAGAZIONE DEL RUMORE:

il rumore è una perturbazione che si trasmette nell'aria: dove passa aria passa rumore



TENUTA ALL'ARIA E PROPAGAZIONE DEL RUMORE:

il rumore è una perturbazione che si trasmette nell'aria: dove passa aria passa rumore

Struttura in latero-cemento

Spessore isolante d (mm)	Trasmittanza tetto U (W/m ² K)	Potere fonoisolante R _w * (dB)
60	0,45	56
80	0,37	56
100	0,31	56
120	0,27	56

Struttura in legno

Spessore isolante d (mm)	Trasmittanza tetto U (W/m ² K)	Potere fonoisolante R _w * (dB)
60	0,47	32
80	0,38	35
100	0,32	37
120	0,28	38

La trasmittanza del tetto U è stata calcolata secondo il metodo di calcolo EN 6946

* Valore teorico ottenuto secondo il metodo di calcolo EN 12354-1

DALLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO A QUELLE A SECCO:
maggiori rischi – maggiori opportunità

46/36



DALLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO A QUELLE A SECCO:
maggiori opportunità per pacchetti multistrato e materiali tra loro più compatibili

47/36



DALLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO A QUELLE A SECCO:

incremento della massa - desolidarizzazione degli strati (massa + molla) – aggiunta di materiale fonoassorbente

Aufbau	Bezeichnung	Bewerteter Normtritt- schallpegel $L_{n,T}$	Trittschall- verbesse- rungs-maß $\Delta L_{n,T}$	Bewertetes Schall- dämmmaß R_w
1 Nr. 4.1.5	50 mm Zementestrich 30 mm GUTEX Thermofloor 31/30 Rohdecke wie Aufbau 10	79 dB	10 dB ¹⁾	47 dB
2 Nr. 4.1.6	50 mm Zementestrich 30 mm GUTEX Thermofloor 31/30 20 mm GUTEX Thermofloor 21/20 Rohdecke wie Aufbau 10	75 dB	10 dB ¹⁾	49 dB
3 Nr. 4.1.7	50 mm Zementestrich 30 mm GUTEX Thermofloor 31/30 50 mm Kalksplittschüttung (m ca. 72 kg/m³) Rohdecke wie Aufbau 10	60 dB		66 dB
4 Nr. 4.5.7	19 mm Dielenboden auf Systemleiste verschraubt 40 mm GUTEX Thermosafe-nf mit Systemleiste 20 mm GUTEX Thermofloor 21/20 50 mm Kalksplittschüttung (m ca. 72 kg/m³) Rohdecke wie Aufbau 10	57 dB		59 dB
5 Nr. 4.5.8	19 mm Dielenboden auf Systemleiste verschraubt 40 mm GUTEX Thermosafe-NF mit Systemleiste 20 mm GUTEX Thermofloor 21/20 50 mm Kalksplittschüttung (m ca. 72 kg/m³) Rohdecke wie Aufbau 9	49 dB		67 dB
6 Nr. 4.1.8	50 mm Zementestrich 20 mm GUTEX Thermofloor 21/20 50 mm Kalksplittschüttung (m ca. 72 kg/m³) Rohdecke wie Aufbau 9	50 dB	11 dB ¹⁾	71 dB
7 Nr. 4.1.9	50 mm Zementestrich 2x20 mm GUTEX Thermofloor 21/20 50 mm Kalksplittschüttung (m ca. 72 kg/m³) Rohdecke wie Aufbau 9	48 dB	15 dB ¹⁾	70 dB

RUMORE IMPATTIVO: incremento della massa
desolidarizzazione degli strati (massa + molla)

RUMORE AEREO desolidarizzazione degli strati (massa + molla)
aggiunta di materiale fonoassorbente in intercapedine o in superficie

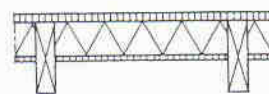
DALLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO A QUELLE A SECCO: maggiori opportunità per pacchetti multistrato

Comparaison des performances acoustiques de 12 planchers

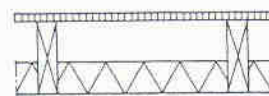
Solutions courantes



1 Plancher simple avec solives apparentes (a)
Panneau de particules CTB-H 16 mm
Solives en bois massif 60 x 220 mm 220 mm
Hauteur 236 mm
 $R = 32 \text{ dB}$ $L_{n1} = 82 \text{ dB}$



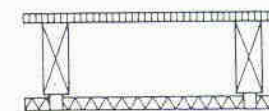
2 Plancher isolé avec plafond entre solives (a)
Panneau de particules CTB-H 25 mm
Solives en bois massif 60 x 220 mm 220 mm
Isolant en laine minérale entre solives 100 mm
Panneau de particules CTB-X 16 mm
Hauteur 245 mm
 $L_{n1} = 71 \text{ dB}$



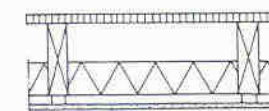
3 Plancher isolé avec plafond suspendu à contre-lattage en bois (a)
Panneau de particules CTB-H 25 mm
Solives en bois massif 60 x 220 mm 220 mm
Isolant en laine minérale entre solives 100 mm
Contre-lattage en bois 20 mm
Plaque de plâtre 13 mm
Hauteur 278 mm
 $R = 46 \text{ dB}$ $L_{n1} = 69 \text{ dB}$



4 Plancher en bois massif apparent en sous-face (b)
Panneau OSB 22 mm
Panneau de fibres tendres (Homatherm Ted-system I) 60 mm
Plancher en bois massif 120 mm
Hauteur 242 mm
 $R = 54 \text{ dB}$ $L_{n1} = 63 \text{ dB}$

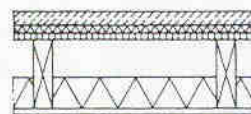


5 Plancher avec plafond suspendu isolé (d)
Panneau de particules CTB-H 25 mm
Solives en bois massif 60 x 220 mm 220 mm
Suspentes métalliques 50 mm
Isolant en laine minérale en continu sur les plaques de plâtre 45 mm
Plaque de plâtre 13 mm
Hauteur 308 mm

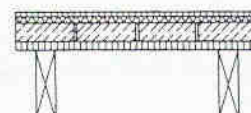


6 Plancher isolé avec plafond suspendu par suspentes métalliques (a)
Panneau de particules CTB-H 25 mm
Solives en bois massif 60 x 220 mm 220 mm
Isolant entre solives 100 mm
Suspentes métalliques 27 mm
Plaque de plâtre 13 mm
Hauteur 285 mm
 $R = 54 \text{ dB}$ $L_{n1} = 52 \text{ dB}$

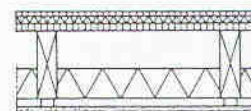
Solutions acoustiquement performantes



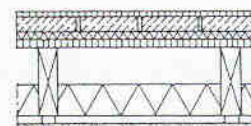
7 Chape en ciment et plafond suspendu (a)
Chape en ciment 40 mm
Film polyane
Laine minérale haute densité 30/25 mm
Panneau de particules CTB-H 25 mm
Solives en bois massif 60 x 220 mm 220 mm
Isolant en laine minérale entre solives 100 mm
Contre-lattage en bois 20 mm
Plaque de plâtre 13 mm
Hauteur 318 mm
 $R = 54 \text{ dB}$ $L_{n1} = 56 \text{ dB}$ $L_{n2} = 49 \text{ dB}$



8 Sol flottant sur pavés béton, solives apparentes (a)
Panneau de particules CTB-H 16 mm
Laine minérale haute densité 30/25 mm
Pavés ou dalles en béton (120 kg/m²) 60 mm
Panneau de particules 25 mm
Solives en bois massif 60 x 220 mm 220 mm
Hauteur 346 mm
 $R = 55 \text{ dB}$ $L_{n1} = 55 \text{ dB}$ $L_{n2} = 46 \text{ dB}$



9 Sol flottant et plafond suspendu (a)
Panneau de particules CTB-H 16 mm
Laine minérale haute densité 30/25 mm
Panneau de particules CTB-H 25 mm
Solives en bois massif 60 x 220 mm 220 mm
Isolant en laine minérale entre solives 100 mm
Suspentes métalliques 27 mm
Plaque de plâtre 13 mm
Hauteur 326 mm
 $R = 57 \text{ dB}$ $L_{n1} = 51 \text{ dB}$ $L_{n2} = 44 \text{ dB}$



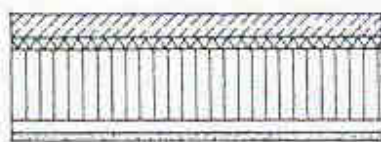
10 Pavés béton et plafond suspendu (a)
Panneau de particules CTB-H 16 mm
Pavés ou dalles béton 50 mm
Laine minérale haute densité 30/25 mm
Panneau de particules CTB-H 25 mm
Solives en bois massif 60 x 220 mm 220 mm
Isolant en laine minérale entre solives 100 mm
Suspentes métalliques 27 mm
Plaque de plâtre 13 mm
Hauteur 376 mm
 $R = 58 \text{ dB}$ $L_{n1} = 48 \text{ dB}$ $L_{n2} = 42 \text{ dB}$



11 Plancher en bois massif avec chape en ciment et plafond suspendu (a)
Chape flottante en ciment 50 mm
Film polyane
Laine minérale haute densité 30/25 mm
Plancher en bois massif 150 mm
Suspentes métalliques 27 mm
Plaque de plâtre 13 mm
Hauteur 265 mm
 $R = 63 \text{ dB}$

SOLAI INTERMEDI: TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO:

la massa desolidarizzata, la sigillatura di ogni discontinuità di strato



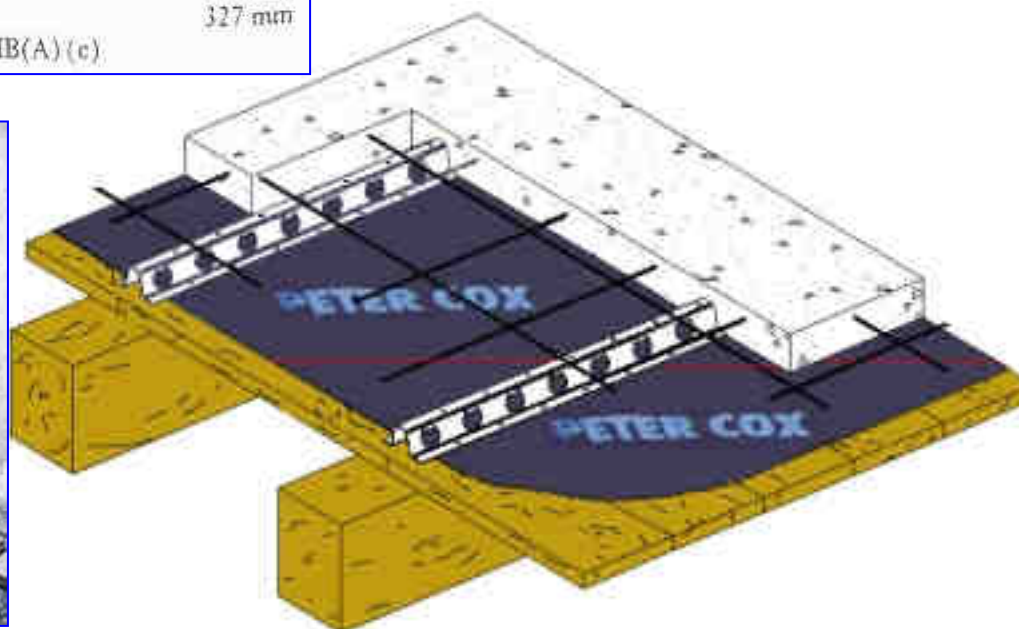
11 Plancher en bois massif avec chape en ciment et plafond suspendu (a)

Chape flottante en ciment	50 mm
Film polyane	
Laine minérale haute densité	30/25 mm
Plancher en bois massif	150 mm
Suspentes métalliques	27 mm
Plaque de plâtre	13 mm
Hauteur	265 mm
$R = 63 \text{ dB}$	



12 Plancher collaborant bois-béton (a et c)

Chape flottante en ciment	50 mm
Laine minérale haute densité	30/25 mm
Dalle en béton armé	100 mm
Film polyane	
Platelage en bois	22 mm
Solives en bois lamellé-collé	
80 x 140 mm	140 mm
Hauteur	327 mm
$R = 55 \text{ dB (a)} \quad L_{nxt} = 86 \text{ dB(A) (c)}$	

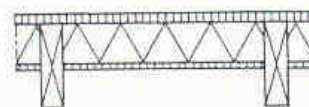


SOLAI INTERMEDI: TECNOLOGIE COSTRUTTIVE A SECCO:

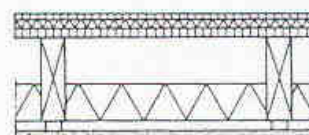
solai in legno massiccio – solai a travi e tamponamento (struttura in vista o meno)



4 Plancher en bois massif apparent en sous-face (b)
 Panneau OSB 22 mm
 Panneau de fibres tendres (Homatherm Ted-system I) 60 mm
 Plancher en bois massif 120 mm
 Hauteur 242 mm
 $R = 54 \text{ dB}$ $L_{n1} = 63 \text{ dB}$



2 Plancher isolé avec plafond entre solives (a)
 Panneau de particules CTB-H 25 mm
 Solives en bois massif 60 x 220 mm 220 mm
 Isolant en laine minérale entre solives 100 mm
 Panneau de particules CTB-X 16 mm
 Hauteur 245 mm
 $L_{n1} = 71 \text{ dB}$



9 Sol flottant et plafond suspendu (a)
 Panneau de particules CTB-H 16 mm
 Laine minérale haute densité 30/25 mm
 Panneau de particules CTB-H 25 mm
 Solives en bois massif 60 x 220 mm 220 mm
 Isolant en laine minérale entre solives 100 mm
 Suspentes métalliques 27 mm
 Plaque de plâtre 13 mm
 Hauteur 326 mm
 $R = 57 \text{ dB}$ $L_{n1} = 51 \text{ dB}$ $L_{n2} = 44 \text{ dB}$



DALLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO A QUELLE A SECCO:

maggiori opportunità per pacchetti multistrato e materiali tra loro più compatibili

Prestazioni acustiche

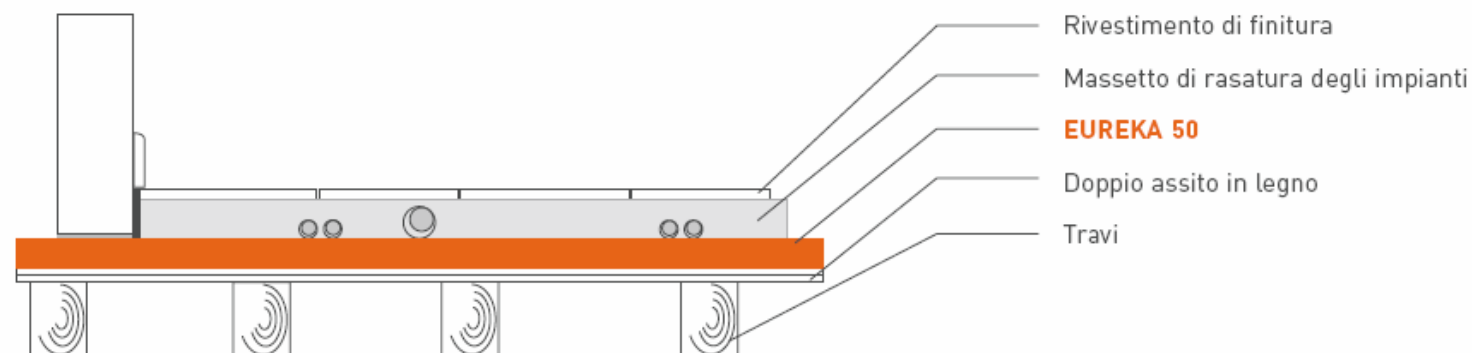
Descrizione	U.d.M.	Valore	Riferimenti	Note
Rw	dB	48	UNI EN ISO 140-3 - UNI EN ISO 717-1	del solo prodotto
rigidità dinamica apparente s't	MN/m ³	2	UNI EN 29052-1	
frequenza di risonanza f ₀	Hz	16	UNI EN 29052-1	
ΔL	dB	44	UNI EN 12354-2 UNI/TR 11175	peso massetto sopostante 115 kg/m ²

Scopo generico

EUREKA 50 è stato creato per garantire alte prestazioni di fonoisolamento alle strutture leggere con esigenze estreme di abbattimento acustico che, da sole, non possiedono caratteristiche tali da garantire i requisiti di isolamento dal rumore aereo richiesti dalla legislazione vigente.

Applicazioni

Generalmente impiegato all'interno di strutture orizzontali leggere come i solai in legno, per i quali risulta assai efficace sia per l'isolamento aereo che per il calpestio.





Misurazione del potere fonoisolante del pannello in PSE stampato accoppiato a finitura in rame naturale (6/10 mm) su tavolato in abete di sp.24 mm con telo traspirante
n. OR 2.3.5 test 2.3.5.1

Risultato: indice di valutazione del potere fonoisolante $R_w (C;Ctr) = 35 (-1;-4)$ dB

Misurazione del potere fonoisolante del pannello in PSE stampato accoppiato finitura in rame naturale (6/10 mm) su tavolato in abete di sp.24 mm con telo traspirante, pannello di 7 mm fibre di poliestere termolegate + 12,5 mm lastra in gesso rivestito h.d. + 19 mm fibre di legno (250 kg/mc ca.)
n. OR 2.3.5 test 2.3.5.3

Risultato: indice di valutazione del potere fonoisolante $R_w (C;Ctr) = 44 (-2;-7)$ dB

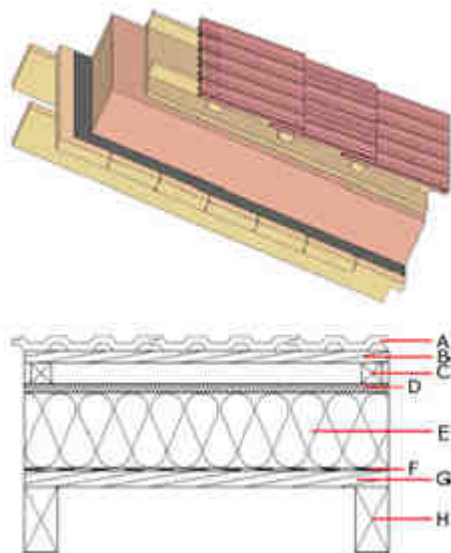
referimenti normativi: norme UNI EN ISO 140-3:1997 e UNI EN ISO 717-1:1997

Ricerca ITC CNR S.Giuliano Milanese: V.Galimberti, C.Pellanda con F.Scamoni, F.Valentini

DALLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO A QUELLE A SECCO:

maggiori opportunità per pacchetti multistrato e materiali tra loro più compatibili

Tetto spiovente (a rigore con pendenza > 35°) - travetti a vista, retroventilato, -



Valutazione fisico-costruttiva ed ecologica

Protezione dal fuoco	F	30
	REI	30

Nel calcolo statico degli elementi lignei della costruzione bisogna considerare 20 mm di profondità di combustione
Valutazione effettuata da IRS

Protezione termica	$U_{\text{eff}} [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$	0,13
	Comportamento alla diffusione	adatto
	$m_{\text{eff}} [\text{kg}/\text{m}^2]$	34,1

Calcolo effettuato da RFA

Protezione dal rumore	$R_{\text{w}} [C_{\text{w}}]$	44 (-2; -8)
	$L_{\text{w}} [C_{\text{w}}]$	-

con copertura in tegole $R_{\text{w}} = 43 (-2; -8)$ dB

Valutazione effettuata da TCM

Ecologia*	OD_{tot}	48,7
-----------	-------------------	------

Calcolo effettuato da IRO

Dati dei materiali per la costruzione, composizione degli strati (dall'esterno all'interno, dimensioni in mm)

	Spessore	Materiale da costruzione	Protezione termica				Combust.	
			λ	$\mu \text{ min} - \text{max}$	ρ	c	ON	EN
A		Tegola di cemento oppure tegola in laterizio			2100		A	
B	30,0	Legno di abete liscellatura (30/50)	0,110	50	400	2.500	B2	D
C	50,0	Legno di abete Controlistellatura (altezza min. 50 mm)	0,110	50	400	2.500	B2	D
D	22,0	Pannello di fibra di legno a bassa densità	0,045	2 - 5	250	2.100	B2	E
E	200,0	Pannello isolante di fibra di legno ($\rho=0,040$; $R=200$) l'isolamento sopra o sotto l'orditura	0,040	5 - 7	200	2.500	B2	E
F		Barriera antivapore sd $\geq 1 \text{ m}$			1000			
G	40,0	Legno di abete (giunto) maschio-femmina, rivestimento per protezione dal fuoco	0,110	50	400	2.500	B2	D
H		Legno da costruzione secondo la statica	0,110	50	400	2.500	B2	D

*Valutazione ecologica dettagliata

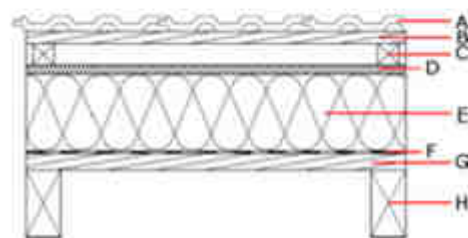
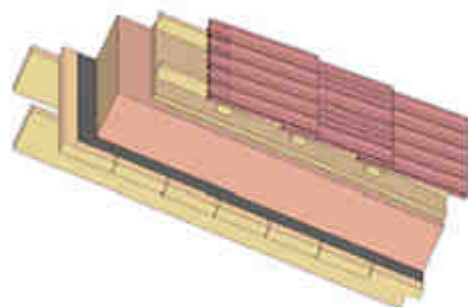
GWP	AP	PEI _{no}	PEI _e	EP	POCP
[kg CO ₂ eq]	[kg SO ₂ eq]	[MJ]	[MJ]	[kg PO ₄ eq]	[kg C ₂ H ₄ eq]
-130,4	0,479	1.286,6	2.967,0	0,029	0,031

tratto da: www.dataholz.com

DALLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO A QUELLE A SECCO:

maggiori opportunità per pacchetti multistrato e materiali tra loro più compatibili

Tetto spiovente (a rigore con pendenza > 35°) - travetti a vista, retroventilato, -



Valutazione fisico-costruttiva ed ecologica

Protezione dal fuoco	F	30
	REI	30

Nel calcolo statico degli elementi lignei della costruzione bisogna considerare 20 anni di profondità di combustione
Valutazione effettuata da IIS

Protezione termica	U[W/m²K]	0,14
	Comportamento alla diffusione	idoneo
	m _{tot} [kg/m²]	34,1

Calcolo effettuato da HTA

Protezione dal rumore	R _a [C.C.]	44 (-3; -8)
	L _{tot} (C ₁)	-

con copertura in tegole R_a = 43 (-3; -8) dB

Valutazione effettuata da TCM

Ecologia*	OG _{tot}	56,2
-----------	-------------------	------

Calcolo effettuato da IBO

Dati dei materiali per la costruzione, composizione degli strati
(dall'esterno all'interno, dimensioni in mm)

	Spessore	Materiali da costruzione	Protezione termica				Combust.	
			λ	u min - max	ρ	c	OH	EN
A		Tegola di cemento oppure tegola in laterizio			2100		A	
B	30,0	Legno di abete liscellatura (30/50)	0,110	50	400	2,500	B2	D
C	50,0	Legno di abete Controlistellatura (altezza min. 50 mm)	0,110	50	400	2,500	B2	D
D	22,0	Pannello di fibra di legno a bassa densità	0,045	2 - 5	250	2,100	B2	E
E	200,0	Lana di roccia [0,040; R=180] l'isolamento sopra o sotto l'orditura	0,040	1	180	1,030	A	A1
F		barriera antivapore sd 2 l/m			1000			
G	40,0	Legno di abete (giunto maschio-femmina; rivestimento per protezione dal fuoco)	0,110	50	400	2,500	B2	D
H		legno da costruzione secondo la statica	0,110	50	400	2,500	B2	D

*Valutazione ecologica dettagliata

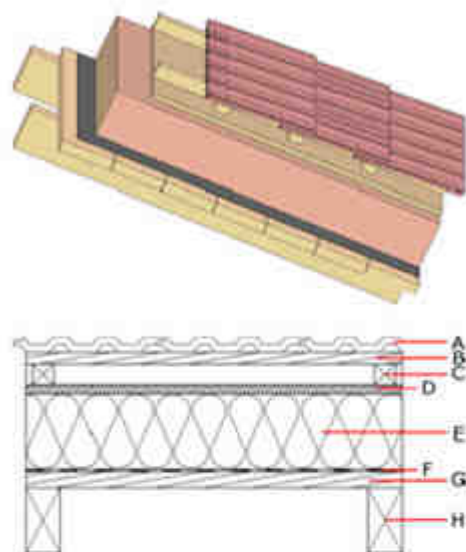
GWP [kg CO ₂ eq]	AP [kg SO ₂ eq]	PEI na [MJ]	PEI e [MJ]	EP [kg PO ₄ eq]	POCP [kg C ₂ H ₄ eq]
-36,4	0,473	1.065,7	2.023,2	0,028	0,024

tratto da: www.dataholz.com

DALLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO A QUELLE A SECCO:

maggiori opportunità per pacchetti multistrato e materiali tra loro più compatibili

Tetto spiovente (a rigore con pendenza $> 35^\circ$) - travetti a vista, retroventilato, -



Valutazione fisico-costruttiva ed ecologica

Protezione dal fuoco	F	30
	REI	30

Nel calcolo statico degli elementi lignei della costruzione bisogna considerare 20 mm di profondità di combustione
Valutazione effettuata da IES

Protezione termica	$U [W/m^2K]$	0,18
	Comportamento alla diffusione	libero
	$m_{s, tot} [kg/m^2]$	24,1

Calcolo effettuato da HFA

Protezione dal rumore	$R_w (dB)$	42 (+2, -8)
	$L_{n,w} (dB)$	-

con copertura in tegole $R_w = 41 (+2, -8) dB$

Verifica a cura di TCM

Ecologia*	OD_{lim}	29,1
-----------	------------	------

Calcolo effettuato da IRO

Dati dei materiali per la costruzione, composizione degli strati (dall'esterno all'interno, dimensioni in mm)

Specie	Materiali da costruzione	Protezione termica				Combust.	
		λ	$\mu_{min} - \mu_{max}$	ρ	c	ON	EN
A	Tegola di cemento oppure tegola in laterizio			2100		A	
B	30,0 Legno di abete listellatura (30/50)	0,110	50	400	2.500	B2	D
C	50,0 Legno di abete Controlistellatura (altezza min. 50 mm)	0,110	50	400	2.500	B2	D
D	22,0 Pannello di fibra di legno a bassa densità	0,045	2 - 5	250	2.100	B2	E
E	160,0 Pannello isolante di fibra di legno (0,040, $P=200$) l'isolamento sopra o sotto l'orditura	0,040	5 - 7	200	2.500	B2	E
F	barriera antigrigio sd $\geq 1m$			1000			
G	40,0 Legno di abete (giunto) maschio/femmina, rivestimento per protezione dal fuoco	0,110	50	400	2.500	B2	D
H	legno da costruzione secondo la statica	0,110	50	400	2.500	B2	D

*Valutazione ecologica dettagliata

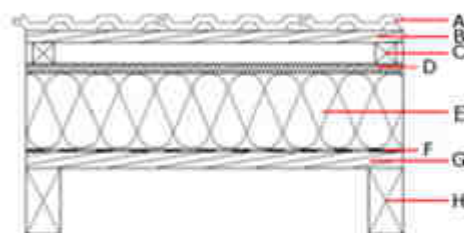
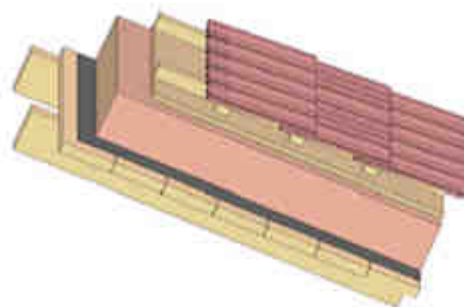
GWP	AP	PEI ne	PEI e	EP	POCP
$[kg CO_2 eq]$	$[kg SO_2 eq]$	$[MJ]$	$[MJ]$	$[kg PO_4 eq]$	$[kg C_2 H_4 eq]$
1098,8	0,377	1.002,0	2.586,6	0,024	0,027

tratto da: www.dataholz.com

DALLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO A QUELLE A SECCO:

maggiori opportunità per pacchetti multistrato e materiali tra loro più compatibili

Tetto spiovente (a rigore con pendenza > 35°) - travetti a vista, retroventilato, -



Valutazione fisico-costruttiva ed ecologica

Protezione dal fuoco	F	30
	REI	30

Nel calcolo statico degli elementi lignei della costruzione bisogna considerare 20 mm di (profondità di) combustione
Valutazione effettuata da IES

Protezione termica	U [W/m²K]	0,18
	Comportamento alla diffusione	stabile
	m _{tot} [kg/m²]	34,1

Calcolo effettuato da HFA

Protezione dal rumore	R _a (C ₅₀)	42 (-3; -8)
	L _w (C ₅₀)	-

con copertura in tegole R_e = 41 (-3; -8) dB

Verifica a cura di TGM

Ecologia*	OG _{fin}	34,3
-----------	-------------------	------

Calcolo effettuato da IBO

Dati dei materiali per la costruzione, composizione degli strati (dall'esterno all'interno, dimensioni in mm)

	Spessore	Materiale da costruzione	Protezione termica				Combust.	
			λ	si min - max	p	c	ON	EN
A		Tegola di cemento oppure tegola in laterizio			2100		A	
B	30,0	Legno di abete liscellatura (30/50)	0,110	50	400	2.500	B2	D
C	50,0	Legno di abete Controliscellatura (altezza mm. 50 mm)	0,110	50	400	2.500	B2	D
D	22,0	Pannello di fibra di legno a bassa densità	0,045	2 - 5	250	2.100	B2	E
E	160,0	Lana di roccia [0,040; R=160] Pisolamento sopra e sotto l'arditura	0,040	3	180	1.030	A	A1
F		Barriera antikapone sd ≥ 1m			1000			
G	40,0	Legno di abete (giunto) raschio-femmina: rivestimento per protezione dal fuoco	0,110	50	400	2.500	B2	D
H		Legno da costruzione secondo la statica	0,110	50	400	2.500	B2	D

*Valutazione ecologica dettagliata

GWP	AP	PEI _{ne}	PEI _v	EP	POCP
[kg CO ₂ Äqv]	[kg SO ₂ Äqv]	[MJ]	[MJ]	[kg PO ₂ Äqv]	[kg C ₂ H ₄ Äqv]
-44,7	0,373	849,0	1932,2	0,023	0,022

tratto da: www.dataholz.com

DALLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO A QUELLE A SECCO:

maggiori opportunità per pacchetti multistrato e materiali tra loro più compatibili

Indice di valutazione: $R_w=43$ dB

Termini correttivi

$C = -2$ dB - $C_{tr} = -7$ dB

Lastra ondulata in fibrocemento di tipo Tegolit, dimensioni 1050 x 2430 mm, spessore 6,5 mm, altezza dell'onda 65 mm ed interasse dell'onda 210 mm.

Listello di fissaggio in legno di abete, sezione 40 x 40 mm.

Listello di ventilazione in legno di abete, sezione 40 x 60 mm.

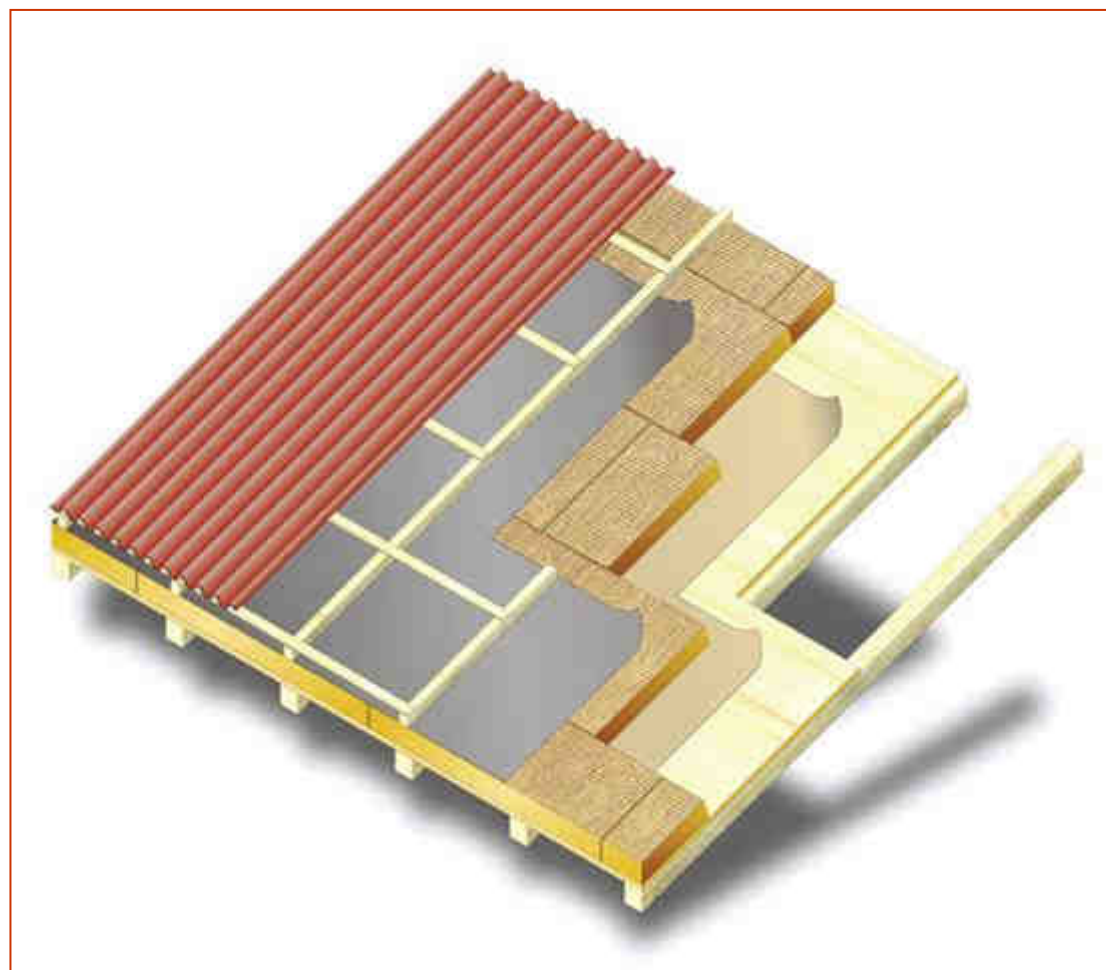
Schermo impermeabile traspirante: strato di tessuto non tessuto in polipropilene, massa superficiale 135 g/m².

Strato di materiale isolante: pannello "**Rockwool T-Rock 50 N - cod. 384**" in lana di roccia, spessore nominale 100 mm e densità 150 kg/m³.

Barriera al vapore: strato di tessuto non tessuto in polipropilene, massa superficiale 135 g/m².

Assito in legno: perlina in legno di abete, sezione 130 x 23 mm.

Travetto in legno lamellare di abete, sezione 80 x 120 mm.



DALLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO A QUELLE A SECCO:

maggiori opportunità per pacchetti multistrato e materiali tra loro più compatibili

Indice di valutazione: $R_w=47$ dB

Termini correttivi

$C = -1$ dB dB - $C_{tr} = -6$ dB

Lastra ondulata in fibrocemento di tipo Tegolit, dimensioni 1050 x 2430 mm, spessore 6,5 mm, altezza dell'onda 65 mm ed interasse dell'onda 210 mm.

Rivestimento esterno: guaina bituminosa ardesiata, spessore 3 mm e massa superficiale 4,5 kg/m².

Pannello tipo "OSB" in fibre di legno orientate e incollate tra loro, spessore 15 mm e densità 650 kg/m³.

Listello di ventilazione in legno di abete, sezione 40 x 60 mm.

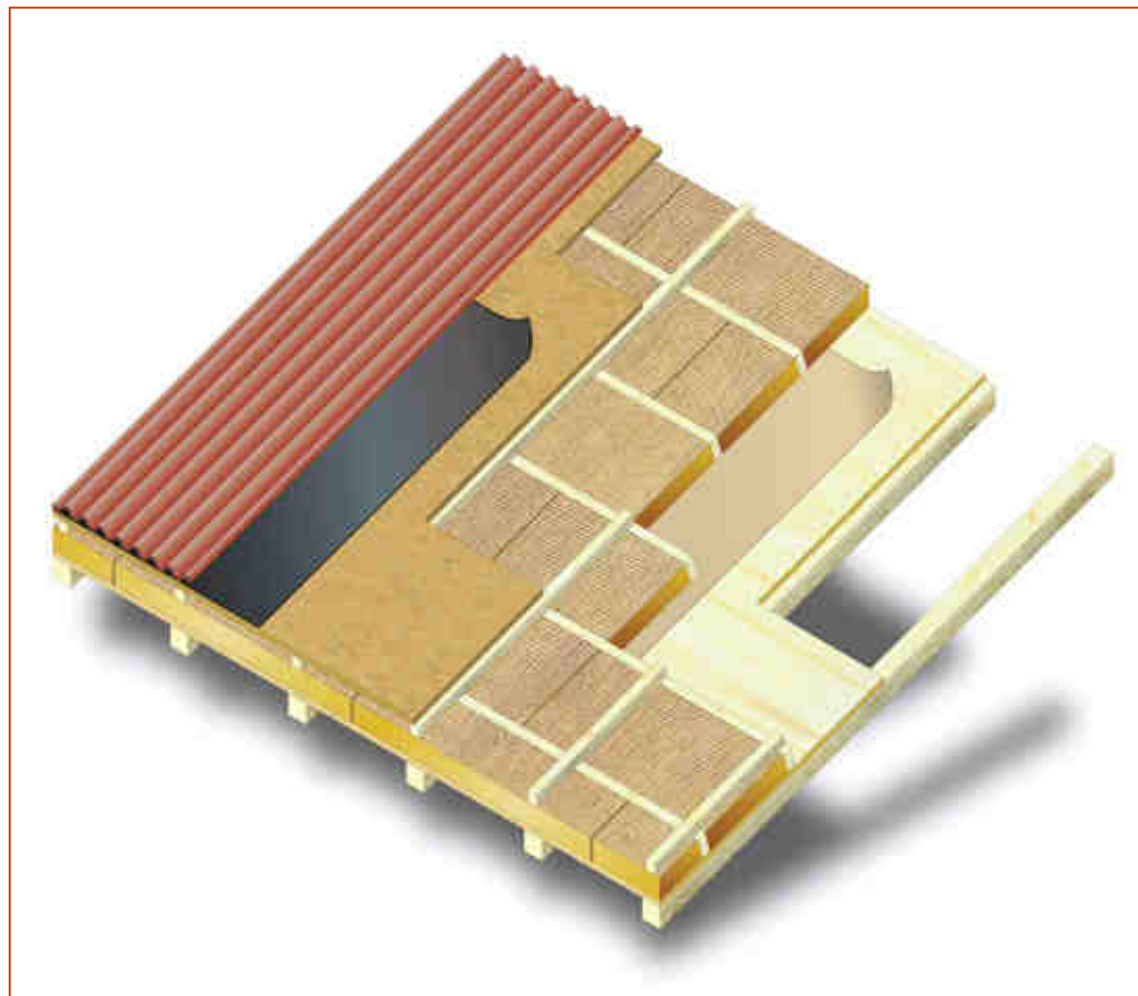
Strato di materiale isolante: pannello "**Rockwool 234**" in lana di roccia, spessore nominale 100 mm e densità 100 kg/m³.

Listello in legno di abete, sezione 50 x 100 mm.

Barriera al vapore: strato di tessuto non tessuto in polipropilene, massa superficiale 135 g/m².

Assito in legno: perlina di legno di abete, sezione 130 x 23 mm.

Travetto in legno lamellare di abete, sezione 80 x 120 mm.



DALLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO A QUELLE A SECCO:

maggiori opportunità per pacchetti multistrato e materiali tra loro più compatibili

Indice di valutazione: $R_w=48$ dB

Termini correttivi

$C = -2$ dB - $C_{tr} = -7$ dB

Rivestimento esterno:

guaina bituminosa ardesiata,
spessore 3 mm e massa
superficiale 4,5 kg/m².

Listello di ventilazione in legno
di abete, sezione 40 x 60 mm.

Strato di materiale isolante:

pannello "**Rockwool 234**" in lana di roccia,
spessore nominale 80 mm
e densità 100 kg/m³.

Listello di spessoramento
sezione 80 x 100 mm.

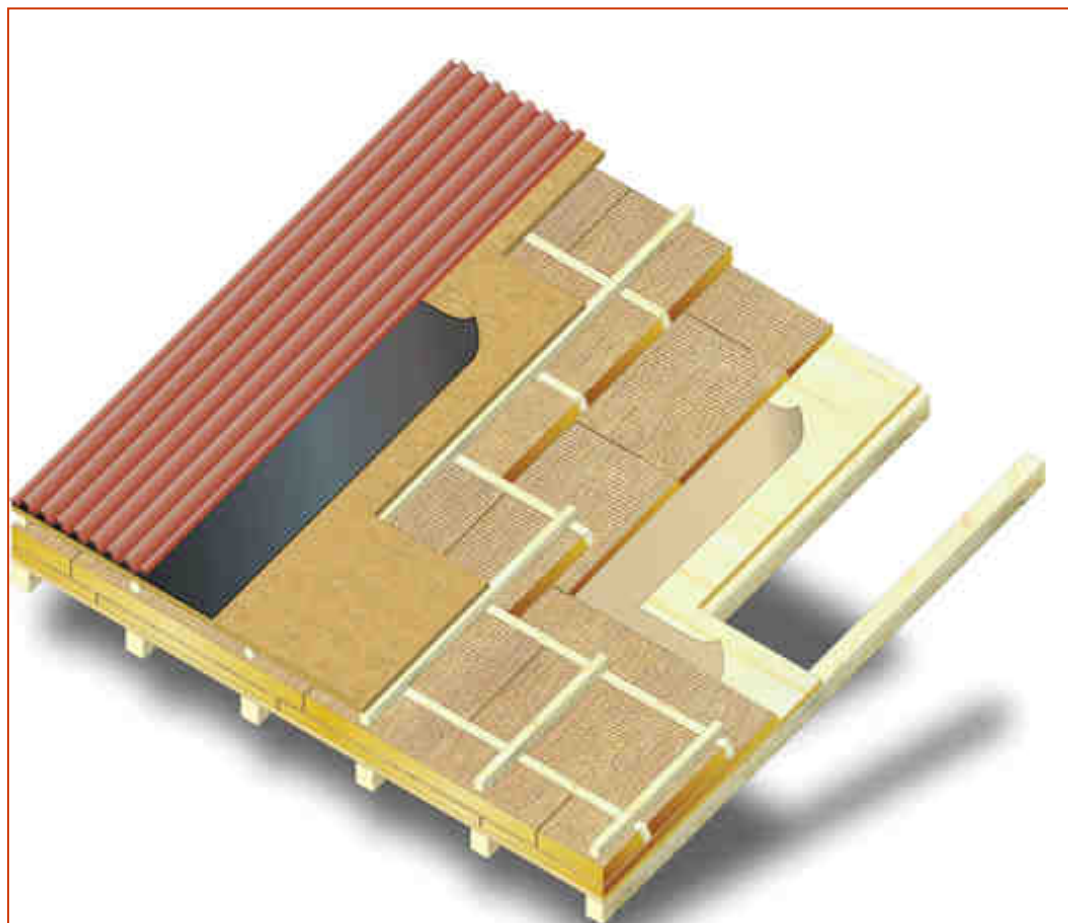
Strato di materiale isolante:

pannello "**Rockwool T- ROCK 50 N**"
in lana di roccia, spessore nominale 50 mm
e densità 150 kg/m³.

Barriera al vapore: strato di tessuto
non tessuto in polipropilene,
massa superficiale 135 g/m².

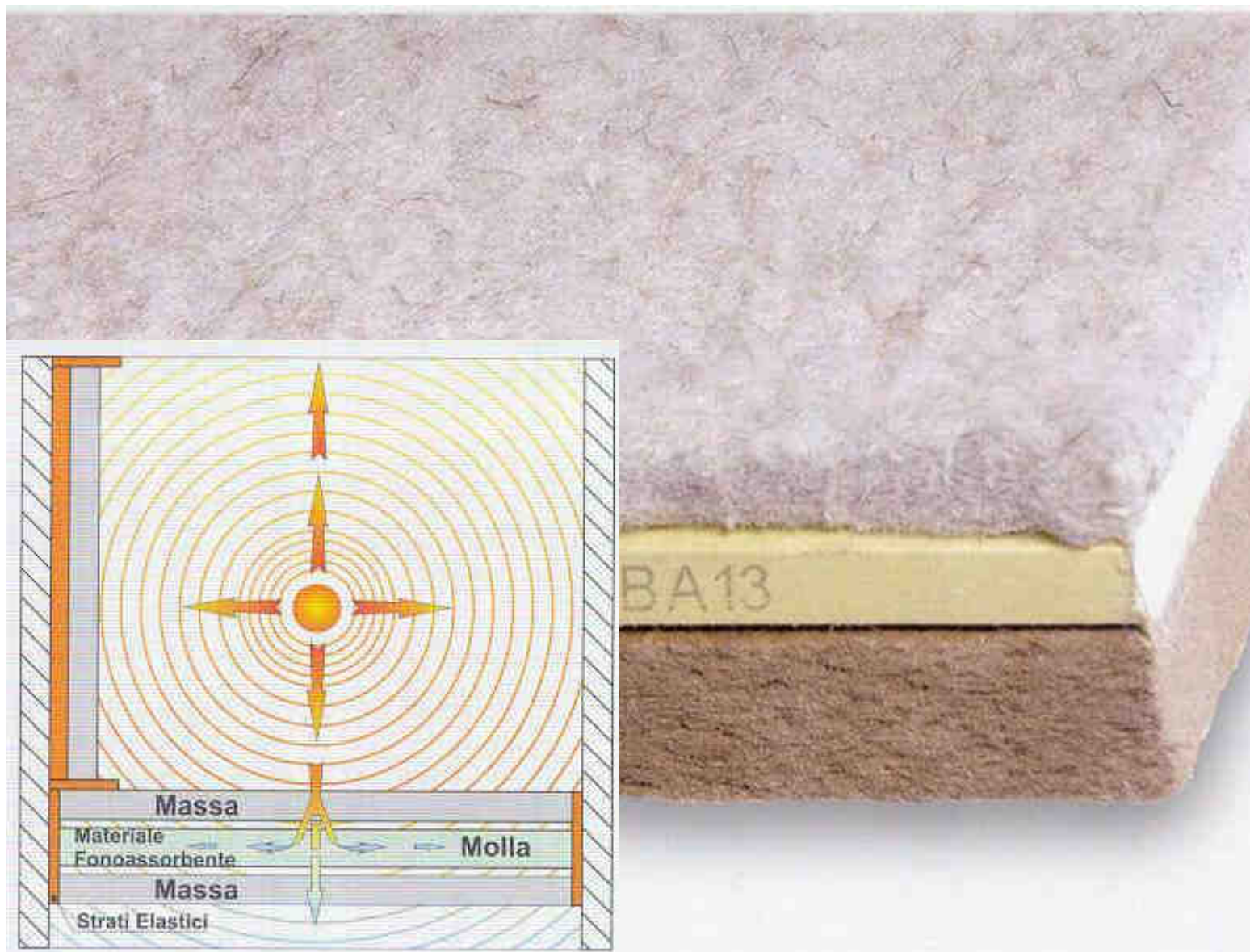
Assito in legno: perlina di legno
di abete, sezione 130 x 23 mm.

Travetto in legno lamellare di abete,
sezione 80 x 120 mm.



DALLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO A QUELLE A SECCO:

maggiori opportunità per pacchetti multistrato e materiali tra loro più compatibili



ISOLAMENTO ACUSTICO DI PARETI IN LATERIZIO: MISURE SPERIMENTALI E METODI DI PREVISIONE
Ricerca svolta in collaborazione tra ANDIL-Assolaterizi, Università di Ferrara, Università di Padova e Università di Trento

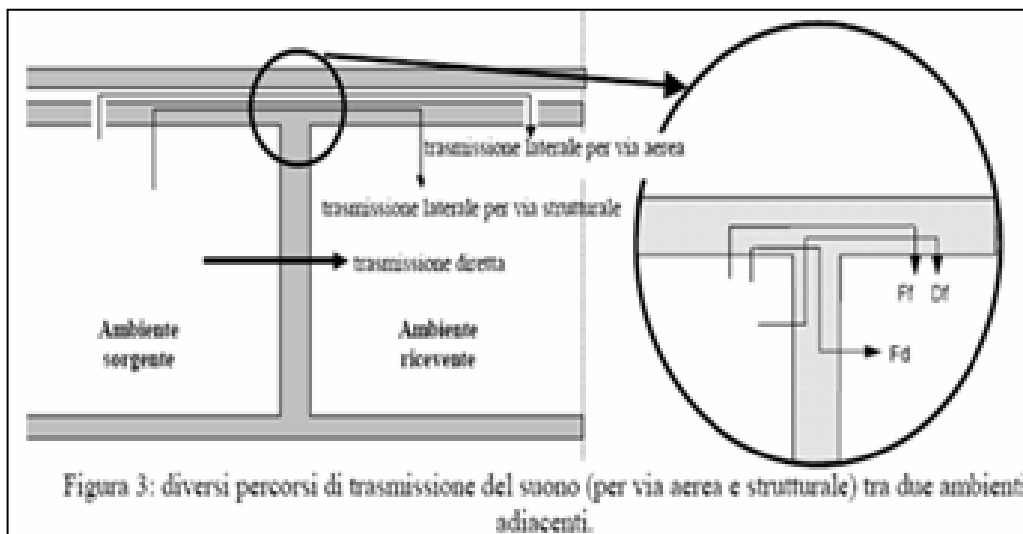
DALLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO A QUELLE A SECCO:

maggiori opportunità per pacchetti multistrato e materiali tra loro più compatibili

Normtrittschallpegel L_{nw} (dB)	Bewertetes Schalldämm- maß R_w (dB)
91	24



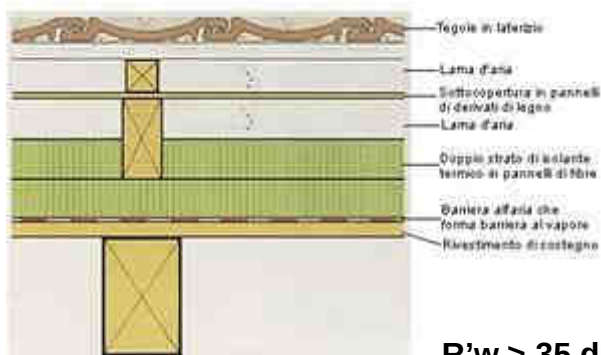
Normtrittschallpegel L_{nw} (dB)	Bewertetes Schalldämm- maß R_w (dB)
71	42



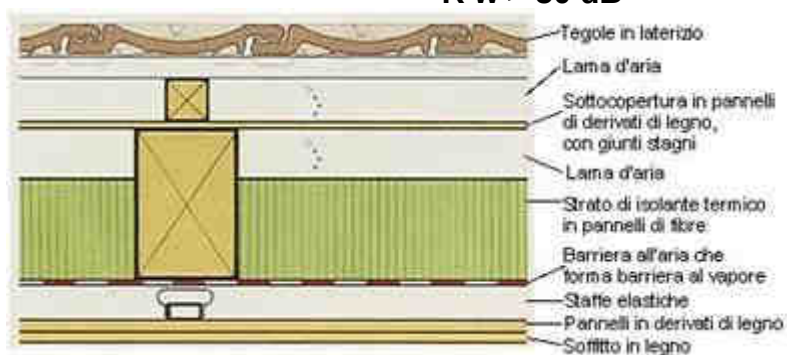
Normtrittschallpegel L_{nw} (dB)	Bewertetes Schalldämm- maß R_w (dB)
75	45

DALLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE AD UMIDO A QUELLE A SECCO:

maggiori opportunità per pacchetti multistrato e materiali tra loro più compatibili

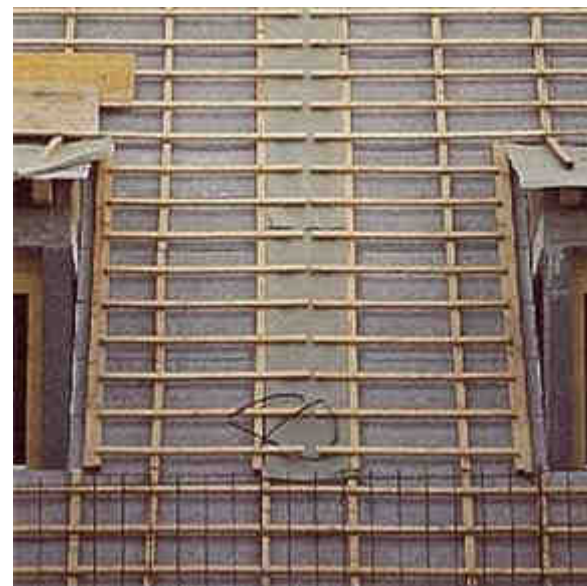
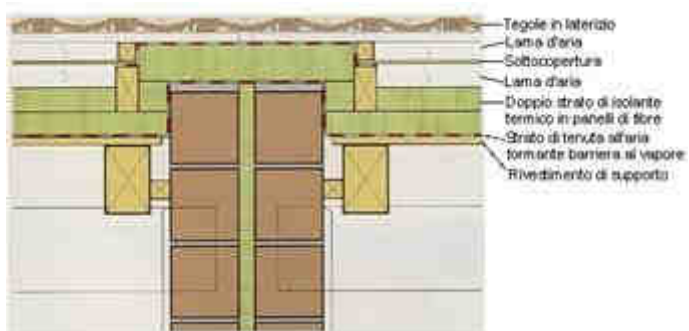


$R'w > 35 \text{ dB}$



$R'w > 50 \text{ dB}$

separazione tra alloggi



Grazie per l'attenzione. Un cordiale arrivederci.

per PerCorsi-Legno

CLAUDIO PELLANDA

docente a.c. in Tecnologia dell'Architettura

Laurea Magistrale in Architettura per la Sostenibilità

Università IUAV Venezia

pellanda@iuav.it

info@klimark.it

Il mondo
tutti lo pretendiamo
il migliore possibile:
iniziamo dal costruirlo !

