

EDIFICI ENERGETICAMENTE EFFICIENTI: UN'OPPORTUNITÀ

Isolamento della copertura



ing. Daniele Frigerio - CELENIT SPA

CELENIT da oltre 50 anni,
nello stabilimento sito ad
Onara di Tombolo (PD),
produce pannelli
in lana di legno
mineralizzata e legata
con cemento Portland,
conformi alla norma UNI EN 13168.



I pannelli in lana di legno presentano il marchio
ANAB-ICEA per le caratteristiche di
ecobiocompatibilità dei materiali e del processo produttivo.

Il legname impiegato proviene da foreste gestite
in maniera sostenibile (certificato PEFC).

TÜV Italia ha certificato che il 15% in peso dei pannelli
è composto da materiale riciclato pre-consumatore.





Lana di legno

Celenit N	●	●	●	●	●	●	●
Celenit N/C		●					
Celenit S						●	
Celenit R	●						
Celenit NB	●						●
Celenit AB	●						●
Celenit ABE							●

Compositi - Fibra di Legno

Celenit F2	●						
Celenit F2/C		●*		●**			

Compositi - Lana di Roccia

Celenit L2	●						
Celenit L2/C		●*		●**			
Celenit L3	●	●	●			●	
Celenit L3/C		●*					

Compositi - Polistirene

Celenit P2				●**			
Celenit P3	●	●	●		●	●	
Celenit P3/V	●						
Celenit E3	●	●	●	●	●	●	
Celenit G3	●	●	●		●	●	
Celenit G3/C		●*					
Celenit G3/V	●						

Compositi - Cartongesso/Gessofibra

Celenit CG/F	●						
Celenit GF	●						

* Isolamento a cappotto
** Solaio sottotetto non praticabile

APPLICAZIONI



Legenda

- 01 Copertura in legno
- 02 Parete divisoria leggera
- 03 Pavimento dal sottotetto
- 04 Ponte termico - solaio/parete
- 05 Copertura in laterocemento - estradosso
- 06 Copertura laterocemento - intradosso
- 07 Parete divisoria - isolamento in intercapedine
- 08 Parete perimetrale - cappotto interno
- 09 Parete perimetrale - cappotto esterno
- 10 Solaio divisorio
- 11 Ponte termico - soletta in aggetto
- 12 Parete perimetrale - cappotto interno
- 13 Parete divisoria - controparete
- 14 Pavimento su locale non riscaldato
- 15 Calcestruzzo isolato
- 16 Solaio controterra
- 17 Isolamento primo solaio - intradosso
- 18 Controsoffitto autorimessa
- 19 Parete divisoria su autorimessa
- 20 Pareti controterra
- 21 Solaio di fondazione



BENESSERE ABITATIVO

ISOLAMENTO TERMICO

Innalzamento delle temperature superficiali dell'involucro

ISOLAMENTO ACUSTICO

Protezione da rumori provenienti da: ambienti attigui, impianti, esterno

INERZIA TERMICA

Protezione dal surriscaldamento degli ambienti interni

NATURALITÀ TRASPIRABILITÀ

Assenza di condensazione superficiale o interstiziale e sostenibilità dei materiali

STABILITÀ MECCANICA

Protezione della struttura

PROTEZIONE AL FUOCO

In caso di incendio salvaguardia dell'incolumità delle persone e dei beni

DURATA ILLIMITATA

Protezione dell'investimento nel tempo

NORMATIVA

Per le località con valore medio mensile di irradianza nel mese di massima insolazione
 $I_{m,s} > 290 \text{ W/m}^2$ (secondo UNI 10349)

DPR 59/09	$Y_{IE} [\text{W/m}^2\text{K}]$
pareti	$< 0,12$
coperture	$< 0,20$
<u>CONSIGLIATO</u>	$< 0,10$

Linee guida nazionali DM 26/09/2009

qualità/prestazioni		sfasamento [h]
I	ottime	$\varphi > 12$
II	buone	$10 < \varphi < 12$
III	medie	$8 < \varphi < 10$
IV	sufficienti	$6 < \varphi < 8$
V	mediocri	$\varphi < 6$

PARAMETRI DINAMICI

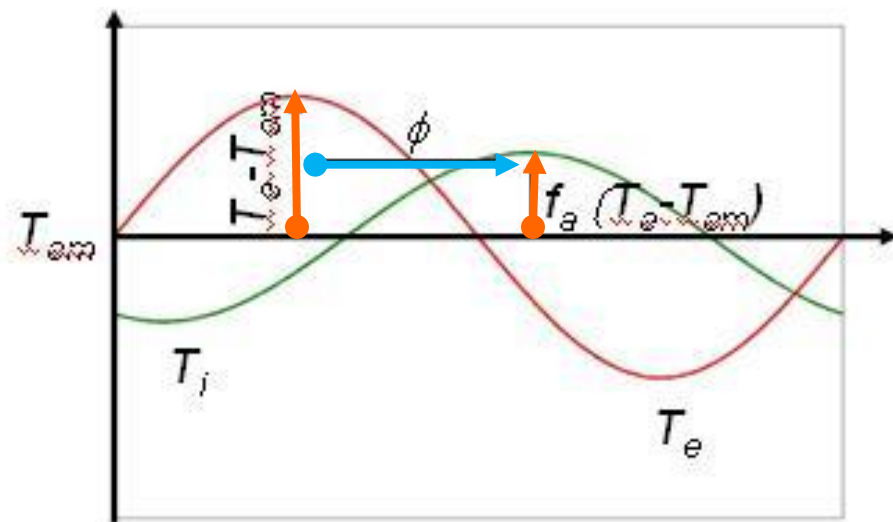
- Spessore s [m]
- Massa ρ [kg/m^3]
- Conducibilità λ [W/mK]
- Calore specifico c [kJ/kgK]

$$p = \sqrt{\frac{\Pi \cdot s^2 \cdot \rho \cdot c}{86400 \cdot \lambda}}$$

SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA Φ

ATTENUAZIONE f_a

TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{IE} = U \cdot f_a$



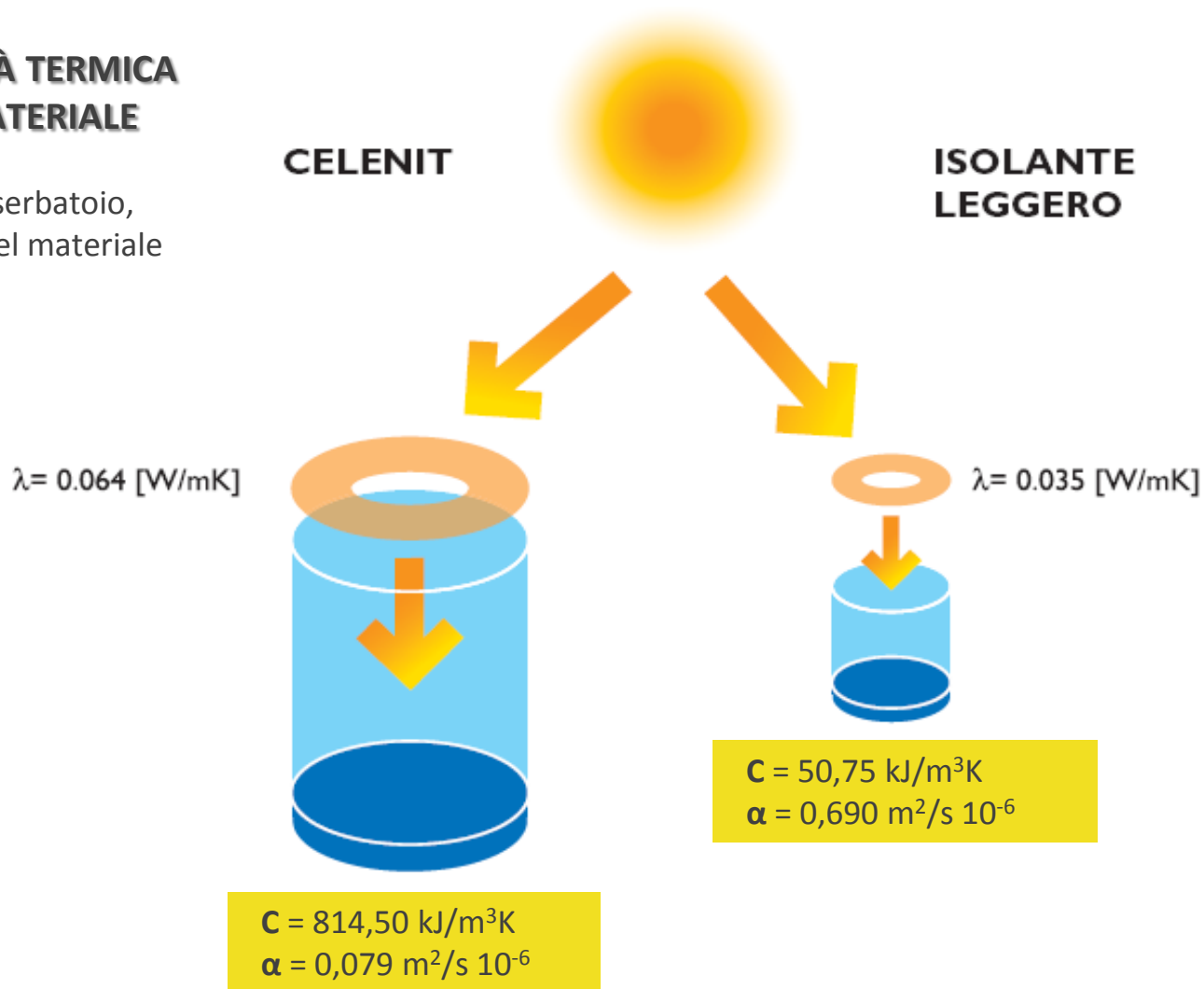
**CAPACITÀ
SERBATOIO = CAPACITÀ TERMICA
DEL MATERIALE**

analogia idraulica: maggiore il serbatoio,
maggiore la capacità termica del materiale
impiegato

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p} \quad [m^2/s]$$

DIFFUSIVITÀ
TERMICA
[m²/s] 10⁻⁶

DIFFUSIVITÀ TERMICA



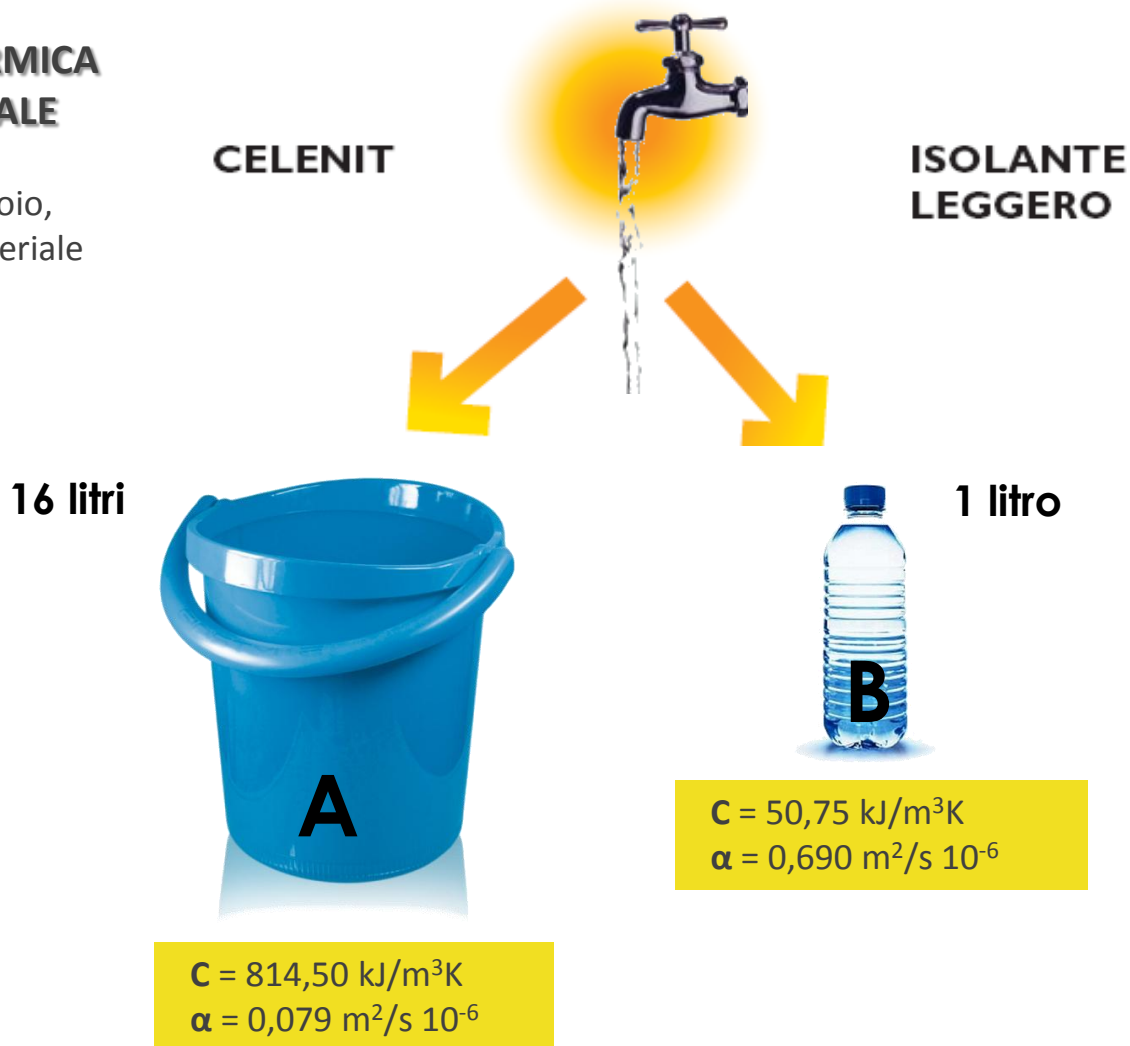
**CAPACITÀ
SERBATOIO = CAPACITÀ TERMICA
DEL MATERIALE**

analogia idraulica: maggiore il serbatoio,
maggiore la capacità termica del materiale
impiegato

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p} \quad [m^2/s]$$

DIFFUSIVITÀ
TERMICA
[m²/s] 10⁻⁶

DIFFUSIVITÀ TERMICA



DIFFUSIVITÀ TERMICA

Materiali isolanti	Densità* [kg/m³]	Calore specifico* [J/kgK]	Conducibilità termica*** [W/mK]	Diffusività termica [m²/s] 10 ⁻⁶
CELENIT - lana di legno	450	1811**	0,065	0,080
Fibra di legno - media densità	150	2000	0,040	0,133

FIBRE MINERALI

Lana di roccia - alta densità	165	1030	0,040	0,235
Vetro cellulare	150	1000	0,055	0,367
Lana di vetro	80	1030	0,035	0,425
Poliuretano espanso rigido	35	1450	0,024	0,473
Perlite espansa	150	900	0,066	0,489
Lana di roccia	50	1030	0,035	0,680
Polistirene espanso estruso - XPS	35	1450	0,035	0,690
Polistirene espanso sinterizzato con grafite	30	1450	0,031	0,713
Polistirene espanso sinterizzato - EPS	25	1450	0,036	0,993

ISOLANTI SINTETICI

* valori in accordo con la norma UNI EN ISO 10456:2008 - Materiali e prodotti per l'edilizia - Proprietà igrometriche

** rapporto di prova N. 809 del 07/05/09 - LEBSC Università di Bologna

*** dati rilevati dal mercato

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p} \left[m^2/s \right]$$

PRODOTTI

CELENIT F2

Pannello isolante termico ed acustico, studiato per l'applicazione in copertura, composto da uno strato in lana di legno di abete rosso, mineralizzata e legata con cemento Portland (conforme alla norma UNI EN 13168) spessore 50 mm, e da uno strato in fibra di legno (conforme alla norma UNI EN 13171).

Dimensioni: 120 x 60 cm

Certificazioni ambientali:

- Lana di legno: ANAB-ICEA (ecobiocompatibilità)
PEFC (sostenibilità materia prima legno 100% rinnovabile)
TÜV (contenuto in riciclato)
- Fibra di legno: NATUREPLUS® (ecobiocompatibilità)



Spessore [mm]	110 (50/60)	130 (50/80)	150 (50/100)	170 (50/120)	190 (50/140)	210 (50/160)
Resistenza termica dichiarata R_D [m²K/W]	2,40	2,90	3,45	4,00	4,55	5,10

Caratteristiche tecniche	Simbolo	Lana di legno	Fibra di legno						Unità di misura
Norma di riferimento	-	UNI EN 13168	UNI EN 13171						-
Spessore	d	50	60	80	100	120	140	160	mm
Densità	ρ	360	130						kg/m³
Conducibilità termica dichiarata	λ_D	0,065	0,038						W/mK
Calore specifico	c_p	1810*	2100						J/kgK
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo	μ	5	3						-
Reazione al fuoco	-	Euroclasse B-s1, d0	Euroclasse E						-
Sollecitazione a compressione al 10% di deformazione	σ_{10}	≥ 150	≥ 50						kPa

*Rapporto di prova n° 809 del 07/05/09 - LEBSC Università di Bologna

TETTO BIOECOLOGICO CELENIT AD ELEVATE PRESTAZIONI ELEVATO COMFORT ESTIVO

bassa conducibilità
elevato calore specifico
elevata densità

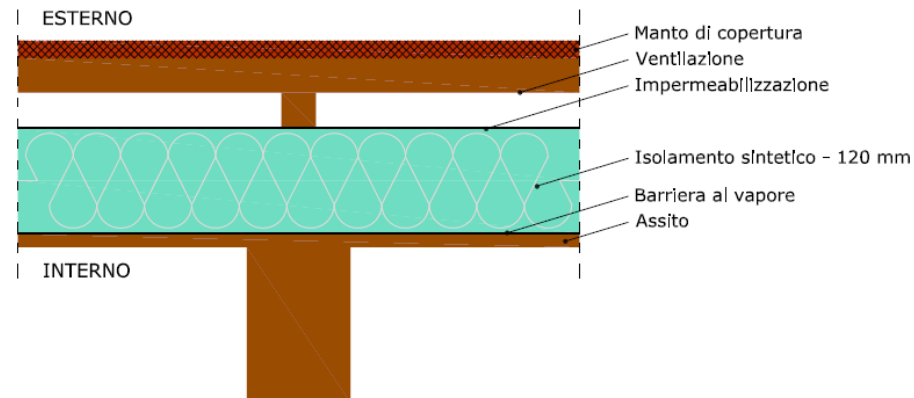


TETTO IN LEGNO CON ISOLANTE LEGGERO (rispetto dei limiti del DPR 59/09)

bassa conducibilità
basso calore specifico
bassa densità



PACCHETTO CON ISOLAMENTO SINTETICO



TRASMITTANZA

$$U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$$

ATTENUAZIONE

$$fa = 0,91$$

SFASAMENTO

$$\Phi = 2\text{h } 51'$$

TRASMITTANZA PERIODICA

$$Y_{IE} = 0,20$$

$Y_{IE} \leq 0,20$
rispetto normativa

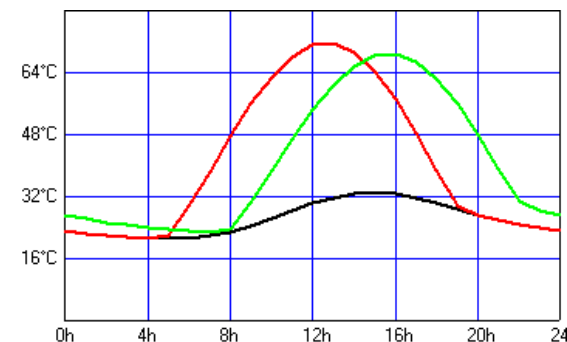
PRESTAZIONI

MEDIOCRI

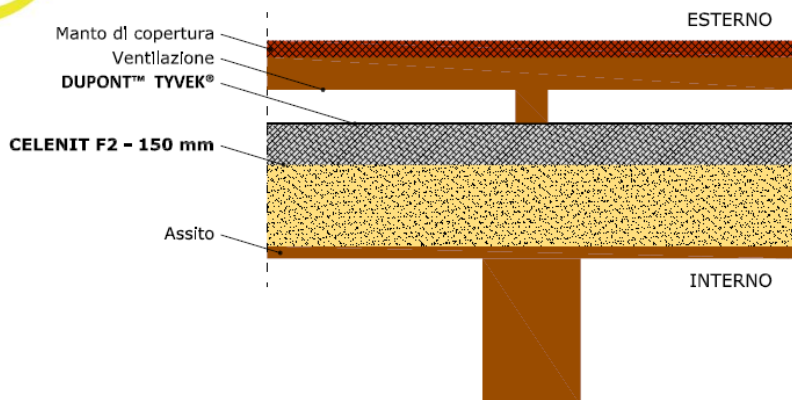
QUALITÀ INVOLUCRO

V

- temperatura superficiale esterna
- temperatura superficiale interna
- temperatura aria esterna



PACCHETTO BIOECOLOGICO CELENIT F2



$$U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$fa = 0,42$$

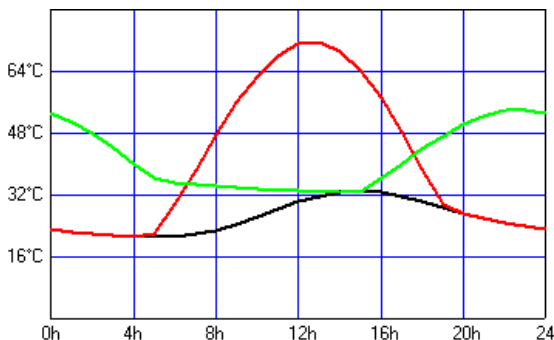
$$\Phi = 9\text{h } 41'$$

$$Y_{IE} = 0,11$$

$Y_{IE} \approx 0,10$
reale comfort

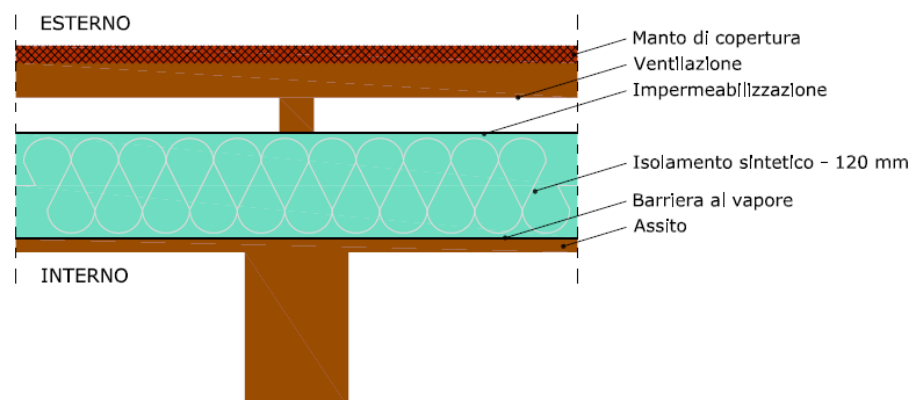
MEDIE

III



TRASMITTANZA
ATTENUAZIONE
SFASAMENTO
TRASMITTANZA PERIODICA
PRESTAZIONI
QUALITÀ INVOLUCRO

PACCHETTO CON ISOLAMENTO SINTETICO



$$U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$fa = 0,91$$

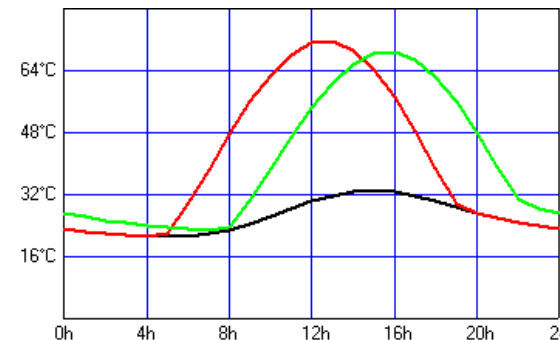
$$\Phi = 2\text{h } 51'$$

$$Y_{IE} = 0,20$$

$Y_{IE} \leq 0,20$
rispetto normativa

MEDIOCRI

V



SOLUZIONI

CELENIT F2

spessore da 110 a 210 cm

TRASMITTANZA: da 0,36 a 0,19 W/m²K

TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA: da 0,18 a 0,04 W/m²K

SFASAMENTO: da 8h 13' a 13h 44'



SOLUZIONI

CELENIT F2

spessore da 110 a 210 cm

TRASMITTANZA: da 0,36 a 0,19 W/m²K

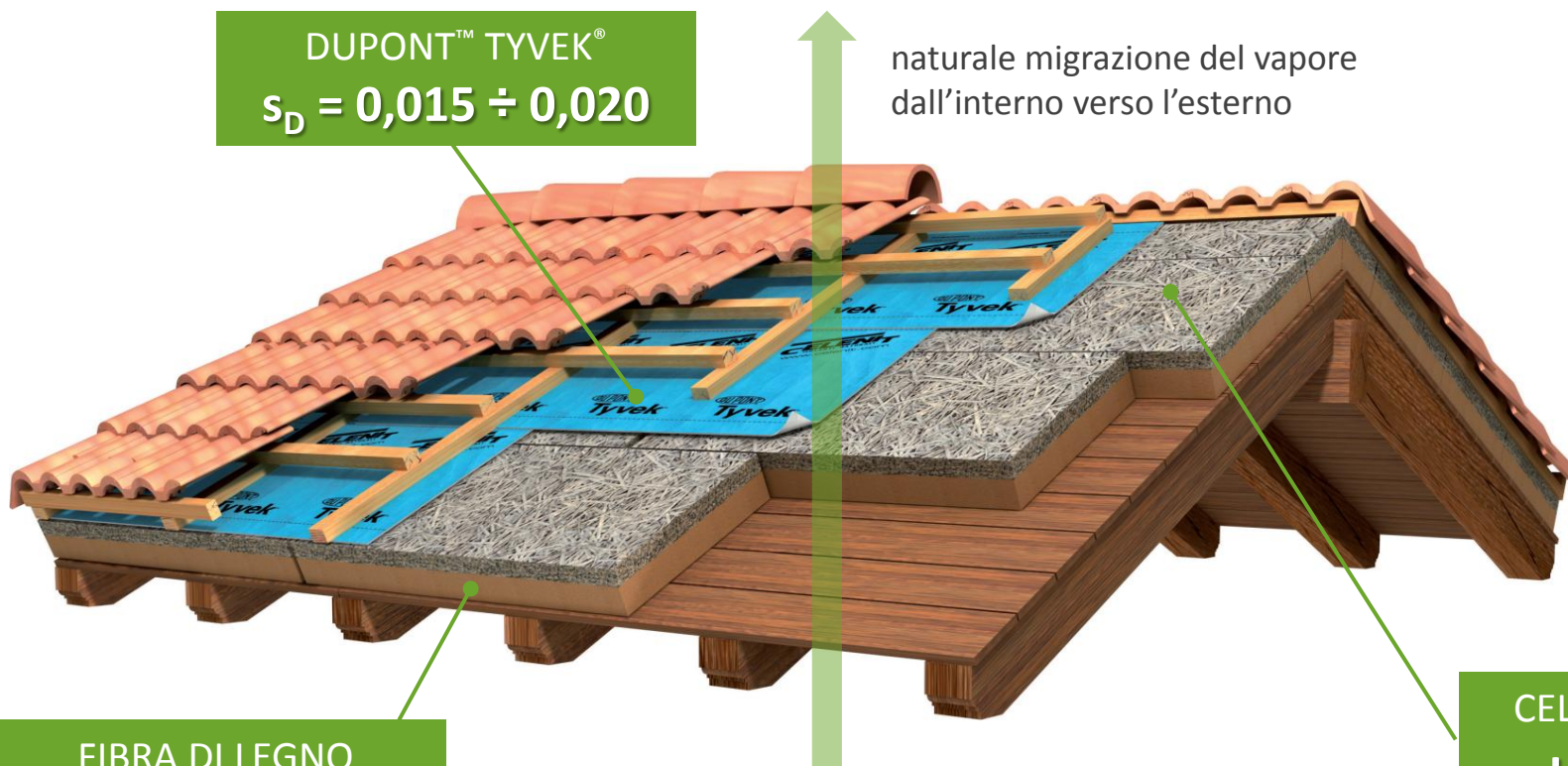
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA: da 0,18 a 0,04 W/m²K

SFASAMENTO: da 8h 13' a 13h 44'

DUPONT™ TYVEK®

$$s_D = 0,015 \div 0,020$$

naturale migrazione del vapore
dall'interno verso l'esterno



FIBRA DI LEGNO
 $\mu = 3$

assenza di barriera al vapore dal lato caldo

CELENIT N
 $\mu = 5$



assito
sp. 20 mm

spessore* = 2 cm
peso = 19,3 kg/m²
R_w = 23 dB

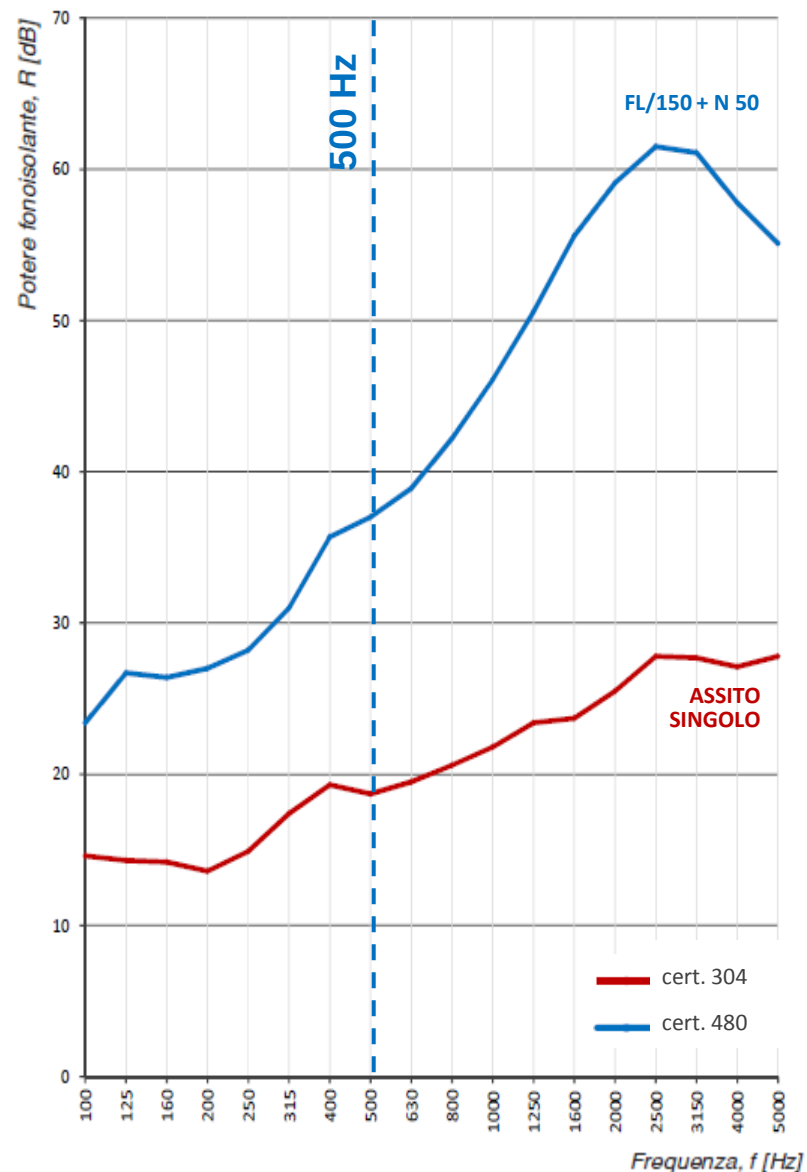


Celenit N
sp. 50 mm

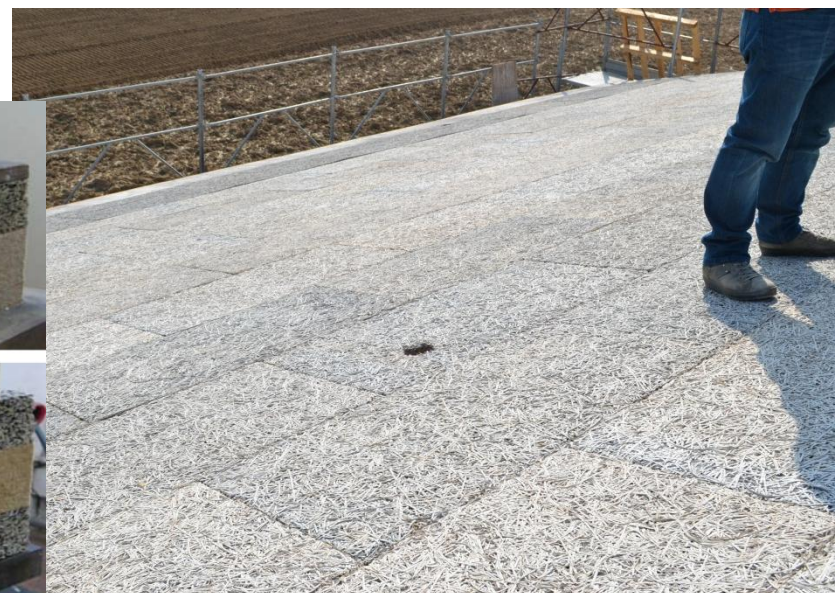
Fibra di legno
sp. 80 mm

spessore* = 15 cm
peso = 54,5 kg/m²
R_w = 41 dB

* spessore esclusa ventilazione e manto di copertura

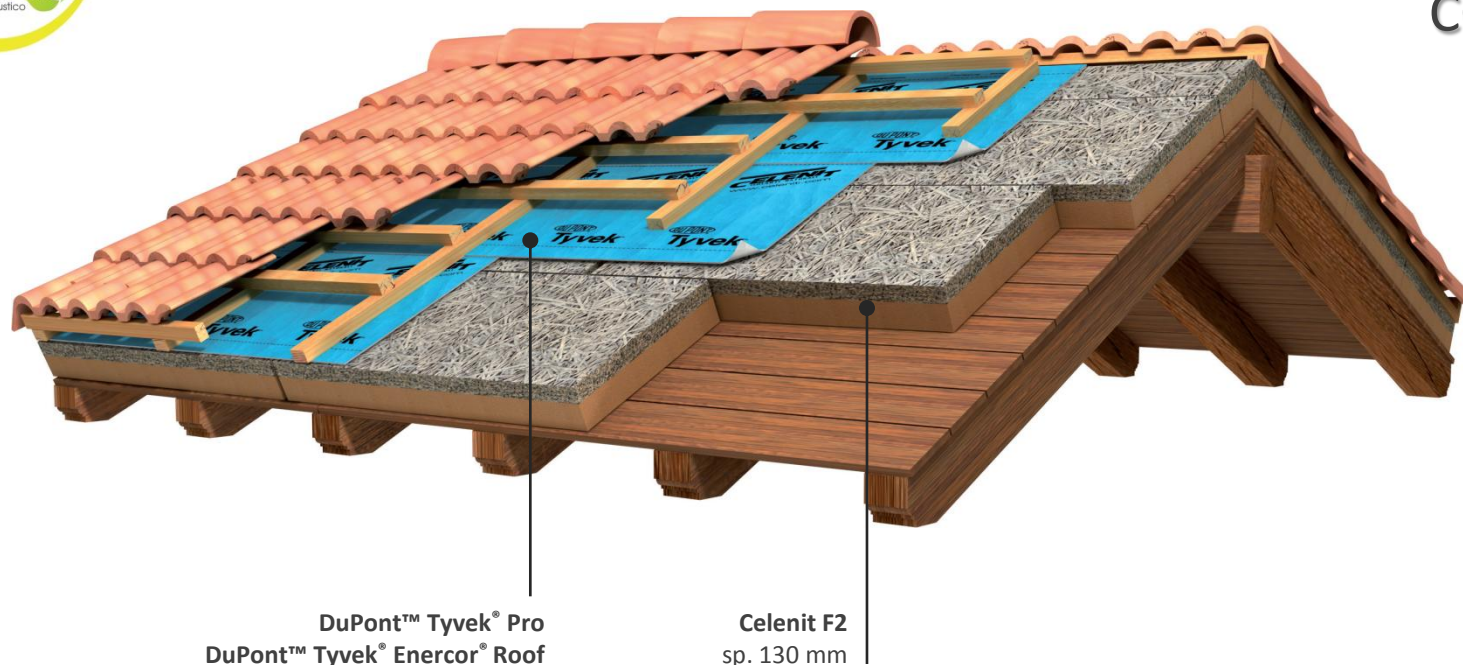


**RESISTENZA A
COMPRESSIONE
CELENIT N ≥ 200 kPa**





CONFRONTI



CELENIT tetto bioecologico 2/B

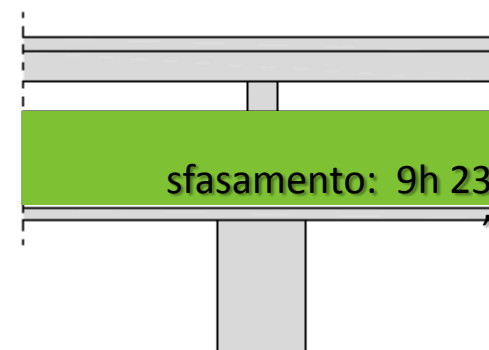
CELENIT F2, sp. 130 mm

- fibra di legno 80 mm
- lana di legno 50 mm

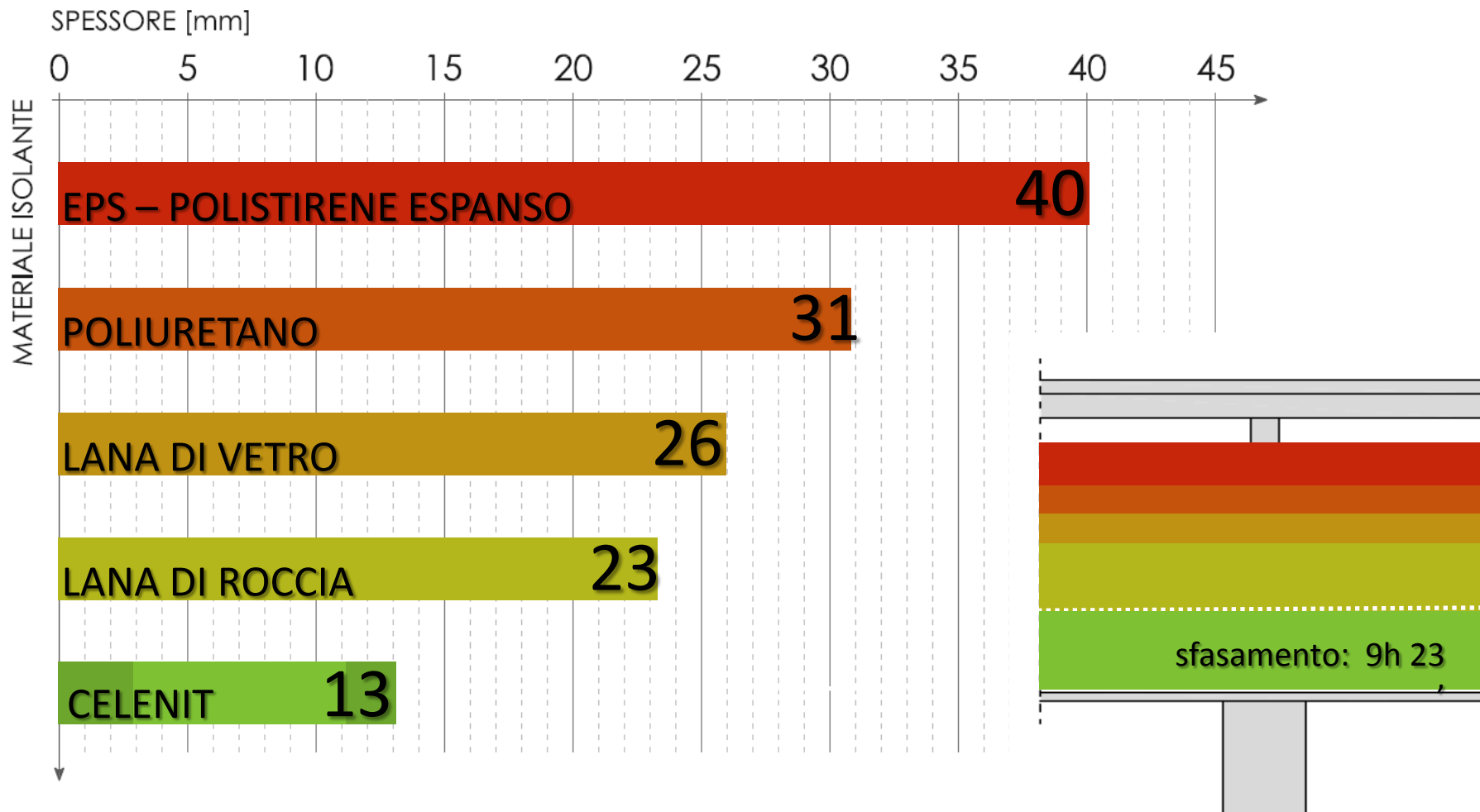
TRASMITTANZA: **0,30 W/m²K**

TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA: **0,13 W/m²K**

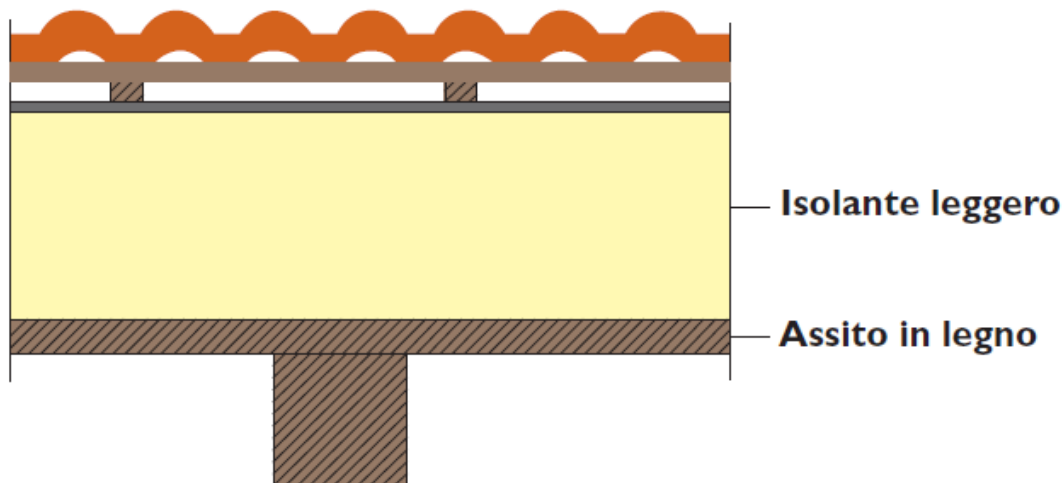
POTERE FONOISOLANTE: **41 dB**



CONFRONTI



CONFRONTI

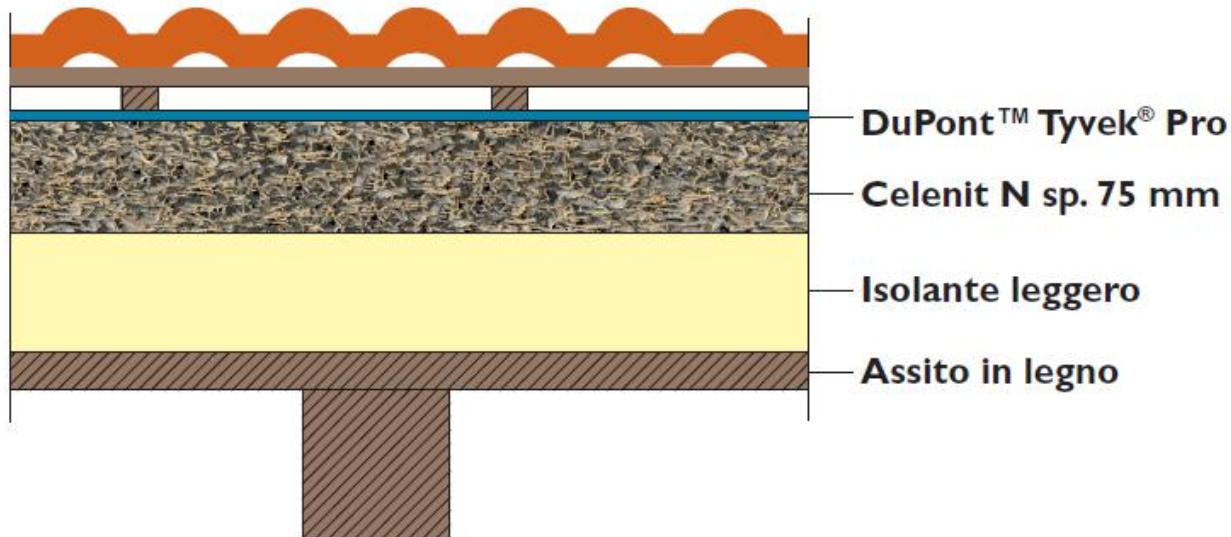


DM 26/06/2009
V (mediocri)

DPR 59/09
 $Y_{IE} \leq 0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Materiali	Sfasamento [h - min]	Fattore di attenuazione	Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]
Polistirene espanso sinterizzato sp. 160 mm	2h 59'	0,9091	0,1910
Polistirene espanso estruso sp. 140 mm	3h 45'	0,8780	0,1930
Lana di roccia sp. 140 mm	3h 47'	0,8768	0,1927
Poliuretano espanso rigido sp. 130 mm	3h 40'	0,8825	0,1913

CONFRONTI



$Y_{IE} \leq 0,10$ reale comfort

Materiali		DM 26/06/2009 III - MEDIE	Fattore di attenuazione	DPR 59/09 $Y_{IE} \leq 0.20$
		Sfasamento [h - min]		Trasmittanza termica periodica [W/m²K]
Polistirene espanso sinterizzato sp. 90 mm	+ CELENIT N sp. 75mm	7h 59'	0,408	0,100
Polistirene espanso estruso sp. 80 mm		8h 18'	0,402	0,101
Lana di roccia sp. 80 mm		8h 18'	0,402	0,101
Poliuretano espanso rigido sp. 70 mm		8h 11'	0,408	0,105



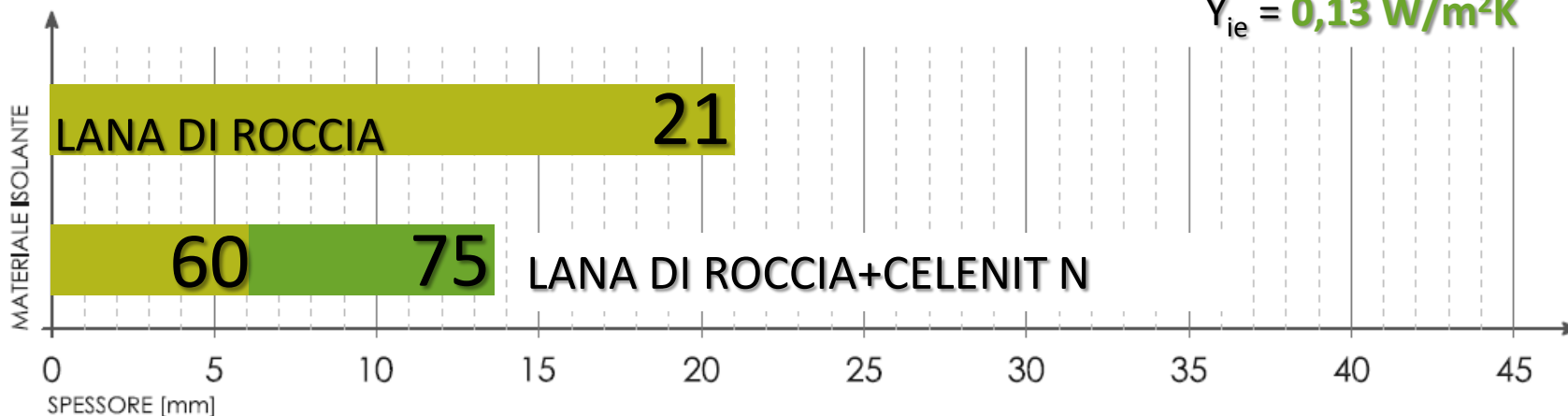
DuPont™ Tyvek® Pro
DuPont™ Tyvek® Enercor® Roof

Celenit N
sp. 75 mm

LANA DI ROCCIA
densità 100 kg/m³
sp. 60 mm

8h 30'

$U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $Y_{ie} = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$



ref. certificato **485** del 18/08/2008

DATI GENERALI

Spessore:	0,230 m
Massa superficiale:	79,43 kg/m ²
Resistenza:	3,3177 m ² K/W
Trasmittanza:	0,30 W/m²K

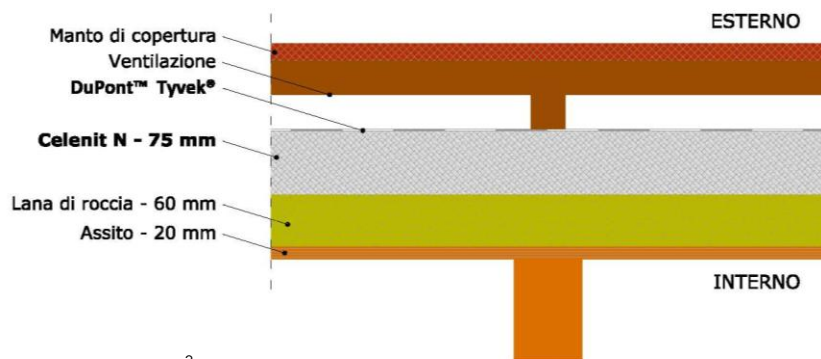
PARAMETRI DINAMICI

Trasmittanza periodica:	0,4272 W/m ² K
Fattore di attenuazione:	0,13
Sfasamento:	8h 30'

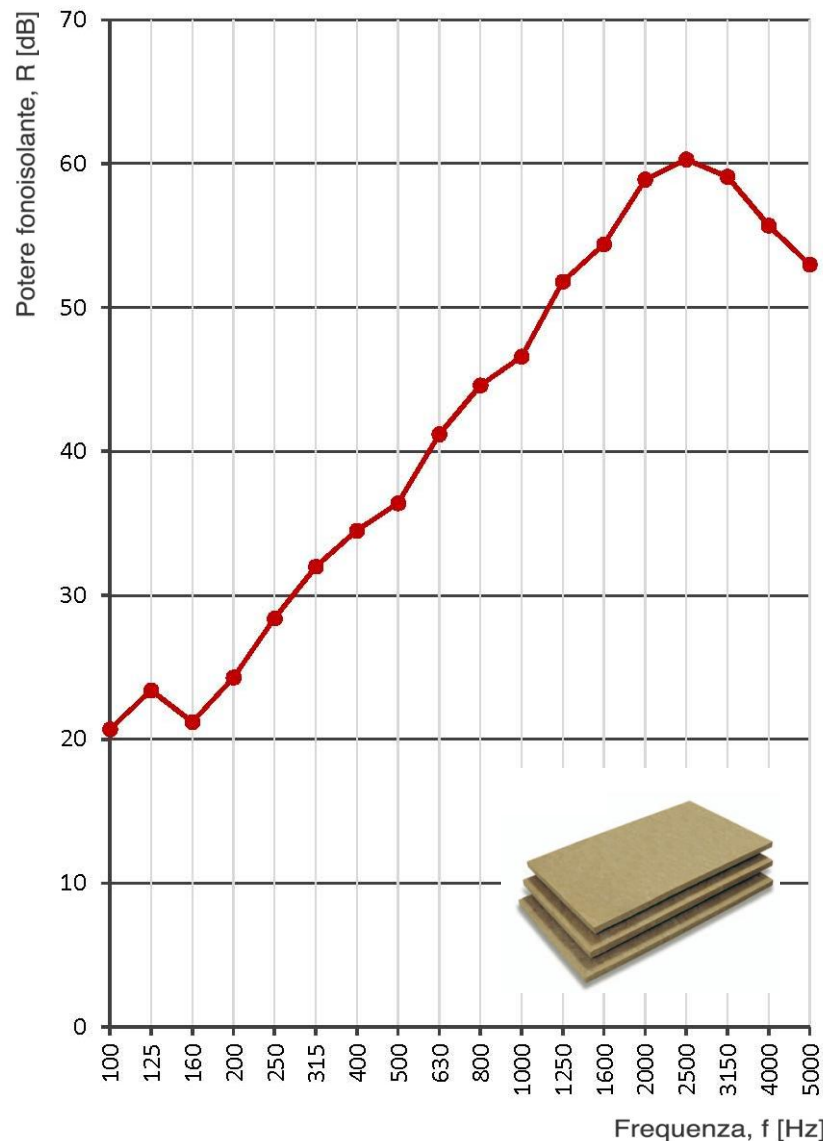
PARAMETRI ACUSTICI

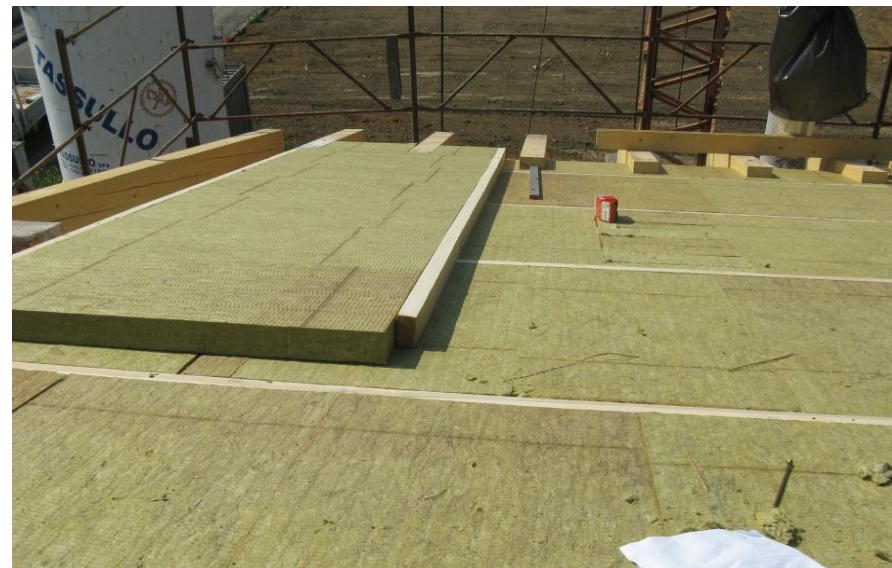
INDICE DI VALUTAZIONE
POTERE FONOISOLANTE

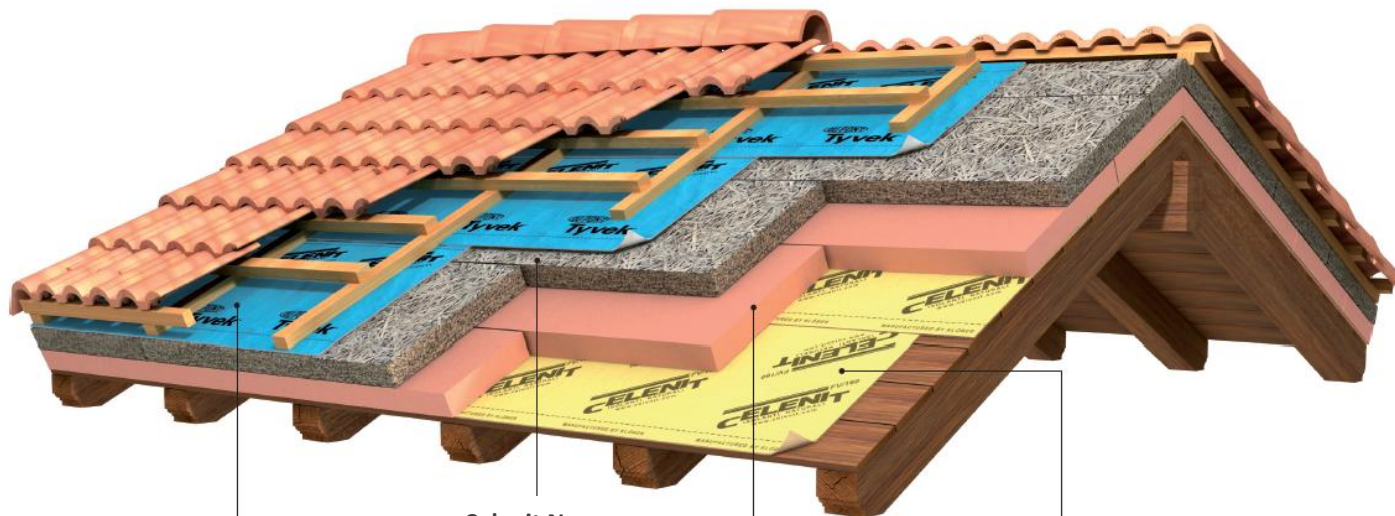
40 dB



* lana di roccia – 100 kg/m³







DuPont™ Tyvek® Pro
DuPont™ Tyvek® Enercor® Roof

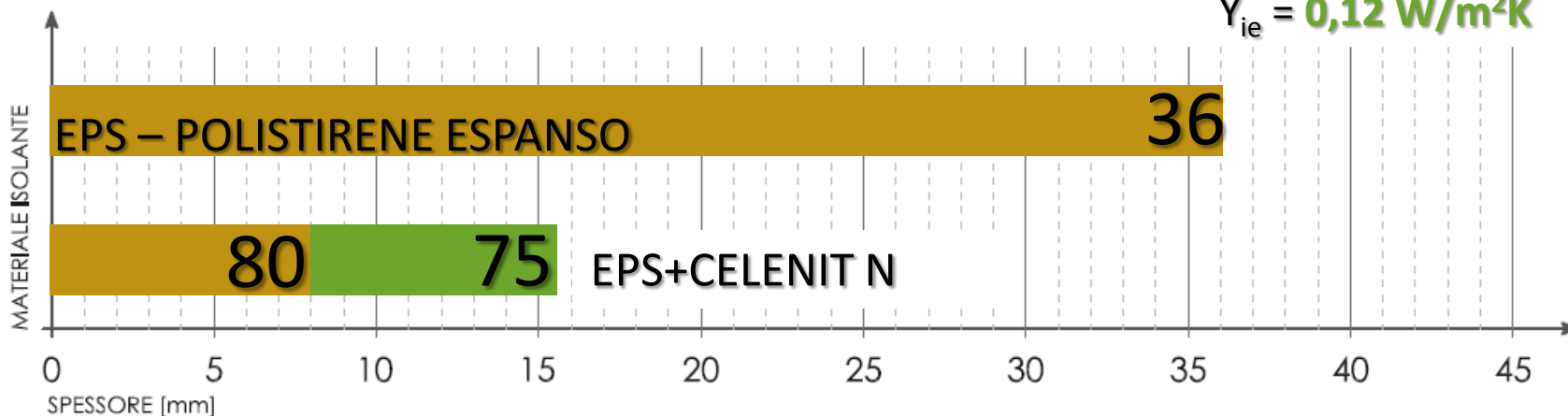
Celenit N
sp. 75 mm

EPS - POLISTIRENE
ESPANSO
sp. 80 mm

Celenit FV/145
Celenit FV/160

8h 11'

$U = 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $Y_{ie} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$



ref. certificato **726** del 23/11/2011

DATI GENERALI

Spessore:	0,254 m
Massa superficiale:	81,33 kg/m ²
Resistenza:	4,9525 m ² K/W
Trasmittanza:	0,20 W/m²K

PARAMETRI DINAMICI

Trasmittanza periodica:	0,0711 W/m ² K
Fattore di attenuazione:	0,3538
Sfasamento:	8h 59'

PARAMETRI ACUSTICI

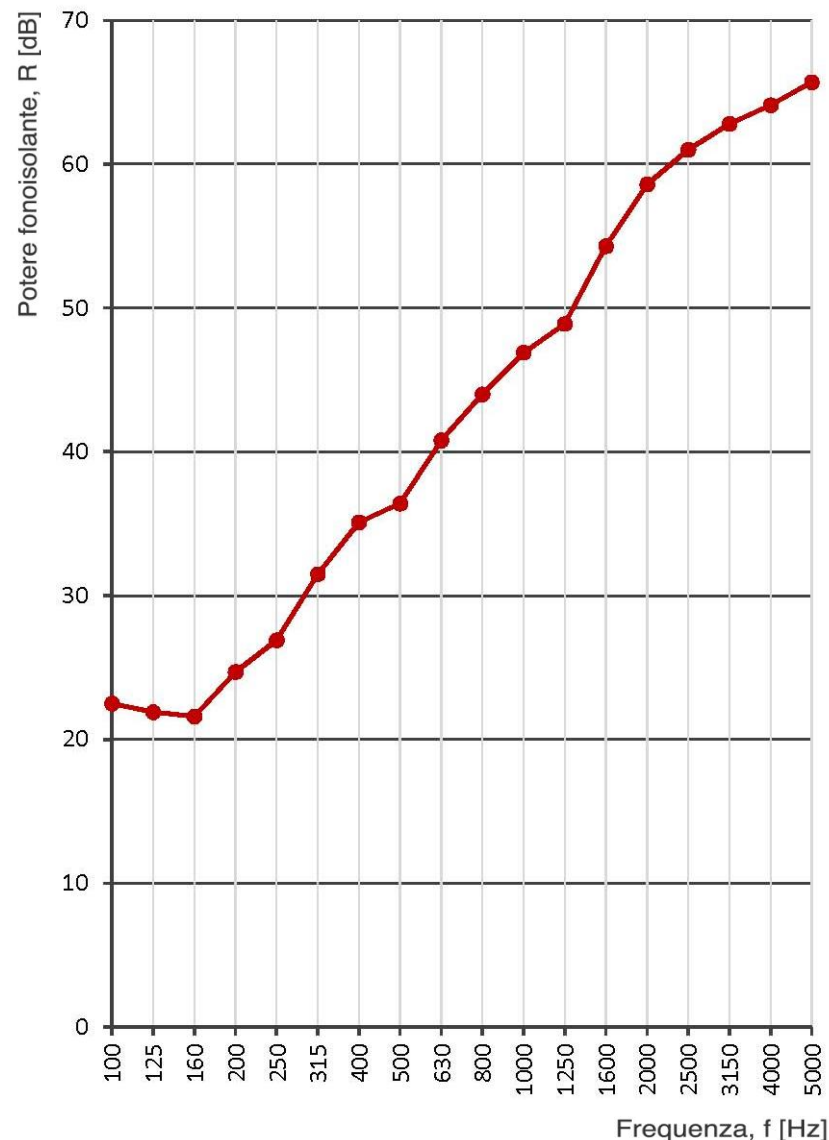
INDICE DI VALUTAZIONE POTERE FONOISOLANTE	40 dB
--	--------------



Isotec XL
sp. 80-120 mm

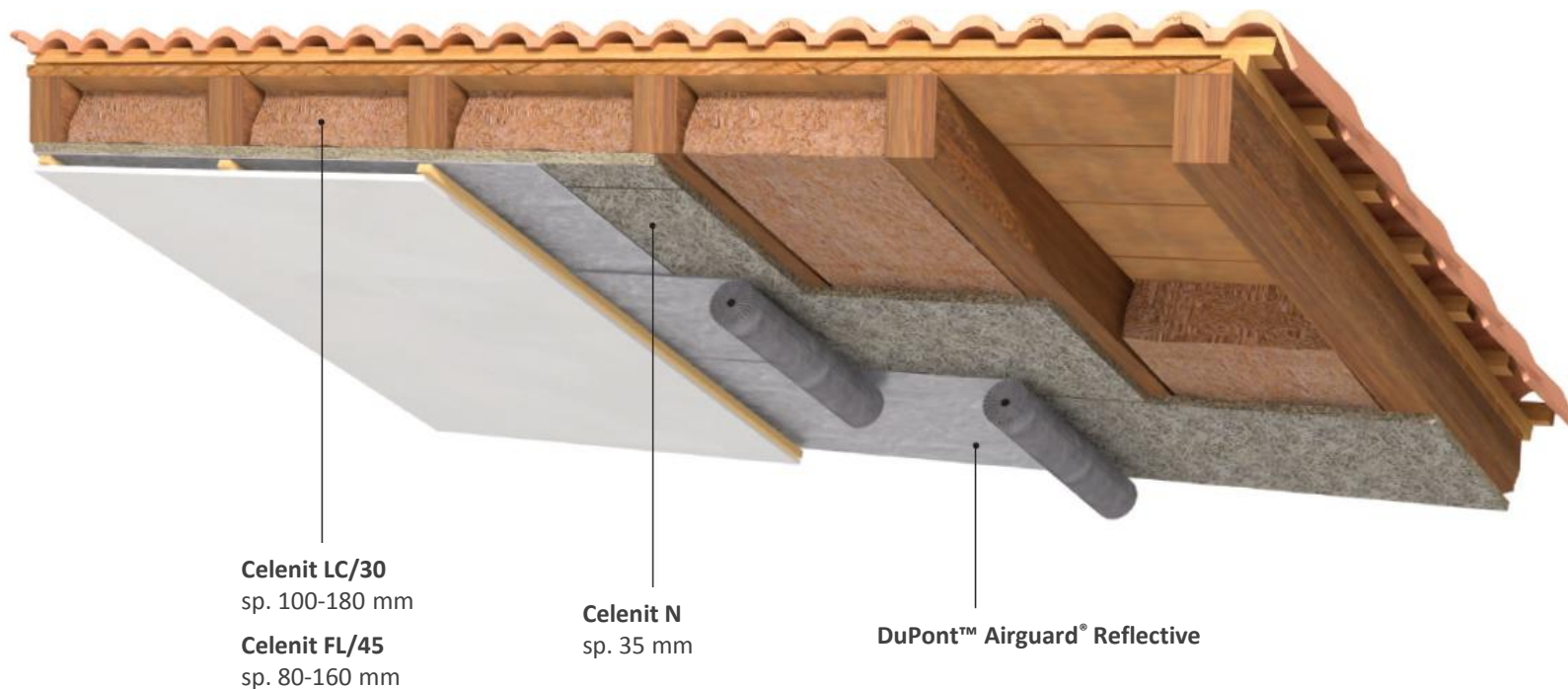
Celenit N
sp. 75 mm

Guaina bituminosa
sp. 4 mm – massa sup. 4,8 kg/m²





SOLUZIONI



SOLUZIONE ESISTENTE

$U = 2,34 \text{ W/m}^2\text{K}$ - sfasamento 1h 42'

TRASMITTANZA

0,19 - 0,32 $\text{W/m}^2\text{K}$

TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA

da **0,06** a **0,16**

SFASAMENTO

da **9h 51'** a **6h 57'**

SOLUZIONI

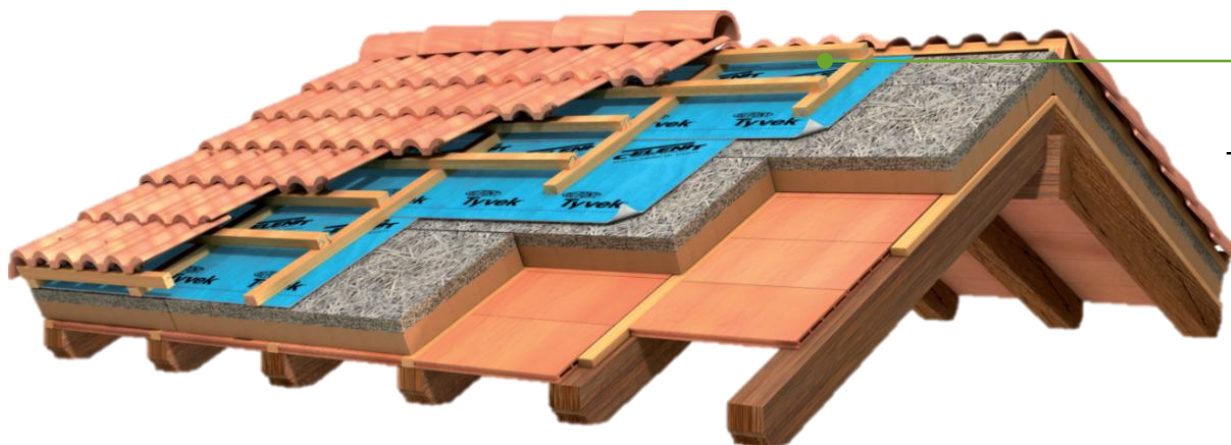
LATEROCEMENTO

TRASMITTANZA	da 0,34 a 0,17
TRAS. TERMICA PERIODICA	da 0,04 a 0,0
SFASAMENTO	da 14h18' a 21h 1'



TAVELLE A VISTA

TRASMITTANZA	da 0,37 a 0,18
TRAS. TERMICA PERIODICA	da 0,18 a 0,03
SFASAMENTO	da 8h25' a 15h10'



PRODOTTI

CELENIT F2/C



Pannello isolante termico ed acustico, studiato per l'applicazione a cappotto, composto da uno strato in lana di legno di abete rosso, mineralizzata e legata con cemento Portland (conforme alla norma UNI EN 13168) spessore 25 mm, e da uno strato in fibra di legno (conforme alla norma UNI EN 13171). Dimensioni: 120 x 60 cm

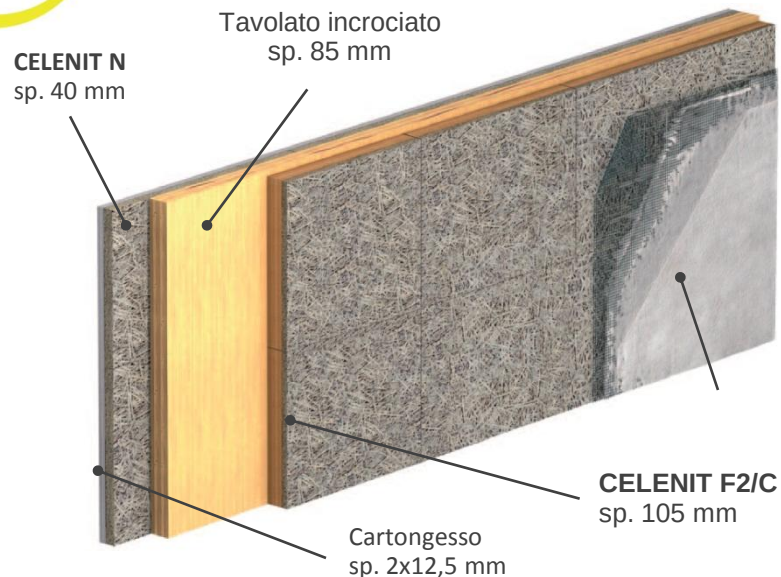
Certificazioni ambientali:

- Lana di legno: ANAB-ICEA (ecobiocompatibilità)
PEFC (sostenibilità materia prima legno 100% rinnovabile)
TÜV (contenuto in riciclato)
- Fibra di legno: NATUREPLUS® (ecobiocompatibilità)

Spessore [mm]	65 (25/40)	85 (25/60)	105 (25/80)	125 (25/100)	145 (25/120)
Resistenza termica dichiarata R_D [m²K/W]	1,45	2,00	2,55	3,10	3,60

Caratteristiche tecniche	Simbolo	Lana di legno	Fibra di legno					Unità di misura
Norma di riferimento	-	UNI EN 13168	UNI EN 13171					-
Spessore	d	25	40	60	80	100	120	mm
Densità	ρ	460	130					kg/m³
Conducibilità termica dichiarata	λ_D	0,065	0,038					W/mK
Calore specifico	c_p	1810*	2100					J/kgK
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo	μ	5	3					-
Reazione al fuoco	-	Euroclasse B-s1, d0	Euroclasse E					-
Sollecitazione a compressione al 10% di deformazione	σ_{10}	≥ 200	≥ 50					kPa

EDIFICI IN LEGNO - XLAM



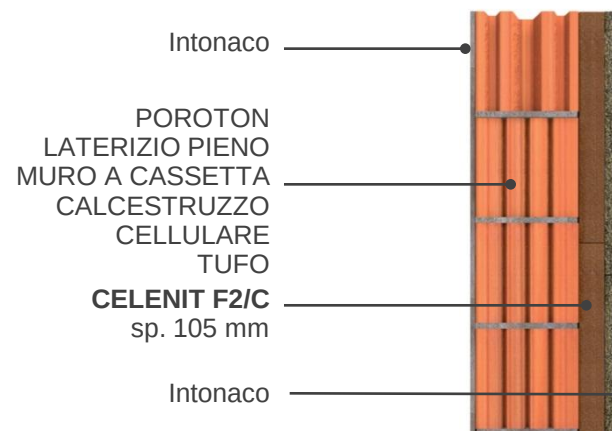
DATI GENERALI

Spessore:	0,270 m
Massa superficiale:	101,05 kg/m ²
Resistenza:	3,9640 m ² K/W
Trasmittanza:	0,2523 W/m²K

PARAMETRI DINAMICI

Trasmittanza periodica:	0,0353 W/m ² K
Fattore di attenuazione:	0,1425
Sfasamento:	14h 25'

EDIFICI IN MURATURA



TRASMITTANZA

SFASAMENTO

POROTON, sp. 300 mm

0,26 W/m²K

18h 12'

LATERIZIO PIENO, sp. 250 mm

0,35 W/m²K

15h 24'

MURO A CASSETTA, sp. 250 mm

0,31 W/m²K

14h 16'

CALCESTRUZZO CELLULARE, sp. 300 mm

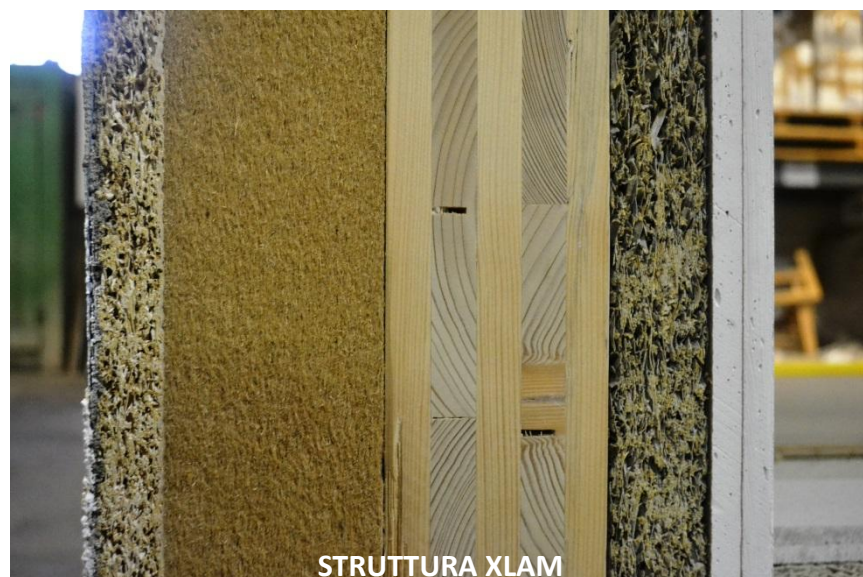
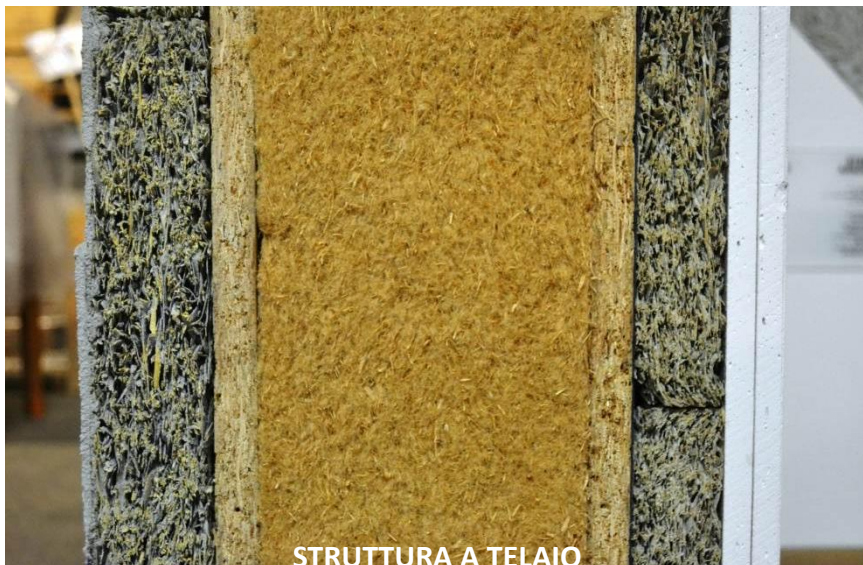
0,21 W/m²K

20h 29'

TUFO, sp. 300 mm

0,33 W/m²K

19h 21'





GRAZIE
PER LA VOSTRA
ATTENZIONE

ing. Daniele Frigerio

dfrigerio@celenit.com

assistenza@celenit.com

www.celenit.com

CELENIT
ISOLANTI NATURALI