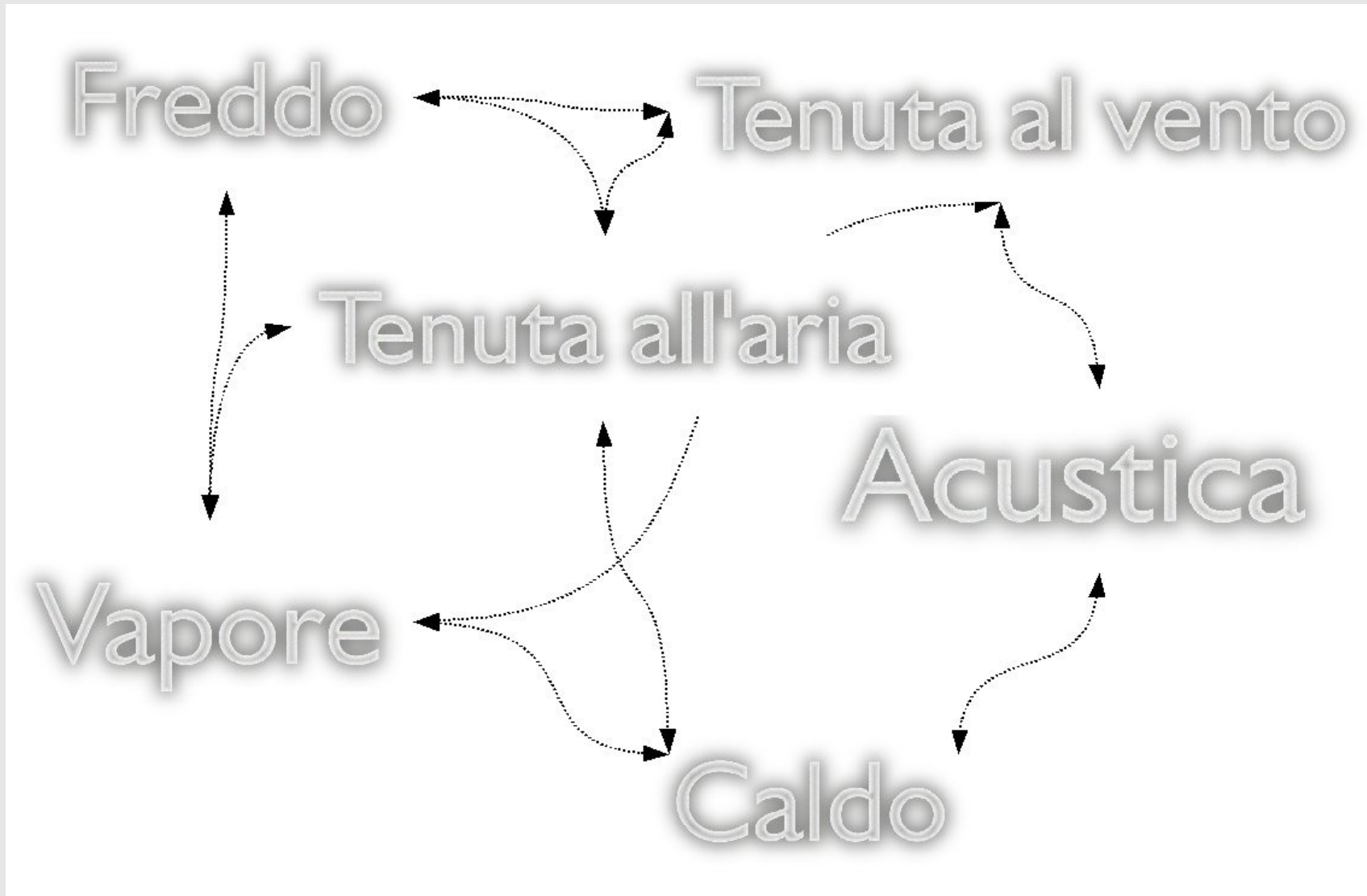


FISICA TECNICA

**trasmittanze, caldo estivo
condense interstiziali,
abbattimento acustico**

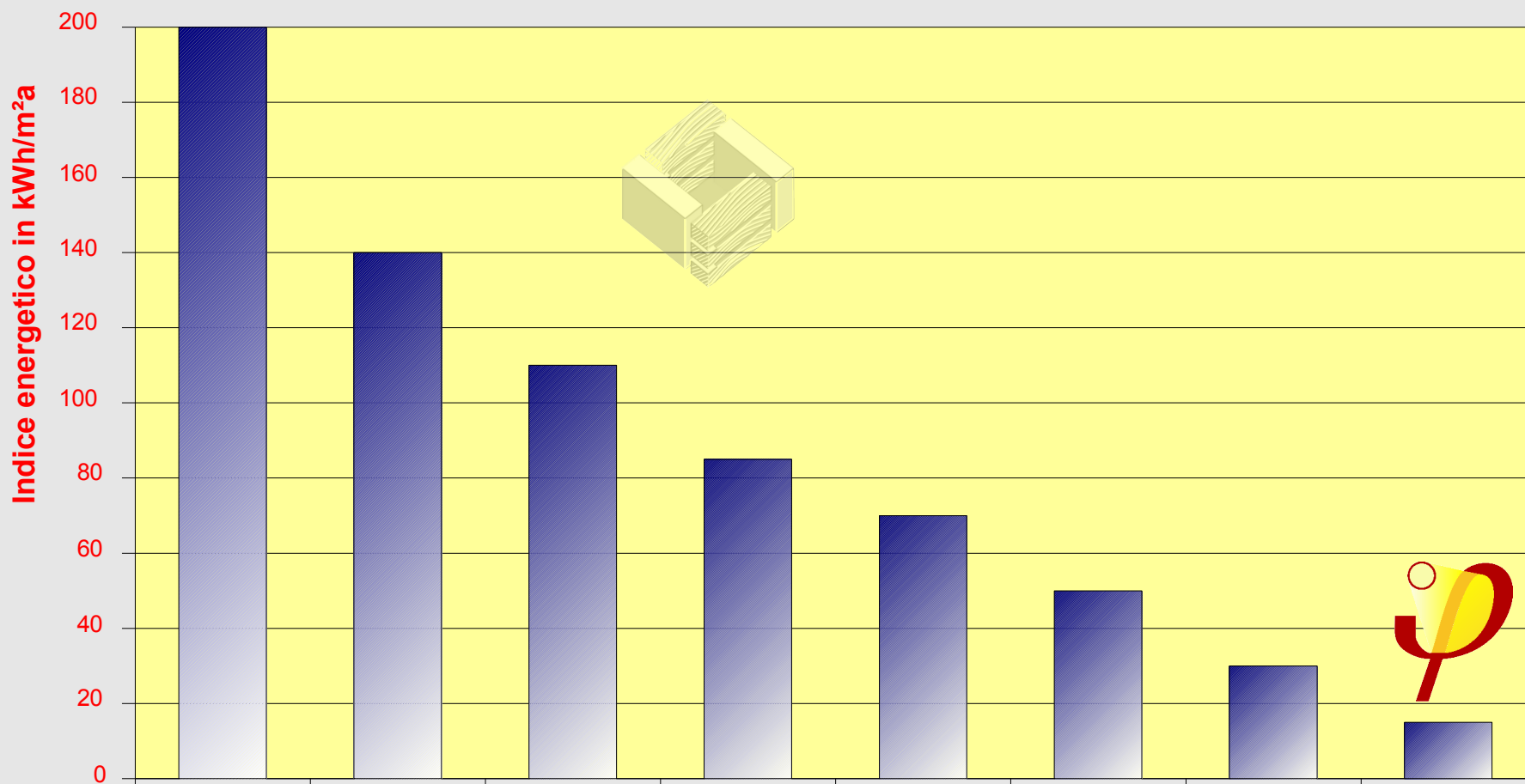
Milano 20 novembre 2008

Protezione invernale: trasmittanze
Tenuta all'aria
Prestazione estiva: riduzione ampiezza
Condense interstiziali
Abbattimento acustico



1 Protezione invernale: trasmittanze

Livelli di prestazione energetica



IE _{Calore}	>160	160	120	90	70	50	30	15
	Classe G	Classe F	Classe E	Classe D	Classe C	Classe B	Classe A	Casa passiva

Energia persa dell'involucro (invernale + estivo) senza perdita degli impianti e fabbisogno energetico per acqua calda sanitaria

Limiti U: metodo semplificato

promo_legno

Limiti U 311 – metodo semplificato

01.01.2006	600	601	901	1.401	2.101	3.001
Pareti	0,85	0,64	0,57	0,50	0,46	0,44
Coperture	0,80	0,60	0,55	0,46	0,43	0,41
Pavimenti	0,80	0,60	0,55	0,46	0,43	0,41
Serramenti	5,50	4,00	3,30	2,80	2,80	2,40
Vetri	5,00	4,00	3,00	2,60	2,40	2,30

01.01.2008	600	601	901	1.401	2.101	3.001
Pareti	0,72	0,55	0,48	0,40	0,37	0,35
Coperture	0,42	0,42	0,42	0,35	0,32	0,31
Pavimenti	0,74	0,55	0,49	0,41	0,38	0,36
Serramenti	5,00	3,00	3,00	2,80	2,50	2,20
Vetri	4,50	3,40	2,30	2,10	1,90	1,70

01.01.2010	600	601	901	1.401	2.101	3.001
Pareti	0,62	0,48	0,40	0,36	0,34	0,33
Coperture	0,38	0,38	0,38	0,32	0,30	0,29
Pavimenti	0,65	0,49	0,42	0,36	0,33	0,32
Serramenti	4,60	3,00	2,60	2,40	2,20	2,10
Vetri	3,70	2,70	2,10	1,90	1,70	1,30

Limiti U: per rientrare nella detrazione IRPEF

promolegno

Tab 1, allegato B, DM 11.02.2008; GU 66, della finanziaria 2008; fino 31.12.2009

W/m ² K	A	B	C	D	E	F
01/03/2008	600	601	901	1.401	2.101	3.001
Pareti	0,62	0,48	0,40	0,36	0,34	0,33
Coperture	0,38	0,38	0,38	0,32	0,30	0,29
Pavimenti	0,65	0,49	0,42	0,36	0,33	0,32
Serramenti	4,60	3,00	2,60	2,40	2,20	2,00

Tab 2, allegato B, DM 11.02.2008; GU 66, della finanziaria 2008; dal 01.01.2010

W/m ² K	A	B	C	D	E	F
01/01/2010	600	601	901	1.401	2.101	3.001
Pareti	0,56	0,43	0,36	0,30	0,28	0,27
Coperture	0,34	0,34	0,34	0,28	0,24	0,23
Pavimenti	0,59	0,44	0,38	0,30	0,27	0,26
Serramenti	3,90	2,60	2,10	2,00	1,60	1,40

Limiti U: per rientrare nella detrazione IRPEF

promo_legno

Tab 1, allegato B, DM 11.02.2008; GU 66, della finanziaria 2008; fino 31.12.2009

W/m ² K	A	B	C	D	E	F
01/03/2008	600	601	901	1.401	2.101	3.001
Pareti	0,62	0,48	0,40	0,36	0,34	0,33
coibente	3 cm	5 cm	7 cm	8 cm	9 cm	10 cm
Coperture	0,38	0,38	0,38	0,32	0,30	0,29
coibente	9 cm	9 cm	9 cm	10 cm	11 cm	12 cm

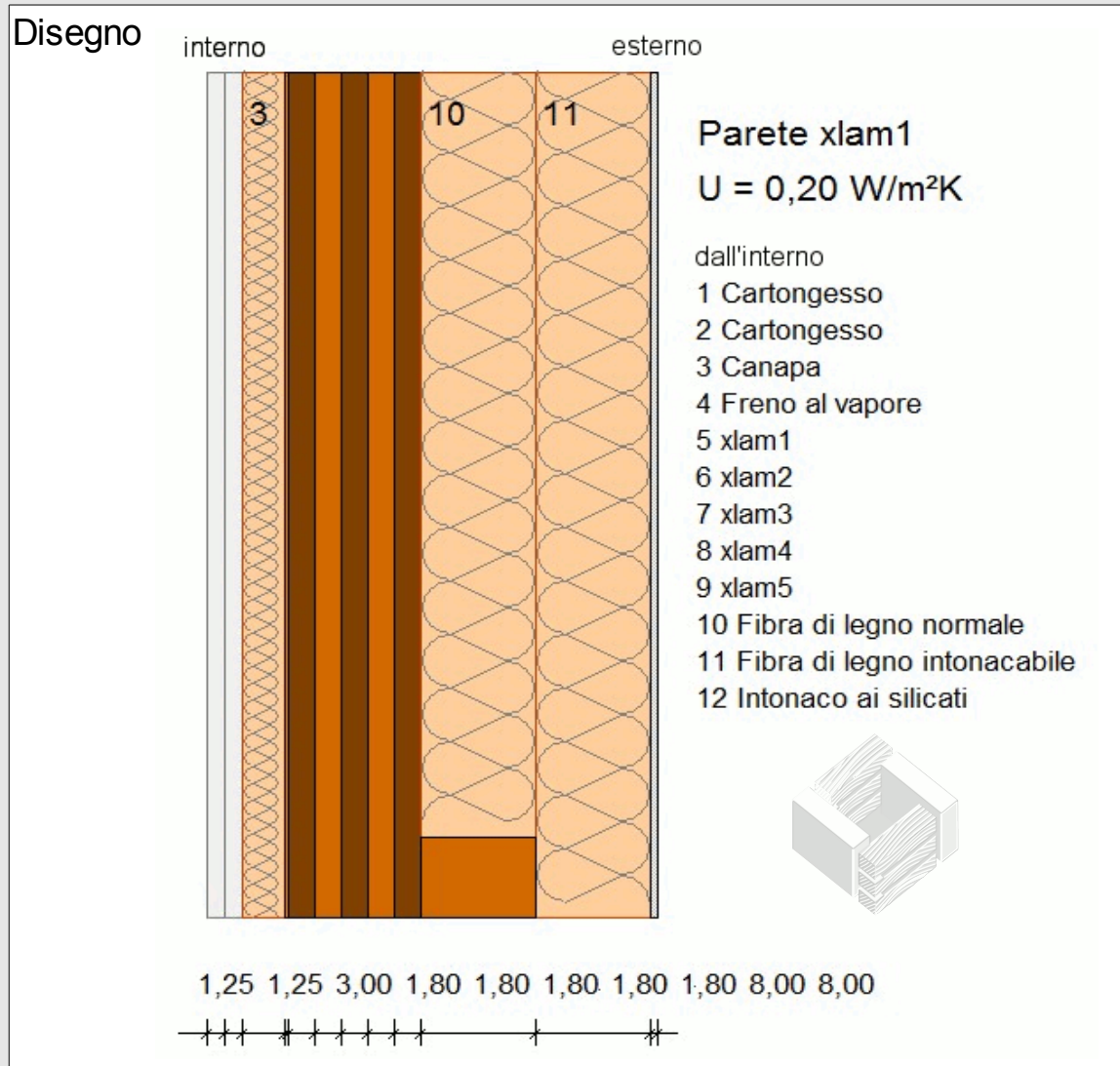
Tab 2, allegato B, DM 11.02.2008; GU 66, della finanziaria 2008; dal 01.01.2010

W/m ² K	A	B	C	D	E	F
01/01/2010	600	601	901	1.401	2.101	3.001
Pareti	0,56	0,43	0,36	0,30	0,28	0,27
coibente	4 cm	6 cm	8 cm	11 cm	12 cm	13 cm
Coperture	0,34	0,34	0,34	0,28	0,24	0,23
coibente	10 cm	10 cm	10 cm	12 cm	14 cm	15 cm

Parete X-Lam: doppio cartongesso, 3 cm aria, X-Lam 9 cm, coibente $\lambda = 0,04$ W/mK con listello, coibente intonacabile $\lambda = 0,05$ W/mK, 0,5 cm intonaco ai silicati

Copertura X-Lam: X-Lam 6 cm + coibente $\lambda = 0,04$ W/mK

Parete X-Lam 1



UNI EN 6946	
Valore U	0,203 W/m ² K
OK	SI

UNI EN 13786	
Udinamico	0,020 W/m ² K
fa	7,9%
sfasamento	7,91 ore
OK	SI

"Heindl"	
Rid.amp.	100%
sfasamento	19,30 ore
OK	SI

UNI EN 13788	
condense	0 g/m ²
limite	-
OK	SI

Acustica	
R'w	-
OK	-

Parete X-Lam 1: trasmittanza

Calcolo del valore U: UNI 6946

Parete xlam 1

Resistenza superficiale interna Rsi **0,13**
Orizzontale

Resistenza superficiale esterna Rse **0,04**
Aria in quiete

nr	Stratigrafia 1 dall'interno verso l'esterno	λ [W/mK]
1	Doppio cartongesso	0,250
2	Canapa, materassino	0,050
3	Freno al vapore	
4	X-Lam	0,130
5	Fibra di legno normale	0,040
6	Fibra di legno intonacabile	0,050
7	Intonaco al silicato	0,700
8		
9		

Stratigrafia 2	λ [W/mK]	s [cm]	D [m ² K/ W]
		2,5	0,100
		3,0	0,600
		9,0	0,692
Listello di legno	0,130	8,0	2,000
		8,0	1,600
		0,5	0,007
Percentuale superficie stratigrafia 2	9,1%	31,0	0,170

Somma

Trasmittanza U [W/m²K]: **0,203**

Resistenza termica R [m²K/W]: **4,916**

errore **2%**

Limiti validi per: **Milano (MI)**

Limite U finanziaria 2008 [W/m²K]: **0,34**

Limite U finanziaria 2010 [W/m²K]: **0,28**

	U	FEP	
Limite 311/06 01.01.08	0,37	0,48	W/m ² K
Limite 311/06 01.01.10	0,34	0,44	W/m ² K

Parete X-Lam 1: riduzione ampiezza/sfasamento

promo_legno

Calcolo della prestazione estiva

Parete xlam 1

Valore medio mensile di irradianza nel mese is massima insolazione:

Controllo necessario se $> 290 \text{ W/m}^2$

I m,s 278 W/m²

nr	Stratigrafia 1 dall'interno verso l'esterno	nr TAV	s [cm]	ρ [kg/m ³]	Ms [kg]	λ [W/mK]	c [Wh/kgK]
1	Doppio cartongesso	6	2,5	900	23	0,250	0,278
2	Canapa, materassino	5	3,0	22	1	0,050	0,360
3	Freno al vapore						
4	X-Lam	4	9,0	500	45	0,130	0,444
5	Fibra di legno normale	3	8,0	160	13	0,040	0,580
6	Fibra di legno intonacabile	2	8,0	220	18	0,050	0,580
7	Intonaco al silicato	1	0,5	1.800	9	0,700	0,280
8							
9							

Ms OK se
 $> 230 \text{ kg/m}^2$

108

NO

Somma

Sistema a matrice "Heindl"

Riduzione
ampiezza **99%**

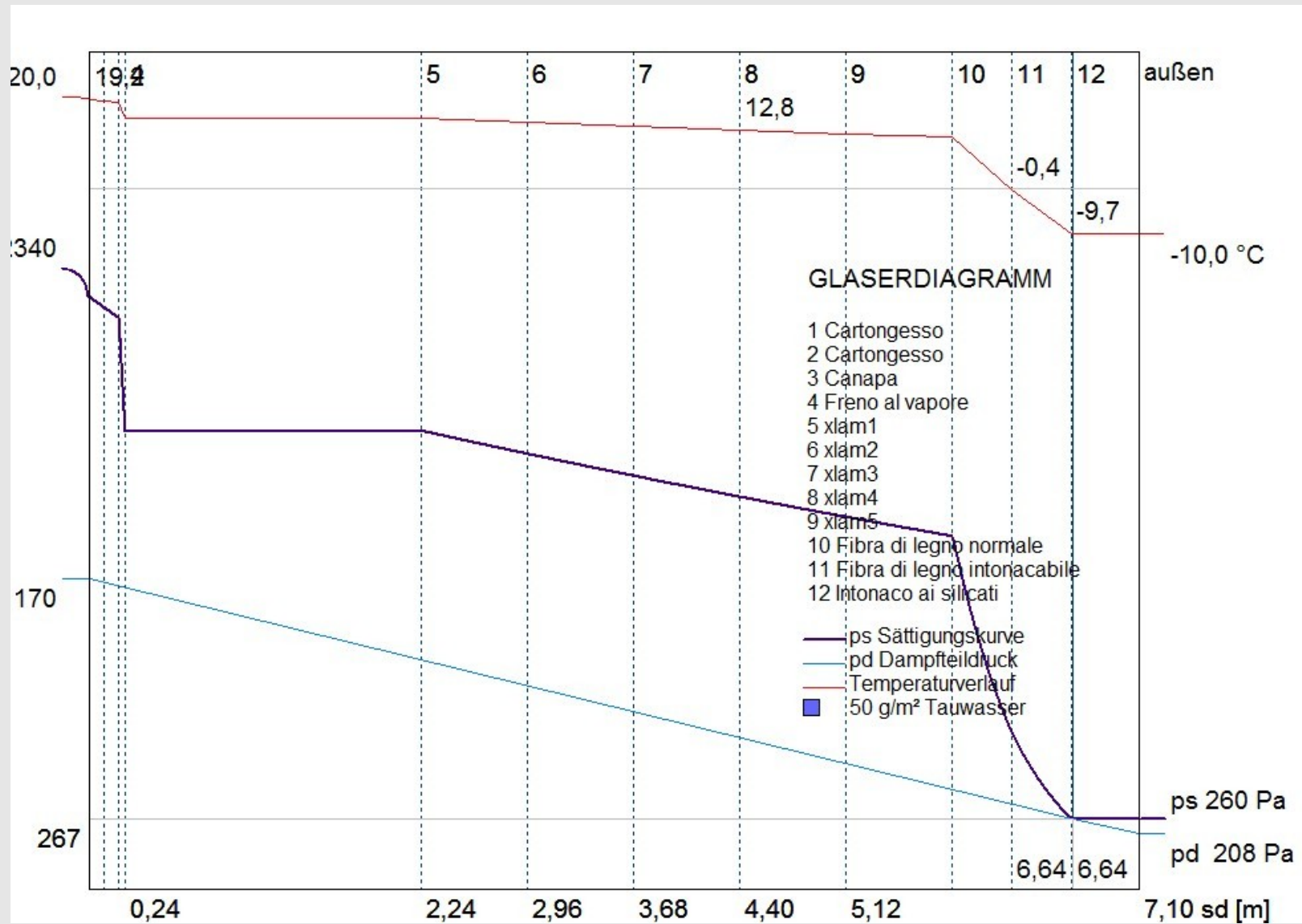
Spostamento
fase **19,3 ore**

▣ **Elemento macro-ventilato**

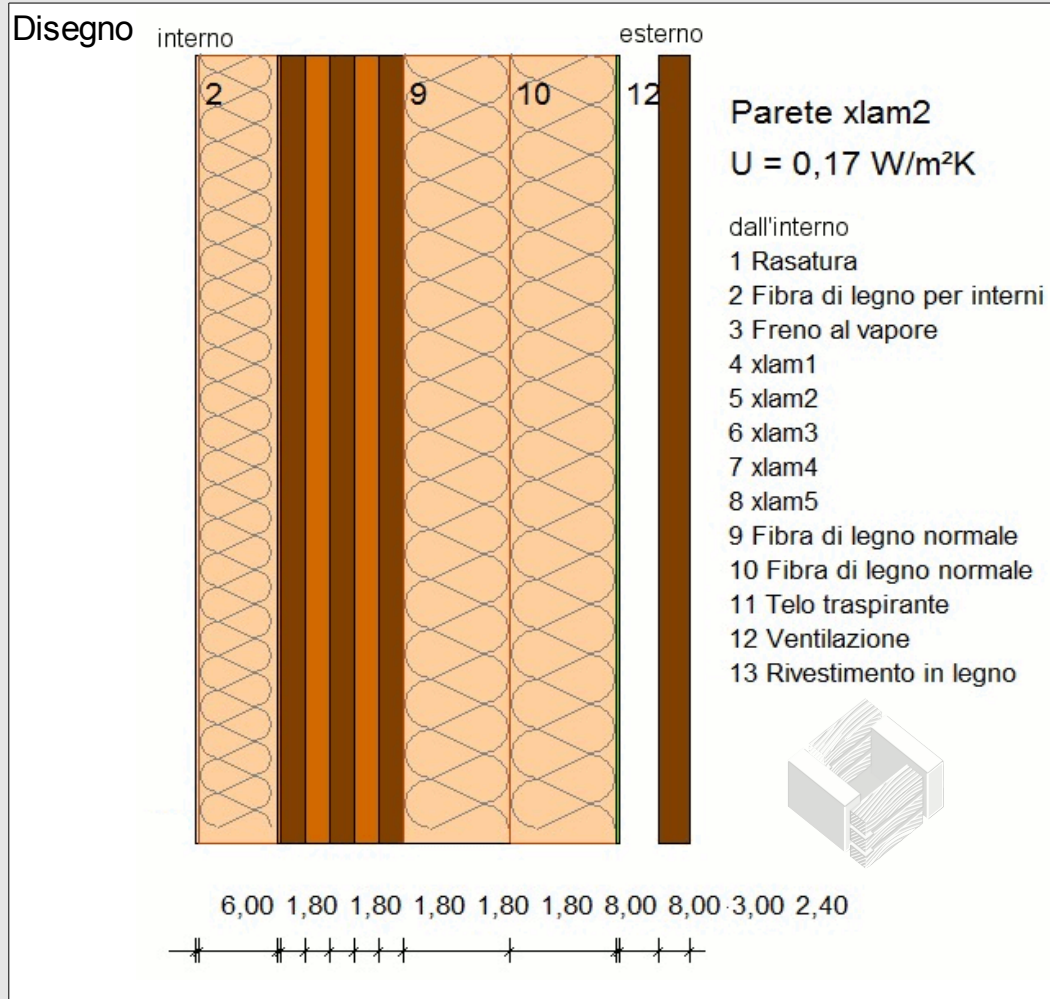
▣ **Strato esterno riflettente**

	Minimo	Buono	Oggetto
spostamento fase	10,0 ore	14,0 ore	19,3 ore
riduzione ampiezza	85%	95%	99%

Parete X-Lam 1: condense



Parete X-Lam 2



UNI EN 6946	
Valore U	0,164 W/m ² K
OK	SI

UNI EN 13786	
Udinamico	0,010 W/m ² K
fa	4,8%
sfasamento	6,19 ore
OK	SI

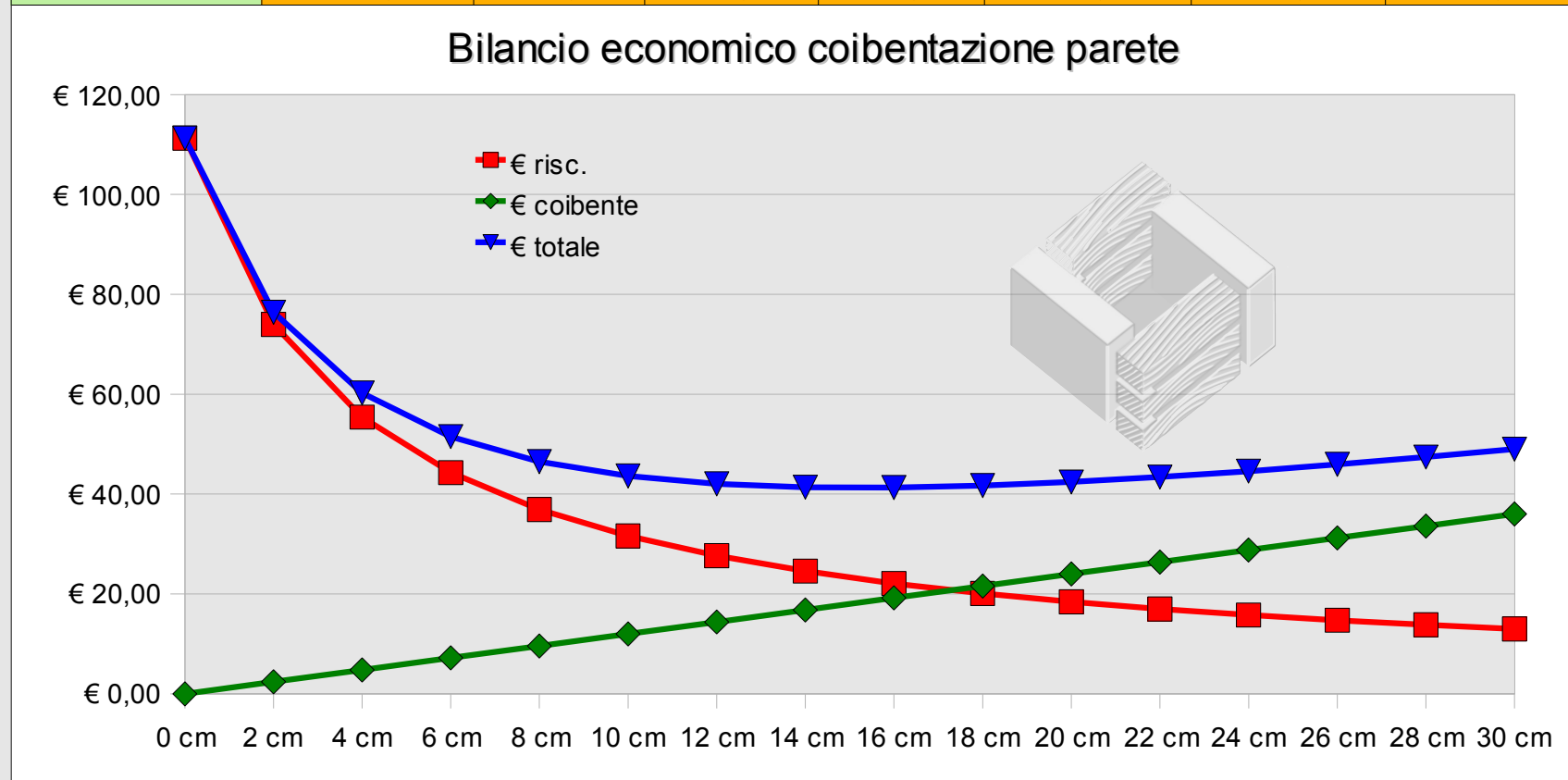
"Heindl"	
Rid.amp.	100%
sfasamento	21,20 ore
OK	SI

UNI EN 13788	
condense	0 g/m ²
limite	-
OK	SI

Acustica	
R'w	-
OK	-

Valore attuale: tetto a Milano

Calcolo per Milano							
Spessore	0 cm	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
€ risc.	€ 111,28	€ 49,24	€ 31,61	€ 23,28	€ 18,42	€ 15,24	€ 13,00
€ coibente	€ 0,00	€ 6,00	€ 12,00	€ 18,00	€ 24,00	€ 30,00	€ 36,00
€ totale	€ 111,28	€ 55,24	€ 43,61	€ 41,28	€ 42,42	€ 45,24	€ 49,00



2 Tenuta all'aria

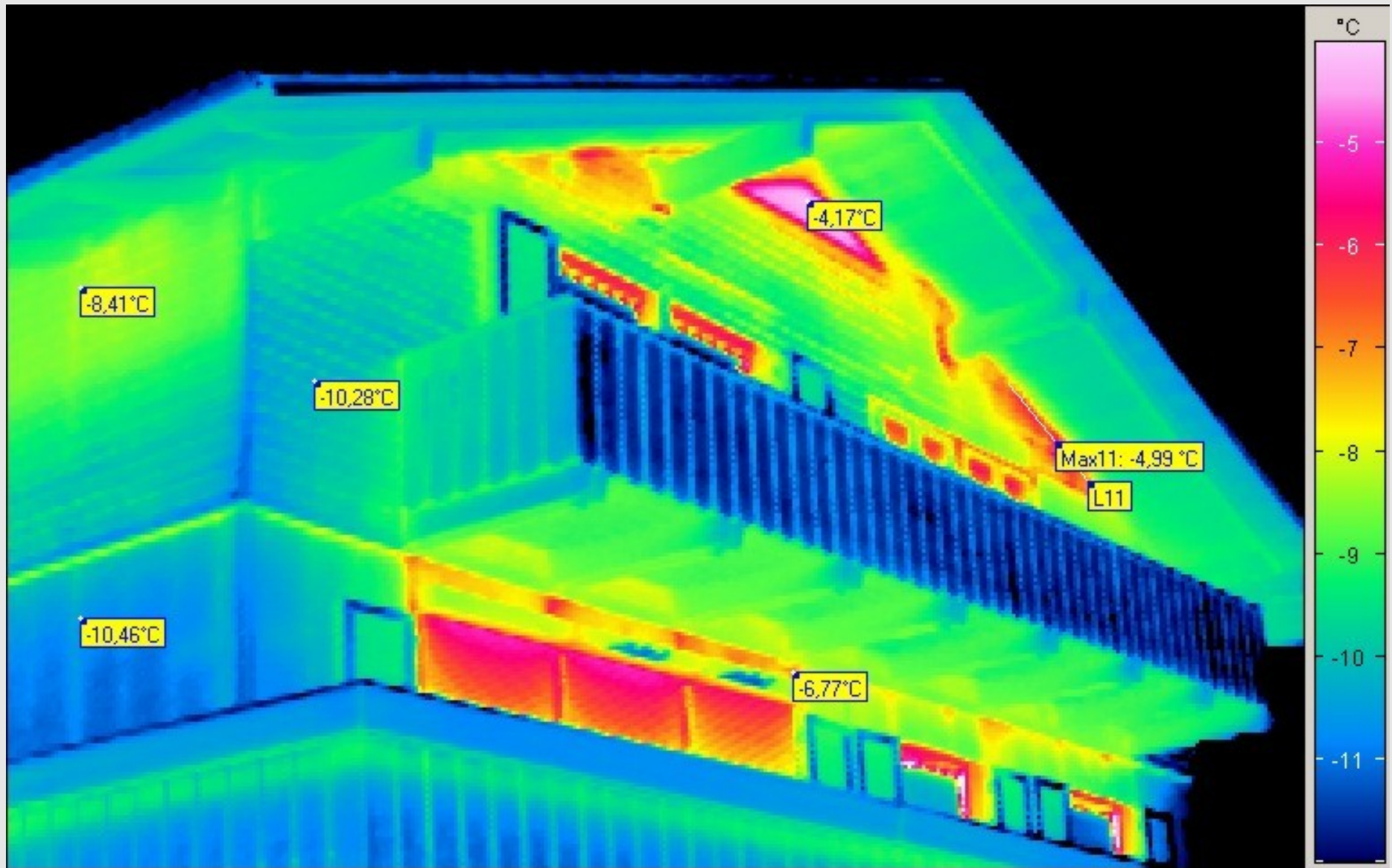
Perdite di calore per permeabilità all'aria

promolegno



Perdite di calore per permeabilità all'aria

promolegno



Il Test BlowerDoor



Si misura il valore

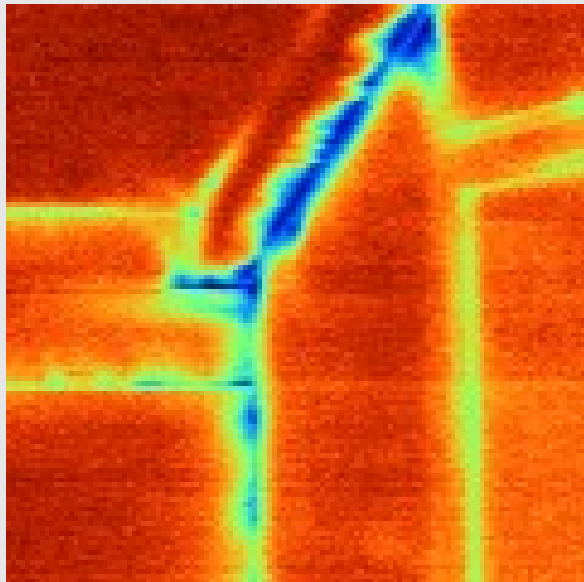
n50

per definire la tenuta
all'aria di un'edificio.

UNI EN 13829: 2003

Fughe e test tenuta all'aria

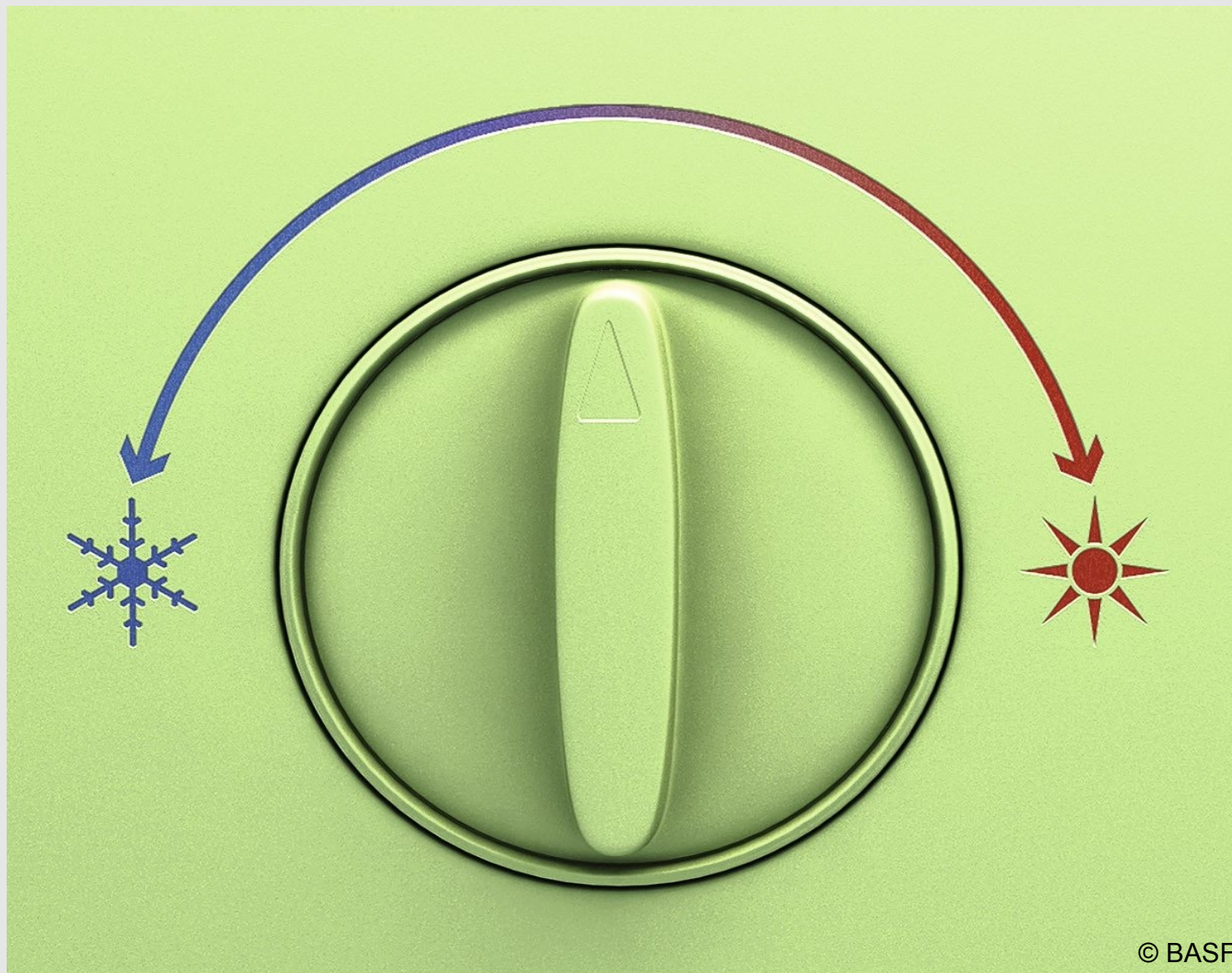
promolegno



3 Prestazione estiva: riduzione ampiezza

Comfort INVERNALE ed ESTIVO

promo_legno



Massa superficiale $> 290 \text{ kg/m}^2$

Sfasamento e attenuazione minima classe III

Sistema alternativo

DL 311 legge „massa“: province coinvolte

promolegno

Regione/Provincia	I Mmax	Regione/Provincia	I Mmax	Regione/Provincia	I Mmax	Regione/Provincia	I Mmax
Abruzzo		Lazio		Piemonte		Toscana	
Chieti	306 W/m ²	Frosinone	300 W/m ²	Alessandria	262 W/m ²	Arezzo	267 W/m ²
L'Aquila	273 W/m ²	Latina	316 W/m ²	Asti	260 W/m ²	Firenze	296 W/m ²
Pescara	302 W/m ²	Rieti	270 W/m ²	Biella		Grosseto	314 W/m ²
Teramo	297 W/m ²	Roma	314 W/m ²	Cuneo	235 W/m ²	Livorno	303 W/m ²
Basilicata		Viterbo	287 W/m ²	Novara	281 W/m ²	Lucca	286 W/m ²
Matera	307 W/m ²	Liguria		Torino	272 W/m ²	Massa-Carrara	294 W/m ²
Potenza	301 W/m ²	Genova	287 W/m ²	Verbanò Susic Ossola		Pisa	301 W/m ²
Calabria		Imperia	306 W/m ²	Vercelli	282 W/m ²	Pistoia	266 W/m ²
Catanzaro	317 W/m ²	La Spezia	299 W/m ²	Puglia		Prato	
Cosenza	334 W/m ²	Savona	274 W/m ²	Bari	331 W/m ²	Siena	282 W/m ²
Crotone		Lombardia		Barletta-Andria-Trani		Trentino-Alto Adige	
Reggio Calabria	318 W/m ²	Bergamo	259 W/m ²	Brindisi	317 W/m ²	Bolzano/Bozen	260 W/m ²
Vibo Valentia		Brescia	282 W/m ²	Foggia	308 W/m ²	Trento	285 W/m ²
Campania		Como	256 W/m ²	Lecce	315 W/m ²	Umbria	
Avellino	311 W/m ²	Cremona	289 W/m ²	Taranto	325 W/m ²	Perugia	295 W/m ²
Benevento	306 W/m ²	Lecco		Sardegna		Terni	278 W/m ²
Caserta	301 W/m ²	Lodi		Cagliari	316 W/m ²	Valle d'Aosta	
Napoli	315 W/m ²	Mantova	286 W/m ²	Carbonia-Iglesias		Aosta	243 W/m ²
Salerno	275 W/m ²	Milano	278 W/m ²	Medio Campidano		Veneto	
Emilia-Romagna		Monza e Brianza		Nuoro	324 W/m ²	Belluno	253 W/m ²
Bologna	296 W/m ²	Pavia	287 W/m ²	Ogliastra		Padova	249 W/m ²
Ferrara	277 W/m ²	Sondrio	259 W/m ²	Olbia-Tempio		Rovigo	300 W/m ²
Forlì-Cesena	308 W/m ²	Varese	255 W/m ²	Oristano	319 W/m ²	Treviso	284 W/m ²
Modena	289 W/m ²	Marche		Sassari	325 W/m ²	Venezia	314 W/m ²
Parma	304 W/m ²	Ancona	301 W/m ²	Sicilia		Verona	250 W/m ²
Piacenza	295 W/m ²	Ascoli Piceno	296 W/m ²	Agrigento	343 W/m ²	Vicenza	256 W/m ²
Ravenna	293 W/m ²	Fermo'		Caltanissetta	326 W/m ²		
Reggio Emilia	294 W/m ²	Macerata	294 W/m ²	Catania	326 W/m ²		
Rimini		Pesaro e Urbino	294 W/m ²	Enna	331 W/m ²		
Friuli-Venezia Giulia		Molise		Messina	315 W/m ²		
Gorizia	266 W/m ²	Campobasso	307 W/m ²	Palermo	323 W/m ²		
Pordenone	255 W/m ²	Isernia	292 W/m ²	Ragusa	309 W/m ²		
Trieste	270 W/m ²			Siracusa	323 W/m ²		
Udine	255 W/m ²			Trapani	334 W/m ²		

Sfasamento e attenuazione 13786

promo_legno

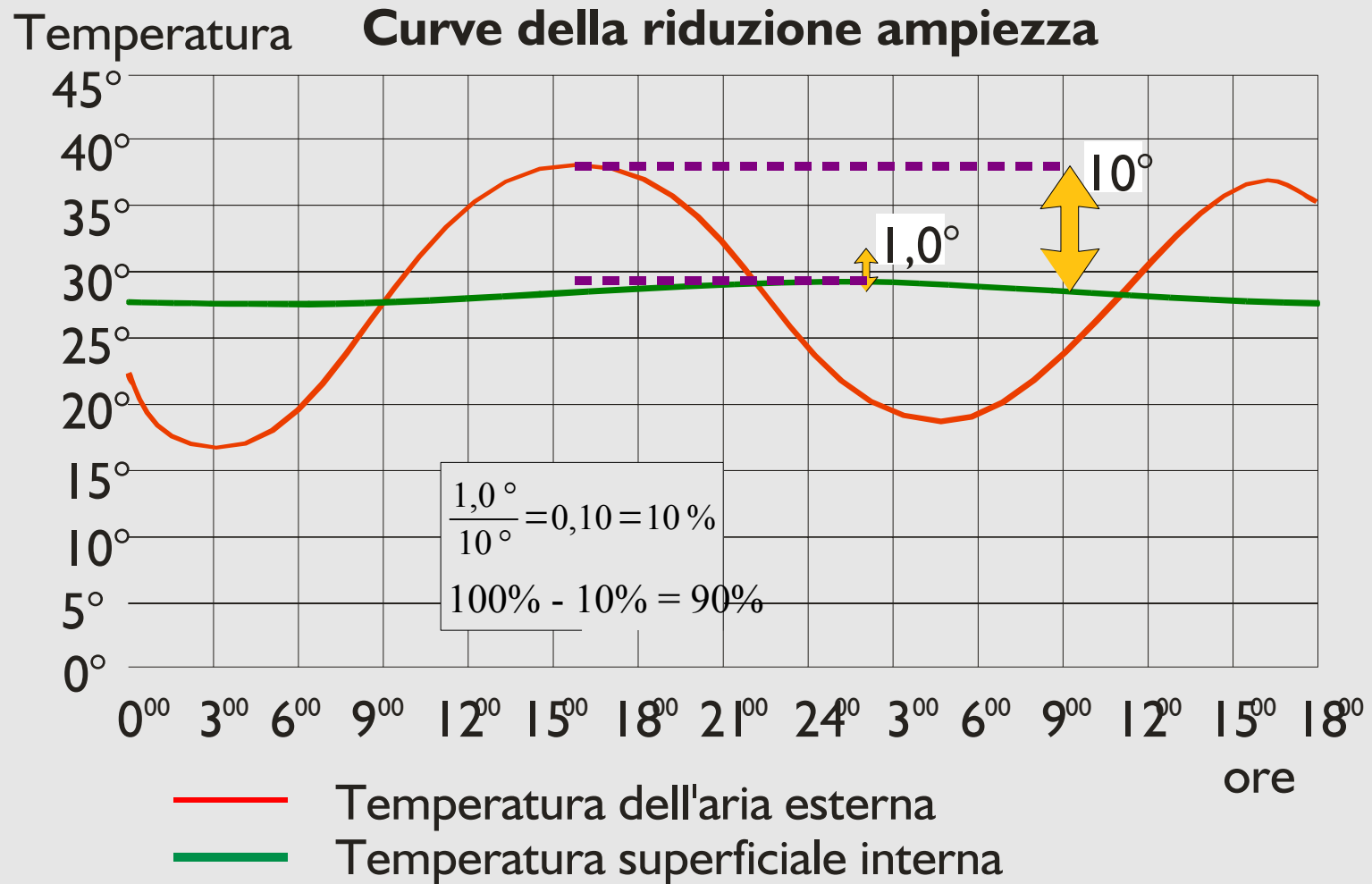
Classe prestazionale	Prestazioni	Sfasamento S (h)	Attenuazione fa
I	Ottima	> 12	≤ 0,15
II	Buona	10 - ≤ 12	0,15 - ≤ 0,30
III	Sufficiente	8 - ≤ 10	0,30 - ≤ 0,40
IV	Mediocre	6 - ≤ 8	0,40 - ≤ 0,60
V	Cattiva	≤ 6	> 0,6

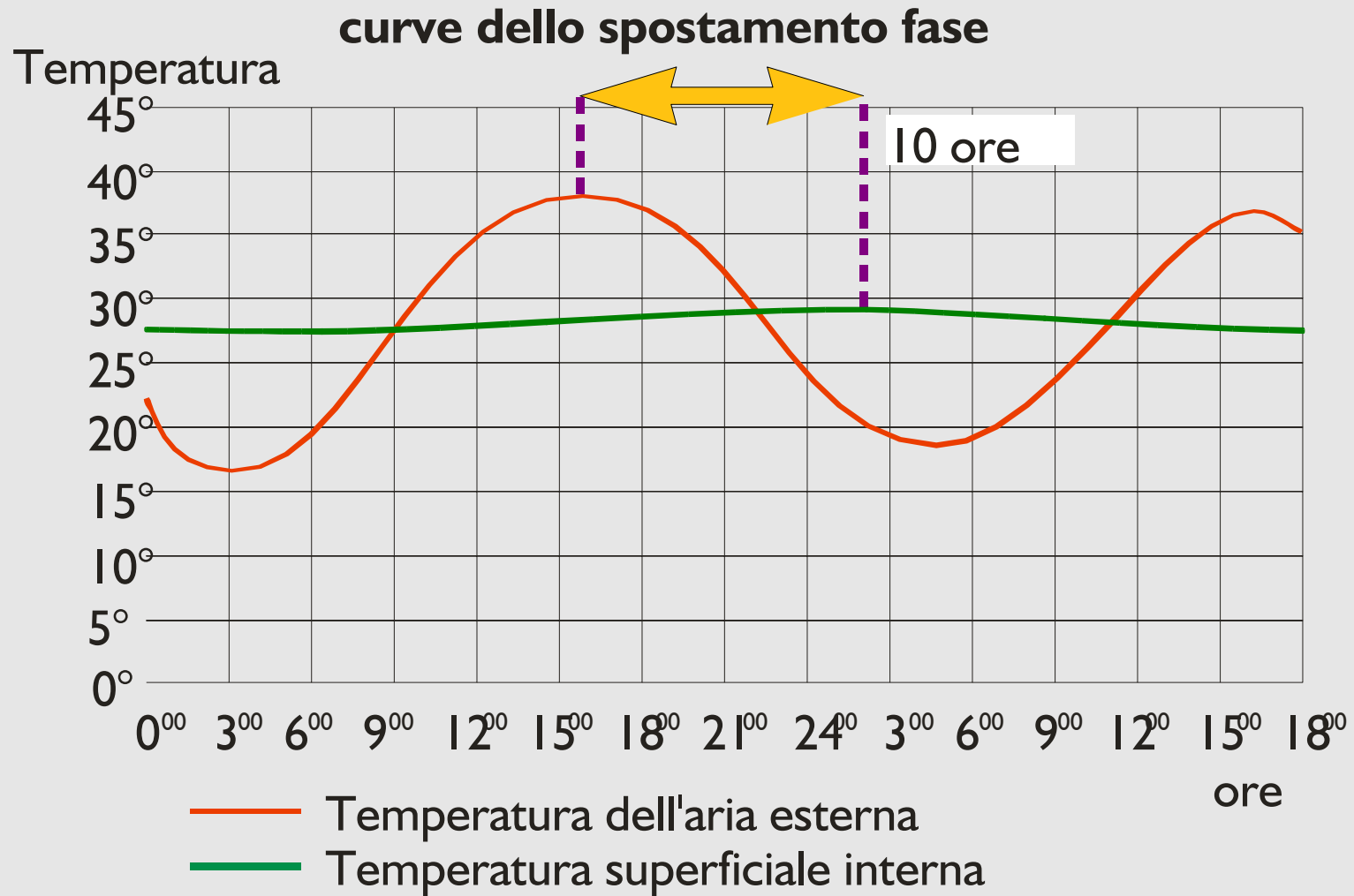
U limite dal 2008	0,32	Ulim
U limite dal 2010	0,30	0,32

Milano

	fa	Udin
Classe III	40%	0,13
Classe II	30%	0,10
Classe I	15%	0,05

fa	= Udin/Ustat
----	--------------





Parete X-Lam coibente fibra di legno - EPSG

promo_legno

X-Lam + Fibra di legno

12 cm

UNI 6946	
Valore Ustat	0,272 W/m²K

„Heindl“	
Rid.amp.	98%
sfasamento	15,1 ore

UNI 13786	
Udin	0,050 W/m²K
fa	0,176
sfasamento	11,1 ore

< 0,4
> 10 ore

X-Lam + EPSG

12 cm

UNI 6946	
Valore Ustat	0,200 W/m²K

„Heindl“	
Rid.amp.	97%
sfasamento	10,6 ore

UNI 13786	
Udin	0,060 W/m²K
fa	0,301
sfasamento	8,2 ore

< 0,4
> 10 ore

telaio + EPSG

12 cm

UNI 6946	
Valore Ustat	0,258 W/m²K

„Heindl“	
Rid.amp.	93%
sfasamento	7,8 ore

UNI 13786	
Udin	0,170 W/m²K
fa	0,639
sfasamento	4,6 ore

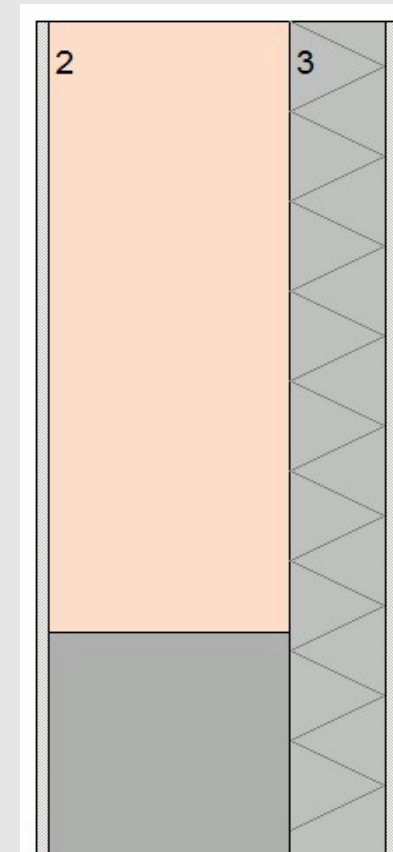
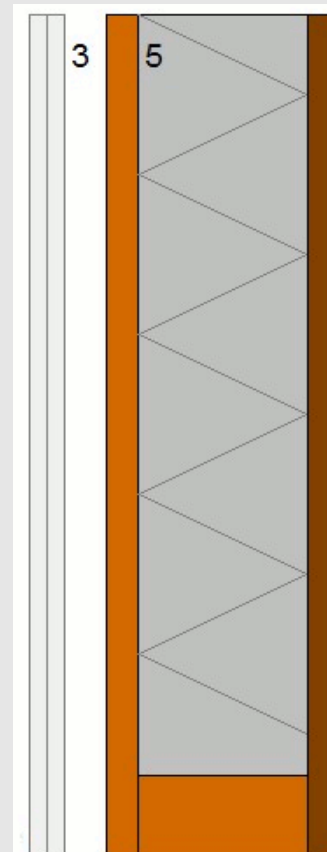
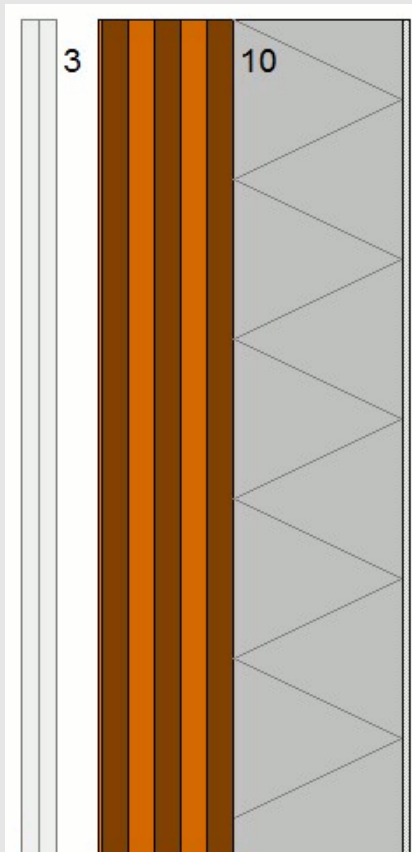
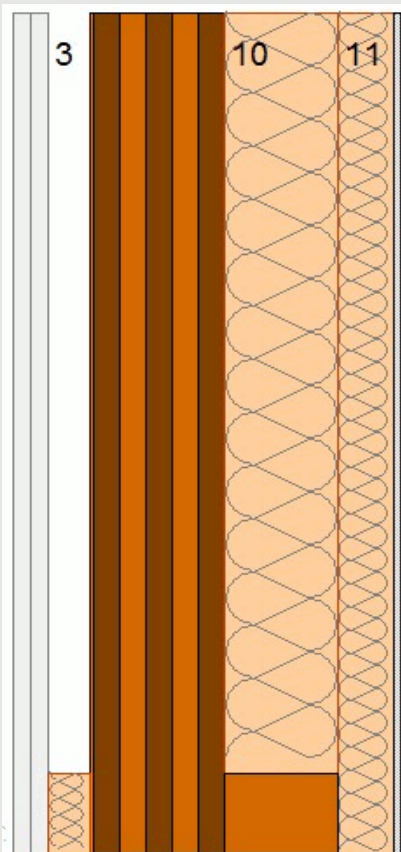
< 0,4
> 10 ore

Laterizio + EPSG

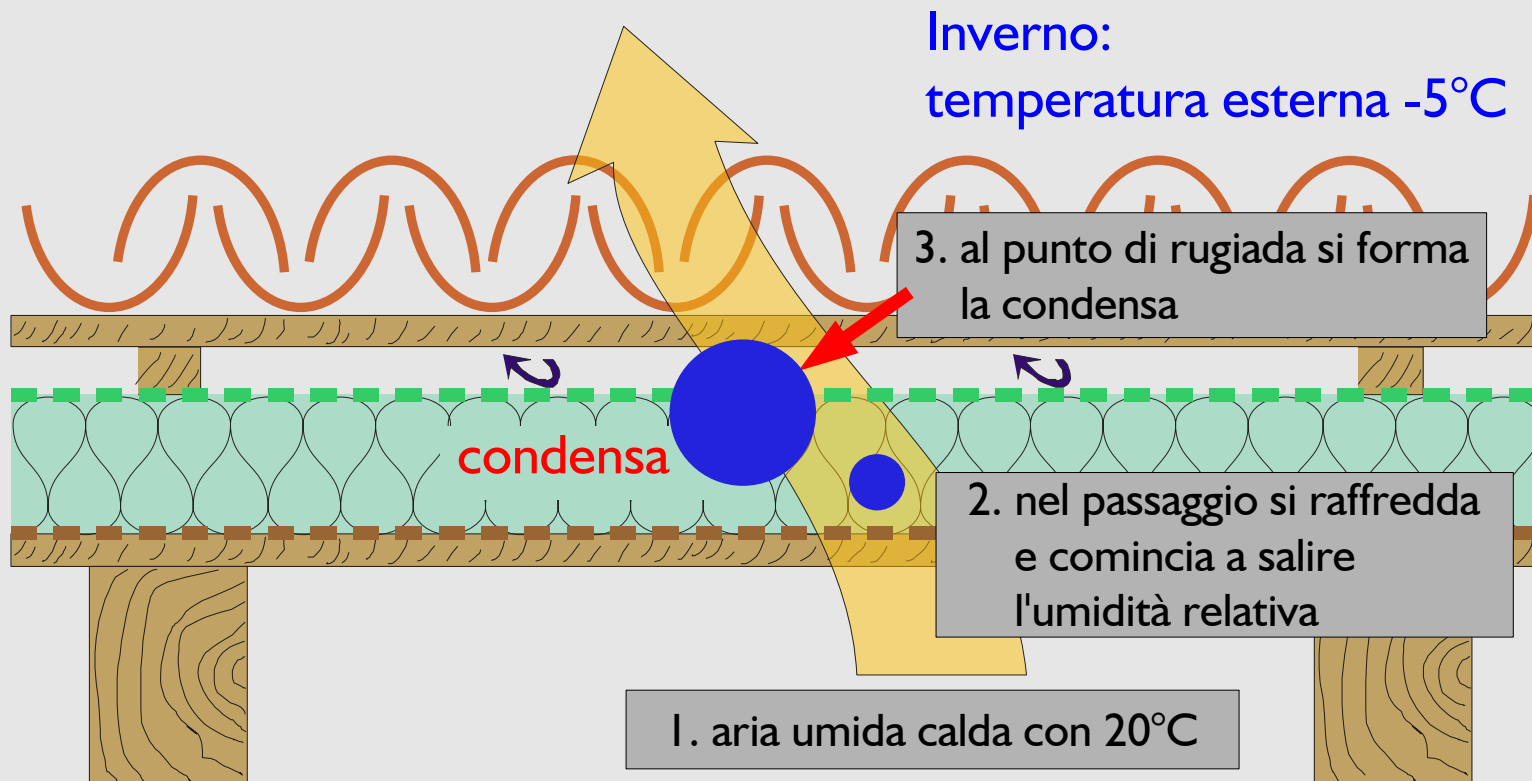
UNI 6946	
Valore Ustat	0,206 W/m²K

„Heindl“	
Rid.amp.	100%
sfasamento	17,7 ore

UNI 13786	
Udin	0,010 W/m²K
fa	0,049
sfasamento	8,3 ore



4 Condense interstiziali



Condense interstiziali: dal caldo al freddo

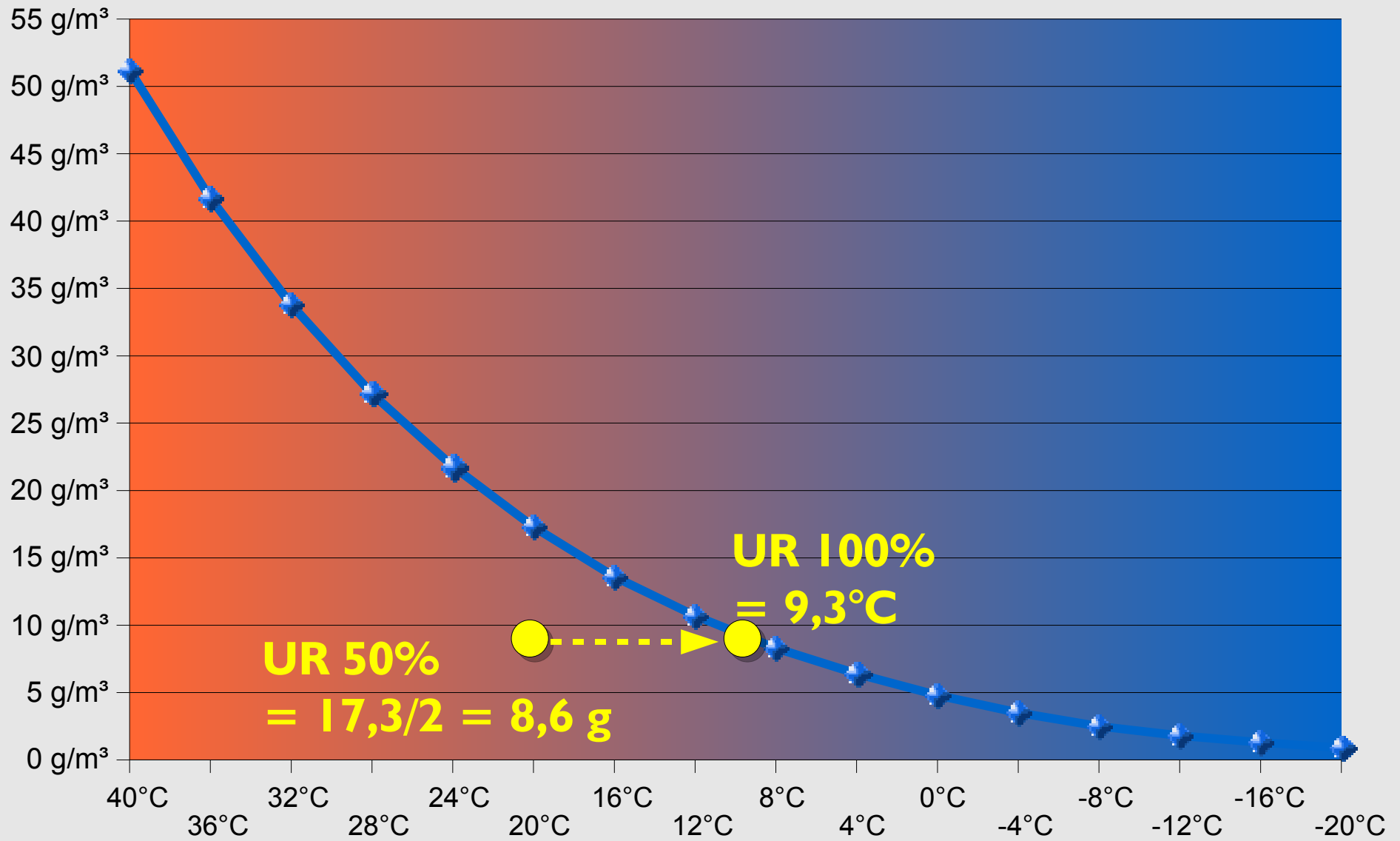
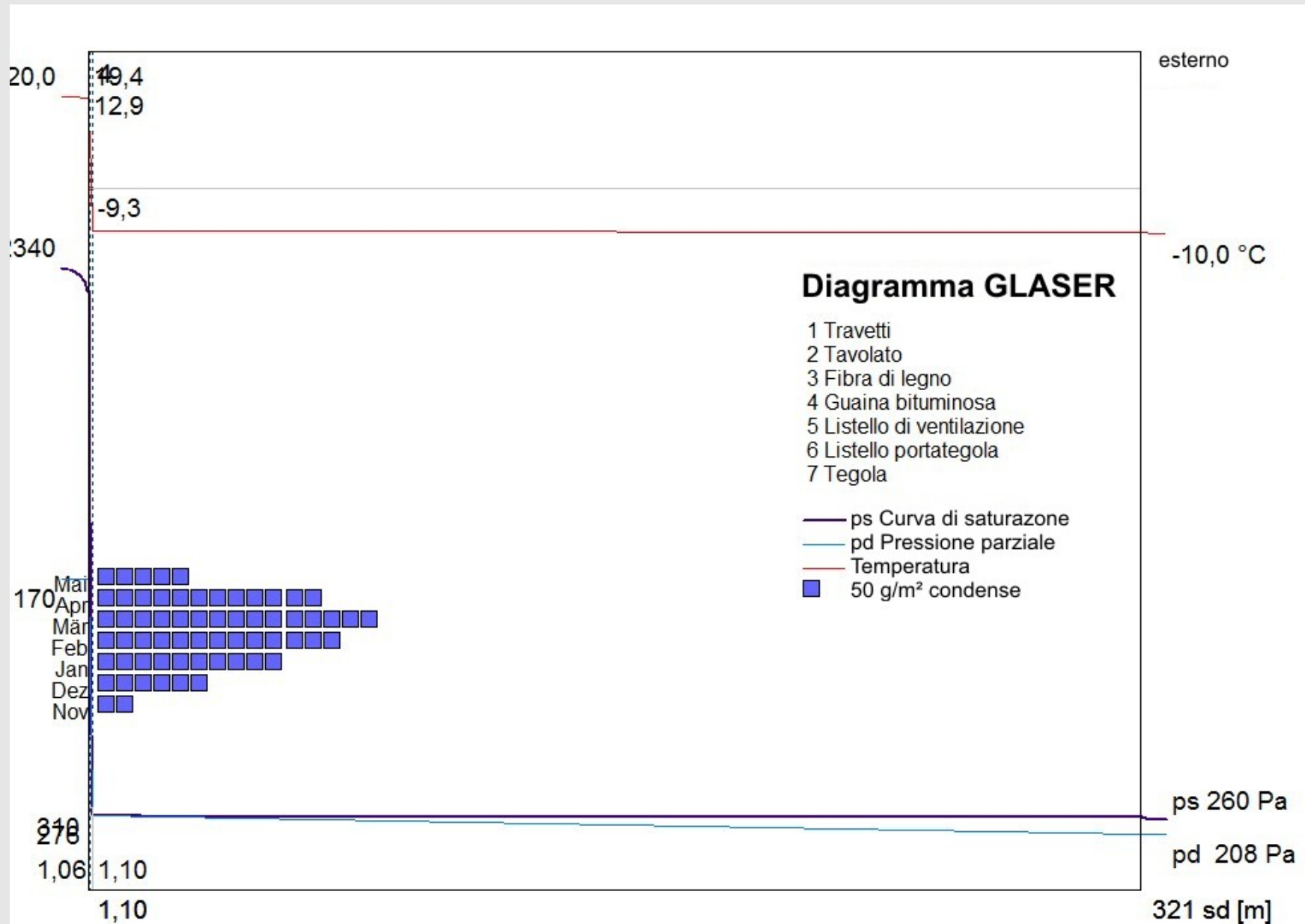


Diagramma „Glaser“ - UNI EN 13788:2003

promo_legno



Situazione igrometrica: controllo materiali

promo_legno

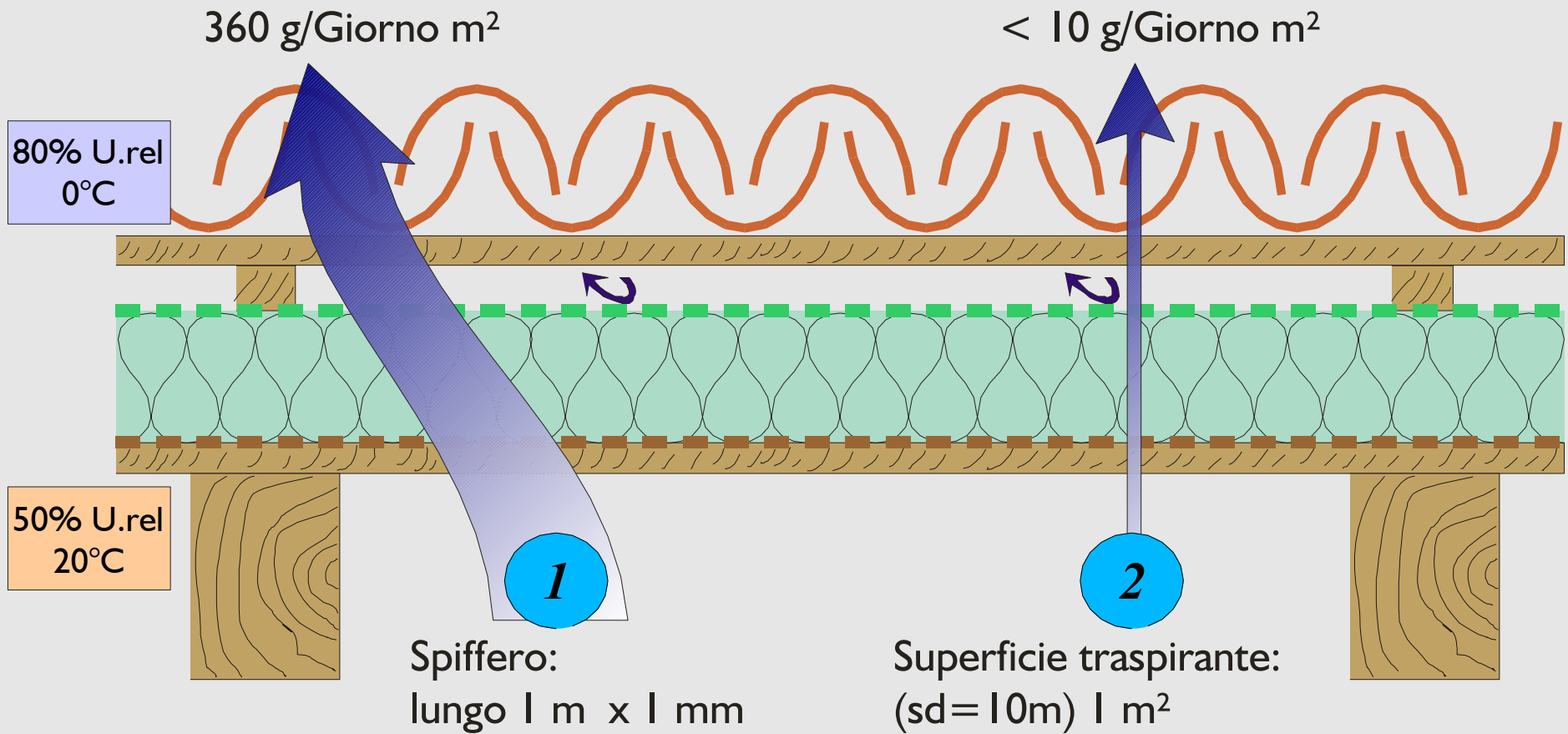
Materiale	Densità [kg/m ³]	Qamm [g/m ²]			
Laterizi	600 - 2.000	<= 500	<i>Mc [g/m²]</i>	<i>d [m]</i>	<i>r [kg/m³]</i>
Calcestruzzi	400 - 2.400	<= 500	condense	spessore	densità
Legnami e derivati	500 - 800	<= 30 r d	360	0,020	600
Intonaci e malte	600 - 2.000	<= 30 r d	675	0,015	1500

Fibre di natura organica:			condense	spessore	densità	
- con collanti resistenti all'acqua	300 - 700	<= 20 r d	420	0,140	150	
- con collanti non resistenti all'acqua	300 - 700	<= 5 r d	105	0,140	150	<i>l [W/mK]</i>
- con collanti non resistenti all'acqua	300 - 700	<= 5 r d	60	0,080	150	<i>l [W/mK]</i>

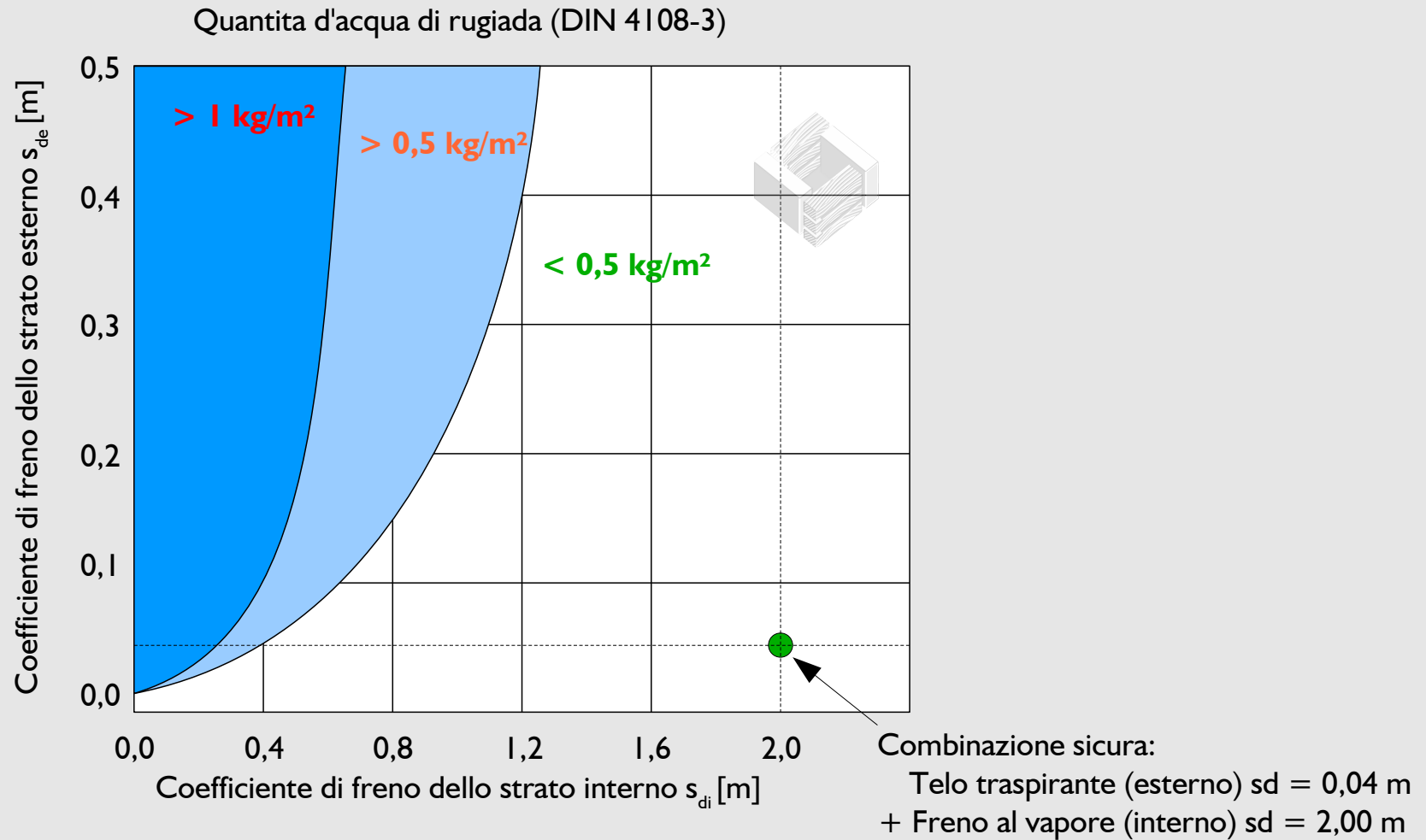
			condense	spessore	densità	lambda
Fibre minerali bassa densità	10 - 40	<= 5.000 r d ($l/(1-1,7l)$)	258	0,080	15	0,040
Fibre minerali alta densità	40 - 150	<= 5.000 r d ($l/(1-1,7l)$)	858	0,080	50	0,040
Materie plastiche cellulari bassa densità	10 - 25	<= 5.000 r d ($l/(1-1,7l)$)	203	0,080	15	0,032
Materie plastiche cellulari alta densità	25 - 40	<= 5.000 r d ($l/(1-1,7l)$)	406	0,080	30	0,032

		BZ	MO	Roma
	limite	condense	condense	condense
1 Tetto ventilato, fibra di legno 14 cm, freno al vap. interno, telo trasp. esterno	105	0	0	0
come 1, ma senza freno interno, carta catramata esterno	105	754	716	102
come 2, ma, fibra di legno 8 cm	60	1.031	979	137
come 3, ma lana di vetro 8 cm	258	1.721	1.633	229
come 4, ma EPS a graffite 8 cm	203	294	216	39

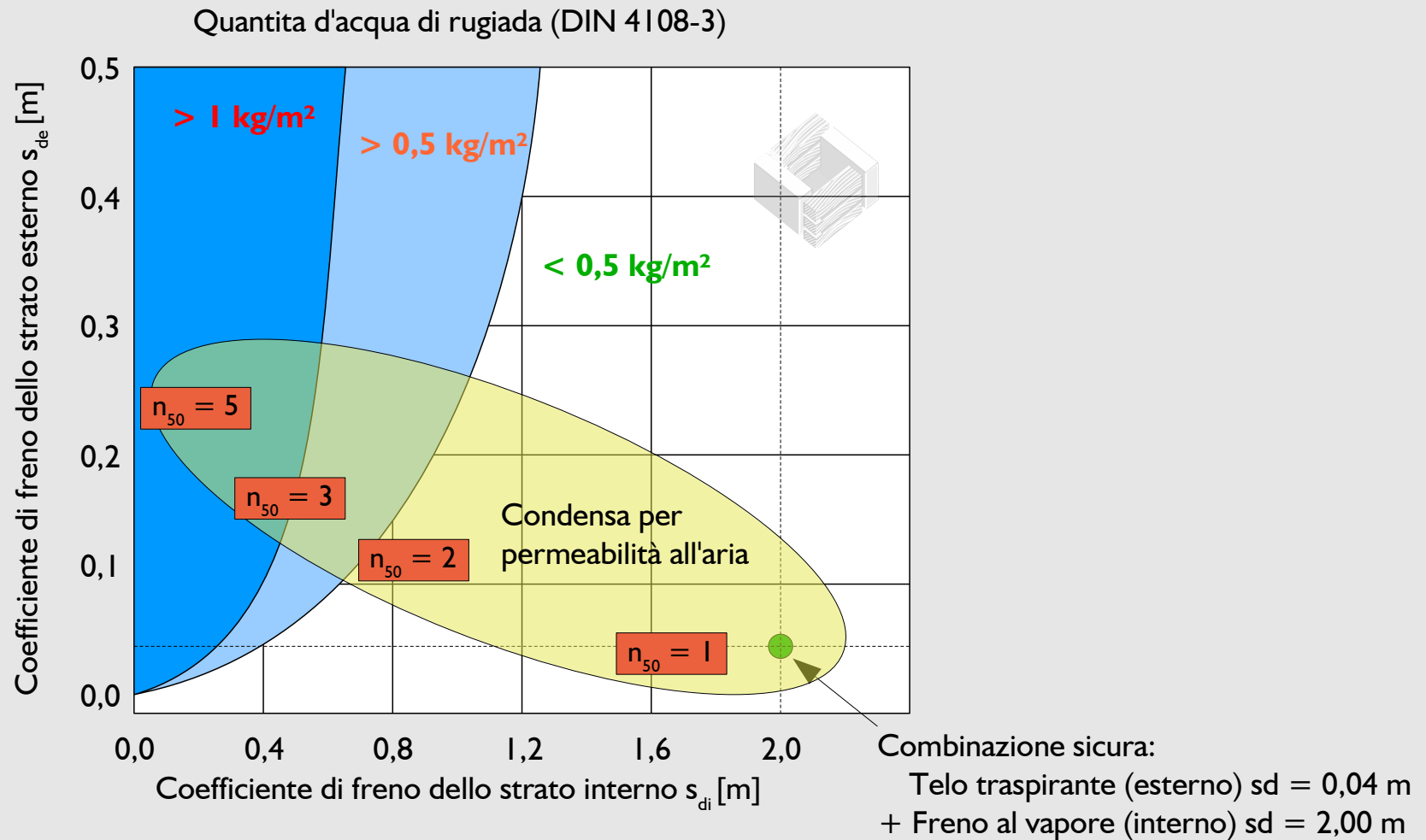
Condense interstiziali: fughe e strati



Condense interstiziali: combinazione interno-esterno

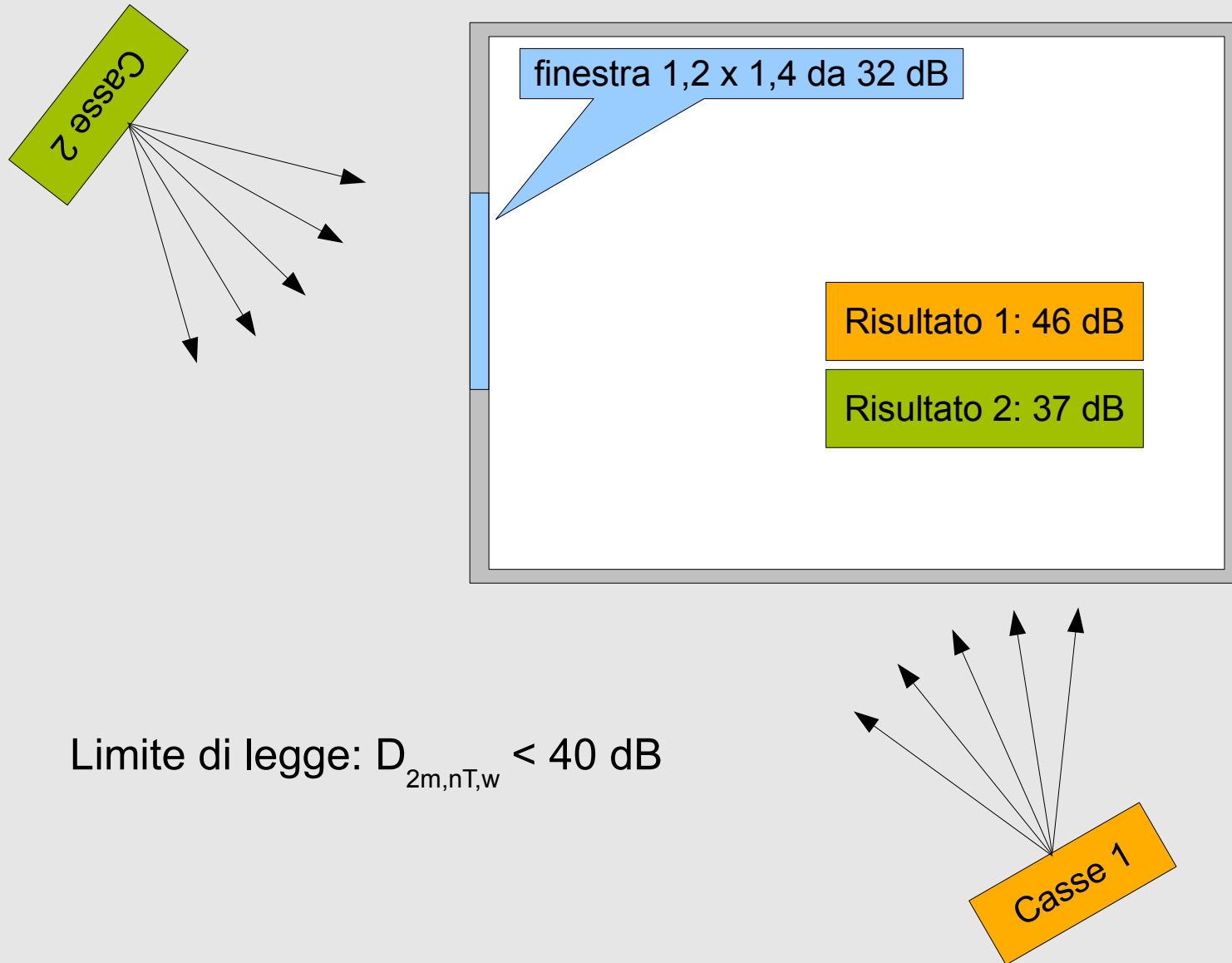


Condense interstiziali: pericolo fughe



5 Abbattimento acustico

Esempio reale



Limite di legge: $D_{2m,nT,w} < 40$ dB



Günther Gantioler

TBZ - Centro di Fisica Edile

Via Maso della Pieve 60a, I-39100 Bolzano

Tel: 0471 251701 Fax: 0471 252621

Via Stafette Partigiane 16/B, I-41100 Modena

Tel: 0599 780985 Fax: 0599 780985

Web: www.tbz.bz Email: info@tbz.bz



FISICA TECNICA CERTIFICAZIONI MISURE CORSI