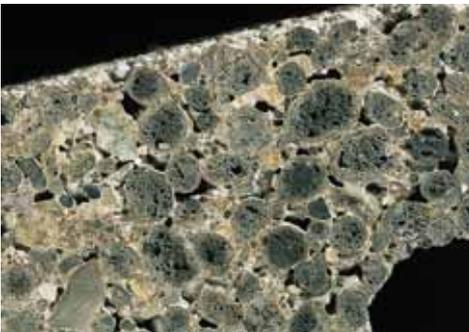






Leca, prodotto certificato per la bioedilizia ANAB-ICEA.



Sezione di un Lecablocco Bioclima. In evidenza il calcestruzzo Leca con struttura microporosa.



*Le caratteristiche tecniche riportate sono relative alla produzione del Lecablocco secondo le specifiche ANPEL.*

*Le verifiche e i controlli periodici garantiscono la qualità dei prodotti contrassegnati dal marchio "Lecablocco Qualità Certificata".*

## ■ Leca è un prodotto naturale

Il Leca, principale costituente del Lecablocco, è la prima argilla espansa prodotta in Italia. Esso deriva dalla cottura entro forni rotanti di particolari argille. La temperatura all'interno del forno è di oltre 1200°C, e questo conferisce al Leca classe 0 di reazione al fuoco e l'assenza di sostanze organiche. Leca è un inerte granulare leggero, isolante, resistente e certificato per la bioedilizia da ANAB-ICEA.

## ■ Lecablocco Bioclima e Bioclima Fonoisolante (Sismico)

Lecablocco Bioclima è il manufatto in calcestruzzo di argilla espansa Leca in cui la densità dell'impasto, la percentuale di foratura e la geometria delle camere d'aria sono studiate per conferire alla muratura elevate prestazioni di isolamento termico, inerzia termica e bioclimaticità.

Lecablocco Bioclima Fonoisolante (Sismico) abbina buoni valori di isolamento termico con le caratteristiche meccaniche idonee all'utilizzo come muratura portante (ordinaria o armata) per edifici in zone sismiche.

## ■ Vantaggi

- Elevate prestazioni di isolamento e inerzia termica
- Ottime prestazioni di bioclimaticità e traspirabilità
- Ottime prestazioni di isolamento acustico
- Buona resistenza meccanica
- Ottimo comportamento al fuoco.

## ■ Campi di impiego

- Pareti perimetrali di tamponamento o portanti in zona non sismica (Lecablocco Bioclima)
- Pareti perimetrali portanti (ordinarie o armate) in zona sismica (Lecablocco Bioclima Sismico)
- Pareti doppie e ventilate.

## CARATTERISTICHE TECNICHE DI LECABLOCCO

		BIOCLIMA	BIOCLIMA SISMICO	
Spessore	s	≥ 20	≥ 25	cm
Massa volumica del calcestruzzo di argilla espansa Leca	$\gamma$	750 ÷ 1100	1000 ÷ 1400	kg/m <sup>3</sup>
Percentuale di foratura	$\varphi$	≤ 30	≤ 30	%
Indice di valutazione del potere fonoisolante	R <sub>w</sub>	≥ 50	≥ 54	dB
Resistenza caratteristica a compressione del blocco nella direzione dei carichi verticali	f <sub>bk</sub>	≥ 3	≥ 5	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione del blocco nella direzione dei carichi orizzontali nel piano della muratura	f' <sub>bk</sub>	-	≥ 1,5	N/mm <sup>2</sup>
Trasmittanza termica della parete interna intonacata	U	vedi pag. 14-15	vedi pag. 14-15	W/m <sup>2</sup> K
Calore specifico	c <sub>p</sub>	1000	1000	J/kgK
Permeabilità al vapore acqueo	$\delta$	25 x 10 <sup>-12</sup>	25 x 10 <sup>-12</sup>	kg/smPa
Resistenza alla diffusione del vapore	$\mu$	8	8	
Resistenza al fuoco	REI	≥ 180	≥ 180	min

# ARCHITETTURA BIOCLIMATICA

*alcune indicazioni da "Progetto Bioclima"*



La pubblicazione "Progetto Bioclima", realizzata in collaborazione con Legambiente Emilia Romagna, è disponibile nella sezione Archivio Pubblicazioni del sito [www.lecablocco.it](http://www.lecablocco.it)

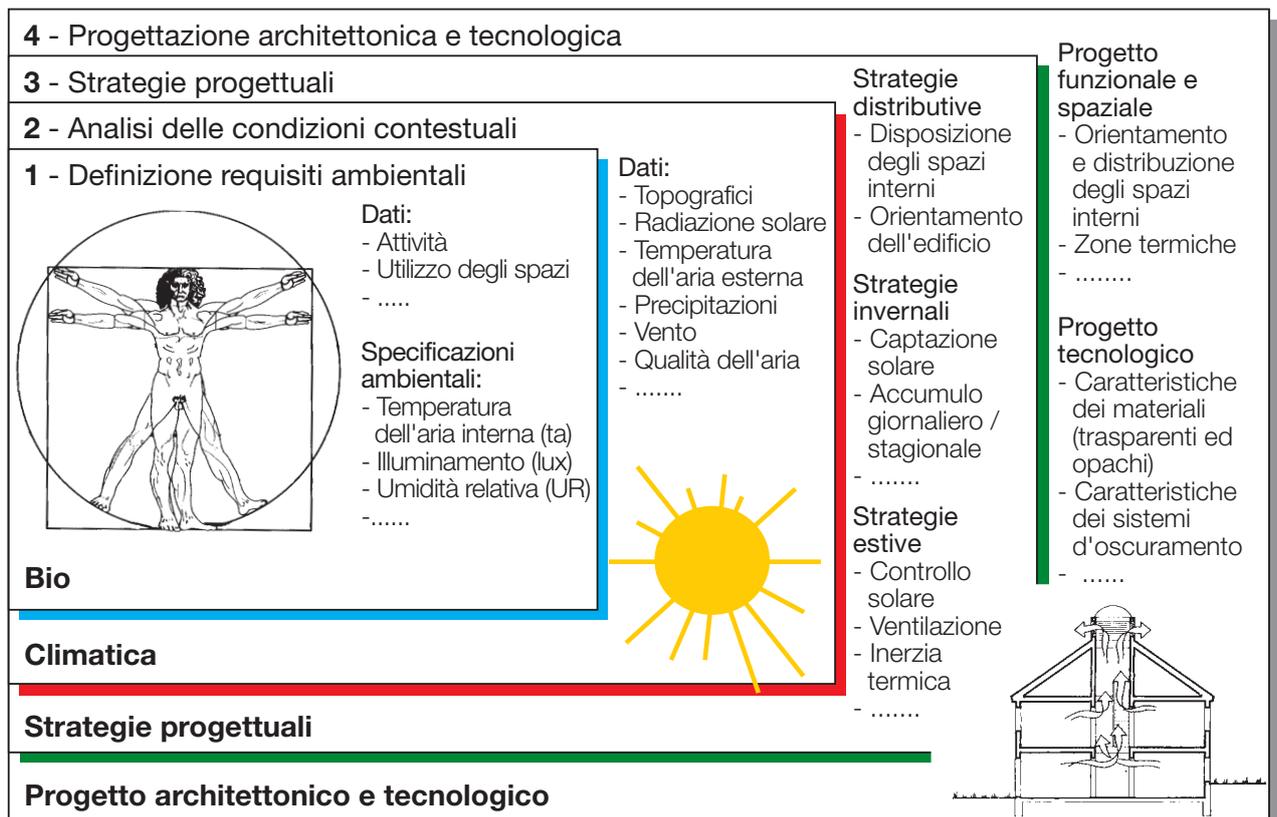
Le recenti normative sull'isolamento termico e acustico negli edifici hanno definito esattamente i requisiti prestazionali dell'involucro edilizio e dei divisori interni. Gli aspetti tecnici di queste disposizioni normative non possono però far passare in secondo piano il fatto che l'edificio è, nel suo complesso, un organismo che si relaziona con l'ambiente esterno e con l'uomo che lo abita. I principi dell'architettura bioclimatica e la visione di cui essa è promotrice ristabiliscono il fondamentale rapporto tra uomo ed edificio che i tecnicismi normativi spesso portano in secondo piano.

## ■ L'architettura bioclimatica

La progettazione bioclimatica affronta sia gli aspetti progettuali più propriamente architettonici, quali la forma e l'orientamento dell'edificio, che quelli tecnologici, quali la definizione delle soluzioni tecniche e la scelta dei materiali, in relazione al rapporto esistente tra uomo ed ambiente interno e quello tra edificio ed ambiente esterno. L'involucro dell'edificio non è più inteso come semplice chiusura, ma come elemento di mediazione tra l'ambiente esterno e quello interno.

Le sempre maggiori richieste di qualità da parte degli utenti e della società in genere, la limitazione dello sfruttamento delle fonti di energia non rinnovabile e le richieste di igiene e salubrità costituiscono valenze progettuali che non possono essere ulteriormente ignorate.

La progettazione "bioclimatica": esemplificazione



# LA NUOVA NORMATIVA TERMICA

*i Decreti 192/05 e 311/06*



Il Dlgs 192/05 modificato dal Dlgs 311/06.

*I Decreti citati si applicano in funzione del giorno di richiesta del permesso di costruire o della denuncia di inizio attività (DIA). Data l'uscita di tre Decreti sulle prestazioni energetiche degli edifici in meno di 18 mesi, appare opportuno riportare un quadro temporale preciso.*

## PERIODI DI APPLICAZIONE DEI DECRETI

Periodo temporale della richiesta di permesso di costruire o DIA	Normativa termica da applicare
Fino al 16/8/2005	Legge 10/91
Dal 17/8/2005 al 7/10/2005	Legge 10/91 e DM 27/7/2005
Dall'8/10/2005 all'1/2/2007	Dlgs 192/05
Dal 2/2/2007	Dlgs 192/05 modificato dal Dlgs 311/06

## CATEGORIE SECONDO DPR 412/93

Categorie	Classificaz.
Edifici adibiti a residenza	E1(1)
Edifici adibiti a residenza con occupazione saltuaria	E1(2)
Edifici adibiti a uffici	E2
Edifici adibiti a alberghi	E1(3)
Edifici adibiti a ospedali, cliniche, case di cura	E3
Edifici adibiti ad attività scolastiche	E7
Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto	E4
Edifici adibiti ad attività commerciali	E5
Edifici adibiti ad attività sportive	E6
Edifici adibiti ad attività industriali e artigianali	E8

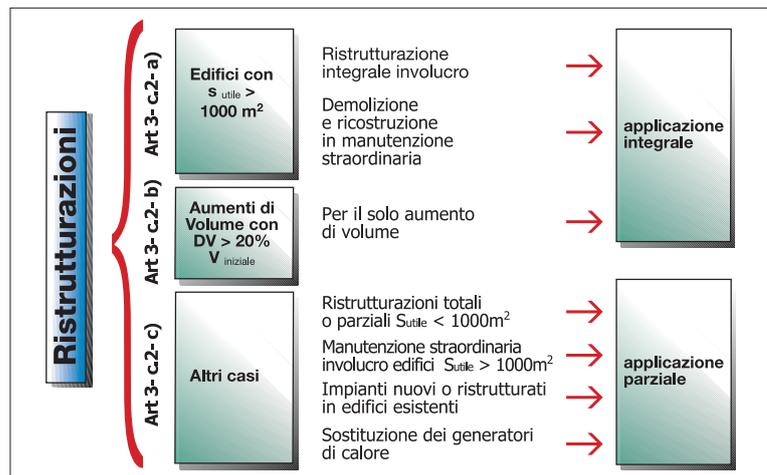
- Il Decreto Legislativo n°192 del 19 agosto 2005 "Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia" e il Dlgs n° 311 del 29 dicembre 2006 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005 n.192, recante attuazione della Direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico in edilizia" hanno applicato anche nel settore edile i principi di contenimento dei consumi energetici conseguenti all'entrata in vigore del Protocollo di Kyoto. Infatti, secondo le stime più recenti, l'energia impiegata nel settore residenziale e terziario rappresenta circa il 40% del consumo finale di energia all'interno dell'Unione Europea.

Le prescrizioni di legge si applicano sia in termini di contenimento delle dispersioni termiche dell'involucro edilizio, sia in termini di efficienza dell'impianto di riscaldamento.

## Ambiti di applicazione

Il Dlgs 192/05 e il Dlgs 311/06 contengono prescrizioni che riguardano edifici nuovi ed edifici esistenti.

Nel caso di edifici nuovi, i Decreti vanno applicati integralmente. Nel caso di edifici esistenti la modalità di applicazione dei Decreti dipende dalla tipologia di intervento. Il prospetto sotto riportato evidenzia i diversi ambiti di applicazione nel caso di edifici esistenti.



## Considerazioni

Le verifiche imposte dai Dlgs 192/05 e 311/06 riguardano esclusivamente il contenimento dei consumi energetici per il riscaldamento invernale.

- Allo stato attuale non sono previste verifiche dei consumi energetici per il raffrescamento estivo. Questa mancanza è molto grave considerando la rapida diffusione degli impianti di raffrescamento negli edifici residenziali e i conseguenti notevoli consumi energetici.

È auspicabile che i futuri Decreti attuativi pongano rimedio a questa situazione, valorizzando gli effetti positivi dell'inerzia termica delle pareti.

# METODO DELLE TRASMITTANZE U

verifica semplificata

## Valori limite della trasmittanza termica U dei componenti opachi

### MURATURE

Tabella 2.1

Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali

Zona	Da 1-1-2006	Da 1-1-2008	Da 1-1-2010
Climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	U (W/m <sup>2</sup> K)	U (W/m <sup>2</sup> K)
A	0,85	0,72	0,62
B	0,64	0,54	0,48
C	0,57	0,46	0,40
D	0,50	0,40	0,36
E	0,46	0,37	0,34
F	0,44	0,35	0,33

### COPERTURE

Tabella 3.1

Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali \*

Zona	Da 1-1-2006	Da 1-1-2008	Da 1-1-2010
Climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	U (W/m <sup>2</sup> K)	U (W/m <sup>2</sup> K)
A	0,80	0,42	0,38
B	0,60	0,42	0,38
C	0,55	0,42	0,38
D	0,46	0,35	0,32
E	0,43	0,32	0,30
F	0,41	0,31	0,29

### PAVIMENTI

Tabella 3.2

Valori limite della trasmittanza termica U di pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno\*

Zona	Da 1-1-2006	Da 1-1-2008	Da 1-1-2010
Climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	U (W/m <sup>2</sup> K)	U (W/m <sup>2</sup> K)
A	0,80	0,74	0,65
B	0,60	0,55	0,49
C	0,55	0,49	0,42
D	0,46	0,41	0,36
E	0,43	0,38	0,33
F	0,41	0,36	0,32

### DIVISORI INTERNI

Allegato I comma 7

Valori limite della trasmittanza termica U delle pareti divisorie verticali e orizzontali\*

Zona	Da 1-1-2006	Da 1-1-2008	Da 1-1-2010
Climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	U (W/m <sup>2</sup> K)	U (W/m <sup>2</sup> K)
A	-	-	-
B	-	-	-
C	-	-	-
D	-	-	-
E	-	-	-
F	-	-	-

≤ 0,8 W/m<sup>2</sup>K

\* ad eccezione degli edifici di Categoria E8

Le verifiche dei consumi energetici per il riscaldamento invernale possono essere condotte, ai sensi del Dlgs 311/06, con due metodi perfettamente alternativi:

1. "verifica semplificata": si calcolano le trasmittanze termiche U dei componenti edilizi (pareti verticali opache, coperture e pavimenti verso ambienti non riscaldati, serramenti e vetri) che devono essere inferiori ai valori limite definiti nel Decreto;
2. "verifica completa": si calcola l'Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EPI) effettivo dell'edificio e lo si confronta con il valore limite definito nel Decreto.

## Metodo delle trasmittanze U limite (verifica semplificata)

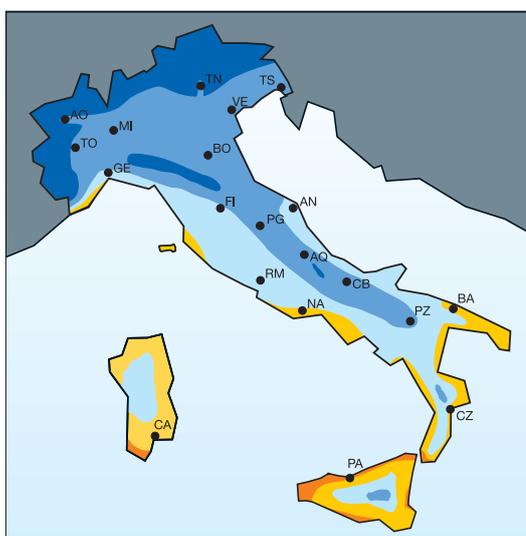
La verifica semplificata secondo Dlgs 311/06 può essere condotta nel caso siano rispettate alcune condizioni, ed in particolare:

- se il rapporto tra la superficie trasparente complessiva dell'edificio e la sua superficie utile è inferiore a 0,18;
- se generatori e/o pompe di calore hanno rendimenti adeguati.

*Rispettate queste condizioni, la verifica semplificata consiste nel calcolo delle trasmittanze termiche U dei componenti dell'involucro (pareti opache verticali, coperture, pavimenti, chiusure trasparenti e vetri) a contatto verso l'esterno o verso ambienti non riscaldati.*

Le trasmittanze U calcolate devono essere inferiori ai valori U limite riportati nelle tabelle.

## Schema indicativo delle Zone climatiche secondo DPR 412/93.



### Legenda:

GG = gradi giorno

#### Zona A

GG ≤ 600

(Lampedusa)

#### Zona B

601 ≤ GG ≤ 900

(Crotone, Agrigento, Catania, Siracusa, Trapani, Messina, ...)

#### Zona C

901 ≤ GG ≤ 1400

(Imperia, Caserta, Lecce, Cosenza, Ragusa, Sassari, ...)

#### Zona D

1401 ≤ GG ≤ 2100

(Trieste, La Spezia, Forlì, Isernia, Foggia, Caltanissetta, Nuoro, ...)

#### Zona E

2101 ≤ GG ≤ 3000

(Aosta, Sondrio, Bolzano, Udine, Rimini, Frosinone, Enna, ...)

#### Zona F

GG ≤ 3001

(Cuneo, Belluno, ...)

Utilizzando la verifica completa, gli elementi disperdenti possono avere trasmittanze termiche superiori fino al 30% rispetto ai limiti di U riportati a pag.5. A titolo di esempio, si riporta la tabella relativa alle murature perimetrali.

### MURATURE

Tabella 2.1 bis  
Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali per metodo EPi

Zona Climatica	Da 1-1-2006 U (W/m²K)	Da 1-1-2008 U (W/m²K)	Da 1-1-2010 U (W/m²K)
A	1,10	0,94	0,80
B	0,83	0,70	0,62
C	0,74	0,60	0,52
D	0,65	0,52	0,47
E	0,60	0,48	0,44
F	0,57	0,46	0,43

### Metodo dell'EPi limite (verifica completa)

La verifica dei consumi energetici di qualunque tipologia di edificio può essere effettuata calcolando l'Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EPi).

Il valore di EPi risultante dal calcolo sull'edificio non deve essere superiore ad un valore limite definito in funzione:

- della Categoria ai sensi del DPR 412/93; sono infatti previste due tabelle riportanti i valori di EPi limite: una valida per edifici di Categoria E1 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme (limiti espressi in kWh/m²anno), ed una valida per tutte le altre Categorie di edifici (limiti espressi in kWh/m³anno).
- della zona climatica secondo DPR 412/93 della località dove sarà costruito l'edificio;
- del rapporto disperdente S/V dell'edificio, dove S è la superficie disperdente verso ambienti non riscaldati e V è il volume riscaldato.

### Valori limite di EPi per edifici di categoria E1 Residenziale, espressi in kWh/m²anno

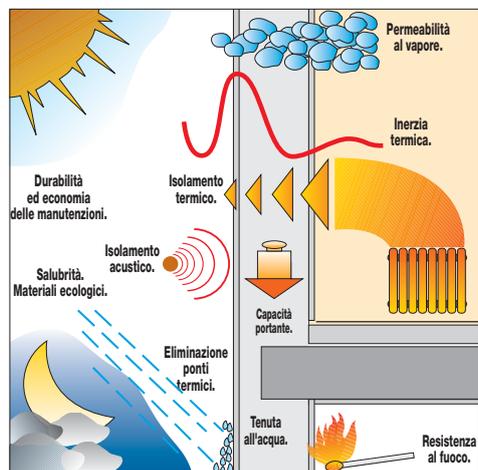
Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona Climatica										
	A	B		C		D		E		F	
	fino a 600 GG	da 601 GG	a 900 GG	da 901 GG	a 1400 GG	da 1401 GG	a 2100 GG	da 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG	
≤ 0,2	dall'1-1-06	10	10	15	15	25	25	40	40	55	55
	dall'1-1-08	9,5	9,5	14	14	23,0	23,0	37	37	52	52
	dall'1-1-10	8,5	8,5	12,8	12,8	21,3	21,3	34	34	46,8	46,8
≥ 0,9	dall'1-1-06	45	45	60	60	85	85	110	110	145	145
	dall'1-1-08	41	41	55	55	78	78	100	100	133	133
	dall'1-1-10	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116

### Valori limite di EPi per tutte le altre categorie di edifici, espressi in kWh/m³anno

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona Climatica										
	A	B		C		D		E		F	
	fino a 600 GG	da 601 GG	a 900 GG	da 901 GG	a 1400 GG	da 1401 GG	a 2100 GG	da 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG	
≤ 0,2	dall'1-1-06	2,5	2,5	4,5	4,5	7,5	7,5	12	12	16	16
	dall'1-1-08	2,5	2,5	4,5	4,5	6,5	6,5	10,5	10,5	14,5	14,5
	dall'1-1-10	2,0	2,0	3,6	3,6	6,0	6,0	9,6	9,6	12,7	12,7
≥ 0,9	dall'1-1-06	11	11	17	17	23	23	30	30	41	41
	dall'1-1-08	9	9	14	14	20	20	26	26	36	36
	dall'1-1-10	8,2	8,2	12,8	12,8	17,3	17,3	22,5	22,5	31	31

# ALTRE VERIFICHE

*termoigrometriche, ponti termici e pareti divisorie*



Requisiti tecnici e bioclimatici di una parete.

Oltre a definire i metodi di verifica e le prestazioni limite dell'edificio in termini di fabbisogno energetico, il Dlgs 192/05 e il Dlgs 311/06 impongono verifiche aggiuntive nel seguito riportate.

## ■ Pareti divisorie tra unità immobiliari

Il Dlgs 311/06 impone che per tutti gli edifici realizzati nelle zone climatiche C, D, E, F, ad eccezione della Categoria E8 secondo DPR 412/93 (edifici industriali e artigianali), **la trasmittanza termica U delle pareti divisorie tra alloggi o unità immobiliari confinanti non sia superiore a 0,8 W/m<sup>2</sup>K.**

## ■ Pareti esterne di ambienti non riscaldati

Lo stesso limite di trasmittanza termica imposto per le pareti divisorie tra unità immobiliari ( $U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) si applica alle pareti che delimitano gli ambienti non riscaldati dall'ambiente esterno.

## ■ Massa superficiale

Per garantire i benefici dovuti all'inerzia termica, **tutte le pareti opache verticali, orizzontali o inclinate devono avere una massa superficiale  $M_s$  (al netto degli intonaci) superiore a 230 kg/m<sup>2</sup>.**

Questa verifica deve essere condotta in tutte le zone climatiche, ad esclusione della F, per le località nelle quali il valore medio dell'irradiazione sul piano orizzontale  $I_{m,s}$  nel mese di maggior insolazione estiva sia uguale o superiore a 290 W/m<sup>2</sup>.

Sono esclusi gli edifici di Categoria E6 e E8.

## ■ Condensazioni superficiali e interstiziali

Il Decreto richiede di verificare l'assenza di condense superficiali. È prescritto di assumere una temperatura interna di progetto pari a 20°C e una umidità relativa pari al 65%. Si deve inoltre verificare che le condensazioni nella massa (o interstiziali) siano inferiori alla quantità rievaporabile durante il periodo estivo così come previsto dalle norme tecniche vigenti.

## ■ Analisi dei ponti termici "strutturali"

Il Dlgs 311/06 prevede l'analisi dei ponti termici con entrambi i metodi di verifica previsti (metodo dell'EPI limite e metodo delle trasmittanze U limite). I valori delle trasmittanze termiche limite riportati a pag. 5 si intendono per ponti termici strutturali (tra solai e pareti verticali o pareti verticali tra loro) corretti. Un ponte termico è considerato corretto quando la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera di oltre il 15% la trasmittanza U della parete corrente. Qualora il progetto non preveda la correzione dei ponti termici, i valori limite di trasmittanza termica U si intendono comprensivi della presenza dei ponti termici.

## MASSA SUPERFICIALE $M_s$ (kg/m<sup>2</sup>) DI PARETI OPACHE ESCLUSI INTONACI

Descrizione	$M_s$
Parete in laterizio porizzato sp. 30 cm ( $\phi=55\%$ , f.v.)*	208
Parete in laterizio forato sp. 30 cm ( $\phi=65\%$ , f.o.)*	206
Doppia parete laterizio forato sp. 8 cm e doppio UNI sp. 12 cm*	202
Doppia parete laterizio forato sp. 8 cm e forato sp. 20 cm ( $\phi=50\%$ , f.o.)*	215
Parete in calcestruzzo cellulare sp. 30 cm e forato ( $\phi=0\%$ , densità 500 kg/m <sup>3</sup> )	150
Lecablocco Bioclima sp. 30 cm ( $\phi \leq 25\%$ , densità 850 kg/m <sup>3</sup> , f.v.)	260
Lecablocco Fonoisolante sp. 20 cm ( $\phi \leq 25\%$ , densità 1400 kg/m <sup>3</sup> , f.v.)	230

\* dati tratti dalla norma UNI 10355

### LEGENDA

$\phi$  percentuale di foratura del blocco

f.v. blocco posato a fori verticali

f.o. blocco posato a fori orizzontali

## esempio di villette a schiera con metodo U limite

- Nelle pagine precedenti sono stati illustrati i requisiti termici previsti dal Dlgs 192/05 così come corretto ed integrato dal Dlgs 311/06. Per comprendere le modalità di applicazione dei requisiti termici per le pareti verticali opache si riportano due esempi, ed in particolare:

- ESEMPIO 1: piano terra di tre villette a schiera;
- ESEMPIO 2: piano tipo di una palazzina composta da cinque appartamenti per piano.

Si considerano i valori limite di trasmittanza termica U come riportato nelle tabelle di pag.5.

Le pareti in Lecablocco Bioclima rientrano nei limiti di isolamento termico, acustico e di massa superficiale nelle località con irradianza solare superiore a  $290 \text{ W/m}^2$ .

Nelle pagine 14 e 15 sono riportate alcune tra le soluzioni in Lecablocco Bioclima. Per richiedere una soluzione personalizzata e trovare la migliore soluzione ai requisiti di isolamento termoacustico di legge scrivi a [calcolo311@lecablocco.it](mailto:calcolo311@lecablocco.it) o al fax 02.48012242.

### Esempio 1:

#### Piano terra di tre villette a schiera

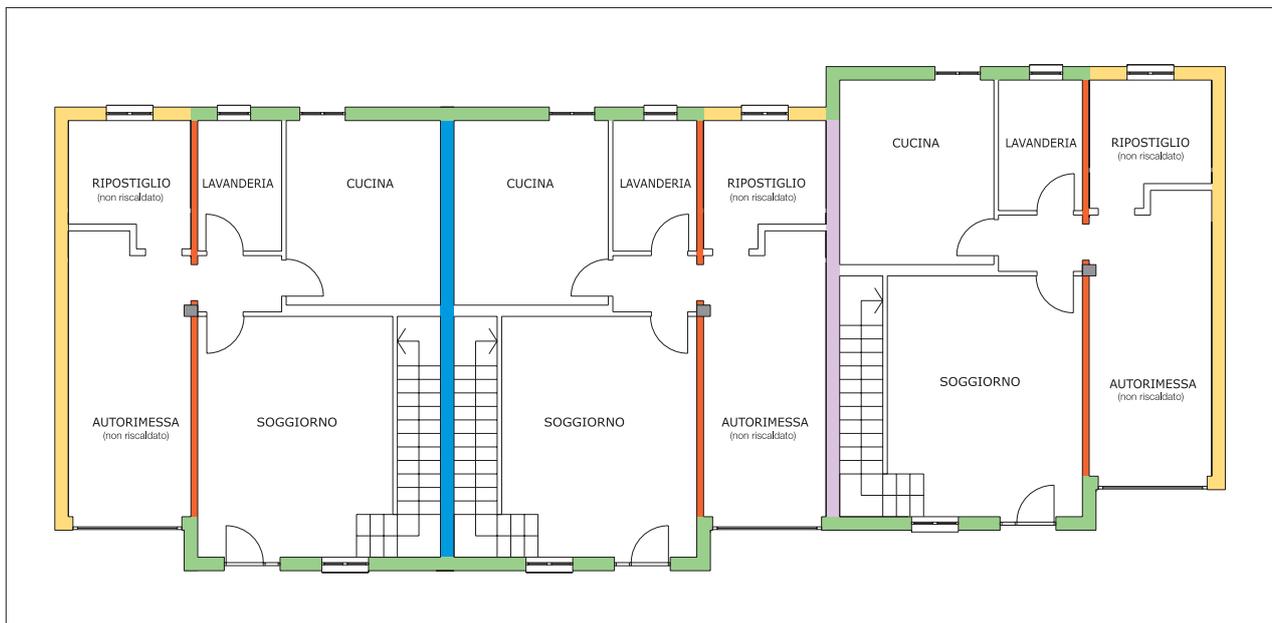
Categoria edificio: residenza

Località dell'intervento: Bologna

Zona climatica: E

Valori di trasmittanza U dall'1/1/2006

Irradianza sul piano orizz.  $I_m \geq 290 \text{ W/m}^2$   
(UNI 10349)



#### LEGENDA (U IN VIGORE DAL 1/1/2006)

	Pareti delimitanti ambienti riscaldati verso l'ambiente esterno $U \leq 0,46 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $M_S \geq 230 \text{ kg/m}^2$ ; $D_{2m,n,T,W} \geq 40 \text{ dB}$
	Pareti delimitanti ambienti riscaldati verso ambienti non riscaldati facenti parte della stessa unità immobiliare $U \leq 0,46 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $M_S \geq 230 \text{ kg/m}^2$ ; $R'_{W}$ nessun requisito specifico
	Pareti divisorie tra ambienti riscaldati non facenti parte della stessa unità immobiliare $U \leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $M_S \geq 230 \text{ kg/m}^2$ ; $R'_{W} \geq 50 \text{ dB}$
	Pareti delimitanti ambienti riscaldati verso ambienti non riscaldati non facenti parte della stessa unità immobiliare $U \leq 0,46 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $M_S \geq 230 \text{ kg/m}^2$ ; $R'_{W} \geq 50 \text{ dB}$
	Pareti delimitanti ambienti non riscaldati verso l'ambiente esterno $U \leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $M_S \geq 230 \text{ kg/m}^2$ ; $D_{2m,n,T,W}$ nessuna prescrizione specifica

# L'APPLICAZIONE DEL DLGS 311/06

*esempio di palazzina pluripiano con metodo U limite*

## Esempio 2: Piano tipo di palazzina

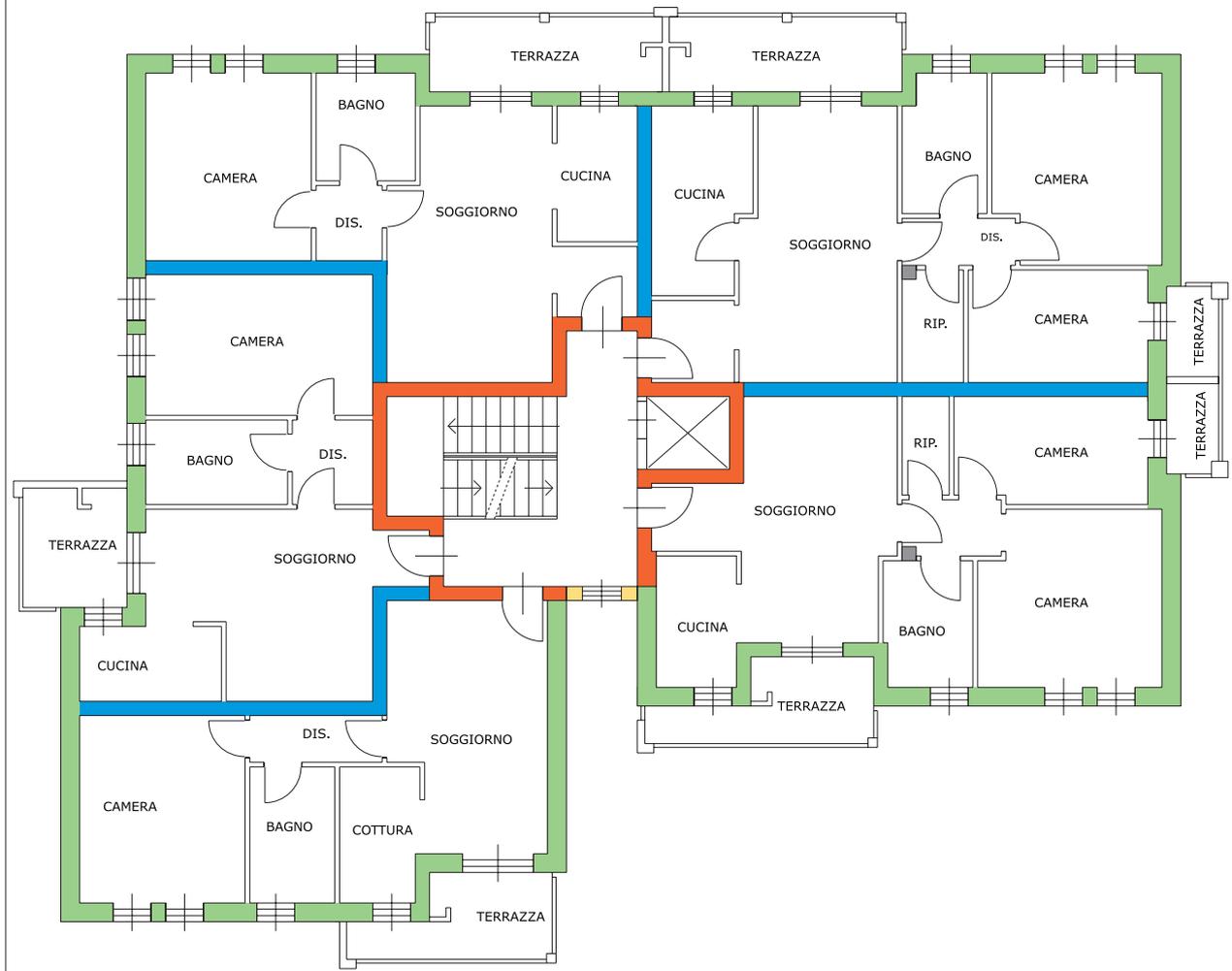
Categoria edificio: residenza

Località dell'intervento: Roma

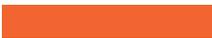
Zona climatica: D

Valori di trasmittanza U dall'1/1/2008

Irradianza sul piano orizz.  $I_m \geq 290 \text{ W/m}^2$  (UNI 10349)



### LEGENDA (U IN VIGORE DAL 1/1/2008)

	Pareti delimitanti ambienti riscaldati verso l'ambiente esterno $U \leq 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $M_S \geq 230 \text{ kg/m}^2$ ; $D_{2m,nT,W} \geq 40\text{dB}$
	Pareti divisorie tra ambienti riscaldati non facenti parte della stessa unità immobiliare $U \leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $M_S \geq 230 \text{ kg/m}^2$ ; $R'_W \geq 50 \text{ dB}$
	Pareti delimitanti ambienti riscaldati verso ambienti non riscaldati ad uso comune $U \leq 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $M_S \geq 230 \text{ kg/m}^2$ ; $R'_W$ nessuna prescrizione specifica
	Pareti delimitanti ambienti non riscaldati verso l'ambiente esterno $U \leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $M_S \geq 230 \text{ kg/m}^2$ ; $D_{2m,nT,W}$ nessuna prescrizione specifica

## *inerzia termica invernale ed estiva*

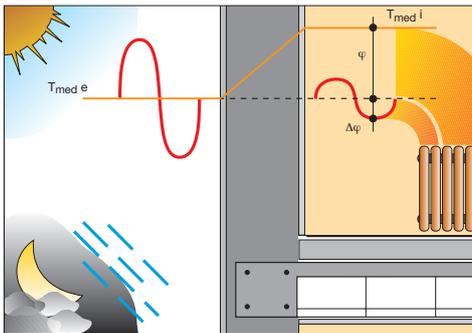


Le soluzioni in Lecablocco Bioclima ad elevata inerzia termica.

### ■ L'inerzia termica

Le variazioni di temperatura interna, frequenti nel periodo invernale in quanto originate dal funzionamento intermittente dell'impianto di riscaldamento, sono limitate dall'inerzia termica dell'edificio (strutture interne e pareti esterne). Le variazioni di temperatura esterna e irradiazione solare, tipiche dei caldi mesi estivi, sono limitate nell'ambiente interno dall'inerzia termica delle pareti perimetrali. **Una elevata inerzia termica comporta un minor fabbisogno di potenza di picco degli impianti e una riduzione dei consumi energetici per il riscaldamento invernale e il raffrescamento estivo.**

Benchè non appieno valorizzata dal Dlgs 192/05 e 311/06 nel periodo invernale e ignorata (come le stesse verifiche dei fabbisogni energetici) nel periodo estivo, l'inerzia termica è un importante indice di comfort abitativo.



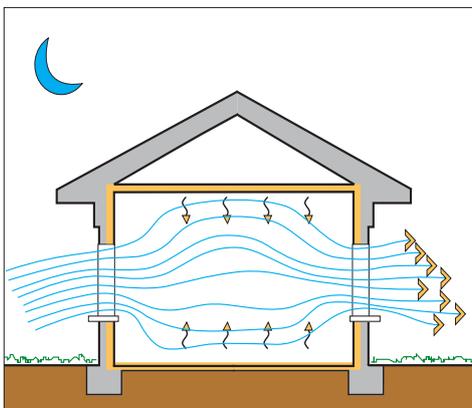
Effetto dell'inerzia termica invernale con riduzione del picco di potenza richiesta all'impianto.

### ■ L'inerzia termica nella stagione invernale

L'inerzia termica agisce in relazione alle variazioni di temperature interne ed esterne.

Le variazioni di temperatura interna (causate, ad esempio dal funzionamento intermittente dell'impianto), sono limitate dall'inerzia termica dell'edificio (strutture interne e pareti esterne); ciò assicura un miglior comfort e limita la potenza massima dell'impianto, migliorandone i rendimenti.

Altre variazioni nella temperatura interna possono essere causate dagli apporti solari, specie attraverso le superfici vetrate; in questo caso, esiste il pericolo di surriscaldamento; l'inerzia termica, accumulando il calore nelle strutture, limita questa possibilità e permette un miglior utilizzo degli apporti gratuiti e, quindi, un risparmio dell'energia generata dall'impianto.



L'inerzia termica e la ventilazione naturale. Le caratteristiche inerziali dell'edificio possono essere sfruttate efficacemente utilizzando la ventilazione notturna per raffreddare le masse e limitando le infiltrazioni d'aria (e naturalmente quelle per irraggiamento) durante le ore diurne.

### ■ L'inerzia termica nella stagione estiva

Le fluttuazioni di temperatura dell'aria all'interno di un alloggio non dipendono solo dai carichi termici attraverso le pareti, le coperture e le superfici trasparenti ma anche dalle caratteristiche inerziali dell'edificio. L'inerzia conferisce all'edificio la capacità di sfasare (cioè di ritardare nel tempo) e di smorzare (cioè di diminuirne la quantità) l'onda termica incidente. Nella stagione estiva lo smorzamento dell'escursione termica giornaliera dipende dalle caratteristiche capacitive mentre il controllo delle temperature superficiali dipende dalle caratteristiche resistive dell'involucro. All'interno degli alloggi non condizionati il controllo delle condizioni climatiche con sensibili escursioni giornaliere, può essere ottenuto attraverso l'utilizzo di materiali che abbiano un'elevata capacità termica e siano efficacemente combinati alla ventilazione naturale.

# LA NORMATIVA ACUSTICA NEGLI EDIFICI

*il DPCM 5/12/97 per le pareti*

A seguito dell'emanazione del DPCM 5/12/97, l'ANPEL ha condotto numerose prove di laboratorio per caratterizzare acusticamente le soluzioni in Lecablocco per pareti esterne e per pareti divisorie. I risultati delle misure di laboratorio e soprattutto quelli delle prove in opera effettuate dal 2000 dimostrano che le pareti in Lecablocco rispettano i limiti di isolamento acustico imposti dalla Legge.

## PARETI CERTIFICATE IN LECABLOCCO

Tipo di blocco e dimensioni nominali in cm	Densità nominale cls kg/m <sup>3</sup>	R <sub>w</sub> dB
B25 pieno <sup>(1)</sup> (3) 25x25x25	1000	54,8
Bioclima25 <sup>(1)</sup> (3) 25x20x25	1000	52,9
Fonoisolante 20 <sup>(1)</sup> (2) (3) 20x20x25	1400	54
Fonoisolante 25 <sup>(1)</sup> (2) (3) 25x20x25	1200	56,3
Fonoisolante 30 <sup>(1)</sup> (2) (3) 30x20x25	1200	56,9
Doppia parete <sup>(2)</sup> Lecalite T8 e T10 5 cm di camera d'aria e 2 intonaci	800	56

(1) Soluzioni per pareti esterne.

(2) Soluzioni per pareti divisorie.

(3) Parete con M<sub>s</sub> ≥ 230 Kg/m<sup>2</sup>.

Si riporta a lato un diagramma che stima il potere fonoisolante composto R\*<sub>w</sub> di una facciata composta solo da una parte vetrata e da una parte opaca con rapporto tra superficie vetrata e superficie opaca di 0,3.

Nell'ambito delle costruzioni il DPCM del 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" ha fissato i requisiti acustici necessari per garantire il comfort acustico negli edifici.

**I requisiti imposti dal DPCM 5/12/97 sono da valutarsi tramite prove acustiche in opera.** Per quanto riguarda le pareti verticali, i limiti di isolamento acustico in opera sono valutati:

- per le pareti esterne con l'isolamento acustico standardizzato di facciata D<sub>2m,nT,w</sub> (dB);
- per le pareti divisorie tra unità immobiliari con l'indice di valutazione di potere fonoisolante apparente R'<sub>w</sub> (dB).

## REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI E DEI LORO COMPONENTI (DPCM 5/12/97)

Categorie	Isolamento di facciata (Pareti esterne) D <sub>2m,nT,w</sub>	Isolamento partizioni interne R' <sub>w</sub>	Livello rumore calpestio (Solai) L' <sub>n,w</sub>
Residenze e Alberghi	40 dB	50 dB	63 dB
Scuole	48 dB	50 dB	58 dB
Uffici, Culto e Attività commerciali	42 dB	50 dB	55 dB
Ospedali	45 dB	55 dB	58 dB

### ■ Potere fonoisolante composto R\*<sub>w</sub> di facciata

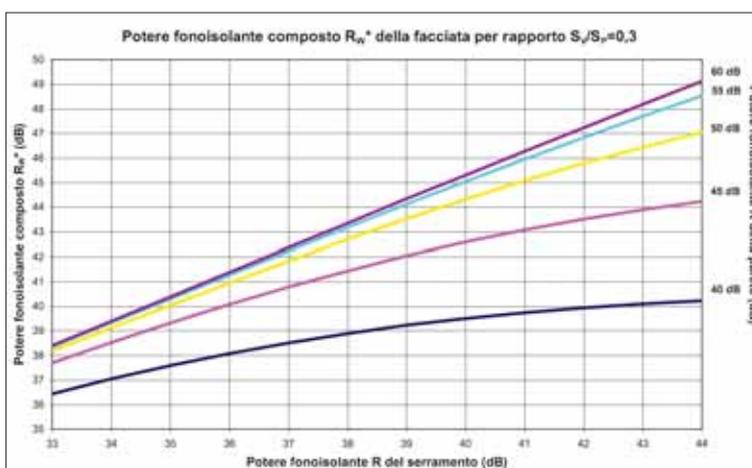
La facciata è un elemento costruttivo non omogeneo, costituito dalla parete opaca, da finestre, portefinestre, porte opache ed eventualmente da cassonetti per gli avvolgibili e da griglie di aerazione. Il potere fonoisolante della facciata è:

$$R_w^* = -10 \times \log_{10} \left( \sum_i \frac{S_i}{S_{tot}} \times 10^{-\frac{R_i}{10}} \right)$$

e  $D_{2m,nT,W} = R_w^* - K$

dove K tiene conto delle trasmissioni laterali (3-5 dB) e S<sub>i</sub> è la superficie del singolo elemento di facciata (parete opaca, serramento,...). Ne segue, ad esempio, che dovendo rispettare il limite di isolamento di facciata per l'edilizia residenziale (40 dB), occorre progettare una facciata con un R\*<sub>w</sub> di almeno 43-45 dB.

### Potere Fonoisolante composto R\*<sub>w</sub> di facciata



*sismica, radon e umidità*



La nuova Mappa della classificazione sismica del territorio italiano (2003):

Zona sismica 1 (ex S=12)	Red
Zona sismica 2 (ex S=9)	Orange
Zona sismica 3 (ex S=6)	Yellow
Zona sismica 4 (ex non classificata)	Grey

## INDICE DI RADIOATTIVITÀ DEI LECABLOCCHI

Tipologia di blocco	Indice I di radioattività
Lecablocco da intonaco	0,306
Lecablocco facciavista per interni	0,249
Lecablocco facciavista per esterni	0,272
Blocchi in tufo*	1,19
Blocchi in lapillo*	1,43
Laterizi*	0,49-0,86

\* Fonte: Industria dei Laterizi, maggio/giugno 2002

### ■ Lecablocco per edifici a muratura portante

Il tema della progettazione statica in zona sismica è diventato un tema centrale a seguito dell'emanazione dell'Ordinanza 3274/03. Benchè l'Ordinanza non sia ancora diventata una norma di calcolo cogente, la nuova classificazione sismica del territorio italiano è già in vigore. Gran parte del nostro Paese è classificato in zone di elevata sismicità (zone sismiche 1 e 2).

Lecablocco Bioclima può essere utilizzato per realizzare murature portanti nelle zone dove non è richiesta la verifica sismica (zone sismiche 4 ove non prevista la progettazione sismica).

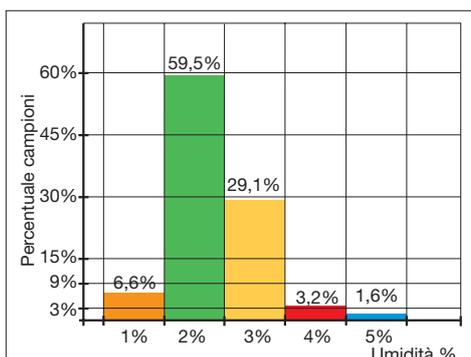
Lecablocco Bioclima Sismico (spessore  $\geq 25$  cm) può essere utilizzato per realizzare murature portanti (ordinarie e armate) in zona sismica.

### ■ Radioattività e materiali da costruzione

Sebbene in Italia non ci sia nessuna legge che limiti la quantità di radioattività nei materiali da costruzione, la Commissione europea è intervenuta più volte sul tema. Con la pubblicazione "Radon Protection 112" (1999) la Commissione ha individuato in 200 Bq/m<sup>3</sup> la massima concentrazione di radon negli edifici. Coerentemente con questo limite, per i materiali da costruzione è possibile misurare un indice I di radioattività. Si ritengono accettabili materiali con indice di radiazione  $I \leq 1$ . Materiali con  $I \geq 1$  sono da considerarsi dannosi per la salute umana.

**Materiali (come i Lecablocchi) con  $I \leq 0,5$  sono da considerarsi eccellenti e possono essere utilizzati senza restrizioni all'interno dell'edificio.**

Istogramma del contenuto di umidità in equilibrio di pareti in Lecablocchi.



### ■ Il Lecablocco Bioclima ed il contenuto di umidità di equilibrio

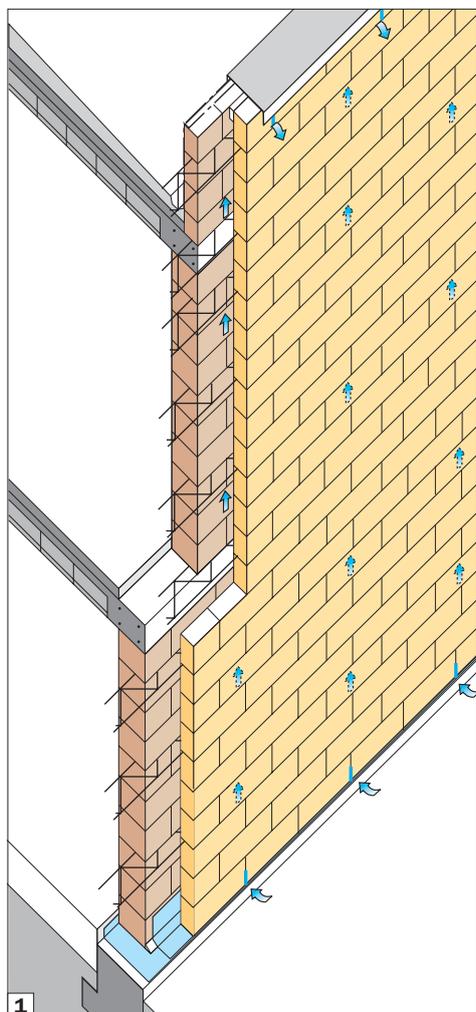
Al fine di stabilire l'effettivo contenuto di umidità di equilibrio di pareti in Lecablocchi, è stata fatta dalla Università di Bari una campagna di misurazioni su case di abitazione costruite da almeno 3 anni. Sono stati testati 61 edifici, 42 in Val Padana e 19 in Puglia.

I controlli in Val Padana sono stati fatti tra la fine dell'inverno e l'inizio delle primavere, nel periodo quindi più umido. I risultati sono riportati nell'istogramma a lato. In più del 60% dei casi l'umidità contenuta risulta inferiore al 2%; nel 95% dei casi l'umidità è inferiore al 3%.

Questo fatto depone a favore della salubrità delle pareti in Lecablocchi e del mantenimento delle loro caratteristiche di isolamento termico.

# SISTEMI COSTRUTTIVI

*le soluzioni in Lecablocco Bioclima*



1 Pareti doppie e ventilate con rivestimento in Lecablocchi Facciavista.

Posa di muratura armata in Lecablocco.



## ■ Parete doppia e parete ventilata

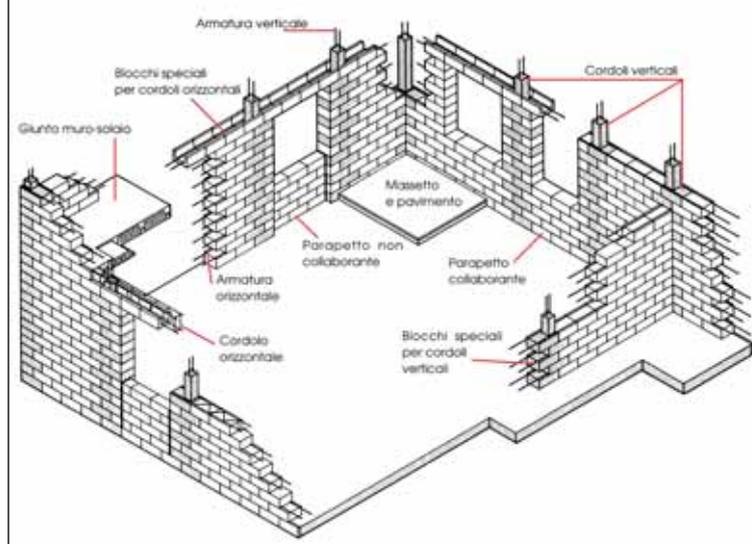
La parete doppia permette di conciliare soluzioni architettoniche di ottima finitura con le caratteristiche bioclimatiche necessarie. La qualità, i colori e le finiture in **Lecablocco Architettonico** permettono al progettista di esprimersi con la massima libertà nella ricerca dell'effetto estetico desiderato sull'esterno della parete, combinando poi il tutto con le qualità di isolamento termoacustico del **Lecablocco Bioclima** (muratura interna). Un altro vantaggio nell'utilizzo dei due elementi suddetti è la modularità dei Lecablocchi che facilita la posa e risolve le eventuali difficoltà nelle connessioni interno-esterno.

Una ulteriore possibilità è la realizzazione dell'intercapedine ventilata, caratterizzata cioè dall'effetto "camino", particolarmente utile per la circolazione dell'aria e quindi per un maggiore comfort abitativo in estate. La ventilazione si ottiene creando dei punti di comunicazione tra l'esterno e l'intercapedine; di solito si lasciano aperte alcune fughe di malta verticali in corrispondenza del primo e dell'ultimo corso di muratura.

## ■ Muratura armata in zone sismiche (SISTEMA COSTRUTTIVO MBZ)

Buona parte del territorio italiano è classificato come zona sismica. I **Lecablocchi Bioclima Sismico** permettono di realizzare edifici in muratura ordinaria ed armata in zona sismica conformemente al Decreto in oggetto. Essi inoltre sono i materiali alla base di un sistema costruttivo già certificato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, il Sistema MBZ, che permette di edificare in zona sismica dal 1985 utilizzando la muratura armata. Questa permette la realizzazione di edifici senza il telaio di cemento armato, con vantaggi economici e termici (isolamento diffuso con eliminazione dei ponti termici dovuti ai pilastri).

Schema costruttivo del Sistema MBZ.



*per termica, acustica e sismica*



La malta termica Bioclima elimina i ponti termici costituiti dai giunti di malta tradizionale e migliora l'isolamento complessivo della parete fino al 15%.

Nelle pagine precedenti si sono esaminate le normative tecniche (termica, acustica, sismica) inerenti le pareti opache e due esempi di applicazione dei requisiti termoacustici di legge (pag.8 e 9).

A titolo di esempio, si riportano alcune fra le molte possibili soluzioni costruttive per pareti perimetrali in Lecablocco a norma nelle diverse zone climatiche.

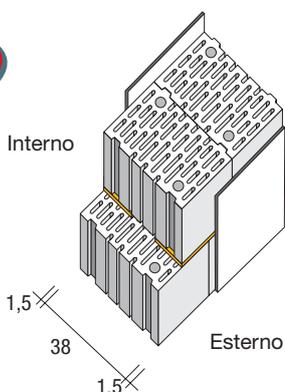
Per avere informazioni su soluzioni con U diversi o per richiedere una consulenza personalizzata sulle soluzioni in Lecablocco si consiglia di scrivere a: [calcolo311@lecablocco.it](mailto:calcolo311@lecablocco.it) oppure contattare l'ufficio tecnico ANPEL (tel. 024811970, fax. 0248012242).

## Legenda

- Trasmittanza U a norma con la Tabella 2.1 a pag. 5 (metodo U limite)
- Trasmittanza U a norma con la Tabella a pag. 6 (metodo EPI limite)

## Bioclima 38 con intonaco tradizionale

**U = 0,40 W/m²K**



## Parete in Lecablocco Bioclima 38x20x25, posato con malta termica Bioclima, con intonaco tradizionale

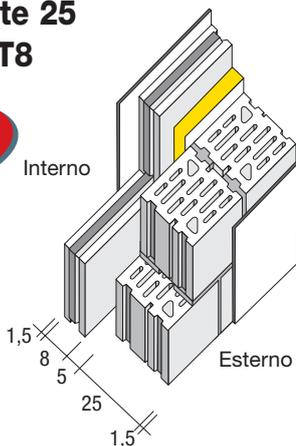
Utilizzo: parete di tamponamento oppure portante in zona non sismica

$\rho = 850 \text{ kg/m}^3$        $M_S > 230 \text{ kg/m}^2$   
 $U = 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$        $R_W = 55 \text{ dB}$

Zona Climatica	A	B	C	D	E	F
1/1/2006	●	●	●	●	●	●
1/1/2008	●	●	●	●	●	●
1/1/2010	●	●	●	●	●	●

## Parete a cassetta in Fonoisolante 25 e Lecalite T8

**U = 0,34 W/m²K**



## Parete in Lecablocco Fonoisolante 25x20x25, posato con malta tradizionale, con isolante leggero ( $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$ ) di spessore 5 cm e parete interna in Lecablocco Tramezza Lecalite T8x27x55.

Utilizzo: parete di tamponamento oppure portante in zona sismica

$\rho = 1200 - 800 \text{ kg/m}^3$        $M_S > 230 \text{ kg/m}^2$   
 $U = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$        $R_W \geq 56 \text{ dB}$

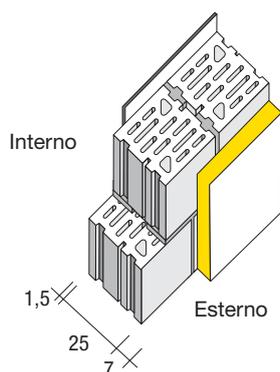
Zona Climatica	A	B	C	D	E	F
1/1/2006	●	●	●	●	●	●
1/1/2008	●	●	●	●	●	●
1/1/2010	●	●	●	●	●	●

# LE SOLUZIONI IN LECABLOCCO

per pareti esterne ed interne

## Fonoisolante 25 con isolamento a cappotto

**$U = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$**



Parete in Lecablocco Fonoisolante 25x20x25, posato con malta tradizionale, con isolante leggero a cappotto ( $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$ ) di spessore 7 cm

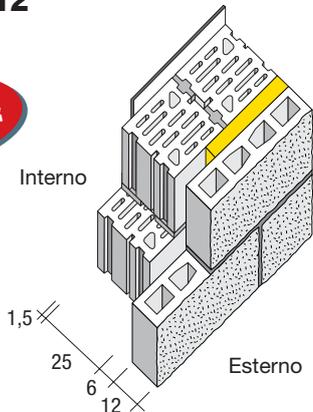
Utilizzo: parete di tamponamento oppure portante anche in zona sismica

$\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$   $M_S > 230 \text{ kg/m}^2$   
 $U = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$   $R_W \geq 56 \text{ dB}$

Zona Climatica	A	B	C	D	E	F
1/1/2006	●	●	●	●	●	●
1/1/2008	●	●	●	●	●	●
1/1/2010	●	●	●	●	●	●

## Doppia parete facciavista in Fonoisolante 25 Splittato 12

**$U = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$**



Parete in Lecablocco Fonoisolante 25x20x25, posato con malta tradizionale, con isolante leggero ( $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$ ) di spessore 6 cm e Blocco Splittato 12x20x50

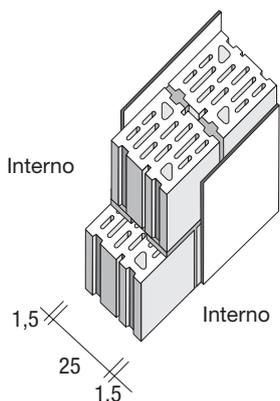
Utilizzo: parete di tamponamento oppure portante anche in zona sismica

$\rho = 1200 - 2000 \text{ kg/m}^3$   $M_S > 230 \text{ kg/m}^2$   
 $U = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$   $R_W \geq 56 \text{ dB}$

Zona Climatica	A	B	C	D	E	F
1/1/2006	●	●	●	●	●	●
1/1/2008	●	●	●	●	●	●
1/1/2010	●	●	●	●	●	●

## Parete divisoria in Fonoisolante 25

**Isolamento termoacustico**  
 $U \leq 0,8$   
 $R'_w \geq 50$   
D.Lgs 311 e L. 66/03



Parete divisoria interna in Lecablocco Fonoisolante 25x20x25, posato con malta tradizionale, con intonaco per interni

Utilizzo: parete di tamponamento oppure portante anche in zona sismica

$\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$   $M_S > 230 \text{ kg/m}^2$   
 $U \leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$   $R_W = 56 \text{ dB}$

Zona Climatica	A	B	C	D	E	F
1/1/2006						
1/1/2008						
1/1/2010						

**$\leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$**

### Voce di capitolato

Muratura da intonacare di tamponamento o anche portante in zona sismica (Lecablocco Bioclima Fonoisolante Sismico) eseguita con manufatti in calcestruzzo di argilla espansa Leca tipo "Lecablocco Bioclima", fornito da Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo le norme UNI EN ISO 9000 da Ente accreditato e dotata di certificazione di prodotto "Lecablocco Qualità Certificata" secondo le specifiche ANPEL.

I manufatti devono essere marcati CE secondo la norma UNI EN 771-3.

I manufatti devono avere dimensioni modulari (H x L) 20x25 e spessore ...cm, densità del calcestruzzo compresa tra 700 e 1100 kg/m<sup>3</sup> (muratura di tamponamento o portante in zona non sismica) o compresa tra 1000 e 1400 kg/m<sup>3</sup> (muratura portante in zona sismica) e percentuale di foratura inferiore al 30 %.

I blocchi devono possedere le seguenti caratteristiche minime:

- Trasmissione termica U non superiore a .... W/m<sup>2</sup>K.
- indice di valutazione del potere fonoisolante R<sub>w</sub> non inferiore a .... dB, certificato da un Laboratorio ufficiale oppure calcolato secondo la legge della massa specifica per i Lecablocchi.
- se utilizzati come muratura portante, i blocchi devono possedere una resistenza caratteristica a compressione nella direzione dei carichi verticali f<sub>bk</sub> superiore a ....N/mm<sup>2</sup> come comprovato da un Certificato, rilasciato da Laboratorio autorizzato, ottenuto secondo le modalità prescritte dal D.M. 20/11/1987.
- spessore delle costole esterne del blocco superiore a 20 mm.

I blocchi inoltre devono essere dotati di certificazione comprovante un Indice di radioattività I inferiore a 0,5.

I blocchi, utilizzati per tamponamenti o per muratura portante in zona non sismica, devono essere posati con malta di classe M3 secondo DM 20/11/1987 nei giunti orizzontali e a secco nei giunti verticali.

Se utilizzati per murature portanti in zona sismica, i blocchi devono essere posati con malta di classe M1 o M2 secondo DM 20/11/1987 nei giunti orizzontali e verticali.

È compreso l'occorrente ponteggio per altezze fino a 3,5 metri dal piano di lavoro.

Euro/m<sup>2</sup>...

Sovrapprezzo per altezze superiori.

Euro/m<sup>2</sup>...



Dislocazione in Italia delle Aziende associate all'ANPEL.



PER COSTRUIRE MEGLIO

Associazione Nazionale Produttori Elementi Leca

Via Correggio, 3 - 20149 Milano  
Tel. 02.48011970 - Fax 02.48012242  
www.lecablocco.it infoanpel@lecablocco.it