

# BLOCCHI TERMOISOLANTI



il benessere  
oltre l'isolamento

UN NUOVO MODO  
DI COSTRUIRE  
E DI ABITARE

VERIFICHE  
TERMIGROMETRICHE  
DI UNA SERIE  
DI 12 PARETI ESTERNE

RICERCHE ED ESPERIENZE  
SULL'IMPIEGO  
DELLA MURATURA ARMATA  
IN ZONA SISMICA

POROTON®  
solo questo marchio  
garantisce il vero Poroton

# POROTON®

# Indice

<u>Tipologie POROTON®</u>	pag. 4
<u>Comportamento statico</u>	pag. 5
<u>Comportamento termico</u>	pag. 6
<u>Comportamento igrometrico</u>	pag. 7
<u>Comportamento acustico</u>	pag. 8
<u>Comportamento al fuoco</u>	pag. 9
<u>Biocompatibilità</u>	pag. 10
<u>Muratura armata</u>	pag. 11
Vantaggi	» 12
<u>Consigli utili per la corretta esecuzione delle murature</u>	pag. 13
Tipologie murarie	» 13
Regole di posa in opera	» 13
Protezione delle murature in corso d'opera	» 15
Come fare l'intonaco	» 16
Protezione dei ponti termici	» 17





<b>Soluzioni termoisolanti POROTON®</b>	<b>pag. 18</b>
<b>Introduzione</b>	<b>pag. 18</b>
<b>Riferimenti normativi</b>	<b>pag. 18</b>
<b>Certificazione energetica</b>	<b>pag. 19</b>
Attestato di certificazione energetica	» 21
Attestato di qualificazione energetica	» 21
D.Lgs. 192, D.Lgs. 311, D.P.R. 59: considerazioni generali	» 21
<b>Calcoli, verifiche e contenuti della legislazione vigente</b>	<b>pag. 22</b>
D.P.R. 59/2009	» 22
Climatizzazione estiva	» 26
Ponti termici	» 31
Divisori interni	» 31
Verifiche igrometriche	» 31
Metodologie di calcolo e di verifica	» 32
Funzioni delle regioni e province autonome	» 32
Determinazione della trasmittanza termica	» 33
Valori termici di progetto secondo UNI EN 1745	» 34
D.Lgs. 115/2008 e bonus volumetrici	» 35
Considerazioni conclusive	» 36
<b>Le soluzioni POROTON®</b>	<b>pag. 36</b>
POROTON® 800 s=38 cm	» 38
POROTON® 800 s=38 cm	» 39
POROTON® 800 MA s=38 cm	» 40
POROTON® 800 MA BRITE s=38 cm	» 41
POROTON® 800 Incastro s=38 cm	» 42
POROTON® 800 Incastro s=35 cm	» 43





## TIPOLOGIE POROTON®

La gamma dei prodotti POROTON® si è progressivamente ampliata per fornire a tecnici ed utilizzatori elementi adatti ad affrontare e risolvere qualsiasi esigenza costruttiva. La gamma tipologica comprende:

- blocchi lisci;
- blocchi ad incastro;
- tramezze;
- pezzi speciali per il completamento della muratura.

I prodotti POROTON® si suddividono inoltre, in funzione della percentuale di foratura e della conformazione geometrica, nelle seguenti serie:

**POROTON® 800:** blocchi semipieni a fori verticali (percentuale di foratura  $\leq 45\%$ ). Sono elementi da utilizzare prevalentemente per murature portanti anche in zona sismica, conformi alle prescrizioni del D.M. 14.1.2008. Vengono prodotti sia "lisci" che ad "incastro".

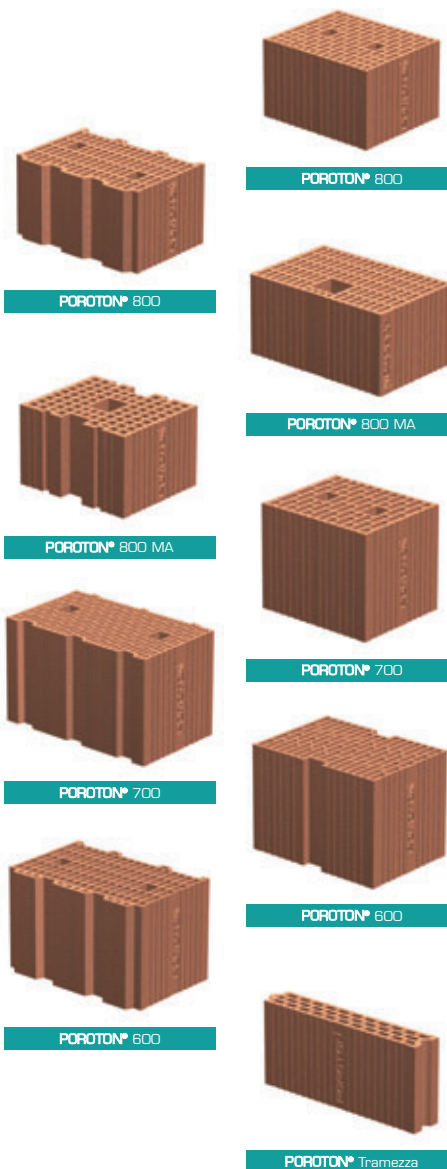
**POROTON® 800 per MURATURA ARMATA:** blocchi semipieni a fori verticali (percentuale di foratura  $\leq 45\%$ ) con conformazione geometrica particolare per la realizzazione di strutture in muratura armata in zona sismica, secondo le prescrizioni del D.M. 14.1.2008.

**POROTON® 700:** blocchi forati a fori verticali (percentuale di foratura  $45\% < \phi \leq 55\%$ ). Sono elementi da utilizzare per murature portanti in zona non sismica, conformi al D.M. 14.1.2008, e per murature di tamponamento. Vengono prodotti sia "lisci" che ad "incastro".

**POROTON® 600:** blocchi leggeri (percentuale di foratura  $55\% < \phi \leq 65\%$ ). Sono elementi da utilizzare esclusivamente per murature di tamponamento senza alcuna funzione statica.

**TRAMEZZE POROTON®:** elementi di spessore limitato caratterizzati dalle grandi dimensioni e dal verso di foratura verticale. Sono impiegate per realizzare pareti divisorie interne di particolare robustezza, lavorabilità ed isolamento acustico e per muri tagliafuoco.

Per avere informazioni dettagliate ed aggiornate sulla gamma dei prodotti disponibili (tipi, formati, prezzi) rivolgersi direttamente alle ditte produttrici competenti per zona.





## COMPORTAMENTO STATICO

Con il termolaterizio POROTON® della serie 800 si realizzano pareti portanti per edifici fino a 3/4 piani. L'eliminazione della struttura portante in cemento armato costituisce una sicura economia nei costi di costruzione. Nello stesso tempo migliora il comportamento termico dell'involucro dell'edificio, evitando le dispersioni di calore attraverso i ponti termici causati dai pilastri.

Gli edifici in muratura portante POROTON®, correttamente progettati, si comportano staticamente in

maniera migliore degli edifici realizzati con intelaiatura portante in cemento armato.

**Una struttura portante  
in POROTON® presenta  
molti vantaggi**

**I blocchi POROTON® 800 sono  
indicati per realizzare murature  
portanti, anche in zona sismica**

Inoltre l'impiego dei blocchi POROTON® della serie 800, classificati semipieni secondo il D.M. 14.1.2008, consente il dimensionamento semplificato degli edifici e la determinazione

della resistenza caratteristica della muratura (a compressione e taglio) senza necessità di sperimentazione diretta su muretti di prova.

Anche in zona sismica le strutture in muratura portante o armata POROTON® garantiscono la massima affidabilità.

Il Consorzio POROTON® Italia ha svolto molte ricerche nel campo delle strutture in muratura portante armata e vanta una lunga esperienza in tale settore, nel quale opera fin dal 1984.

In tempi più recenti la muratura armata è stata introdotta nella normativa nazionale (D.M. 16.1.1996 e D.M. 14.1.2008) che ha di fatto recepito il bagaglio di esperienze maturate dal Consorzio nel corso degli anni.





## COMPORTAMENTO TERMICO



Il comportamento termico di una parete non deve essere valutato solo ed esclusivamente in base alla trasmittanza. Occorre tenere conto infatti anche di altre caratteristiche, quali inerzia termica, capacità di accumulo, durabilità.

Il termolaterizio POROTON® è stato studiato in ogni particolare, dall'alleggerimento dell'impasto al disegno delle forature, per conferire alla muratura requisiti ottimali di isolamento termico. La parete in POROTON® abbina ad una buona resistenza termica ottime doti di inerzia termica (smorzamento e sfasamento) e di salubrità ambientale, fattori ottenibili solo con pareti dotate di una massa adeguata.

La resistenza termica della parete POROTON®, in condizioni di esercizio, come dimostrato da numerose prove di laboratorio, corrisponde a quella di progetto e si mantiene costante nel tempo: un vantaggio ed una garanzia per il progettista.

**Le prestazioni termiche delle murature POROTON® sono costanti e durevoli nel tempo**

Una garanzia che le pareti multistrato non sono in grado di dare, essendo dimostrato che la resistenza termica effettiva di tali pareti con isolante interposto risulta minore di quella di calcolo, diminuisce nel tempo e risulta penalizzata dalla presenza dei pilastri in cemento armato che inducono maggiori effetti di ponte termico.

**POROTON® garantisce ottime prestazioni di isolamento termico e di inerzia termica**

Un vantaggio ed una garanzia che influisce sui consumi energetici e migliora il benessere abitativo permettendo nello stesso tempo di ridurre i costi di costruzione.

Un vantaggio ed una





## COMPORTAMENTO IGROMETRICO

La parete in POROTON® è permeabile al vapore, come tutte le pareti in laterizio. Non sussiste quindi il pericolo di formazione di condensa, né superficiale né all'interno della muratura.

Questo risultato è ottenibile seguendo le semplici indicazioni fornite dal Consorzio per la corretta

esecuzione delle murature, sia per la fase di posa in opera che per la

### La parete in POROTON® non forma condensa

realizzazione degli intonaci, e dimensionando adeguatamente la muratura in relazione alla zona climatica.

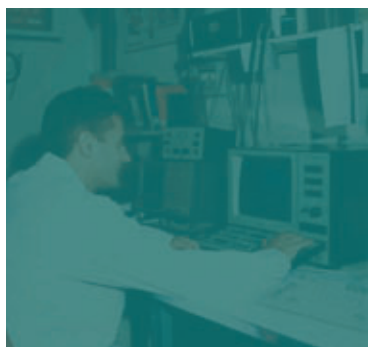
La traspirabilità della parete influisce positivamente sul benessere abita-

### La traspirabilità della parete in POROTON® influisce positivamente sul benessere abitativo

tativo in quanto contribuisce a mantenere al giusto livello l'umidità relativa dell'ambiente.

Il fatto che non si formi condensa è determinante anche ai fini dell'isolamento termico; è ben noto infatti che la presenza di umidità fa aumentare la conducibilità termica dei materiali.

Si sconsiglia l'uso di barriere al vapore e, in particolare, di intonaci o rivestimenti esterni poco permeabili al vapore, che ne blocchino il flusso compromettendo quindi le ottime doti di permeabilità della parete.





## COMPORTAMENTO ACUSTICO



L'attenuazione dei rumori aerei esterni e tra ambienti è legata alla massa delle pareti perimetrali e divisorie ed alla struttura dei materiali che le compongono.

**Le pareti in POROTON® sono dotate di notevole massa**

Le pareti in POROTON® sono dotate di notevole massa; la struttura alveolare inoltre produce un ulteriore benefico effetto di smorzamento. Queste proprietà si riscontrano anche nelle tramezze

POROTON® che, essendo dotate di massa notevolmente superiore ai normali forati in laterizio, vengono utilizzate impiegate per isolare acusticamente due locali contigui.

Le recenti normative in campo acustico richiedono prestazioni fonoisolanti che è possibile soddisfare utilizzando blocchi POROTON® di adeguato spessore.

Bisogna tenere conto che una cattiva progettazione o realizzazione della muratura può determinare una qualità acustica scadente della parete divisoria a prescindere dalle caratteristiche della stessa parete. Non va trascurata la progettazione degli elementi di chiusura di contorno, per i quali si consiglia una massa superficiale non inferiore a quella del divisorio.

**Murature in POROTON® di adeguato spessore garantiscono elevate prestazioni acustiche**





## COMPORAMENTO AL FUOCO

La massima prestazione di resistenza al fuoco richiesta dalle leggi in Italia è pari a REI 180. Un materiale che gode di tale classificazione è in grado di resistere al fuoco per almeno 180 minuti conservando le caratteristiche richieste di stabilità (simbolo R), tenuta a fumi e fiamme (simbolo E), ed isolamento termico (simbolo I). I laterizi POROTON® presentano un eccellente comportamento al fuoco. La resistenza al fuoco delle pareti POROTON® è certificata con numerose prove sperimentali e la classe REI 180 è ottenibile già con pareti in tramezze o blocchi POROTON® della serie 800 di spessore di soli 12 cm

**POROTON® presenta un eccellente comportamento al fuoco**

**Pareti in POROTON® di spessore 12 cm, intonacate, sono certificate REI 180**

più intonaco.

In caso di incendio, la parete POROTON® non contribuisce al carico di incendio e mantiene inalterato il suo potere isolante. Il fatto di essere costi-



tuita esclusivamente di argilla cotta esclude nel modo più assoluto l'emissione di fumi e/o gas tossici. Per la reazione al fuoco, in base al recente D.M. 10.3.2005, il POROTON® è classificabile in "Euroclasse A1" (che corrisponde in sostanza alla "Classe O" secondo il precedente D.M. 14.1.1985), il che significa la non partecipazione all'incendio; per questo motivo non è richiesta alcuna certificazione di incombustibilità del materiale.

Il Consorzio POROTON® Italia ha raccolto una notevole mole di dati, frutto di prove sperimentali svolte negli anni su pareti POROTON® e su pareti in laterizio in genere, ed è in grado di soddisfare qualsiasi esigenza o richiesta tecnica sull'argomento.



## BIOCOMPATIBILITÀ



Il POROTON® è costituito esclusivamente di argilla cotta; ciò evidentemente esclude che esso possa essere fonte di inquinamento o possa produrre esalazioni di alcun genere, anche in caso di incendio.

### POROTON® è costituito esclusivamente di argilla cotta

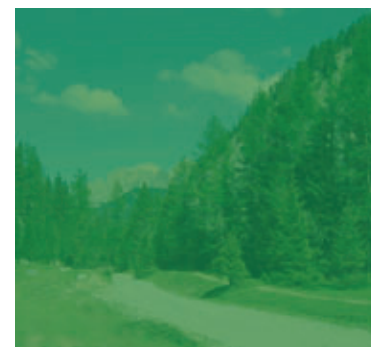
Germania che in Italia hanno escluso nella maniera più assoluta la presenza di residui nocivi all'interno dell'impasto cotto dei blocchi POROTON®.

Si può affermare che il laterizio (normale o alleggerito) è tra i materiali da costruzione a più elevata biocompatibilità, sia per le prestazioni (possibilità di realizzare con una muratura POROTON® monostrato una struttura che svolge contemporaneamente ed egregiamente funzioni statiche, termiche, acustiche, igrometriche, di resistenza al fuoco, favorendo un elevato livello di comfort e benessere abitativo), sia tenendo conto dell'intero ciclo di vita del prodotto, dalla fase di estrazione della materia prima, alla produzione, all'imballo, alla distribuzione, alla eventuale dismissione. Grazie alla vicinanza delle cave ed al raggio di distribuzione relativamente limitato, l'energia di produzione è notevolmente inferiore a quella richiesta per il cemento, è pari al 15% dell'energia necessaria per l'acciaio ed al 3% di quella necessaria per produrre alluminio.

Ed al termine della propria vita utile può trovare impiego come inerte senza eccessivo uso di energia di trasformazione.

A tale proposito è bene ricordare che pregevoli ed accurati studi eseguiti sia in

### Il laterizio è tra i materiali da costruzione a più elevata biocompatibilità





## MURATURA ARMATA

Il Consorzio POROTON® Italia può essere considerato a ragione quale precursore nel campo delle strutture in muratura armata in Italia, avendo avviato ricerche, studi e sperimentazioni in questo campo fin dall'inizio degli anni '80, ricerche che hanno condotto nel 1984 all'ottenimento di un Certificato di idoneità tecnica per un sistema costruttivo di muratura armata POROTON® con notevole anticipo rispetto alle normative nazionali.

**I blocchi POROTON® per muratura armata consentono di abbinare l'armatura alla muratura portante**

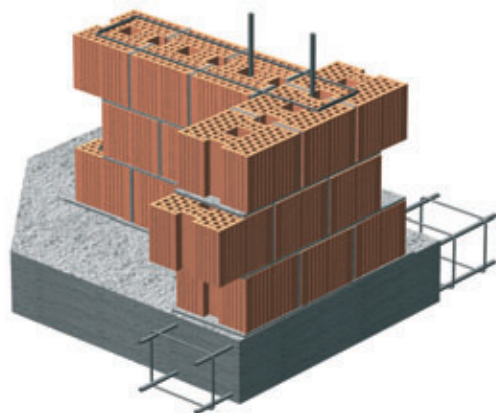
**La muratura armata POROTON® presenta elevata duttilità ed eccellente comportamento statico**

L'evoluzione delle normative, infatti, solo con il decreto sismico del 16.1.1996 ha portato al recepimento della muratura armata come sistema costruttivo ben definito, stabilendone criteri di calcolo e di dimensionamento, i cui principi sono stati chiaramente tratti dalle

esperienze maturate dal Consorzio POROTON® Italia, e superando in tal modo la necessità di ricorrere a sistemi omologati.

I blocchi POROTON® per muratura armata sono dotati di conformazione geometrica particolare che consente di abbinare alla muratura portante armatura metallica (sia orizzontale che verticale). Tutte le altre caratteristiche prestazionali che contraddistinguono i prodotti con marchio POROTON® rimangono inalterate.

L'unione acciaio-muratura consente di realizzare pareti portanti e di controvento di elevata duttilità, in grado di resistere sia a sollecitazioni di compressione che di trazione. In altre parole la muratura armata, per le sue caratteristiche di resistenza e duttilità, può essere assimilata più al calcestruzzo armato che alla muratura tradizionale. Il numero ed il diametro delle barre verticali da impiegare sono definiti nelle norme tecniche (D.M. 14.1.2008), che stabiliscono anche i criteri per il calcolo e la verifica delle strutture.



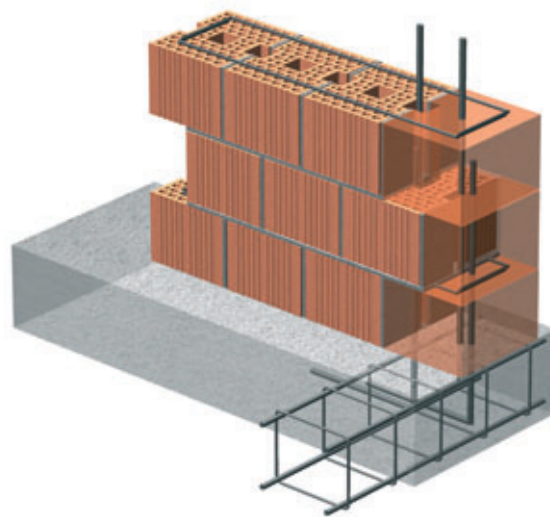


Per quanto riguarda l'armatura orizzontale è previsto l'impiego di una staffa di diametro minimo pari a 5 mm ogni due corsi di blocchi, alloggiata nel giunto orizzontale di malta, e di una armatura da disporre secondo le indicazioni delle norme lungo i bordi orizzontali delle aperture.

In definitiva la muratura armata eseguita con blocchi POROTON® si differenzia dalla normale muratura in zona sismica solo per quanto riguarda l'inserimento delle armature verticali ed orizzontali.

L'inserimento delle barre verticali viene effettuato negli appositi fori dei blocchi; il foro che alloggia le barre verticali viene poi riempito con malta cementizia. Per realizzare la continuità delle barre verticali considerate reagenti, è necessario collegarle per sovrapposizione (allo stesso modo che nel c.a.).

In pratica solo questi accorgimenti differenziano l'esecuzione in opera della muratura armata POROTON® da quella di una normale muratura. La muratura armata POROTON® eseguita in opera è quindi alla portata di qualsiasi impresa e non richiede l'impiego di particolari attrezzature o di personale specializzato.



## VANTAGGI

La muratura armata POROTON® è sicuramente competitiva, dal punto di vista economico, con tutte le altre tradizionali soluzioni costruttive adottate per la realizzazione di edifici in zona sismica.

Inoltre, dal punto di vista strutturale, la muratura armata si presenta in modo più "leggibile" di quella a telaio tamponato, poiché è più facile prevederne il comportamento statico; la muratura armata è - sotto questo profilo - più affidabile e più sicura.

Non va infine trascurato il fatto che il comportamento di strutture in muratura armata nei confronti di sismi di media intensità, che rappresentano gli eventi di gran lunga più frequenti in Italia, permette di evitare quei danneggiamenti che, in concomitanza di tali eventi, interessano i tamponamenti delle strutture in c.a. e che, sebbene non distruttivi per la struttura, compromettono in alcuni casi l'agibilità della costruzione.

**La muratura armata POROTON®  
non richiede particolari attrezzature  
nè personale specializzato**



## CONSIGLI UTILI

per la corretta esecuzione di murature in POROTON®

### TIPOLOGIE MURARIE

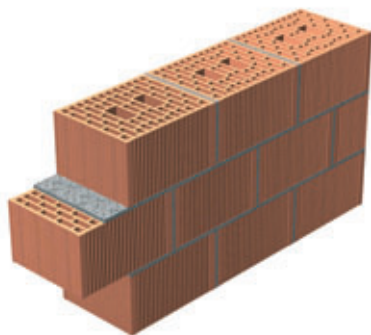
Utilizzando blocchi POROTON® è sostanzialmente possibile realizzare i seguenti tipi di muratura:

***Monostrato*** - La parete monostrato rappresenta sicuramente la soluzione più utilizzata per la costruzione di murature in POROTON® in quanto consente di sfruttare completamente tutti i vantaggi della soluzione POROTON® (portanza, isolamento termico, ridotti costi di posa in opera, ecc.). In questo caso gli spessori della muratura variano da un minimo di 25 cm ad un massimo di 45 cm. In fase di posa in opera possono essere indifferentemente usati sia giunti di malta continui che interrotti (compatibilmente con le esigenze statiche dell'opera).

***Pluristrato con intercapedine*** - L'impiego del POROTON® in murature a più strati può avvenire allo stesso modo di un qualsiasi altro blocco in laterizio, ma con migliori prestazioni termiche, igrometriche ed acustiche.

***Pluristrato con muratura esterna a vista con o senza intercapedine*** - La soluzione POROTON® e faccia vista trova un notevole campo d'impiego in quelle zone del territorio italiano in cui la tradizione delle murature a vista è più radicata. In soluzioni di questo tipo la muratura in POROTON® presenta generalmente uno spessore compreso tra 20 e 30 cm; lo strato a vista può venire montato direttamente a ridosso della parete oppure ricavando una intercapedine dello spessore di 2-4 cm.

Muratura POROTON® monostrato



### REGOLE DI POSA IN OPERA

In generale la muratura POROTON® si esegue come una qualsiasi altra muratura in laterizio; la posa in opera non richiede quindi particolari accorgimenti né tantomeno l'impiego di manodopera specializzata (in altri termini la muratura in POROTON® richiede semplicemente una posa in opera "a regola d'arte"). A corredo di questa definizione, per alcuni certamente vaga, è opportuno riportare di seguito una serie di prescrizioni (la maggior parte delle quali fanno effettivamente parte delle regole del buon costruire), che devono essere rispettate al fine di ottenere una corretta posa in opera dei blocchi POROTON®.



## Lo stoccaggio in cantiere

All'interno del cantiere deve essere predisposta un'area per il deposito dei pacchi provenienti dalla fornace. È bene che il materiale non venga posato a diretto contatto con il terreno in quanto in tal modo potrebbe assorbire umidità, humus, ecc. e dare luogo, in fase di posa in opera, a problemi di efflorescenze localizzate od a fenomeni di non perfetta aderenza tra malta-intonaco e blocco. Specialmente durante la stagione invernale è bene proteggere il materiale dalle intemperie al fine di evitare che l'azione dell'acqua piovana e del gelo possano in qualche modo danneggiarlo.

## La scelta degli elementi

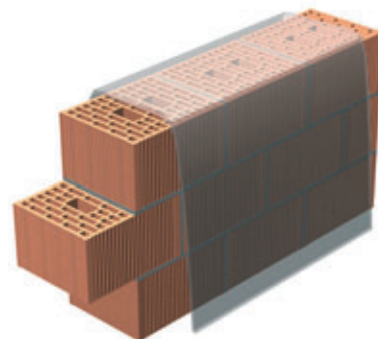
Prima della fase di posa in opera deve essere fatta una cernita degli elementi eventualmente difettosi presenti all'interno dei pacchi.

Anche nel caso di un materiale di qualità (quale è il POROTON®) può succedere che alcuni elementi risultino danneggiati o comunque non conformi alle regole di accettazione dei prodotti in laterizio. In tal caso il muratore dovrà scartare gli elementi eventualmente difettosi (la cernita deve essere particolarmente accurata nel caso in cui si preveda l'impiego dei blocchi in strutture murarie fortemente sollecitate).

## La posa in opera

I blocchi POROTON® non richiedono particolari tecniche di posa in opera e sono quindi assimilabili ai normali mattoni o blocchi in laterizio. Nella fase di posa in opera di blocchi POROTON® è comunque buona cosa operare in modo tale che sia soddisfatto quanto segue:

- i giunti di malta orizzontali siano i più regolari possibili e di spessore compreso tra 5 e 15 mm;
- i giunti di malta orizzontali e verticali siano accuratamente riempiti fino alla superficie esterna (le eventuali sbavature verso l'esterno vanno subito tolte con la cazzuola);
- le facce del muro siano tra loro parallele e gli spigoli risultino perfettamente verticali e controllati con il filo a piombo;



*Protezione della muratura  
in fase di posa in opera*

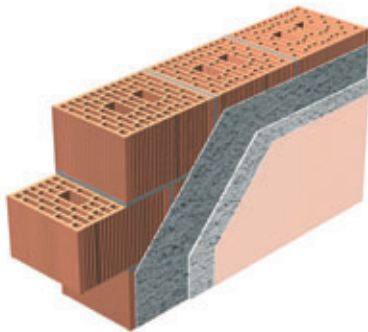
**La muratura in POROTON® si  
esegue, in generale, come  
qualsiasi altra muratura in laterizio**

**Sfalsare adeguatamente i vari  
corsi dei blocchi per un ottimale  
collegamento degli elementi murari**



## Si consiglia di proteggere la muratura in fase di costruzione fino all'esecuzione del solaio di piano

*Esecuzione dell'intonaco in tre strati: rinzafo, corpo dell'intonaco e finitura*



- i vari corsi di blocchi devono essere tra loro adeguatamente sfalsati al fine di ottenere un buon collegamento degli elementi che compongono il muro;
- i blocchi eventualmente tolti perché murati in modo non corretto devono essere riutilizzati con malta nuova;
- i giunti orizzontali e verticali possono essere eventualmente interrotti in modo da formare due strisce parallele al piano medio del muro ad una distanza consigliata di 2-4 cm e comunque non superiore a  $t/3$  (dove  $t$  è lo spessore del muro). L'interruzione del giunto di malta, anche di un solo centimetro, consente di ottenere un miglioramento delle caratteristiche termiche della parete e può essere operata sia in presenza di murature portanti che di tamponamento. Per murature portanti particolarmente sollecitate si consiglia comunque di porre particolare attenzione alla qualità della malta e di limitare la larghezza dell'interruzione del giunto;
- nel caso di impiego di blocchi ad incastro si consiglia di eseguire sempre il giunto di malta verticale se il blocco è conformato in modo tale da consentire di ricavare un'apposita tasca per l'alloggiamento della malta stessa;
- nel caso in cui non si riesca ad "arrivare in quota" con un numero intero di corsi si consiglia, per raggiungere la quota voluta, di tagliare i blocchi. È del tutto sconsigliato l'uso di soluzioni alternative (quali l'impiego di elementi di altra natura - blocchi o mattoni in laterizio normale, a fori orizzontali od altro);
- i blocchi POROTON® devono essere messi in opera di regola con foratura disposta in senso verticale, salvo casi particolari;
- la profondità della zona di appoggio di eventuali architravi sopra porta o sopra finestra deve essere almeno pari a  $2/3$  dello spessore del muro.

### PROTEZIONE DELLE MURATURE IN CORSO D'OPERA

La muratura in POROTON® deve essere protetta sia in fase di posa in opera che dopo la realizzazione dei muri fino a che non sia stato eseguito il relativo solaio di piano. In caso di pioggia è necessario quindi interrompere i lavori e coprire le teste delle murature con teli di plastica od altro mezzo al fine di evitare che i fori verticali si riempiano d'acqua.



Questa prescrizione, se non rispettata, può dare origine ad una serie di problemi, anche gravi, che di solito si manifestano a costruzione ultimata (macchie di umidità, muffe, ecc.). Nonostante il Consorzio POROTON® Italia abbia sempre invitato tecnici ed imprese al rispetto di questa elementare regola del buon costruire, si nota, purtroppo, che essa viene molto spesso disattesa.

Si consiglia infine di interrompere i lavori in presenza di temperature prossime od inferiori a 0°C.

## COME FARE L'INTONACO

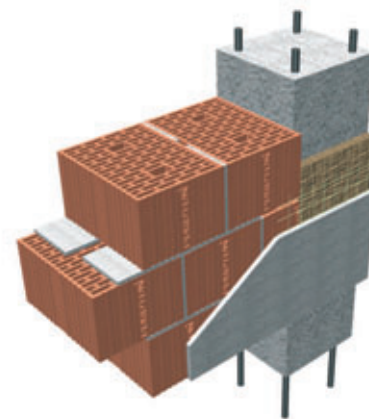
Su murature monostrato in POROTON® si consiglia di utilizzare un intonaco di finitura esterno a tre strati come di seguito illustrato:

- applicazione di un rinzaffo a base cemento-calce avente particolari caratteristiche di elasticità. La superficie muraria così trattata si presenta quindi omogenea e con caratteristiche di adesione ottimali per lo strato di fondo a seguire;
- applicazione di un intonaco di fondo normale o termoisolante;
- applicazione di uno strato di finitura traspirante.

## Si consiglia di utilizzare un intonaco di finitura esterno a tre strati

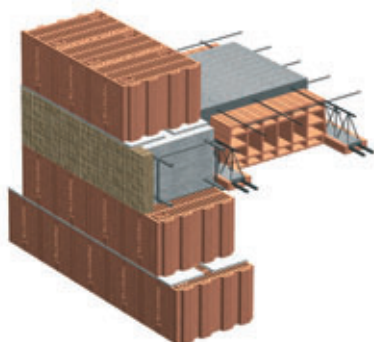
In generale l'intonaco dovrebbe essere posto in opera dopo che la struttura abbia esaurito i suoi assestamenti iniziali ed abbia avuto il tempo per rilasciare l'eventuale umidità di costruzione presente al suo interno. L'intonaco non deve essere posto in opera con temperature troppo basse o troppo elevate (che possono comprometterne la presa).

In condizioni atmosferiche avverse è necessario tenere conto di tempi di stagionatura più lunghi rispetto a quelli normalmente indicati. In caso contrario si può incorrere in un maggiore rischio di fessurazioni con responsabilità da imputare a chi li determina (produttore di premiscelati, proprietario, direzione lavori, applicatore). In ogni caso la responsabilità della valutazione dell'idoneità dello stato della superficie sottostante compete all'ultimo esecutore. Il rischio di formazione di fessure è particolarmente presente soprattutto sulle facciate maggiormente esposte e soggette a notevoli variazioni termiche.



*Collegamento tra muratura e telaio in c.a.: soluzione corretta con protezione del ponte termico del pilastro*

## Si consiglia di applicare l'intonaco lasciando alla struttura il tempo di smaltire l'eventuale umidità di costruzione presente al suo interno



*Protezione del ponte termico del cordolo del solaio*

**Prowedere sempre alla protezione del ponte termico dovuto agli elementi in c.a. (cordoli, pilastri, travi)**

## **Murature in POROTON® ed intonaci: un errore da evitare**

Le murature in POROTON® presentano una notevole permeabilità al vapore; tale permeabilità consente all'edificio, come correntemente si usa dire, di "respirare". Tale caratteristica di traspirabilità può essere annullata (con effetti disastrosi sul funzionamento della parete) utilizzando intonaci plastici impermeabilizzanti o, comunque, molto resistenti al passaggio del vapore. Molto spesso il tecnico progettista è chiamato ad utilizzare (a volte per soli motivi estetici) materiali di rivestimento e finitura con caratteristiche di permeabilità al vapore non note o, comunque, non indicate sulle schede tecniche fornite dal produttore. Questa mancanza di informazione porta generalmente a sottovalutare, se non addirittura ad ignorare, il problema del bilanciamento delle caratteristiche igrometriche della parete. I risultati di questo modo di operare possono anche essere addirittura disastrosi e, in ogni caso, difficilmente risolvibili a posteriori, cioè con l'edificio finito e magari anche abitato.

## **La giunzione tra muratura di tamponamento e struttura in c.a.**

Quando si realizzano murature di tamponamento inserite in telai in cemento armato ricorre molto spesso il problema di evitare che, in corrispondenza del contatto tra i due materiali, si manifestino fenomeni di fessurazione che, pur non intaccando l'integrità della struttura dell'edificio, compromettono l'aspetto estetico delle pareti. Il fenomeno può essere dovuto ad effetti di dilatazione termica differita (i due materiali a contatto presentano infatti coefficienti di dilatazione termica diversi), od a semplici assestamenti dell'edificio che si possono manifestare, per esempio, in presenza di scosse sismiche anche di debole intensità. Per limitare gli effetti sopra descritti si può inserire nell'intonaco una sottile rete metallica o in fibra di vetro, estesa per circa 20-30 cm ai lati della zona di giunzione tra tamponamento e c.a. soggetta alla possibile fessurazione.

## **PROTEZIONE DEI PONTI TERMICI**

È bene ricordare che, in presenza di elementi in c.a. quali cordoli di piano, pilastri, travi, è necessario prevedere una adeguata protezione del ponte termico innescato da tali elementi. Questa può essere realizzata con materiale isolante eventualmente abbinato ad un elemento in laterizio di ricoprimento. Adottando questi accorgimenti si ottiene inoltre l'uniformità della superficie da intonacare.



## SOLUZIONI TERMOISOLANTI POROTON®

### INTRODUZIONE

Il tema del risparmio energetico nel settore dell'edilizia è ormai da alcuni anni di grande attualità.

Al recepimento in Italia della Direttiva Europea Energy Performance of Buildings (EPBD) 2002/91/CE, avvenuto con l'emanazione del Decreto Legislativo n. 192 del 19 agosto 2005 *"Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia"*, ha fatto seguito l'emanazione del D.Lgs. 311 del 29 dicembre 2006 *"Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192"*.

La pubblicazione a breve distanza di questi decreti è stata seguita solo con notevole ritardo, dalla pubblicazione dei decreti attuativi finalizzati a dare piena attuazione a quanto previsto nei provvedimenti legislativi.

La "clausola di cedevolezza" inclusa nel D.Lgs. 192/2005 ha dato nel frattempo la possibilità alle Regioni ed agli Enti locali di dotarsi di propri strumenti in attesa dell'emanazione dei decreti attuativi nazionali. Essi, laddove approvati ed adottati, si sostituiscono ai decreti stessi nella regolamentazione della materia nel territorio di competenza (regionale, provinciale o comunale).

Questo aspetto ha generato una "babele normativa" ed ha provocato crescente disorientamento e confusione tra i progettisti. Solo nel 2008 è stato promulgato il D.Lgs. 115/2008 che, in attesa dell'emanazione delle Linee Guida Nazionali, ne anticipava alcuni concetti. Infine, a giugno 2009 sono stati pubblicati due decreti attuativi nazionali, il D.P.R. 59/2009 ed il D.M. 26.6.2009, che di fatto com-

pletano il quadro normativo a livello nazionale.

Si aggiunga poi che le leggi "Finanziarie" del 2007 e 2008 hanno introdotto incentivi per interventi finalizzati alla riqualificazione energetica di edifici esistenti, con riferimento ad alcuni parametri del D.Lgs. 192/2005.

Nel seguito si evidenziano gli aspetti salienti del quadro normativo risultante e si forniscono indicazioni sulle modalità di applicazione, in particolare per quanto concerne la scelta delle soluzioni tecniche di involucro, con riferimento alle strutture verticali opache, riportando infine alcuni esempi di soluzioni monostrate con prodotti POROTON® a geometria della foratura ottimizzata, di diverso tipo e spessore.

### RIFERIMENTI NORMATIVI

Il problema del contenimento dei consumi energetici degli edifici in Italia è stato disciplinato fino al 2005 dalla Legge 10/1991 con i decreti attuativi ad essa collegati (in molti casi pubblicati peraltro con molto ritardo rispetto a quanto previsto dalla legge); tale legge è subentrata ad una prima regolamentazione in materia fornita dalla "storica" Legge 373/1976 e relativi decreti.

La pubblicazione del D.Lgs. 192/2005 (vigente dall'8 ottobre 2005) e del D.Lgs. 311/2006 (in vigore dal 2 febbraio 2007), è stata ora seguita dal D.P.R. 59/2009 che dà attuazione ad alcuni dei punti previsti dall'art. 4 del D.Lgs. 192/2005 ed in particolare introduce un nuovo quadro di disposizioni obbligatorie entrate in vigore il 25 giugno 2009, che da un lato sostituiscono le indicazioni "transito-



Categorie di edifici per le quali si applicano le norme sul risparmio energetico

CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI (CATEGORIE)	
E.1 (1)	EDIFICI RESIDENZIALI con occupazione continuata
E.1 (2)	EDIFICI RESIDENZIALI con occupazione saltuaria
E.1 (3)	EDIFICI adibiti ad ALBERGO, PENSIONE ed attività similari
E.2	EDIFICI per UFFICI e assimilabili
E.3	OSPEDALI, CASE DI CURA, CLINICHE
E.4	EDIFICI adibiti ad attività RICREATIVE, ASSOCIATIVE, CULTO o assimilabili
E.5	EDIFICI adibiti ad attività COMMERCIALE
E.6	EDIFICI adibiti ad attività SPORTIVE
E.7	EDIFICI adibiti ad attività SCOLASTICHE
E.8	EDIFICI INDUSTRIALI ed ARTIGIANALI riscaldati per il comfort degli occupanti
Sono esclusi dall'applicazione del D.Lgs. 192/2005: edifici di particolare interesse storico o artistico nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe un'alterazione delle loro caratteristiche, i fabbricati industriali, artigianali ed agricoli non residenziali quando gli ambienti sono riscaldati per esigenze del processo produttivo o utilizzando reflui energetici del processo produttivo non altrimenti utilizzabili, i fabbricati isolati con superficie utile totale inferiore a 50 m <sup>2</sup> , gli impianti installati ai fini del processo produttivo realizzato nell'edificio, anche se utilizzati in parte non preponderante per gli usi tipici del settore civile (Art. 3).	

rie" dell'Allegato I del D.Lgs. 311/2006 e dall'altro confermano alcune disposizioni, anticipate dal D.Lgs. 115/2008 (in vigore dal 30 maggio 2008) che ha introdotto novità soprattutto in materia di bonus volumetrici, normativa tecnica ed abilitazione alla certificazione energetica. Il quadro normativo nazionale è completato ad oggi dal D.M. 26.6.2009 recante le "Linee Guida per la Certificazione Energetica".

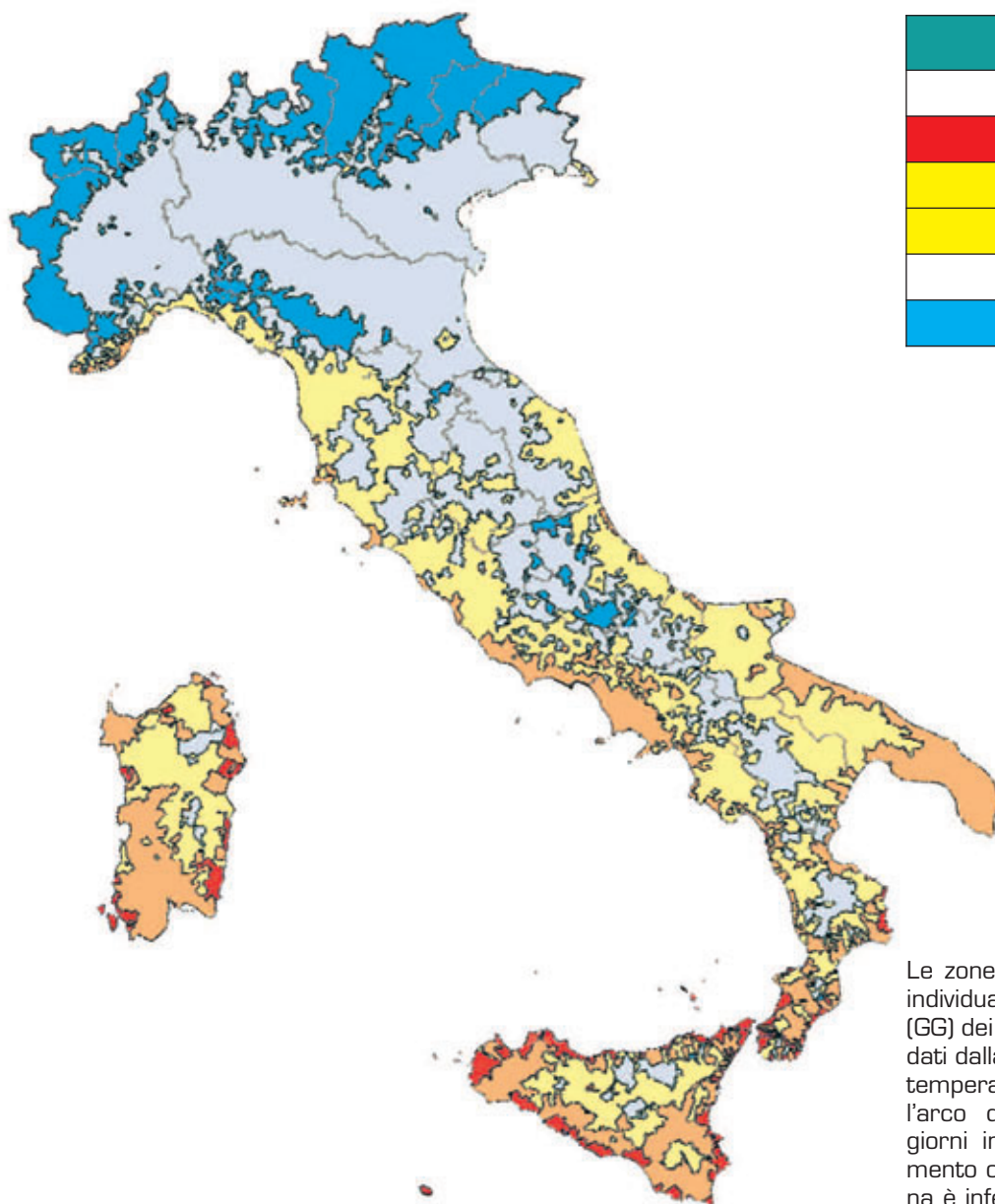
## CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Il risultato finale di tutto il complesso di operazioni e verifiche svolte in base alla legislazione precedente-

mente elencata è funzionale al rilascio della Certificazione Energetica dell'edificio, le cui caratteristiche sono descritte, a livello nazionale, nel D.M. 26.6.2009.

In mancanza del decreto attuativo specificamente preposto ad individuare i soggetti abilitati al rilascio dell'ACE, tali soggetti, a livello nazionale, sono quelli individuati dal D.Lgs. 115/2008, All. III (salvo preesistenti diverse indicazioni di carattere regionale).

In generale essi sono dunque professionisti iscritti ai relativi ordini professionali ed abilitati all'esercizio della professione relativa alla progettazione di edifici ed impianti ad esso asserviti, nell'ambito delle competenze ad esso attribuite dalla legislazione vigente.



ZONE CLIMATICHE	
	ZONA A
	ZONA B
	ZONA C
	ZONA D
	ZONA E
	ZONA F

Le zone climatiche in Italia: esse sono individuate in funzione dei gradi giorno (GG) dei vari comuni. I gradi giorno sono dati dalla sommatoria delle differenze di temperatura tra interno ed esterno nell'arco dell'anno, considerando solo i giorni in cui è funzionante il riscaldamento o nei quali la temperatura esterna è inferiore a 12°C



## **ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA (ACE) (D.LGS. 192+311 – ART. 2 E ART. 6)**

L'attestato di certificazione energetica è il documento redatto nel rispetto delle norme contenute nel D.Lgs. 192/2005 e sue modifiche ed integrazioni, attestante la prestazione energetica ed eventualmente alcuni parametri energetici caratteristici dell'edificio. Esso va redatto non solo per edifici di nuova costruzione ma, a partire dal 1° luglio 2009, pure in caso di trasferimento a titolo oneroso anche di singole unità immobiliari.

Su questo argomento né l'ultimo D.P.R. 59/2009, né il D.Lgs. 115/2008, introducono novità sostanziali, ma rimandano alle Linee Guida Nazionali pubblicate con il D.M. 26.6.2009 sulla certificazione energetica degli edifici.

Con il D.L. 112/2008 e legge di conversione 6.8.2008 n. 133 è stato tuttavia abrogato l'obbligo di allegare agli atti di compravendita la copia in originale od autenticata dell'attestato di certificazione energetica. Permane dunque solo l'obbligo di predisporre l'attestato di certificazione energetica per gli edifici di nuova costruzione o in caso di compravendita, ma decadendo l'obbligo di produrlo negli atti di trasferimento oneroso dell'immobile pare evidente che vengano ridimensionati l'effetto e l'importanza di tale strumento.

## **ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE ENERGETICA (AQE) (D.LGS. 192+311 – ART. 8)**

Con il D.M. 26.6.2009 (in vigore dal 25 luglio 2009) l'attestato di qualificazione energetica rimane obbligatorio per gli edifici di nuova costruzione e per le ristrutturazioni totali come documento predisposto ed asseverato da un professionista abilitato, non necessariamente estraneo alla proprietà, alla progettazione o alla realizzazione dell'edificio; esso deve riportare i fabbisogni di energia primaria di calcolo

(EPi), i corrispondenti valori massimi ammissibili fissati dalla normativa in vigore e deve essere presentato al Comune contestualmente alla dichiarazione di fine lavori.

L'attestato di qualificazione energetica si differenzia da quello di certificazione essenzialmente per i soggetti che sono chiamati a redigerlo e per l'assenza dell'attribuzione di una classe di efficienza energetica dell'edificio.

## **D.LGS. 192/2005, D.LGS. 311/2006, D.P.R. 59/2009: CONSIDERAZIONI GENERALI**

Il D.Lgs. 192/2005 modificato ed integrato dal D.Lgs. 311/2006 e dal D.P.R. 59/2009 ha introdotto importanti novità in merito ai criteri progettuali ed ai metodi di controllo delle prestazioni termiche delle costruzioni.

Introducendo come parametro di rispondenza il calcolo del fabbisogno annuo di energia primaria (per riscaldamento invernale) espresso in kWh/m<sup>2</sup>anno (EPi), in sostituzione del coefficiente di dispersione termica Cd, la nuova normativa recepisce di fatto la Direttiva Europea 2002/91/CE, adeguandosi al panorama certificativo internazionale.

Le disposizioni hanno un approccio prestazionale: per edifici di nuova costruzione o ristrutturazioni integrali vengono indicati i valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EPi, espresso in kWh/m<sup>2</sup>anno), definiti in base alla zona climatica ed al fattore di forma dell'edificio (espresso come rapporto S/V ossia "superficie disperdente dell'involucro/volume riscaldato"), per interventi di ristrutturazione o manutenzione straordinaria si indicano valori limite di trasmittanza termica delle strutture opache verticali, orizzontali e trasparenti dell'involucro, differenziati per zone climatiche e con tre soglie temporali: gennaio 2006, gennaio 2008 e gennaio 2010.



Il D.P.R. 59/2009 introduce due nuovi parametri: la prestazione energetica per il raffrescamento dell'edificio e la trasmittanza termica periodica, assunta come indicatore dell'inerzia dell'involucro opaco.

Va chiarito in primo luogo che i valori di trasmittanza termica non sono i primi responsabili dei consumi energetici, vi sono anche altri fattori sostanzialmente trascurati o poco considerati dal quadro legislativo come quello di forma dell'edificio, l'orientamento rispetto al percorso solare, l'influenza della "massa termica" dell'involucro edilizio, il rapporto tra superficie vetrata e superficie opaca, ecc., soprattutto in relazione agli effetti delle condizioni estive.

Altro aspetto su cui pare limitata l'incidenza dei provvedimenti è quello degli edifici esistenti, soprattutto per quanto attiene l'efficienza degli impianti termici; tenuto conto che l'esistente costruito in epoche in cui non vigeva alcuna legislazione sul contenimento dei consumi energetici è la stragrande maggioranza del patrimonio edilizio italiano, è assai difficile potersi attendere risultati apprezzabili in termini di risparmio energetico se non si migliorano significativamente, con forme di intervento opportune, le prestazioni energetiche di questi fabbricati.

Un ultimo aspetto che, seppure esuli dal decreto in senso stretto è bene sottolineare, è la mancanza di una vera "cultura del risparmio". E questo probabilmente è un dato di fatto che nessuna legge dello Stato è in grado di controllare e che si richiama alla sensibilità degli utilizzatori di energia.

Se tutti ponessero maggiore attenzione ai criteri di conduzione ed utilizzo di impianti di riscaldamento e raffrescamento limitando gli sprechi, questo porterebbe probabilmente, al di là di qualsiasi norma, ad un reale e significativo risparmio di energia raggiungibile senza costi aggiuntivi.

## CALCOLI, VERIFICHE ED ALTRI CONTENUTI DELLA LEGISLAZIONE VIGENTE

### D.P.R. 59/2009

Il parametro principale da considerare è l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EPI), espresso in kWh/m<sup>2</sup>anno, differenziato per zone climatiche ed in funzione del fattore di forma dell'edificio (espresso come rapporto S/V ossia "superficie disperdente dell'involucro/volume riscaldato"), con tre soglie temporali: gennaio 2006, gennaio 2008 e gennaio 2010, quest'ultima introdotta con il D.Lgs. 311/2006.

In secondo luogo, e **solo per particolari condizioni, si prevedono valori limite di trasmittanza termica** delle strutture opache verticali, orizzontali e trasparenti dell'involucro, differenziati per zone climatiche e con tre soglie temporali: gennaio 2006, gennaio 2008 e gennaio 2010, anche quest'ultima introdotta con il D.Lgs. 311/2006.

Il D.P.R. 59/2009 richiede, con riferimento all'involucro (si omette in questa sede la descrizione di quanto previsto a livello impiantistico), l'esecuzione delle verifiche di seguito indicate.

**Caso 1 – Per edifici di nuova costruzione e ristrutturazione** (nel caso di ristrutturazioni integrali, demolizioni e ricostruzioni di edifici con superficie utile superiore a 1000 m<sup>2</sup>, ampliamenti superiori al 20% dell'intero edificio esistente, limitatamente al solo ampliamento)

In tali casi si procede in sede progettuale:

- (art. 4, comma 2) al calcolo dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EPI) espresso in kWh/m<sup>2</sup>anno (riferito ai m<sup>2</sup> di superficie utile riscaldata) ed alla verifica che lo stesso risulti inferiore ai limiti (EPI,limite) indicati



Tabella 1.1 - Valori limite **dal 1 gennaio 2006** dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale EPi espresso in kWh/m<sup>2</sup>anno

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤0,2	10	10	15	15	25	25	40	40	55	55
≥0,9	45	45	60	60	85	85	110	110	145	145

Tabella 1.2 - Valori limite **dal 1 gennaio 2008** dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale EPi espresso in kWh/m<sup>2</sup>anno

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤0,2	9,5	9,5	14	14	23	23	37	37	52	52
≥0,9	41	41	55	55	78	78	100	100	133	133

Tabella 1.3 - Valori limite **dal 1 gennaio 2010** dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale EPi espresso in kWh/m<sup>2</sup>anno

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤0,2	8,5	8,5	12,8	12,8	21,3	21,3	34	34	46,8	46,8
≥0,9	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116



Tabella 2 - Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture verticali opache, espressa in  $W/m^2K$

Zona climatica	Dall'1 gennaio 2006 U ( $W/m^2K$ )	Dall'1 gennaio 2008 U ( $W/m^2K$ )	Dall'1 gennaio 2010 U ( $W/m^2K$ )
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

Tabella 3.1 - Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura, espressa in  $W/m^2K$

Zona climatica	Dall'1 gennaio 2006 U ( $W/m^2K$ )	Dall'1 gennaio 2008 U ( $W/m^2K$ )	Dall'1 gennaio 2010 U ( $W/m^2K$ )
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

Tabella 3.2 - Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di pavimento, espressa in  $W/m^2K$

Zona climatica	Dall'1 gennaio 2006 U ( $W/m^2K$ )	Dall'1 gennaio 2008 U ( $W/m^2K$ )	Dall'1 gennaio 2010 U ( $W/m^2K$ )
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



Tabella 4a - Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi ( $W/m^2K$ )

Zona climatica	Dall'1 gennaio 2006 U ( $W/m^2K$ )	Dall'1 gennaio 2008 U ( $W/m^2K$ )	Dall'1 gennaio 2010 U ( $W/m^2K$ )
A	5,5	5,0	4,6
B	4,0	3,6	3,0
C	3,3	3,0	2,6
D	3,1	2,8	2,4
E	2,8	2,4	2,2
F	2,4	2,2	2,0

Tabella 4b - Valori limite della trasmittanza centrale termica U dei vetri, espressa in  $W/m^2K$

Zona climatica	Dall'1 gennaio 2006 U ( $W/m^2K$ )	Dall'1 gennaio 2008 U ( $W/m^2K$ )	Dall'1 gennaio 2011 U ( $W/m^2K$ )
A	5,0	4,5	3,7
B	4,0	3,4	2,7
C	3,0	2,3	2,1
D	2,6	2,1	1,9
E	2,4	1,9	1,7
F	2,3	1,7	1,3

nelle tabelle 1.1, 1.2, 1.3 (i valori riportati sono riferiti ad edifici residenziali, per altre categorie di edifici si veda il D.Lgs. 311/2006, Allegato C, punto 1.2);

- (art. 4, comma 3) per gli edifici residenziali (classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme) al calcolo del parametro  $E_{pe,inv}$  che rappresenta la prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio pari al rapporto tra il fabbisogno annuo di energia termica per il raffrescamento dell'edificio, calcolata

tenendo conto della temperatura di progetto estiva secondo la norma UNI/TS 11300-1, e la superficie utile dell'edificio per gli edifici residenziali, ed alla verifica che lo stesso risulti inferiore ai seguenti limiti:

- 40  $kWh/m^2$ anno in zone climatiche A e B
- 30  $kWh/m^2$ anno in zone climatiche C, D, E, F
- (art. 4, comma 5) al calcolo del rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico  $\eta_g$  ed alla verifica che esso sia superiore ai limiti stabiliti.



**Caso 2 – Per interventi di ristrutturazione o manutenzione straordinaria** (solo per i casi di ristrutturazione o di manutenzione straordinaria non ricompresi tra quelli citati per il “Caso 1”)

Verifica del valore della trasmittanza termica  $U$ , a ponte termico corretto:

- (art. 4, comma 4) solo nei casi sopra descritti il calcolo dell'indice  $E_{Pi}$  viene omesso verificando che la trasmittanza termica  $U$  dei componenti disperdenti delimitanti il volume riscaldato verso l'esterno ovvero verso ambienti non dotati di impianti di riscaldamento non eccedano i limiti massimi definiti nelle tabelle 2, 3.1, 3.2, 4a, 4b. Viene richiesta anche la verifica della correzione dei ponti termici o del valore di trasmittanza medio parete + ponte termico.

**Caso 3 – Per edifici nuovi o ristrutturazioni, limitatamente ad edifici con rapporto “superficie trasparente complessiva/superficie utile” < 0,18**

In alternativa alla procedura di cui al “Caso 1”, limitatamente ad edifici con rapporto “superficie traspa-

rente complessiva/superficie utile” inferiore a 0,18 il calcolo dell'indice  $E_{Pi}$  può essere omesso controllando quanto segue (art. 4, comma 8):

- che gli edifici siano progettati e realizzati secondo quanto indicato nel “Caso 2” precedentemente descritto (verifica delle trasmittanze limite – art. 4, comma 4);
- sia verificato che il rendimento dei generatori di calore sia conforme a determinati requisiti;
- siano verificati altri parametri relativi all'impianto termico.

## CLIMATIZZAZIONE ESTIVA (ART. 4, COMMI 18 E 19)

Le indicazioni del D.P.R. 59/2009 sulla questione del contenimento del fabbisogno energetico per la climatizzazione estiva, risultano ancor meno incisive di quelle già piuttosto vaghe e non esaustive del precedente “Regime transitorio”.

Appare evidente che il contenimento del fabbisogno energetico di un edificio non può prescindere dalle condizioni di comfort interno; questo, infatti, identifica le condizioni al contorno (temperatura, umidità, ventilazione, ecc.) da tenere in considerazione nell'individuazione della soluzione energeticamente preferibile.

È noto che, soprattutto in determinate situazioni climatiche, il benessere termico è determinato, oltre che da un adeguato isolamento, anche dall'inerzia termica legata alla massa della soluzione d'involucro, capace di attenuare i picchi di temperatura sia esterni che interni (smorzamento e sfasamento dell'onda termica sia in inverno che in estate), incidendo in tal modo sul funzionamento (e sui relativi consumi) degli impianti di climatizzazione. La capacità termica della parete, infatti, svolge la funzione di stabilizzare la temperatura interna, permette di proteggere dagli effetti dell'irraggiamento estivo e di contri-

È opportuno evidenziare che questa procedura perde completamente di significato nel contesto legislativo attuale che impone di dover dotare tutti gli edifici di nuova costruzione dell'ACE. La classificazione energetica dell'edificio, infatti, deve necessariamente passare attraverso il calcolo dell'indice di fabbisogno  $E_{Pi}$ . In mancanza di questo calcolo non è possibile operare una corretta classificazione energetica dell'edificio, dovendosi in tal caso attribuire ad esso un valore di fabbisogno annuo di energia primaria  $E_{Pi}$  pari al limite massimo applicabile al caso specifico.



buire alla captazione ed accumulo dell'irraggiamento nel periodo invernale.

In questo contesto, la verifica della prestazione energetica per il raffrescamento estivo (Epe, invol) introdotta come elemento di novità dal D.P.R. 59/2009 non tiene adeguatamente conto dei parametri che realmente possono influire sul comfort degli ambienti interni, e potrebbe portare in diversi casi a progettare edifici solo apparentemente efficaci dal punto di vista energetico, in un Paese, come l'Italia, in cui le condizioni climatiche conducono ad un eccessivo e sempre più massiccio ricorso alla climatizzazione estiva.

Il D.P.R. 59/2009, al fine di limitare il fabbisogno energetico per la climatizzazione estiva nel caso di edifici di nuova costruzione o ristrutturazione integrale richiede:

- valutare puntualmente l'efficacia di sistemi schermanti delle superfici vetrate, esterni o interni, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare: va sottolineato che solo le schermature esterne bloccano la radiazione solare prima che questa attraversi il vetro (evitando l'effetto serra), mentre le schermature interne servono al più ad evitare fenomeni di abbagliamento ed a controllare la luminosità;
- è resa obbligatoria la presenza di sistemi schermanti esterni. Solo dimostrandone la non convenienza in termini tecnico-economici detti sistemi possono essere omessi a condizione di utilizzare superfici vetrate con fattore solare (UNI 410) non superiore a 0,5;
- verificare, nelle zone climatiche A, B, C, D, E per le località in cui il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale  $I_{m,s}$ , nel mese di massima insolazione, sia maggiore o uguale a  $290 \text{ W/m}^2$ :
  - a) per le pareti verticali opache, escluse quelle

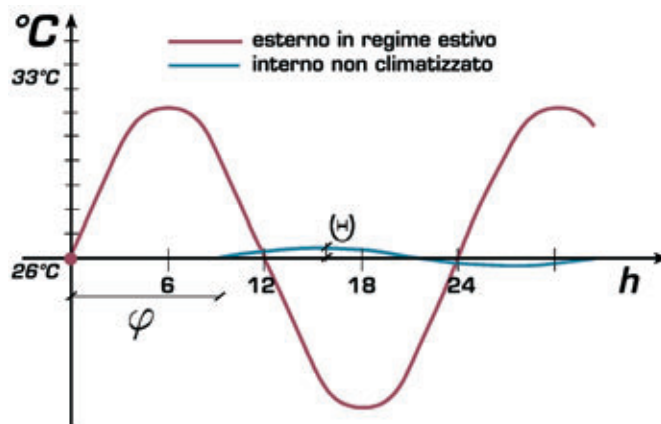
comprese nel quadrante nord-ovest/nord/nord-est, una delle seguenti condizioni:

- che il valore della massa superficiale  $M_s$  sia superiore a  $230 \text{ kg/m}^2$  (al netto di intonaci);
- che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica  $Y_{IE}$  sia inferiore a  $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;

- b) per le pareti opache orizzontali o inclinate che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica  $Y_{IE}$  sia inferiore a  $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;

È bene ricordare che per **massa superficiale  $M_s$**  si intende "la massa per unità di superficie della parete opaca compresa la malta dei giunti esclusi gli intonaci" (D.Lgs. 311/2006, Allegato A).

La trasmittanza termica periodica  $Y_{IE}$  è il "parametro che valuta la capacità di una parete opaca di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore, definita e determinata secondo la norma UNI 13786" (D.P.R. 59/2009, Art. 2).



Smorzamento e sfasamento dell'onda termica. Pareti dotate di massa superficiale elevata attenuano l'entità dell'escursione termica esterna che si trasmette all'interno (attenuazione) e ne ritardano l'ingresso (sfasamento)



Tabella 5 - Valori di irradianza  $I_{m,s}$  per i capoluoghi di provincia d'Italia (calcolati in base ai dati della UNI 10349 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici"). Dove l'irradianza  $I_{m,s}$ , nel mese di massima insolazione è maggiore o uguale a  $290 \text{ W/m}^2$ , il D.Lgs. 311/2006 richiede chiusure opache con massa superficiale  $M_s$  maggiore di  $230 \text{ kg/m}^2$

Località	IRRADIANZA $I_{m,s}$ sul piano orizzontale ( $\text{W/m}^2$ )	Località	IRRADIANZA $I_{m,s}$ sul piano orizzontale ( $\text{W/m}^2$ )	Località	IRRADIANZA $I_{m,s}$ sul piano orizzontale ( $\text{W/m}^2$ )
Agrigento	<b>343</b>	Como	256	Macerata	<b>294</b>
Alessandria	262	Cremona	289	Messina	<b>315</b>
Ancona	<b>301</b>	Cosenza	<b>343</b>	Milano	278
Aosta	243	Catania	<b>326</b>	Mantova	286
Ascoli Piceno	<b>296</b>	Catanzaro	<b>317</b>	Modena	289
Aquila	273	Enna	<b>331</b>	Massa-Carrara	<b>294</b>
Arezzo	267	Ferrara	<b>308</b>	Matera	<b>307</b>
Asti	260	Foggia	<b>296</b>	Napoli	<b>315</b>
Avellino	<b>311</b>	Firenze	<b>308</b>	Novara	281
Bari	<b>331</b>	Forlì-Cesena	277	Nuoro	<b>324</b>
Bergamo	259	Frosinone	<b>300</b>	Oristano	<b>319</b>
Belluno	253	Genova	287	Palermo	<b>323</b>
Benevento	<b>306</b>	Gorizia	266	Piacenza	<b>295</b>
Bologna	<b>296</b>	Grosseto	<b>314</b>	Padova	249
Brindisi	<b>317</b>	Imperia	<b>306</b>	Pescara	<b>302</b>
Brescia	282	Isernia	<b>292</b>	Perugia	<b>295</b>
Bolzano	260	Crotone	<b>308</b>	Pisa	<b>301</b>
Cagliari	<b>316</b>	Lecco	256	Pordenone	255
Campobasso	<b>307</b>	Lodi	284	Prato	274
Caserta	<b>322</b>	Lecce	<b>315</b>	Parma	<b>304</b>
Chieti	<b>306</b>	Livorno	<b>303</b>	Pistoia	<b>294</b>
Caltanissetta	<b>326</b>	Latina	<b>323</b>	Pesaro-Urbino	266
Cuneo	235	Lucca	286	Pavia	287



Località	IRRADIANZA $I_{m,s}$ sul piano orizzontale (W/m <sup>2</sup> )	Località	IRRADIANZA $I_{m,s}$ sul piano orizzontale (W/m <sup>2</sup> )	Località	IRRADIANZA $I_{m,s}$ sul piano orizzontale (W/m <sup>2</sup> )
Potenza	<b>301</b>	Sondrio	259	Trieste	270
Ravenna	<b>293</b>	La Spezia	<b>299</b>	Treviso	284
Reggio Calabria	<b>323</b>	Siracusa	<b>323</b>	Udine	255
Reggio Emilia	<b>294</b>	Sassari	<b>325</b>	Varese	255
Ragusa	<b>309</b>	Savona	274	Verbania	269
Rieti	270	Taranto	<b>325</b>	Vercelli	282
Roma	<b>314</b>	Teramo	<b>297</b>	Venezia	<b>314</b>
Rimini	<b>297</b>	Trento	285	Vicenza	256
Rovigo	<b>300</b>	Torino	272	Verona	250
Salerno	275	Trapani	<b>334</b>	Viterbo	287
Siena	282	Terni	278		

In termini numerici essa è data da:  $Y_{IE} = U \cdot fa$  (dove "U" è la trasmittanza termica ed "fa" il fattore di attenuazione).

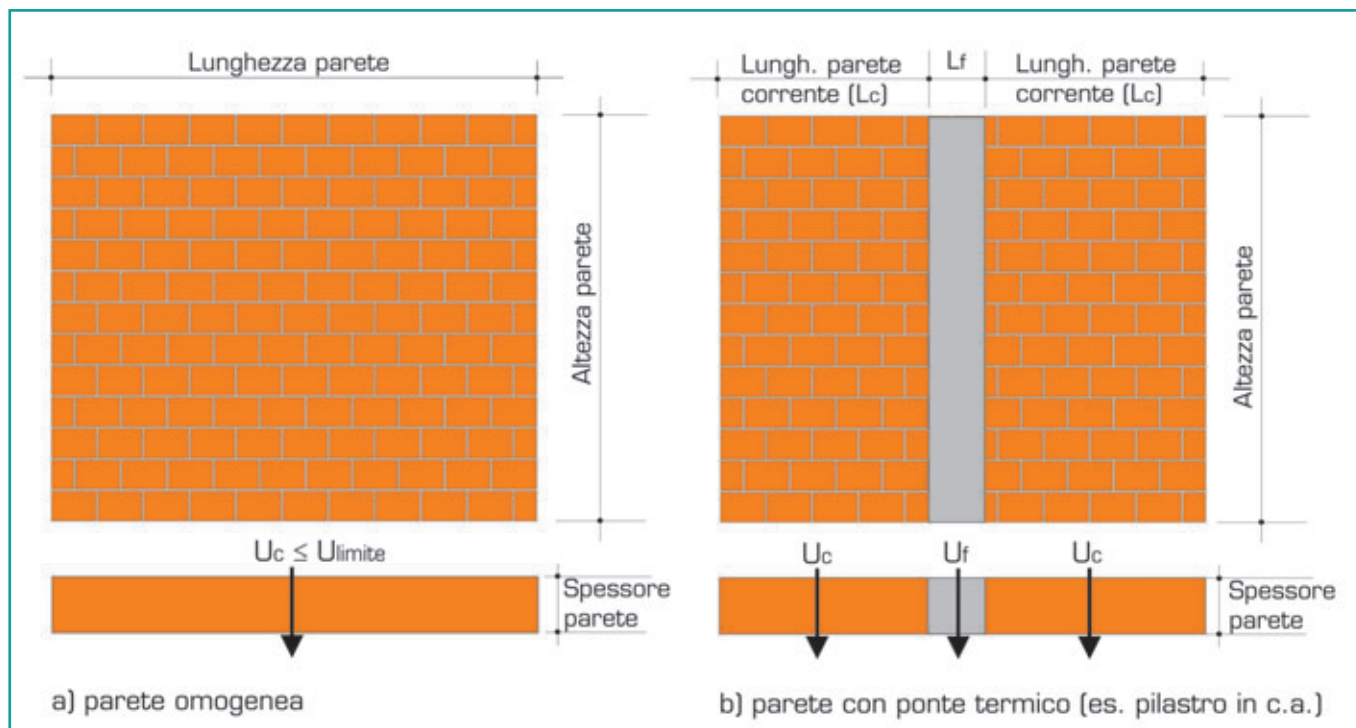
Queste indicazioni vorrebbero favorire soluzioni dotate di "massa capacitiva" per garantire l'inerzia termica, che può comportare indubbi vantaggi, in particolare modo durante il regime estivo. In realtà fare riferimento solo ad una trasmittanza termica periodica  $Y_{IE} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$  significa in molti casi (per esempio nelle zone climatiche B, C) sopravvalutare l'inerzia termica di soluzioni "leggere" che possono presentare fattori di attenuazione anche superiori a 0,30.

Il valore di irradianza  $I_{m,s} = 290 \text{ W/m}^2$  esclude poi di fatto (e inspiegabilmente) una parte della zona E posta in pianura padana ed alcune località dell'Italia centrale (si veda tabella 5) anche se complessivamente tale requisito interessa la maggioranza delle località. È infine privo di logica escludere dalla verifi-

ca le pareti orientate a nord-est/nord/nord-ovest, come se l'inerzia termica di queste pareti non fosse influente sull'ambiente interno.

Poiché risulta ben evidente che il clima estivo di molte località ubicate in dette zone risulti spesso più "opprimente" di quello di altre zone aventi irradianza maggiore, è facile constatare che il parametro di irradianza preso in considerazione nel D.P.R. 59/2009 non sia probabilmente quello più significativo per classificare le condizioni climatiche estive. Per il tecnico progettista è dunque consigliabile tenere conto di queste indicazioni fin da ora, anche al di là dell'obbligo normativo. La soluzione di parete opaca migliore dal punto di vista dell'inerzia termica deve in definitiva soddisfare entrambi i requisiti, proprio per perseguire un accettabile livello di comfort interno.

Ed è facile constatare che per realizzare pareti con



Trattazione dei ponti termici e definizione di ponte termico "corretto" secondo il D.Lgs. 311/2006

valori di massa superficiale conforme ai requisiti richiesti non si può prescindere dall'impiego di elementi per muratura di laterizio di adeguato spessore (almeno 25÷30 cm, in relazione alla tipologia degli elementi). La classica doppia parete in elementi forati con intercapedine riempita di materiale isolante non soddisfa tale requisito.

Ecco allora un'ulteriore ragione per cui è vantaggioso adottare strutture in muratura portante POROTON® di elevato spessore o, in caso di chiusure di tamponamento, impiegare comunque blocchi POROTON® di adeguato spessore, siano essi monostrato

Il ponte termico si considera "corretto" se:  
 $(U_f - U_c) / U_c \leq 0,15$   
In tal caso si deve solo verificare, come nel caso di parete omogenea, che:  
 $U_c \leq U_{limite}$

Il ponte termico si considera "non corretto" se:  
 $(U_f - U_c) / U_c > 0,15$   
In tal caso si deve verificare che:  
 $U_{medio} \leq U_{limite}$   
dove:  $U_{medio} = [(U_c \times L_c) + (U_f \times L_f)] / (L_c + L_f)$

o per la realizzazione di doppie pareti. La ricerca delle migliori prestazioni energetiche dovrà, pertanto, prediligere soluzioni caratterizzate da alto isolamento, ma anche tipologie di involucro



aventi forte massa capacitiva, in grado di ridurre in modo equivalente i consumi, a parità di condizioni al contorno e di requisiti imposti.

Inevitabile osservare che sia completamente assente un riferimento alla capacità termica della citata massa edilizia (dipendente dai valori di calore specifico dei materiali che la costituiscono): la presenza di una struttura “pesante” non si risolve necessariamente in una corrispondente prestazione “capacitiva” in termini di accumulo termico (per esempio, una parete in calcestruzzo ed una parete in POROTON® di adeguato spessore sono dotate di “massa” ma il calcestruzzo risulta meno performante in quanto molto carente in termini di isolamento termico, al contrario della parete in POROTON®).

## PONTI TERMICI (ART. 4, COMMA 4)

Nei casi in cui (ristrutturazione o manutenzione straordinaria) si debbano confrontare i valori di trasmittanza termica delle pareti opache (verticali ed orizzontali) con i valori limite (tabelle 2, 3), essi si intendono a “ponte termico corretto”. Il D.Lgs. 311/2006 fornisce la seguente definizione (Allegato A):

*“Ponte termico corretto è quando la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente”.*

Se il ponte termico non è isolato in modo tale da soddisfare questa condizione, esso si considera “non corretto”; in tal caso il valore limite deve essere rispettato dalla trasmittanza media (parete corrente + ponte termico), pesata in funzione delle rispettive dimensioni.

Nel caso fossero previste superfici limitate, lungo le pareti opache verticali, oggetto di riduzione di spessore (per esempio sottofinestra), i limiti previsti in

tabella 2 devono essere rispettati con riferimento alla superficie totale di calcolo.

Appare evidente che isolare il ponte termico di un pilastro in c.a., per esempio, così da poterlo considerare “ponte termico corretto” non sia banale e richieda uno spessore di isolamento significativo (per esempio, considerando una trasmittanza limite di riferimento  $U = 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ , per isolare un pilastro in c.a. di spessore 30 cm necessitano minimo 6-8 cm di materiale isolante; questo porta lo spessore complessivo del muro finito, con gli intonaci, ad almeno 40 cm). Tale isolamento dovrà essere incrementato al diminuire della trasmittanza della parete corrente.

## DIVISORI INTERNI (ART. 4, COMMA 16)

Per tutte le categorie di edifici, esclusa la categoria E.8, nel caso di nuova costruzione o ristrutturazione di edifici esistenti da realizzarsi in zone climatiche C, D, E, F, è prescritto un valore di trasmittanza  $U$  dei divisori verticali e orizzontali tra alloggi o unità immobiliari confinanti non superiore a  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Il medesimo limite deve essere rispettato per tutte le strutture opache (verticali, orizzontali od inclinate) che delimitano verso l'esterno gli ambienti non dotati di impianto di riscaldamento.

Questo impone l'adozione di pareti divisorie di un certo spessore, cosa d'altronde necessaria anche per rispettare i requisiti acustici che il D.P.C.M. 5.12.1997 richiede per gli stessi divisori.

## VERIFICHE IGROMETRICHE (ART. 4, COMMA 17)

Si richiede di verificare, per tutte le categorie di edifici, eccetto la categoria E.8, l'assenza di condensazioni superficiali e che le condensazioni interstiziali delle pareti opache siano limitate alla quantità rievaporabile nel periodo estivo. Tale verifica deve essere svolta assumendo come condizioni interne una per-



centuale di umidità relativa del 65% ed una temperatura di 20°C, e per l'esterno le condizioni della località in cui è ubicato l'edificio come riportate nelle tabelle dei dati climatici della UNI 10349.

È opportuno far notare che **il fatto di ammettere la formazione di condensa interstiziale, seppure nel limite della quantità rievaporabile, è totalmente privo di logica nel contesto di dover limitare le dispersioni di calore.** È noto, infatti, che le prestazioni termiche dei materiali peggiorano all'aumentare del loro contenuto di umidità; inoltre gli strati isolanti soggetti a periodica formazione di condensa tendono a degradare progressivamente nel tempo perdendo i loro requisiti prestazionali.

Dato che il fenomeno di condensa interstiziale si manifesta, laddove sussistano le condizioni, nella stagione fredda, esso va a peggiorare i requisiti di isolamento termico proprio nel periodo in cui questi sono maggiormente importanti ai fini del contenimento dell'indice di fabbisogno EPI.

Per il tecnico progettista è dunque consigliabile tenere conto di questa problematica per garantire un livello di isolamento termico compatibile con quanto viene normalmente ipotizzato, cioè in assenza di condensazioni interstiziali delle pareti opache.

Le murature monostrato POROTON® offrono anche per questo aspetto la massima garanzia in quanto non soggette ad alcuna formazione di condensa interstiziale garantendo nel contempo, con gli spessori necessari per soddisfare i requisiti termici richiesti, assenza di condensazione superficiale.

## **METODOLOGIE DI CALCOLO E DI VERIFICA (ART. 3, COMMA 1 – ART. 4, COMMI 26 E 27 – ART. 7)**

Il D.P.R. 59/2009 conferma quanto anticipato in materia dal D.Lgs. 115/2008 precisando che per le metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici si adottano le seguenti norme nazio-

nali ad oggi disponibili:

- a) UNI/TS 11300-1 *“Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale”*;
- b) UNI/TS 11300-2 *“Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria”*.

Viene altresì precisato che i calcoli e le verifiche necessari al rispetto del decreto vanno eseguite con riferimento a norme tecniche di organismi quali UNI e CEN o altri metodi recepiti con decreti ministeriali. L'utilizzo di altri metodi sviluppati da organismi istituzionali (università, ENEA, CNR) è possibile solo se i risultati di calcolo sono equivalenti o conservativi rispetto a quelli ottenibili con le predette norme.

Gli strumenti di calcolo commerciali (software) applicativi delle metodologie descritte dalle UNI/TS 11300 devono garantire uno scostamento massimo di più o meno il 5% rispetto ai corrispondenti parametri determinati con l'applicazione dello strumento nazionale di riferimento predisposto dal Comitato termotecnico italiano (CTI). La predetta garanzia è fornita attraverso una verifica e dichiarazione resa dal CTI o dall'Ente nazionale italiano di unificazione (UNI).

## **FUNZIONI DELLE REGIONI E PROVINCE AUTONOME (ART. 6)**

Il D.P.R. 59/2009 precisa che le norme in esso contenute si applicano in tutte le regioni e province autonome che non abbiano già adottato propri provvedimenti in materia. Ribadisce altresì quanto già introdotto dal D.Lgs. 115/2008 in tema, cioè che le regioni e le province autonome che avevano pre-



cedentemente emanato propri provvedimenti in materia sono tenute ad adottare misure atte a favorire la coerenza e il graduale ravvicinamento dei loro provvedimenti alla legislazione nazionale.

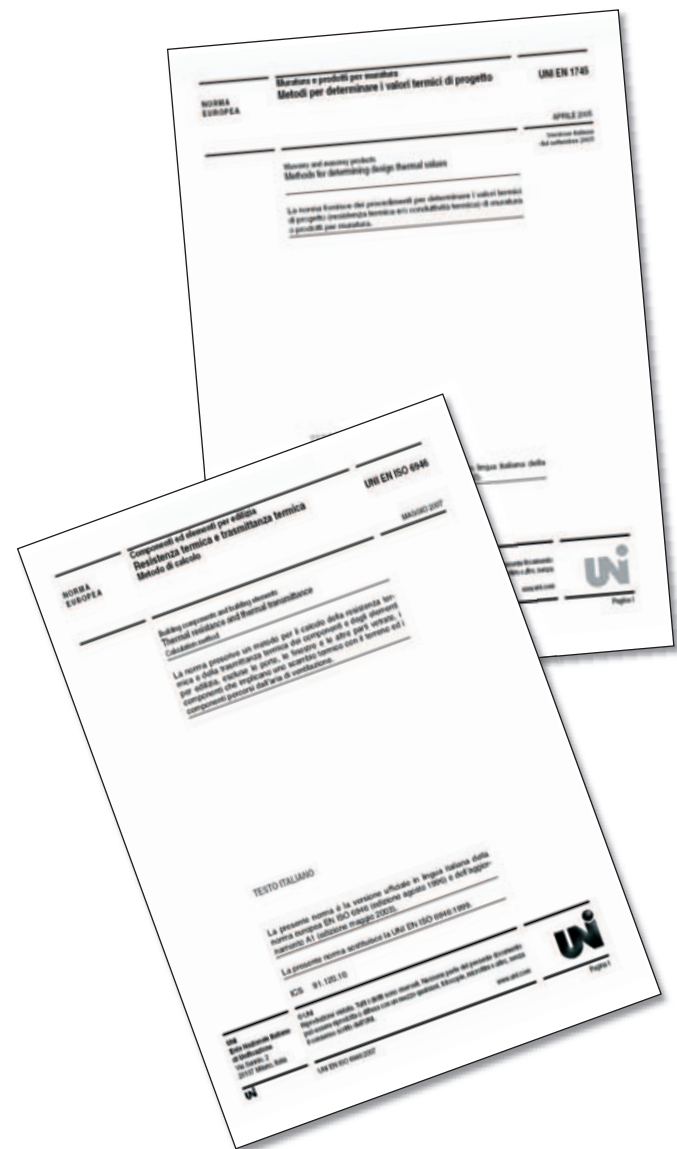
## DETERMINAZIONE DELLA TRASMITTANZA TERMICA DELLE STRUTTURE VERTICALI OPACHE

Il D.Lgs. 192/2005 ha abrogato alcune norme precedentemente vigenti, tra cui l'art. 1 del D.M. 6.8.1994 che recepiva in particolare la UNI 10355 quale riferimento per il calcolo della resistenza termica di murature e solai.

L'introduzione della marcatura CE dei prodotti per muratura, operativa da aprile 2006 con riferimento alle norme recepite dal D.M. 12.7.2005 del Ministero delle Attività Produttive "Elenco riepilogativo di norme armonizzate concernenti l'attuazione della direttiva 89/106/CE relativa ai prodotti da costruzione ..." e successivi aggiornamenti (nella fattispecie, per gli elementi per muratura di laterizio, la UNI EN 771-1 e relative norme correlate), ha portato ad un avvicendamento delle normative nazionali con norme armonizzate europee.

Questa tendenza è confermata in diversi settori da provvedimenti che, nell'ottica dell'armonizzazione a livello comunitario, stanno gradualmente sostituendo riferimenti normativi nazionali con riferimenti validi a livello europeo.

Tutto ciò, al di là dei problemi pratici legati all'applicazione di nuove normative che i produttori di materiali ed i tecnici di settore devono via via affrontare, dovrebbe portare almeno un vantaggio: l'uniformità di valutazione delle prestazioni e l'eliminazione, per esempio, del problema della concorrenza "sleale" legata a prodotti e materiali di importazione o con caratteristiche tecniche determinate finora in modo difforme dalle norme nazionali italiane e quindi non confrontabili in modo omogeneo.



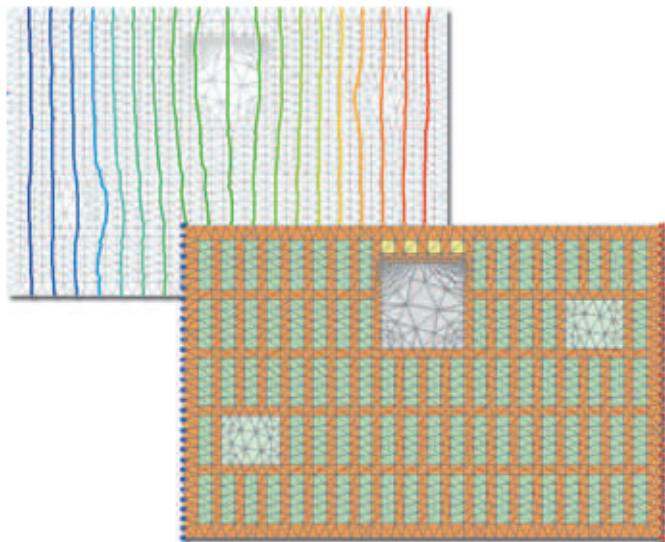
Norme di riferimento per la determinazione delle prestazioni termiche delle murature



A seguito di quanto sopra descritto, ne consegue che il riferimento normativo in base al quale devono essere determinati i valori termici di progetto delle murature e dei prodotti per muratura è divenuta la EN 1745, che di fatto si appoggia nella sua metodologia di calcolo alla EN ISO 6946.

Tali norme, essendo riconosciute e valide in tutti i paesi europei (in Italia sono recepite come UNI EN 1745 e come UNI EN ISO 6946), pongono tutti i produttori di materiali per muratura nelle condizioni di determinare le prestazioni termiche dei propri prodotti secondo i nuovi standard, in generale più favorevoli di quelli previsti dalla previgente normativa nazionale.

**Le certificazioni su pareti in muratura eseguite con riferimento a norme diverse sono quindi da ritenersi superate e non più valide.**



Esempio di mesh ed andamento delle isoterme in un elemento sottoposto ad analisi termica secondo UNI EN 1745

L'utilizzo di dati tabellari contenuti in banche dati, quale è per esempio la UNI 10355, è ovviamente ammissibile ma ormai di scarsa attinenza con la maggior parte dei prodotti attualmente in commercio, per il numero limitato di soluzioni presenti e per il fatto che i prodotti stessi si sono evoluti verso tipologie diverse da quelle repertorate in tale norma.

Tutti i dati prestazionali riportati nelle soluzioni POROTON® illustrate nel seguito di questo fascicolo sono stati pertanto determinati in conformità alla UNI EN 1745, adottando il procedimento di calcolo analitico descritto in App. D della norma, basato sull'esecuzione di un'analisi termica del componente con il metodo degli elementi finiti in relazione a dati di input e condizioni al contorno definite dalla medesima norma e dalla UNI EN ISO 6946.

## VALORI TERMICI DI PROGETTO SECONDO UNI EN 1745

La UNI EN 1745 prevede, come detto in precedenza, la possibilità di determinare i valori termici di elementi per muratura e di pareti costituite da tali elementi e giunti di malta, tramite una procedura di calcolo ad elementi finiti basata su una modellazione bidimensionale della sezione dell'elemento attraversata dal flusso termico, assumendo ipotesi di calcolo e condizioni ben definite all'interno della norma (cfr. in proposito UNI EN 1745, punto 4 ed Appendice D, ed UNI EN ISO 6946).

Il Consorzio POROTON® Italia, nell'adottare tale procedura di valutazione, ha deciso di fornire i valori termici di riferimento di blocchi e murature come "valori allo stato asciutto", ovvero senza applicazione di fattori di correzione che tengano conto del contenuto di umidità.

Questa scelta è stata operata per i seguenti motivi:

- ai fini della marcatura CE (UNI EN 771-1) è obbligatorio indicare nel cartiglio CE il valore di condu-



- cibilità termica equivalente dell'elemento, inteso come  $\lambda_{10, \text{secco}}$ , ovvero allo stato asciutto;
- la scelta di fornire anche per la muratura le prestazioni termiche in assenza di umidità è stata operata dalla maggior parte dei produttori di elementi per muratura, anche diversi dal laterizio. Pertanto, ai fini di permettere un confronto delle prestazioni, a parità di condizioni, è opportuno disporre di tali valori;
  - nella normativa non venivano fornite indicazioni immediate ed univoche circa il contenuto di umidità da considerare ai fini della definizione del coefficiente di correzione dell'umidità appropriato. Questo avrebbe potuto dare luogo a valutazioni soggettive e potenzialmente diverse laddove non si fosse analizzata la questione in modo approfondito.

In relazione alla recente pubblicazione (Maggio 2008) della norma UNI EN ISO 10456:2008 *“Materiali e prodotti per l'edilizia. Proprietà igrometriche. Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto”*, che definisce in modo dettagliato le modalità di valutazione dei parametri necessari per stabilire la correzione per umidità da considerare per i diversi materiali, si è reso possibile definire in modo certo ed univoco l'entità della correzione per umidità. Ne consegue che, per tenere conto dell'umidità di equilibrio, con riferimento alle norme UNI EN 1745 ed UNI EN ISO 10456:2008, ed ottenere quindi i valori termici in condizioni d'uso, ai predetti valori termici determinati in condizioni asciutte va applicato un coefficiente di correzione per umidità pari, nelle condizioni più gravose (pareti esterne) al 7,2%, da calcolare come riduzione della resistenza termica “R” ( $R \cdot 0,928$ ) od incremento della conduttività termica equivalente della parete “ $\lambda$ ” ( $\lambda \cdot 1,072$ ).

Per pareti interne il coefficiente di correzione per umidità è pari al 4,2%, da applicarsi con le medesime modalità.

## D.LGS. 115/2008 E BONUS VOLUMETRICI

Il D.Lgs. 115/2008 contiene un aspetto rilevante che è l'introduzione di bonus volumetrici e deroghe sulle distanze minime dai confini, condizionati tuttavia al raggiungimento di determinati livelli di efficienza energetica (art. 11, commi 1, 2).

In particolare, negli **edifici di nuova costruzione**, lo spessore delle murature esterne, delle tamponature o dei muri portanti, superiori ai 30 centimetri, il maggior spessore dei solai e tutti i maggiori volumi e superfici necessari ad ottenere una riduzione minima del 10% dell'indice di prestazione energetica (EPI) previsto dal D.Lgs. 192/2005 e successive modificazioni, certificata con le modalità di cui al medesimo decreto legislativo, non sono considerati nei computi per la determinazioni dei volumi, delle superfici e nei rapporti di copertura, con riferimento alla sola parte eccedente i 30 centimetri e fino ad un massimo di ulteriori 25 cm per gli elementi verticali e di copertura, e di 15 cm per quelli orizzontali intermedi.

Nel rispetto dei suddetti limiti, è inoltre permesso derogare a quanto previsto dalle normative nazionali, regionali o dai regolamenti edilizi comunali, in merito alle distanze minime tra edifici, alle distanze minime di protezione del nastro stradale nonché alle altezze massime degli edifici.

Anche gli interventi di **riqualificazione energetica di edifici esistenti** che comportino maggiori spessori delle murature esterne e degli elementi di copertura, se riducono almeno del 10% i limiti di trasmittanza previsti dal D.Lgs. 192/2005 e successive modificazioni, potranno derogare alle norme sulle distanze minime tra edifici e dal nastro stradale, nella



misura massima di 20 centimetri per il maggiore spessore delle pareti esterne, nonché alle altezze massime degli edifici, nella misura massima di 25 centimetri, per il maggior spessore delle coperture. La deroga può essere esercitata nella misura massima da entrambi gli edifici confinanti.

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le disposizioni legislative illustrate rendono evidente la necessità di modificare il modo di costruire adottato fino a pochi anni fa dovendosi prevedere, quale che sia la soluzione scelta, pareti verticali opache di maggiore spessore complessivo in grado di fornire contemporaneamente isolamento termico ed inerzia termica, oltre ad un maggiore isolamento termico delle chiusure orizzontali (coperture e solai) e delle chiusure trasparenti (vetri ed infissi). Non a caso il D.Lgs. 115/2008 interviene con i bonus volumetrici proprio per agevolare l'adozione di strutture di maggior spessore.

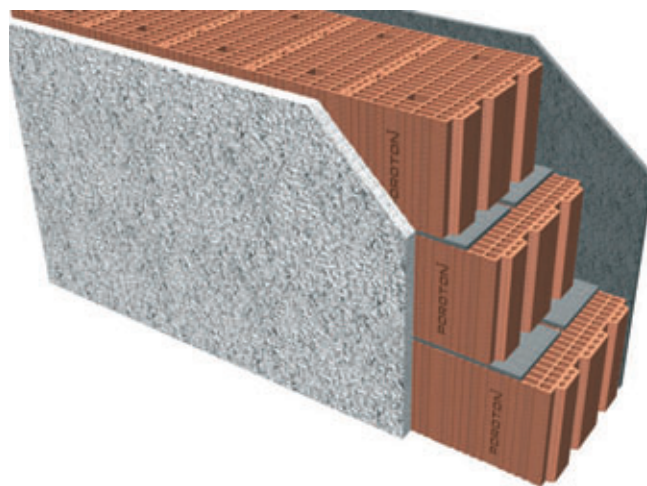
Risulta inoltre sempre più evidente l'esigenza di concepire l'edificio nel suo complesso, compresa la parte impiantistica, con una progettazione "integrata", in quanto il limitarsi a valutare le sole prestazioni dei singoli prodotti non potrà mai garantire il raggiungimento dei livelli prestazionali richiesti all'intero fabbricato, non solo in termini di isolamento termico ma anche acustici, statici e di comfort abitativo.

In tale contesto va valutata l'opportunità di utilizzare prodotti innovativi, quali i nuovi blocchi POROTON® con geometria della foratura ottimizzata, in grado di fornire performance termiche decisamente superiori rispetto a quelle dei blocchi "tradizionali"; le soluzioni POROTON® consentono inoltre di limitare l'incremento dei costi di costruzione legati all'esigenza di aumentare l'isolamento termico e di dover contemporaneamente garantire adeguate prestazioni acustiche e di comfort ambientale.

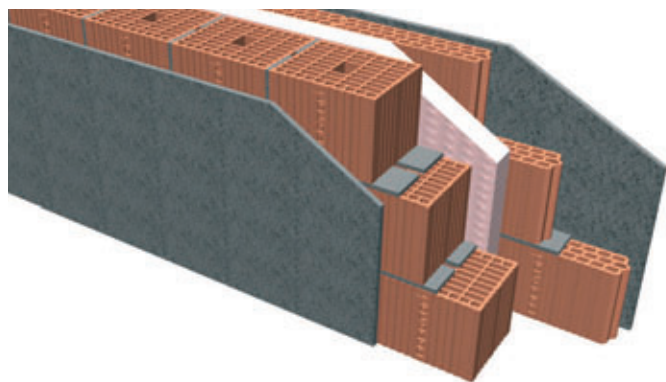
## LE SOLUZIONI POROTON®

Per ottimizzare le prestazioni termiche dei blocchi POROTON®, si è intervenuti in particolare sulla geometria del blocco. Essa è stata appositamente studiata per ridurre il flusso termico sfruttando le proprietà di isolamento delle cavità d'aria grazie a fori più sottili, ad un maggior numero di camere nel senso del flusso di calore, e contemporaneamente più allungate nella direzione ortogonale.

Non si può prescindere poi dal fatto che le chiusure verticali sono tenute ad assolvere contemporaneamente una serie di funzioni tra loro collegate: isolamento termico, isolamento acustico, comportamento igrometrico, inerzia termica, controllo dei ponti termici, funzioni statiche (nel caso di murature portanti). Il Consorzio POROTON® Italia ha così individuato soluzioni POROTON® monostrato di spessore adeguato (ovvero commisurate alla zona climatica ed al tipo di struttura) che possono soddisfare contempo-



Soluzioni POROTON® monostrato. Si vedano le diverse tipologie nelle schede riportate nel seguito



Soluzioni POROTON® pluristrato. Il Consorzio è a disposizione per fornire indicazioni sulle migliori scelte da adottare

raneamente tutti i requisiti sopra elencati.

Al contrario, soluzioni “leggere” (per esempio doppie pareti di modesto spessore con intercapedine), potenzialmente molto isolanti termicamente, spesso non forniscono prestazioni acustiche adeguate, non soddisfano i requisiti di massa superficiale richiesti dal decreto ed hanno scarsa inerzia termica, possono essere soggette a problematiche di condensazione e di solito non sono portanti.

Nel caso si vogliano dunque impiegare doppie pareti, il Consorzio POROTON® Italia è a disposizione per fornire a tecnici e progettisti le indicazioni ed i consigli circa la scelta dei prodotti e degli spessori idonei a permettere il raggiungimento dei requisiti prestazionali complessivamente richiesti.

La struttura in muratura portante (sia essa monostrato o in parete pluristrato) è da preferirsi, ove possibile, alla struttura a telaio in quanto limita notevolmente le problematiche di correzione dei ponti termici. In ogni caso, laddove per esigenze progettuali si adottino strutture in c.a., sono disponibili e validamente impiegabili soluzioni POROTON® di tamponamento.

Si tenga presente inoltre che soluzioni “semplici”, quale è la muratura POROTON® monostrato, hanno evidenti doti di durabilità. Le prestazioni della muratura si mantengono infatti costanti nel tempo e non sono soggette a decadimento o degrado, come invece spesso avviene per soluzioni più “complesse”. Si evidenzia, infine, che le soluzioni monostrato POROTON® possono soddisfare tutti i requisiti richiesti dalle diverse normative ottimizzando il rapporto costi/benefici.

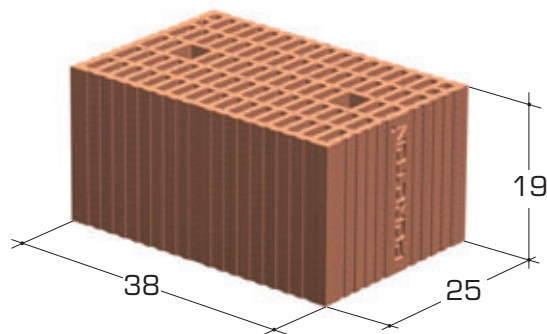
Le schede proposte nel seguito espongono, a titolo indicativo, alcune delle tipologie dei nuovi prodotti POROTON®, per la realizzazione di murature portanti (con blocchi serie 800 “lisci” per murature portanti anche in zona sismica, serie 800 ad “incastro” e serie 700 per murature portanti in zone senza obbligo di progettazione sismica), murature armate (serie 800 MA) e murature di tamponamento (serie 700 e serie 600), di spessori diversi in relazione alla prestazione richiesta per le diverse zone climatiche d’Italia. Per ogni soluzione sono indicati tre valori di trasmittanza, calcolati rispettivamente prevedendo l’impiego di intonaci tradizionali o, in alternativa, prevedendo l’impiego di un intonaco termoisolante esterno in luogo dell’intonaco tradizionale oppure l’applicazione di un rivestimento a cappotto. I valori termici riportati sono determinati considerando l’impiego nei giunti di una normale malta cementizia avente massa volumica di  $1800 \text{ kg/m}^3$  e valori di conduttività termica tabellare forniti dalla normativa (App. A, Prospetto A.12 della UNI EN 1745), con interruzione centrale del giunto di 2 cm.

Dunque va considerata l’opportunità di migliorare le prestazioni termiche della parete POROTON® impiegando prodotti quali malte termoisolanti, intonaci termoisolanti od altro, in relazione all’esigenza di raggiungere prestazioni termiche particolarmente rilevanti.





## PARETE POROTON® 800 Spessore = 38 cm + Intonaco



**CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO**  
 Dimensioni elemento: 25x38x19 cm  
 Spessore dell'elemento: 38 cm  
 Percentuale di foratura:  $\leq 45\%$

**VALORI TERMICI DELLA PARETE  
(UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)**  
 Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,187 \text{ W/mK}$   
 Resistenza termica  $R = 2,030 \text{ m}^2\text{K/W}$

**$U = 0,45$**   $\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno normale  
 spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

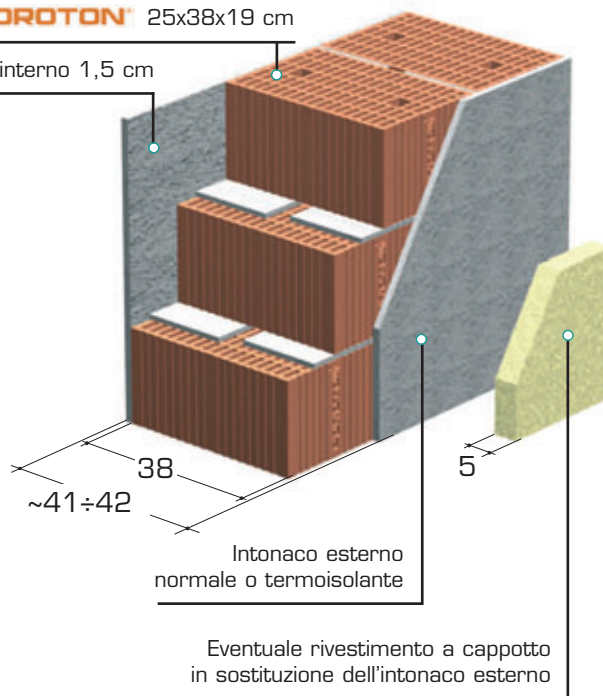
**$U = 0,37$**   $\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno termoisolante  
 spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

**$U = 0,29$**   $\text{W/m}^2\text{K}$   
 con rivestimento a cappotto esterno  
 spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

Stabilimento di produzione: Gattelli S.p.A.

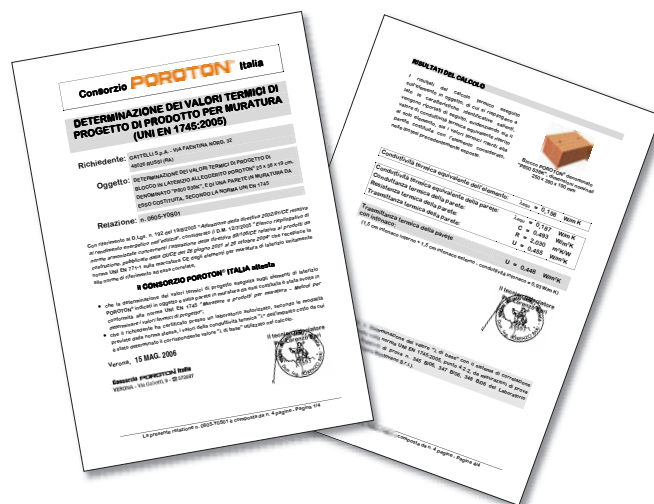
Blocco **POROTON®** 25x38x19 cm

Intonaco interno 1,5 cm



Intonaco esterno  
normale o termoisolante

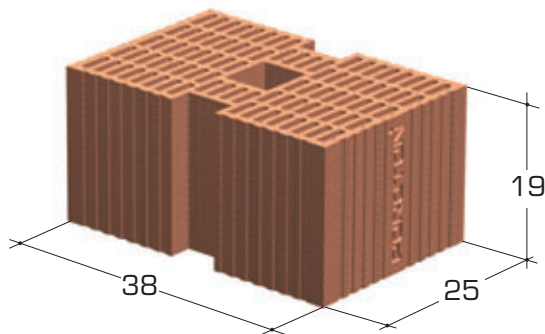
Eventuale rivestimento a cappotto  
in sostituzione dell'intonaco esterno



Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 350 kg/m<sup>2</sup>



## PARETE POROTON® 800 MA Spessore = 38 cm + Intonaco



**CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO**  
 Dimensioni elemento: 25x38x19 cm  
 Spessore dell'elemento: 38 cm  
 Percentuale di foratura:  $\leq 45\%$

### VALORI TERMICI DELLA PARETE (UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)

Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,184 \text{ W/mK}$   
 Resistenza termica  $R = 2,065 \text{ m}^2\text{K/W}$

**$U = 0,44$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno normale  
 spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

**$U = 0,36$**

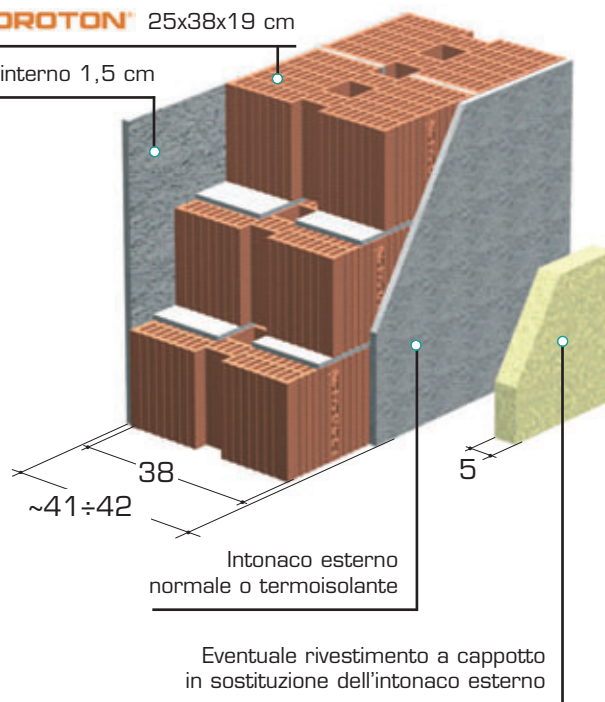
$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno termoisolante  
 spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

**$U = 0,29$**

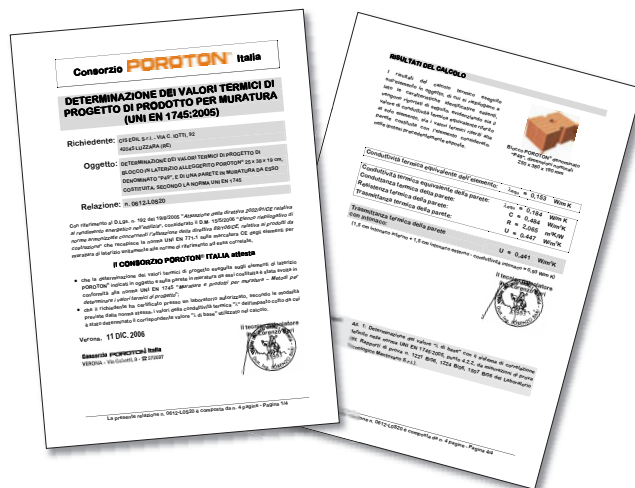
$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con rivestimento a cappotto esterno  
 spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

Blocco **POROTON®** 25x38x19 cm

Intonaco interno 1,5 cm



Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 350 kg/m<sup>2</sup>



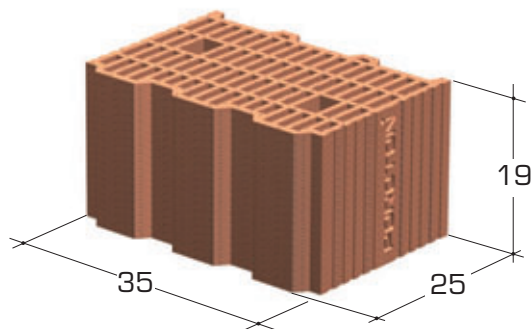
Stabilimento di produzione: Cis Edil S.r.l.







## PARETE POROTON® 800 Inc. Spessore = 35 cm + Intonaco



**CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO**  
 Dimensioni elemento: 25x35x19 cm  
 Spessore dell'elemento: 35 cm  
 Percentuale di foratura: ≤ 45%

## VALORI TERMICI DELLA PARETE (UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)

Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,170 \text{ W/mK}$   
 Resistenza termica  $R = 2,057 \text{ m}^2\text{K/W}$

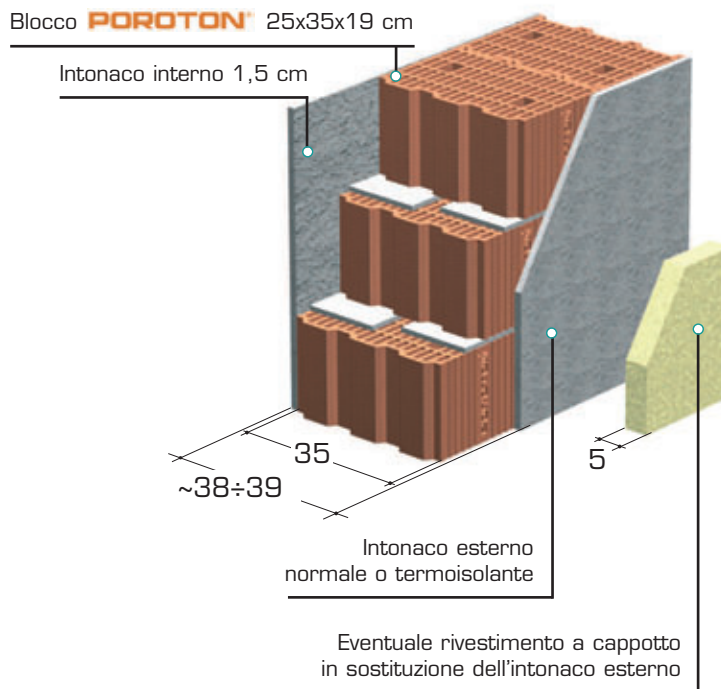
**$U = 0,44$**   $\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno normale  
 spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

**$U = 0,36$**   $\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno termoisolante  
 spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

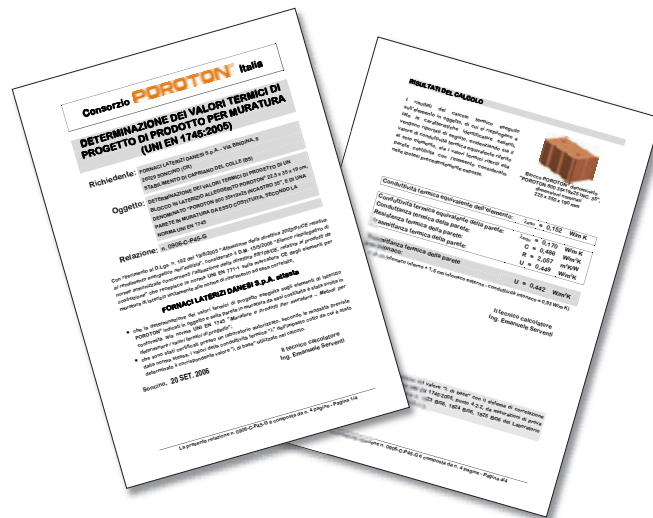
**$U = 0,29$**   $\text{W/m}^2\text{K}$   
 con rivestimento a cappotto esterno  
 spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

Stabilimento di produzione: Fornaci Laterizi Danesi S.p.A.

## Blocco **POROTON®** 25x35x19 cm



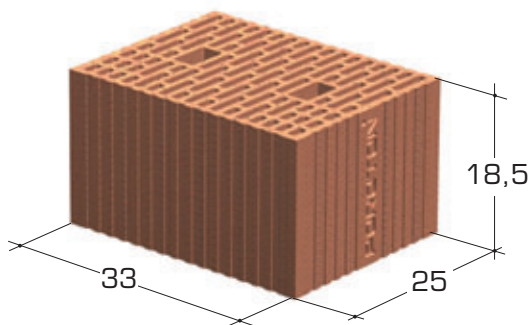
Eventuale rivestimento a cappotto  
 in sostituzione dell'intonaco esterno



Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 330 kg/m<sup>2</sup>  
 Massa superficiale  $M_s$  (D.G.R. Lombardia n. 8745/2008, punto 2) = 380 kg/m<sup>2</sup>



## PARETE POROTON® 800 Spessore = 33 cm + Intonaco



### CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO

Dimensioni elemento: 25x33x18,5 cm  
Spessore dell'elemento: 33 cm  
Percentuale di foratura:  $\leq 45\%$

### VALORI TERMICI DELLA PARETE (UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)

Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,179 \text{ W/mK}$   
Resistenza termica  $R = 1,840 \text{ m}^2\text{K/W}$

$$U = 0,49$$

$\text{W/m}^2\text{K}$   
con intonaco esterno normale  
spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

$$U = 0,40$$

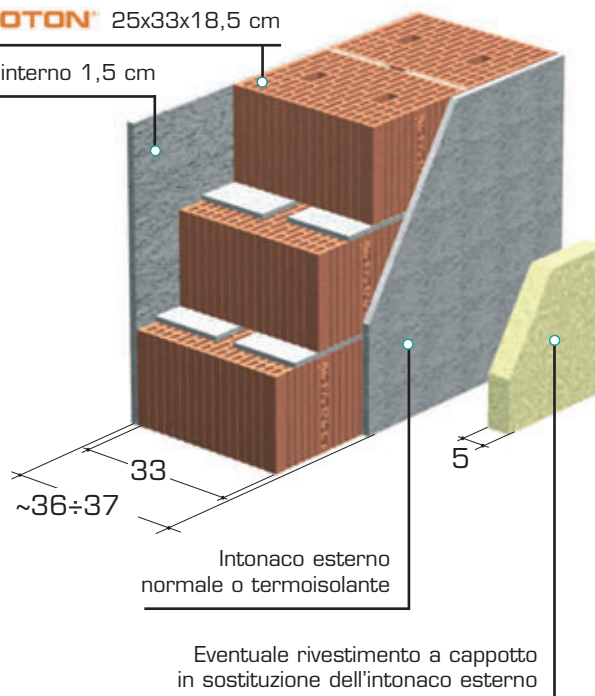
$\text{W/m}^2\text{K}$   
con intonaco esterno termoisolante  
spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

$$U = 0,31$$

$\text{W/m}^2\text{K}$   
con rivestimento a cappotto esterno  
spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

Blocco **POROTON®** 25x33x18,5 cm

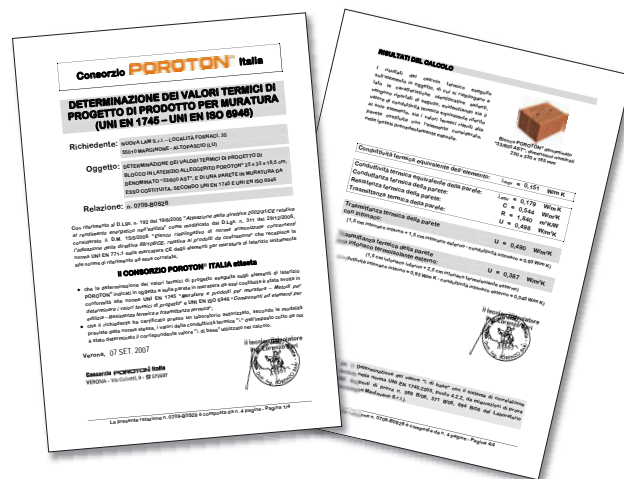
Intonaco interno 1,5 cm



Intonaco esterno  
normale o termoisolante

Eventuale rivestimento a cappotto  
in sostituzione dell'intonaco esterno

Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 310 kg/m<sup>2</sup>

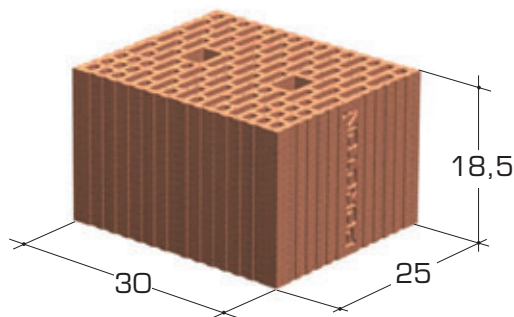


Stabilimento di produzione: Nuova Lam S.r.l.



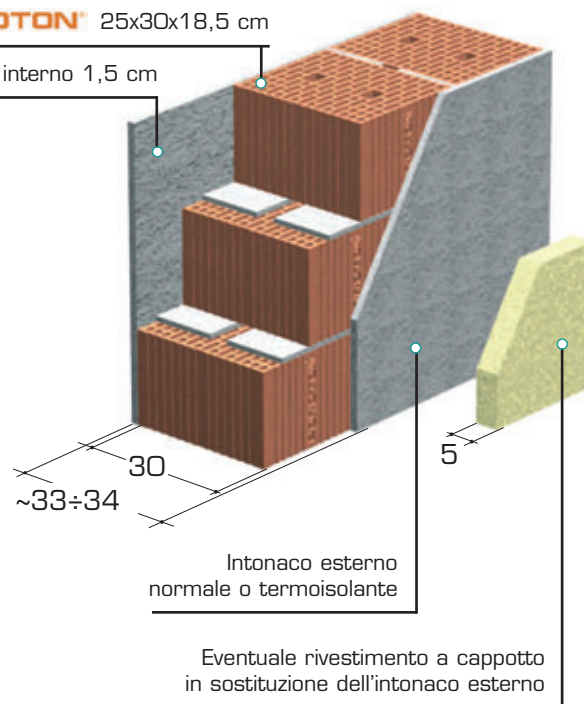
## PARETE POROTON® 800

Spessore = 30 cm + Intonaco



Blocco **POROTON®** 25x30x18,5 cm

Intonaco interno 1,5 cm



Intonaco esterno normale o termoisolante

Eventuale rivestimento a cappotto in sostituzione dell'intonaco esterno

### CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO

Dimensioni elemento: 25x30x18,5 cm  
 Spessore dell'elemento: 30 cm  
 Percentuale di foratura: ≤ 45%

### VALORI TERMICI DELLA PARETE (UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)

Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,183 \text{ W/mK}$   
 Resistenza termica  $R = 1,639 \text{ m}^2\text{K/W}$

**$U = 0,54$**   $\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno normale  
 spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

**$U = 0,43$**   $\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno termoisolante  
 spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

**$U = 0,33$**   $\text{W/m}^2\text{K}$   
 con rivestimento a cappotto esterno  
 spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

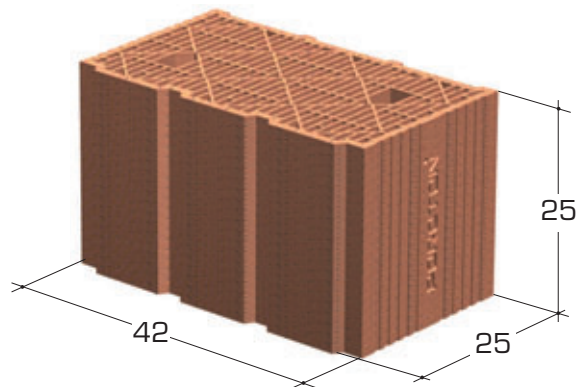
Stabilimento di produzione: Nuova Lam S.r.l.



Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 280 kg/m<sup>2</sup>



## PARETE POROTON® 700 Inc. Spessore = 42 cm + Intonaco



**CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO**  
 Dimensioni elemento: 25x42x25 cm  
 Spessore dell'elemento: 42 cm  
 Percentuale di foratura: ≤ 55%

### VALORI TERMICI DELLA PARETE (UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)

Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,137 \text{ W/mK}$   
 Resistenza termica  $R = 3,077 \text{ m}^2\text{K/W}$

**$U = 0,30$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno normale  
 spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

**$U = 0,26$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno termoisolante  
 spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

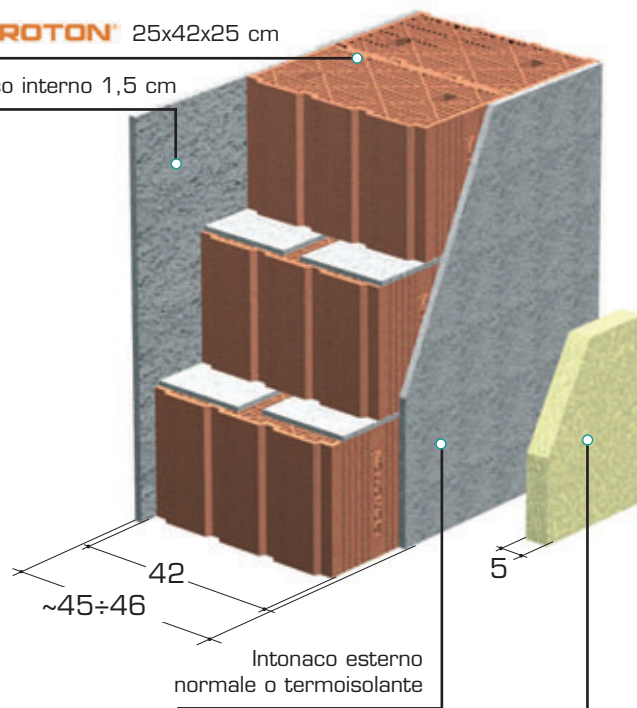
**$U = 0,22$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con rivestimento a cappotto esterno  
 spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

Stabilimento di produzione: Fornaci Zanrosso S.r.l.

## Blocco **POROTON®** 25x42x25 cm

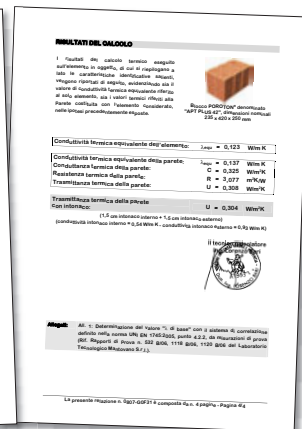
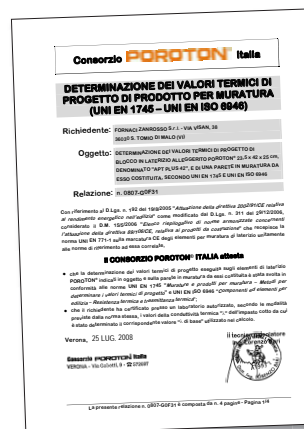
Intonaco interno 1,5 cm



Intonaco esterno  
normale o termoisolante

Eventuale rivestimento a cappotto  
in sostituzione dell'intonaco esterno

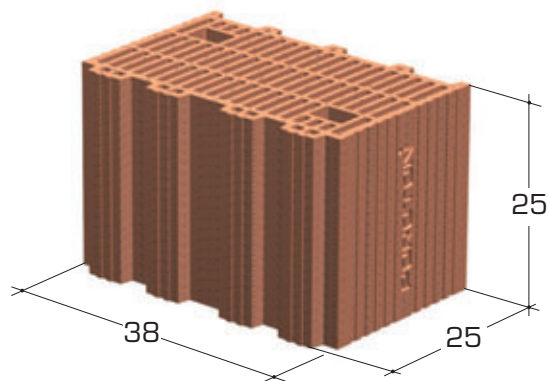
Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, comma 18) = 340 kg/m<sup>2</sup>







## PARETE POROTON® 700 Inc. Spessore = 38 cm + Intonaco



**CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO**  
 Dimensioni elemento: 25x38x25 cm  
 Spessore dell'elemento: 38 cm  
 Percentuale di foratura:  $\leq 55\%$

## VALORI TERMICI DELLA PARETE (UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)

Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,157 \text{ W/mK}$   
 Resistenza termica  $R = 2,423 \text{ m}^2\text{K/W}$

$$U = 0,38$$

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno normale  
 spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

$$U = 0,32$$

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno termoisolante  
 spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

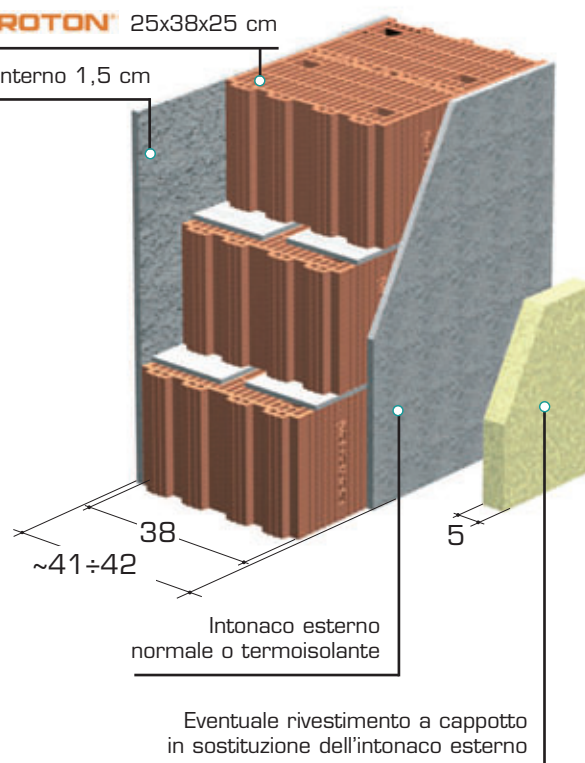
$$U = 0,26$$

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con rivestimento a cappotto esterno  
 spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

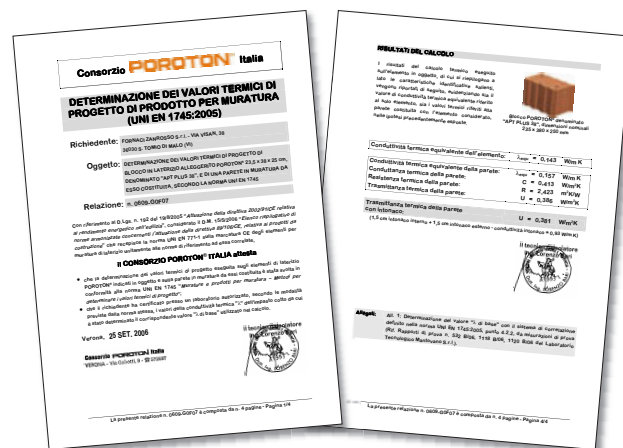
Stabilimento di produzione: Fornaci Zanrosso S.r.l.

Blocco **POROTON®** 25x38x25 cm

Intonaco interno 1,5 cm



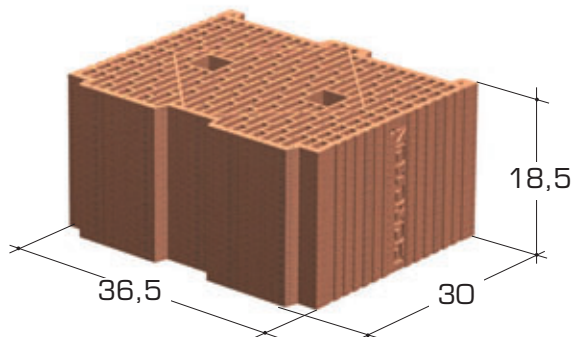
Eventuale rivestimento a cappotto  
 in sostituzione dell'intonaco esterno



Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 310 kg/m<sup>2</sup>

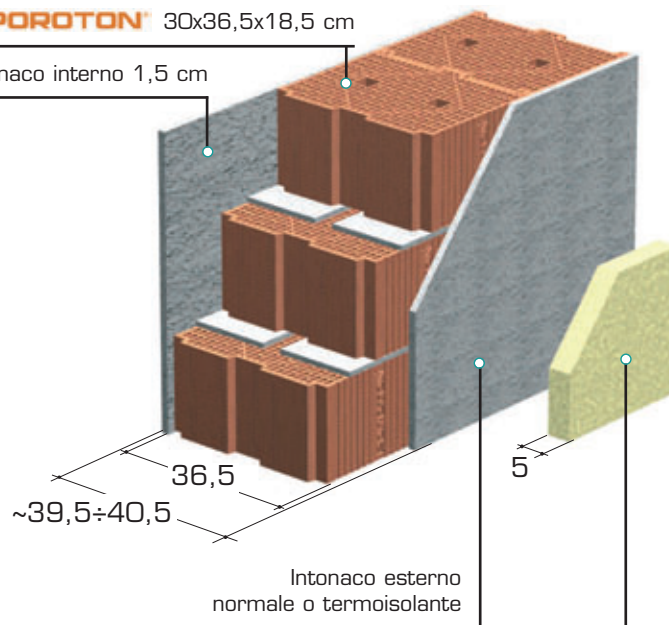


**PARETE POROTON® 700 Inc.**  
**Spessore = 36,5 cm + Intonaco**



Blocco **POROTON®** 30x36,5x18,5 cm

Intonaco interno 1,5 cm



Intonaco esterno normale o termoisolante

Eventuale rivestimento a cappotto in sostituzione dell'intonaco esterno

## CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO

Dimensioni elemento: 30x36,5x18,5 cm  
 Spessore dell'elemento: 36,5 cm  
 Percentuale di foratura:  $\leq 55\%$

## VALORI TERMICI DELLA PARETE (UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)

Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,142 \text{ W/mK}$   
 Resistenza termica  $R = 2,571 \text{ m}^2\text{K/W}$

**$U = 0,36$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno normale  
 spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

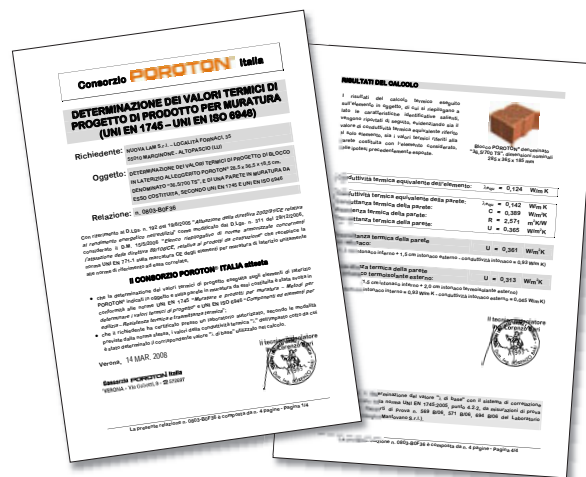
**$U = 0,31$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno termoisolante  
 spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

**$U = 0,25$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con rivestimento a cappotto esterno  
 spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

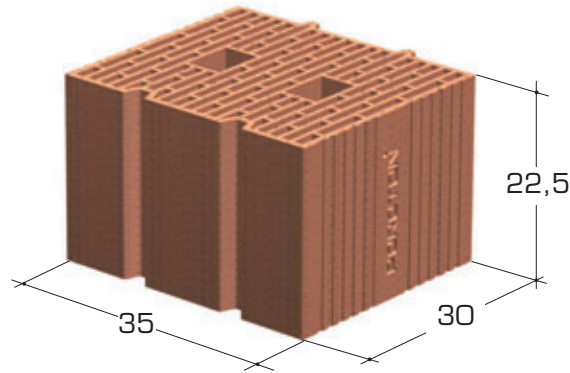
Stabilimento di produzione: Nuova Lam S.r.l.



Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 300 kg/m<sup>2</sup>



## PARETE POROTON® 700 Inc. Spessore = 35 cm + Intonaco



### CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO

Dimensioni elemento: 30x35x22,5 cm  
Spessore dell'elemento: 35 cm  
Percentuale di foratura:  $\leq 55\%$

### VALORI TERMICI DELLA PARETE (UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)

Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,148 \text{ W/mK}$   
Resistenza termica  $R = 2,365 \text{ m}^2\text{K/W}$

$$U = 0,39$$

$\text{W/m}^2\text{K}$   
con intonaco esterno normale  
spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

$$U = 0,33$$

$\text{W/m}^2\text{K}$   
con intonaco esterno termoisolante  
spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

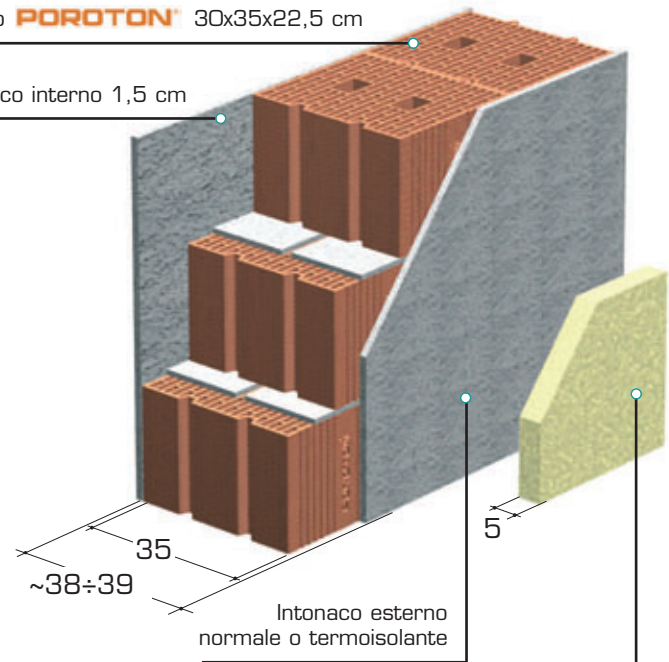
$$U = 0,26$$

$\text{W/m}^2\text{K}$   
con rivestimento a cappotto esterno  
spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

Stabilimento di produzione: Laterizi Torres S.p.A.

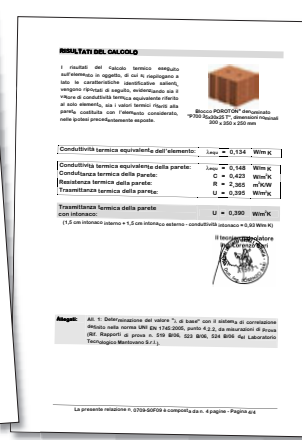
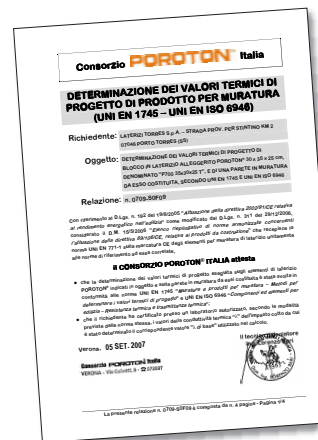
Blocco **POROTON®** 30x35x22,5 cm

Intonaco interno 1,5 cm



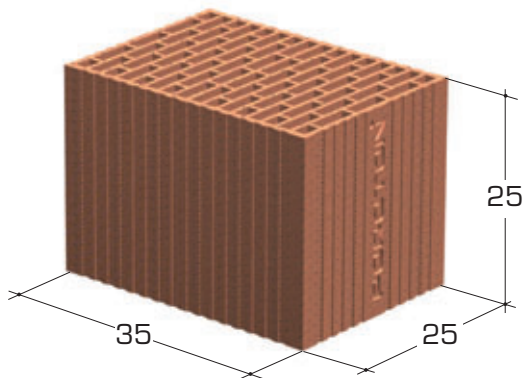
Eventuale rivestimento a cappotto  
in sostituzione dell'intonaco esterno

Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 300 kg/m<sup>2</sup>





## PARETE POROTON® 700 Spessore = 35 cm + Intonaco



**CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO**  
 Dimensioni elemento: 25x35x25 cm  
 Spessore dell'elemento: 35 cm  
 Percentuale di foratura:  $\leq 55\%$

**VALORI TERMICI DELLA PARETE  
(UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)**  
 Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,170 \text{ W/mK}$   
 Resistenza termica  $R = 2,062 \text{ m}^2\text{K/W}$

**$U = 0,44$**   $\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno normale  
 spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

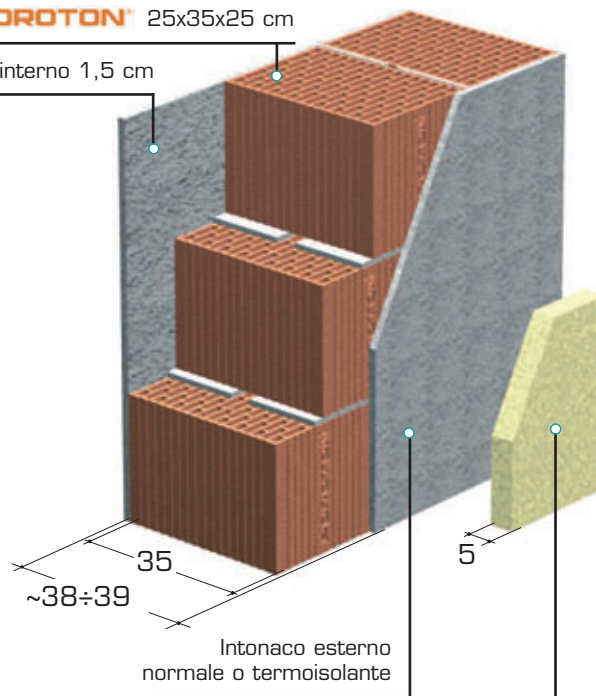
**$U = 0,36$**   $\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno termoisolante  
 spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

**$U = 0,28$**   $\text{W/m}^2\text{K}$   
 con rivestimento a cappotto esterno  
 spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

Stabilimento di produzione: Laterificio Pugliese S.p.A.

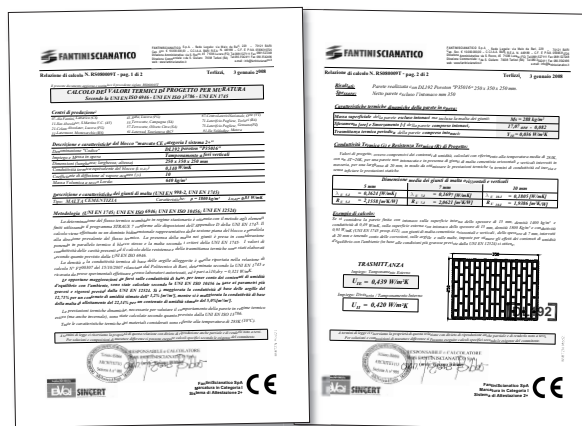
Blocco **POROTON®** 25x35x25 cm

Intonaco interno 1,5 cm



Eventuale rivestimento a cappotto  
 in sostituzione dell'intonaco esterno

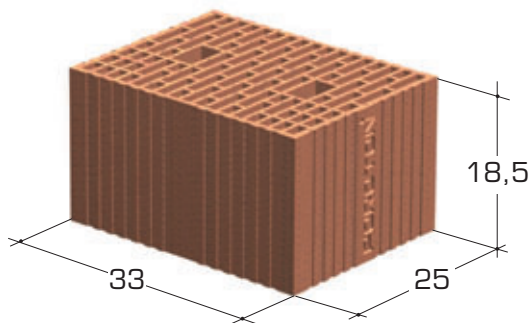
Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 290 kg/m<sup>2</sup>





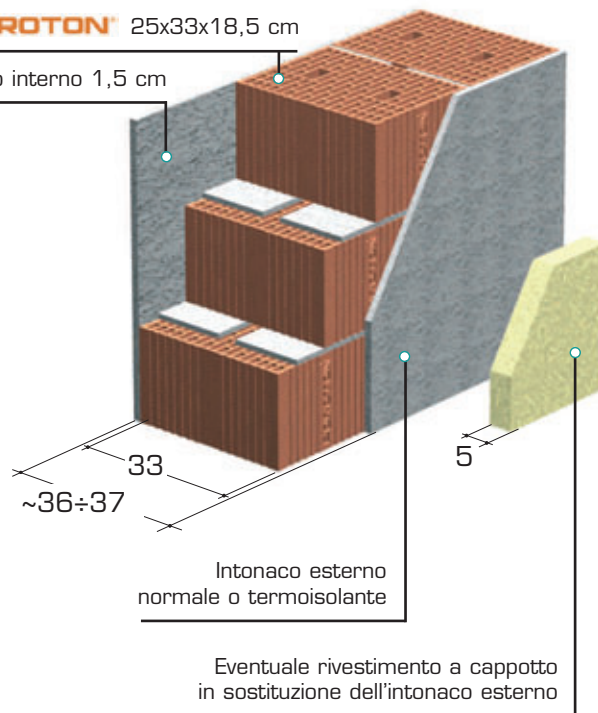
## PARETE POROTON® 700

Spessore = 33 cm + Intonaco



Blocco **POROTON®** 25x33x18,5 cm

Intonaco interno 1,5 cm



Intonaco esterno normale o termoisolante

Eventuale rivestimento a cappotto in sostituzione dell'intonaco esterno

### CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO

Dimensioni elemento: 25x33x18,5 cm  
 Spessore dell'elemento: 33 cm  
 Percentuale di foratura: ≤ 55%

### VALORI TERMICI DELLA PARETE (UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)

Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,167 \text{ W/mK}$   
 Resistenza termica  $R = 1,980 \text{ m}^2\text{K/W}$

**$U = 0,46$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno normale  
 spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

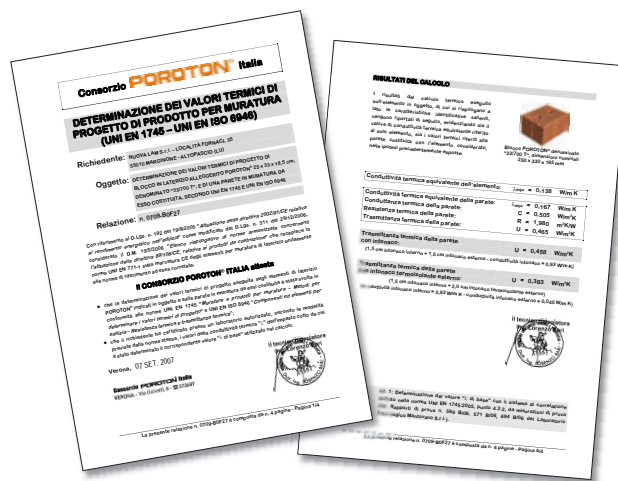
**$U = 0,37$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno termoisolante  
 spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

**$U = 0,29$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con rivestimento a cappotto esterno  
 spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

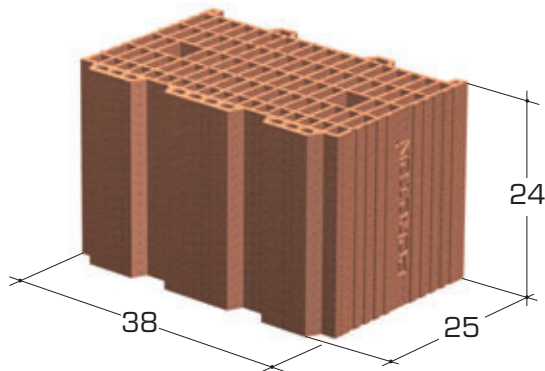
Stabilimento di produzione: Nuova Lam S.r.l.



Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 270 kg/m<sup>2</sup>



## PARETE POROTON® 600 Inc. Spessore = 38 cm + Intonaco



**CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO**  
 Dimensioni elemento: 25x38x24 cm  
 Spessore dell'elemento: 38 cm  
 Percentuale di foratura: ≤ 65%

## VALORI TERMICI DELLA PARETE (UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)

Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,148 \text{ W/mK}$   
 Resistenza termica  $R = 2,571 \text{ m}^2\text{K/W}$

$U = 0,36$

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno normale  
 spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

$U = 0,31$

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno termoisolante  
 spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

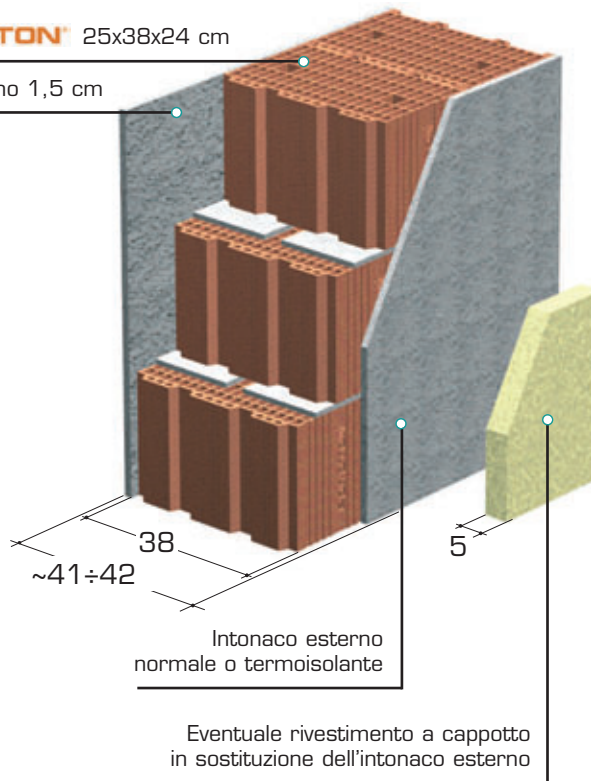
$U = 0,25$

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con rivestimento a cappotto esterno  
 spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

Stabilimento di produzione: Gattelli S.p.A.

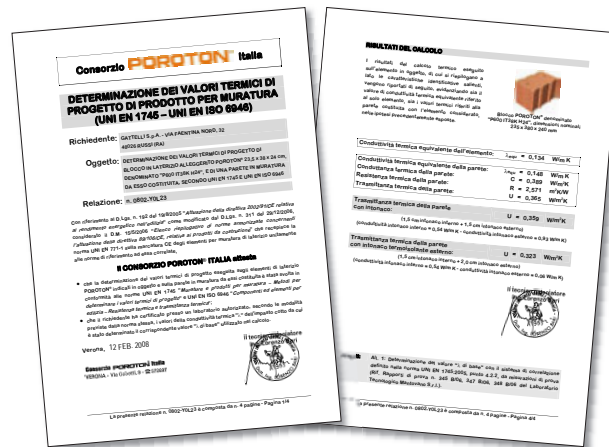
## Blocco **POROTON®** 25x38x24 cm

Intonaco interno 1,5 cm



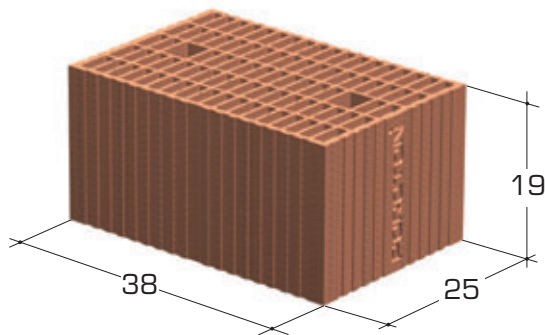
Intonaco esterno normale o termoisolante  
 Eventuale rivestimento a cappotto in sostituzione dell'intonaco esterno

Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 240 kg/m<sup>2</sup>



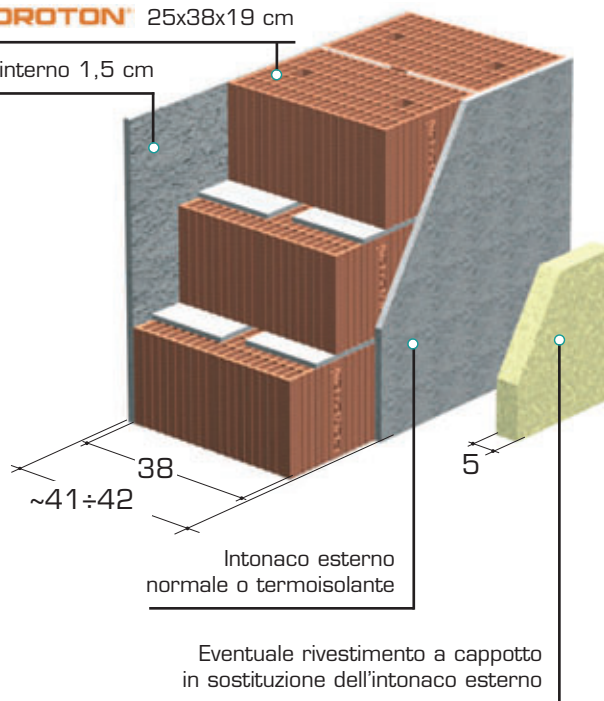


## PARETE POROTON® 600 Spessore = 38 cm + Intonaco



Blocco **POROTON®** 25x38x19 cm

Intonaco interno 1,5 cm



Intonaco esterno normale o termoisolante

Eventuale rivestimento a cappotto in sostituzione dell'intonaco esterno

### CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO

Dimensioni elemento: 25x38x19 cm  
Spessore dell'elemento: 38 cm  
Percentuale di foratura:  $\leq 65\%$

### VALORI TERMICI DELLA PARETE (UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)

Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,161 \text{ W/mK}$   
Resistenza termica  $R = 2,365 \text{ m}^2\text{K/W}$

**$U = 0,39$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
con intonaco esterno normale  
spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

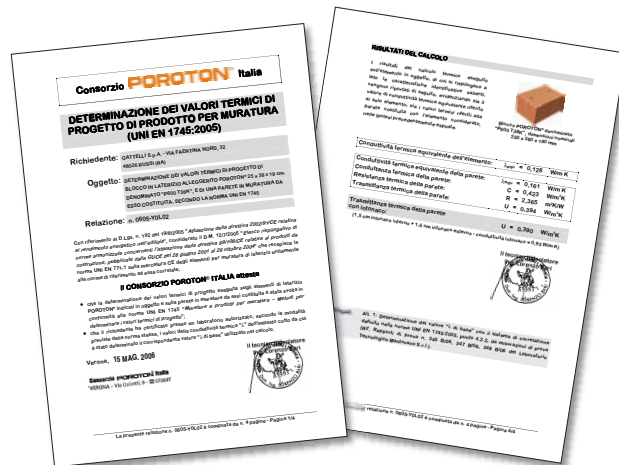
**$U = 0,33$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
con intonaco esterno termoisolante  
spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

**$U = 0,26$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
con rivestimento a cappotto esterno  
spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

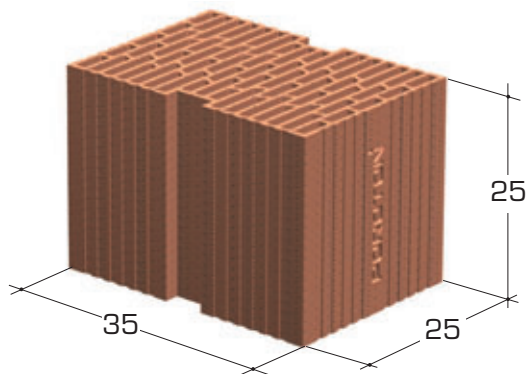
Stabilimento di produzione: Gattelli S.p.A.



Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 260 kg/m<sup>2</sup>



## PARETE POROTON® 600 Spessore = 35 cm + Intonaco



**CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO**  
 Dimensioni elemento: 25x35x25 cm  
 Spessore dell'elemento: 35 cm  
 Percentuale di foratura: ≤ 65%

## VALORI TERMICI DELLA PARETE (UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)

Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,151 \text{ W/mK}$   
 Resistenza termica  $R = 2,319 \text{ m}^2\text{K/W}$

**$U = 0,40$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno normale  
 spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

**$U = 0,33$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno termoisolante  
 spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

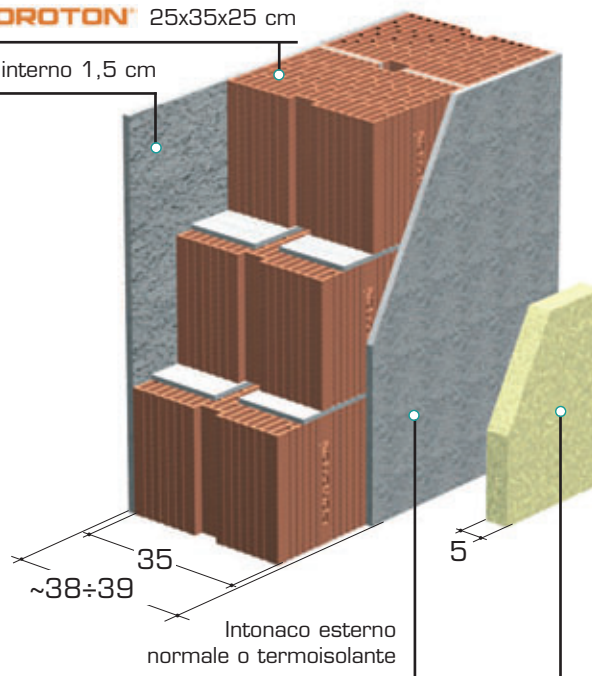
**$U = 0,27$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con rivestimento a cappotto esterno  
 spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

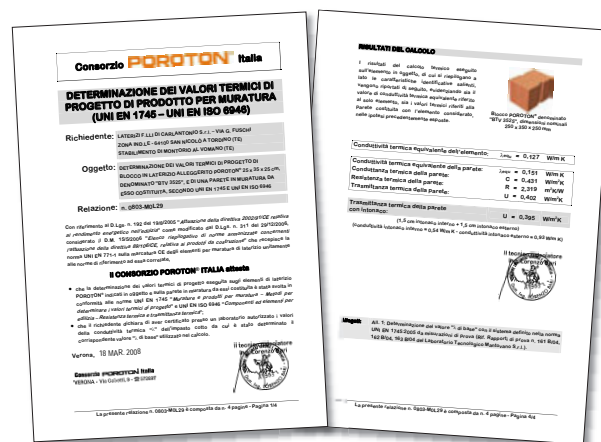
Stabilimento di produzione: Laterizi F.lli Di Carlantonio S.r.l.

Blocco **POROTON®** 25x35x25 cm

Intonaco interno 1,5 cm



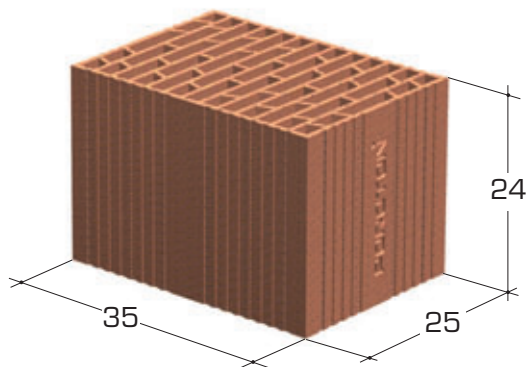
Eventuale rivestimento a cappotto  
 in sostituzione dell'intonaco esterno



Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 280 kg/m<sup>2</sup>



## PARETE POROTON® 600 Spessore = 35 cm + Intonaco



**CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO**  
 Dimensioni elemento: 25x35x24 cm  
 Spessore dell'elemento: 35 cm  
 Percentuale di foratura:  $\leq 65\%$

**VALORI TERMICI DELLA PARETE  
(UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)**  
 Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,162 \text{ W/mK}$   
 Resistenza termica  $R = 2,162 \text{ m}^2\text{K/W}$

**$U = 0,42$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno normale  
 spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

**$U = 0,35$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno termoisolante  
 spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

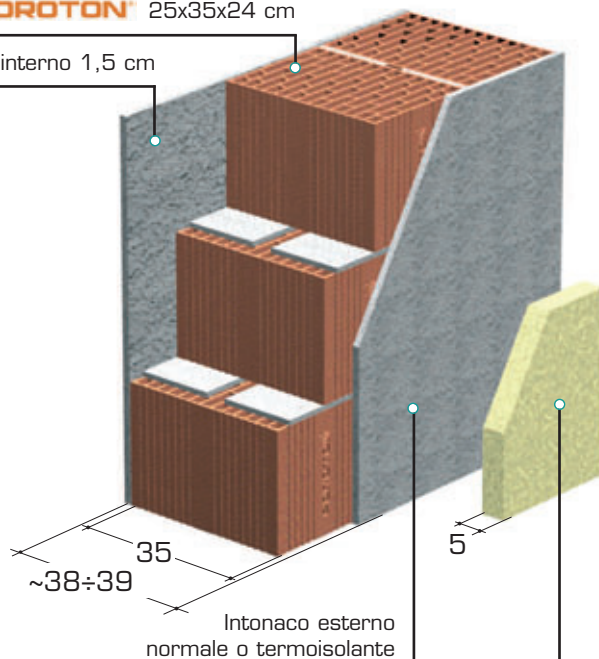
**$U = 0,28$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con rivestimento a cappotto esterno  
 spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

Stabilimento di produzione: La Moderna La Fauci S.p.A.

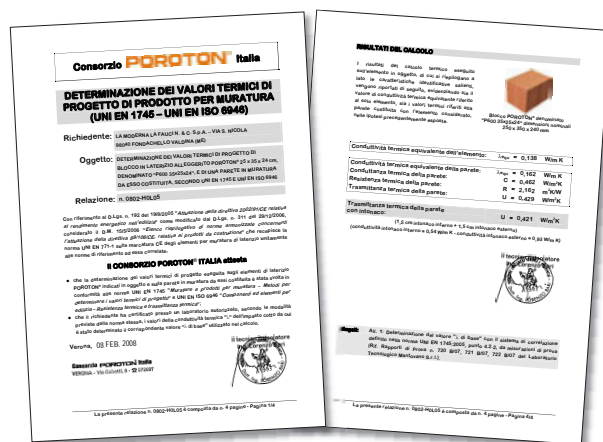
Blocco **POROTON®** 25x35x24 cm

Intonaco interno 1,5 cm



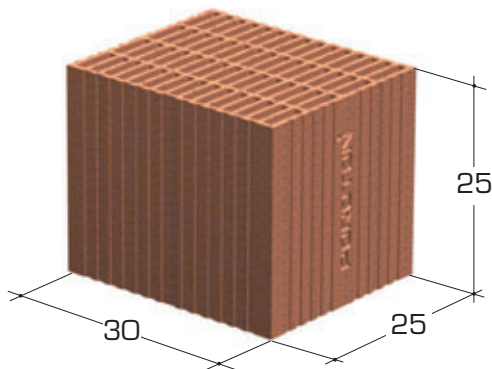
Eventuale rivestimento a cappotto  
 in sostituzione dell'intonaco esterno

Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 240 kg/m<sup>2</sup>





## PARETE POROTON® 600 Spessore = 30 cm + Intonaco



**CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO**  
 Dimensioni elemento: 25x30x25 cm  
 Spessore dell'elemento: 30 cm  
 Percentuale di foratura: ≤ 65%

**VALORI TERMICI DELLA PARETE  
(UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)**  
 Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,157 \text{ W/mK}$   
 Resistenza termica  $R = 1,909 \text{ m}^2\text{K/W}$

**$U = 0,47$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno normale  
 spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

**$U = 0,39$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con intonaco esterno termoisolante  
 spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

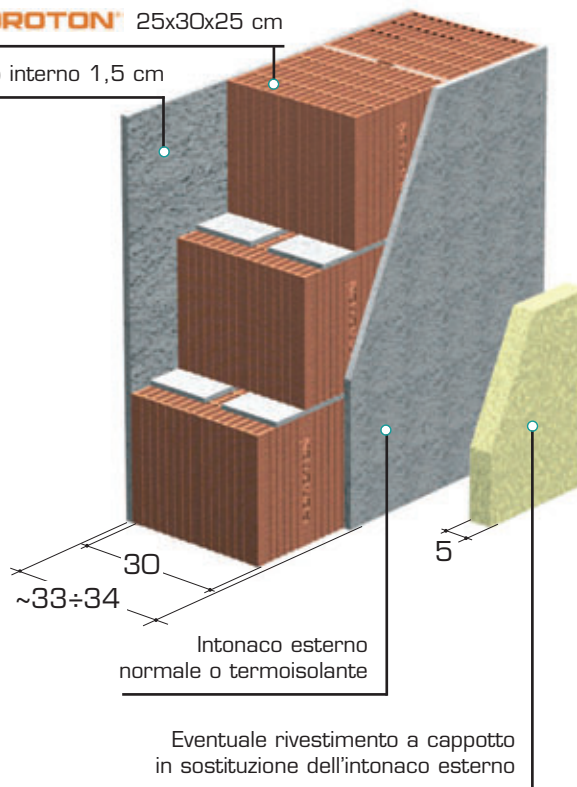
**$U = 0,30$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
 con rivestimento a cappotto esterno  
 spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

Stabilimento di produzione: Laterizi F.lli Di Carlantonio S.r.l.

Blocco **POROTON®** 25x30x25 cm

Intonaco interno 1,5 cm



Intonaco esterno  
normale o termoisolante

Eventuale rivestimento a cappotto  
in sostituzione dell'intonaco esterno

Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 230 kg/m<sup>2</sup>

**Consorzio POROTON Italia**

**DETERMINAZIONE DEI VALORI TERMICI DI PRODOTTO PER MURATURA (UNI EN 1745:2005)**

**Richiedente:** LATERIZI F. LLI DI CARLANTONIO S. R. L. - VIA G. PUGNOLI ZONA M. S. G. - 40019 M. B. M. (BOLOGNA) (IT)

**Oggetto:** DETERMINAZIONE DEI VALORI TERMICI DI PRODOTTO DI UNO DEI TIPI DI MURATURA A CAPPOTTO PER MURATURE DI 25x30x25 CM, SOLO MORTARO 20/20, E SU UNA PARETE IN MURATURA DA 30x30x25 CM, SOLO MORTARO 20/20 DA 1,50 CM.

**Relazione n.:** 0412-MEL/10

Una relazione n. 0412-MEL/10 del 10/05/2005 "Adempimento della direttiva 2002/91/CE relativa al risparmio energetico nell'edilizia", compilata da M. TOSCANI. "Fascio compilativo di norme tecniche" specificamente redatto per il settore dell'edilizia, contenente le procedure di calcolo" che rispetta la norma UNI EN 1745 e nella relazione n. 0412-MEL/10, viene presentato per la prima volta il risultato del calcolo di resistenza termica R e conduttività termica equivalente  $\lambda$ .

**IL CONSORZIO POROTON ITALIA s.p.a.**

- che la determinazione dei valori termici di prodotto applicati agli elementi di muratura POROTON relativi a questo tipo di muratura su una muratura a cappotto di spessore 30 cm, è stata verificata in base alla UNI EN 1745 "Murature a cappotto per murature a cappotto" e in base ai dati di progetto.
- che il risultato ottenuto per il calcolo di resistenza termica R e conduttività termica equivalente  $\lambda$  è stato verificato in base alla relazione n. 0412-MEL/10.

Venezia, 13 DIC. 2005

**Garanzia PEROPTON Italia**  
Venezia - Via Venezia 9 - 04100000

La presente relazione n. 0412-MEL/10 è composta da n. 4 pagine - Pagina 14

**RISULTATI DEL CALCOLO**

I risultati del calcolo termico vengono qui presentati in oggetto, di cui si ringrazia il richiedente per aver fornito i dati necessari e per averci permesso di verificare i calcoli. I risultati sono stati verificati in base alla UNI EN 1745 "Murature a cappotto per murature a cappotto" e in base ai dati di progetto. Il risultato ottenuto per il calcolo di resistenza termica R e conduttività termica equivalente  $\lambda$  è stato verificato in base alla relazione n. 0412-MEL/10.

**Conduttività termica equivalente dell'elemento**  $\lambda_{eq} = 0,157 \text{ W/mK}$

**Conduttività termica equivalente della parete:**  $\lambda_{eq} = 0,157 \text{ W/mK}$

**Resistenza termica della parete:**  $R = 1,909 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Resistenza termica della parete:**  $R = 0,541 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Conduttività termica della parete:**  $\lambda = 0,474 \text{ W/mK}$

**Conduttività termica della parete:**  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

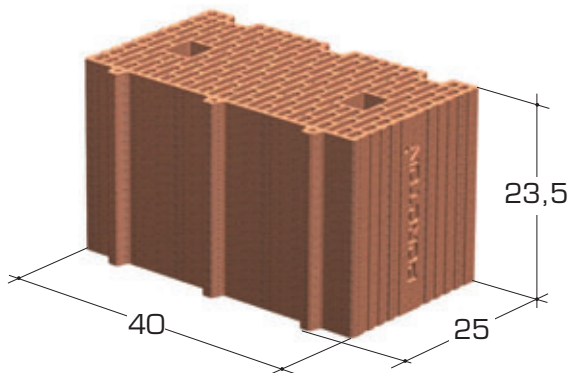
Il risultato ottenuto per il calcolo di resistenza termica R e conduttività termica equivalente  $\lambda$  è stato verificato in base alla relazione n. 0412-MEL/10.

**AK 1: Determinazione del valore "U" di base" con il sistema adottato nella relazione n. 0412-MEL/10 da muratura a cappotto (R) e spessore di intonaco n. 1,50 cm, 3,00 cm, 5,00 cm, 10,00 cm e 15,00 cm. Relazione n. 0412-MEL/10.**

La presente relazione n. 0412-MEL/10 è composta da n. 4 pagine - Pagina 14



## PARETE IN POROTON® RETTIFICATO Spessore = 40 cm + Intonaco



### CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO

Dimensioni elemento: 25x40x23,5 cm  
Spessore dell'elemento: 40 cm  
Percentuale di foratura: ≤ 55%

### VALORI TERMICI DELLA PARETE\* (UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)

Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,125 \text{ W/mK}$   
Resistenza termica  $R = 3,203 \text{ m}^2\text{K/W}$

**$U = 0,29$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
con intonaco esterno normale  
spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

**$U = 0,26$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
con intonaco esterno termoisolante  
spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

**$U = 0,22$**

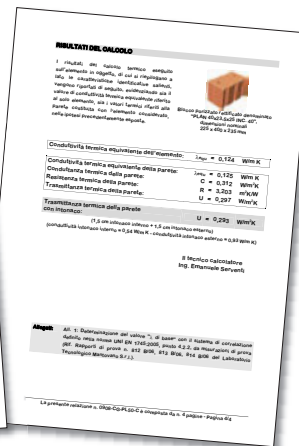
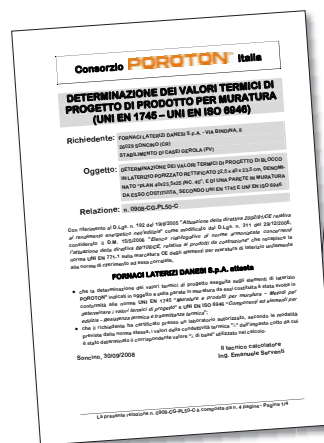
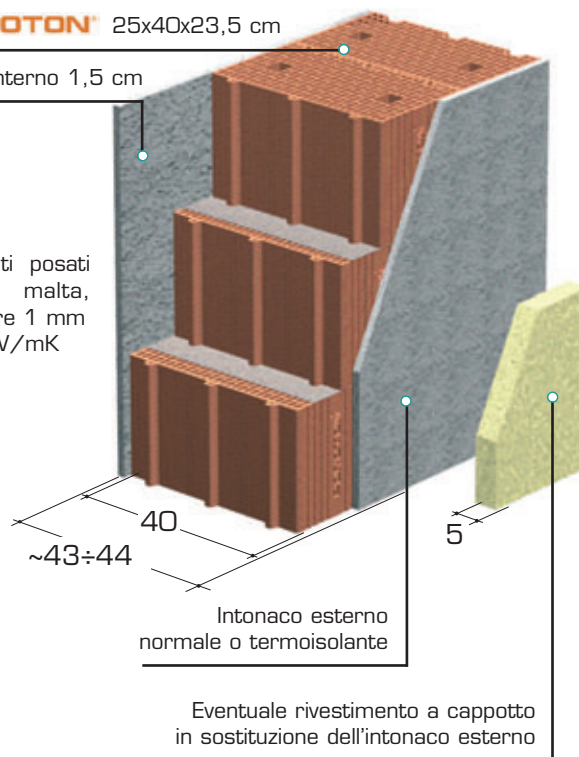
$\text{W/m}^2\text{K}$   
con rivestimento a cappotto esterno  
spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

Stabilimento di produzione: Fornaci Laterizi Danesi S.p.A.

Blocco **POROTON®** 25x40x23,5 cm

Intonaco interno 1,5 cm

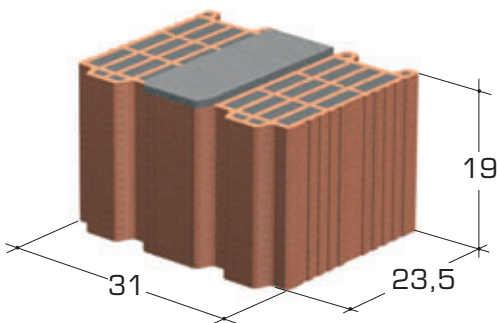
(\*) Blocchi rettificati posati  
con l'apposita malta,  
giunti di spessore 1 mm  
 $\lambda_{\text{malta}} = 0,39 \text{ W/mK}$



Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 340  $\text{kg/m}^2$   
Massa superficiale  $M_s$  (D.G.R. Lombardia n. 8745/2008, punto 2) = 390  $\text{kg/m}^2$



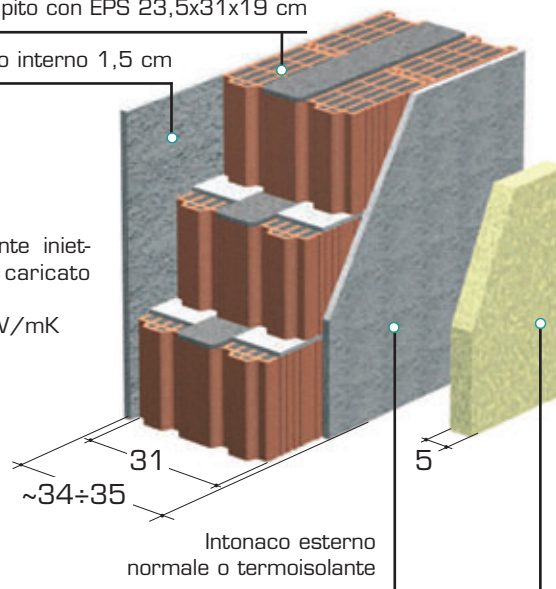
## PARETE IN BLOCCHI RIEMPITI CON EPS Spessore = 31 cm + Intonaco



Blocco riempito con EPS 23,5x31x19 cm

(\*) Blocchi totalmente iniet-  
tati con EPS caricato  
grafite  
 $\lambda_{\text{EPS}} = 0,031 \text{ W/mK}$

Intonaco interno 1,5 cm



Eventuale rivestimento a cappotto  
in sostituzione dell'intonaco esterno

### CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO

Dimensioni elemento: 23,5x31x19 cm  
Spessore dell'elemento: 31 cm  
Percentuale di foratura:  $\leq 55\%$

### VALORI TERMICI DELLA PARETE\* (UNI EN 1745 - UNI EN ISO 6946)

Conduttività termica equivalente  $\lambda = 0,097 \text{ W/mK}$   
Resistenza termica  $R = 3,189 \text{ m}^2\text{K/W}$

**$U = 0,29$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
con intonaco esterno normale  
spessore 1,5 cm e  $\lambda = 0,93 \text{ W/mK}$

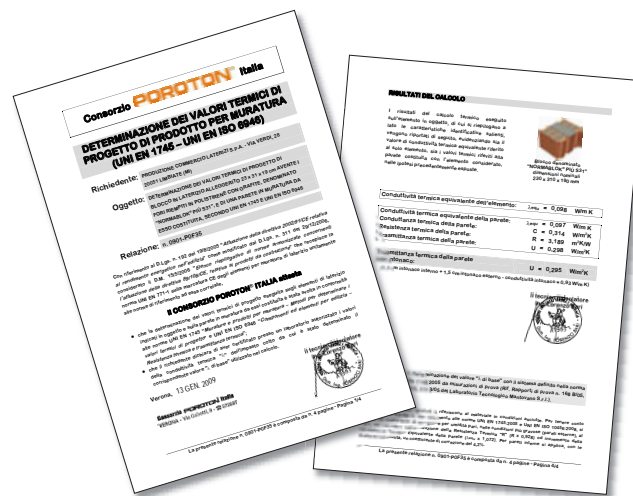
**$U = 0,26$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
con intonaco esterno termoisolante  
spessore 3,0 cm e  $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

**$U = 0,22$**

$\text{W/m}^2\text{K}$   
con rivestimento a cappotto esterno  
spessore 5,0 cm e  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

Stabilimento di produzione: Produzione Commercio Laterizi S.p.A.



Massa superficiale  $M_s$  (D.P.R. 59/2009 Art. 4, Comma 18) = 240 kg/m<sup>2</sup>  
Massa superficiale  $M_s$  (D.G.R. Lombardia n. 8745/2008, punto 2) = 290 kg/m<sup>2</sup>



# SCHEDA TECNICA

Tutte le specifiche contenute nella presente scheda tecnica sono indicative e si riferiscono ad una media della produzione POROTON®. Dati più precisi possono essere forniti direttamente dai produttori associati

CARATTERISTICHE DEI BLOCCHI		
<b>POROTON® 800 (elementi semipieni D.M. 14.1.2008)</b>		
Peso specifico apparente del blocco	(kg/m³)	~800 ÷ 850
Percentuale di foratura	%	≤ 45%
Resistenza caratteristica $f_{bk}$ in direzione dei carichi verticali	(N/mm²)	> 8,0
Resistenza caratteristica $f_{bk}$ in direzione ortogonale ai carichi verticali e nel piano del muro	(N/mm²)	> 1,5
<b>POROTON® 700 (elementi forati D.M. 14.1.2008)</b>		
Peso specifico apparente del blocco	(kg/m³)	~700 ÷ 750
Percentuale di foratura	%	≤ 55%
<b>POROTON® 600 (elementi leggeri per tamponamento)</b>		
Peso specifico apparente del blocco	(kg/m³)	~600
Percentuale di foratura	%	≤ 65%
CARATTERISTICHE DELLA MURATURA		
<b>CARATTERISTICHE MECCANICHE (SERIE 800) <sup>(1)</sup></b>		
Resistenza caratteristica a compressione $f_k$	(N/mm²)	~5,0
Resistenza caratteristica a taglio $f_{vk0}$	(N/mm²)	~0,2
Modulo di elasticità longitudinale "E"	(N/mm²)	~5000
Modulo di elasticità tangenziale "G"	(N/mm²)	~2000
<b>CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE <sup>(1)</sup></b>		
Conducibilità termica equivalente secondo UNI EN 1745	(W/m K)	0,15 ÷ 0,23
Trasmittanza U secondo UNI EN 1745 - Parete spessore 38 cm	(W/m²K)	0,36 ÷ 0,46
Calore specifico medio equivalente della parete	(J/kg K)	1000
Permeabilità al vapore	(kg/msPa) $\mu$ (adim)	20x10 <sup>-12</sup> 10
Coefficiente di dilatazione termica lineare $\alpha$	(m/m°C)	~5x10 <sup>-6</sup>
Dilatazione per umidità	( $\mu$ m/m)	~300
<b>CARATTERISTICHE ACUSTICHE <sup>(2)</sup></b>		
Indice di attenuazione a 500 Hz - Parete spessore 12 cm	(dB)	42 - 44
Indice di attenuazione a 500 Hz - Parete spessore 30 cm	(dB)	48 - 54
<b>COMPORTAMENTO AL FUOCO <sup>(3)</sup></b>		
Resistenza a fuoco REI (spessore ≥12 cm più intonaco)	(min)	180
Classe di reazione al fuoco	Euroclasse A1 (ex Classe O)	

<sup>(1)</sup> In relazione al tipo di malta impiegato

<sup>(1)</sup> Le prestazioni termiche sono riportate in dettaglio nel presente fascicolo

<sup>(2)</sup> Le prestazioni acustiche sono riportate in dettaglio nel fascicolo "Sistemi Acustici" POROTON®

<sup>(3)</sup> Le prestazioni al fuoco sono riportate in dettaglio nel fascicolo "Pareti Tagliafuoco" POROTON®

# BLOCCHI TERMOISOLANTI

# POROTON®



**CONSORZIO POROTON® ITALIA**  
Via Gobetti, 9 - 37138 VERONA  
Tel. 045 572697 - Fax 045 572430  
www.poroton.it - E-Mail: info@poroton.it