

# Le nuove metodologie di prova secondo la serie normativa UNI EN 772: confronti e prime applicazioni

M. MARSIGLI \*, L. AGOSTINI \*\*, M. LABANTI \*\*\*

\* CERTIMAC, \*\* AGENZIA POLO CERAMICO, \*\*\* ENEA FAENZA

La norma UNI EN 771-1, emessa nel 2003 ed emendata nel 2005, costituisce il documento tecnico riconosciuto a livello europeo che specifica le caratteristiche ed i requisiti prestazionali degli elementi per muratura in laterizio per le costruzioni e recepisce quanto prescritto dalla direttiva europea 89/106/CEE in materia di marcatura CE per i prodotti da costruzione.

In questa sede vengono descritte le caratteristiche prestazionali ed analizzate le corrispondenti metodologie di prova afferenti alle norme UNI EN 772-serie che consentono di valutare la conformità degli elementi in laterizio per murature alla norma UNI EN 771-1 proponendo un confronto con la vecchia normativa UNI 8942 (ritirata) e presentando i dati sperimentali di prove eseguite su alcuni prodotti.

## INTRODUZIONE

La UNI EN 771-1 presenta alcuni elementi innovativi che modificano il precedente panorama normativo e che possono essere riassunti come segue. Essa, in particolare, classifica tutti gli elementi per muratura di laterizio in due categorie:

### 1. elementi HD (*high density*)

- elementi da impiegare in murature protette dalla penetrazione dell'acqua (ad esempio, intonacate, interne, ecc.), con massa volumica a secco apparente o lorda  $> 1000 \text{ kg/m}^3$ ;
- elementi da impiegare in murature non protette dalla penetrazione dell'acqua (ad esempio, faccia a vista);

### 2. elementi LD (*low density*)

- elementi da impiegare in murature protette dalla penetrazione dell'acqua, con massa volumica a secco apparente o lorda  $\leq 1000 \text{ kg/m}^3$ .

Il produttore, per garantire la conformità del proprio prodotto alla UNI EN 771-1, deve dichiarare:

- la destinazione d'uso del prodotto
- le caratteristiche tecniche del prodotto attraverso la precisazione dei valori di determinate proprietà, in funzione della sua destinazione d'uso. Tali valori identificano il prodotto in rapporto alle sue caratteristiche dimensionali, geometriche, presta-

zionali (resistenza a compressione, gelività, ecc.) ed applicative.

Il baricentro della conformità del prodotto viene quindi maggiormente spostato sulla responsabilità del produttore, al quale viene lasciata, per la maggior parte delle caratteristiche da valutare, la facoltà di dichiarare la categoria di appartenenza in funzione della eventuale destinazione di impiego per cui i prodotti vengono immessi sul mercato.

La norma UNI EN 771-1, inoltre, recependo la direttiva europea 89/106, indica quali sono le caratteristiche obbligatorie che il produttore deve dichiarare affinché possa apporre la marcatura CE sui propri prodotti. Ciascuna caratteristica poi dipende dal tipo di prodotto e dalla sua destinazione d'uso e, in funzione del Paese nel quale il prodotto viene venduto, dalla legislazione nazionale di quel Paese.

Di seguito vengono descritte le metodologie di prova afferenti alla normativa UNI EN 772-serie, previste dalla UNI EN 771-1, riguardanti le prove iniziali di tipo previste per la conformità dei prodotti alla norma stessa e che devono essere eseguite in funzione del tipo di prodotto e della sua destinazione d'uso.

Vengono, poi, messe a confronto queste normative di "nuova generazione" con le vecchie normative italiane concernenti i laterizi per murature, le UNI 8942/1-2-3 del 1986 (ritirate dall'UNI l'01/05/2004), che stabilivano la terminologia, la classificazione, le metodologie di prova ed i limiti di accettazione applicabili ai prodotti di laterizio per murature. Vale la pena porre l'accento sul fatto che le nuove normative demandano la valutazione della conformità a quanto dichiarato dal produttore e non più a valori limite predefiniti e validi per tutte le tipologie di prodotti per muratura.

Non vengono prese in considerazione quelle caratteristiche e le relative norme che non fanno parte della UNI EN 772-serie (proprietà termiche, reazione al fuoco, forza di adesione).

Va precisato, infine, che la trattazione che segue non costituisce alcuna indicazione su quali, tra quelle illustrate, siano le prove da eseguirsi per la marcatura CE, per le quali è bene riferirsi a quanto previsto nell'appendice ZA della norma UNI EN 771-1.

## ELENCO DEI PARAMETRI E DELLE NORME DI PROVA UNI EN 772-SERIE

Nella tabella I vengono riportati i parametri previsti dalla UNI EN 771-1 la cui determinazione permette di dichiararne, applicando le metodologie di prova descritte nella normativa UNI EN 772-serie, la conformità alla norma stessa.

### METODOLOGIE DI PROVA DELLA UNI EN 772-SERIE

La nuova normativa non fornisce indicazioni sulla prova di aspetto e nemmeno su eventuali tipi di anomalie classificabili come difetti (a differenza della norma UNI 8942 che fa riferimento a fessure e fori, protuberanze, scagliature e sbavature).

Altre prove previste dalla norma UNI 8942/3 ma non contemplate dalla UNI EN 772-serie riguardano: inclusioni calcaree, attitudine alle efflorescenze, stima del rischio di gelività, rettilineità ed ortogonalità degli spigoli, resistenza a trazione per taglio e resistenza a trazione per flessione su listello.

### DETERMINAZIONE DELLE DIMENSIONI: UNI EN 772-16

#### Provini

In base a quanto stabilito dalla UNI EN 771-1, per le prove iniziali di tipo il numero di provini da esaminare è 10 (3 per il piano parallelismo delle superfici di posa).

Ogni provino è costituito da un elemento intero.

#### Procedimento

Il principio del metodo si basa sulla misura, con idonei strumenti, di lunghezza, larghezza e altezza dei provini, spessore e spessore combinato delle

pareti interne ed esterne, profondità dei fori non passanti e piano parallelismo delle superfici di posa.

- Lunghezza ( $l_u$ ), larghezza ( $w_u$ ), altezza ( $h_u$ )

Lunghezza, larghezza e altezza devono essere misurate con uno dei procedimenti di seguito riportati.

*Procedimento a):* consiste nel rilevare due misure, prese vicino ai bordi di ciascun provino, nelle posizioni indicate nella fig. 1.

*Procedimento b):* per la lunghezza  $l_u$  e la larghezza  $w_u$  viene rilevata un'unica misura, all'incirca nella mezzeria di ciascun provino, nella posizione indicata in fig. 2. L'altezza  $h_u$  è invece determinata come media di due misurazioni, la seconda delle quali trasversale alla linea punteggiata al centro dell'elemento (prima misura).

Il procedimento b) deve essere applicato quando almeno due delle dimensioni dell'elemento sono  $\leq 250$  mm, 125 mm e 100 mm, rispettivamente per lunghezza, larghezza e altezza; per tutti gli altri elementi deve essere seguito il procedimento a).

*Procedimento c):* nel caso di provini con superficie irregolare (linguette e scanalature, cavità, ecc.) le dimensioni vengono determinate come illustrato in fig. 3, senza tenere conto delle irregolarità.

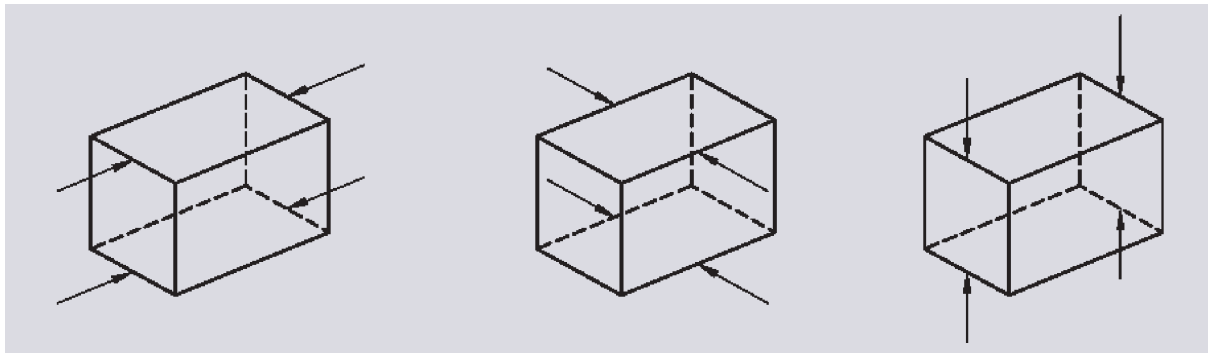
- Spessore delle pareti interne (materiale solido compreso tra i fori di un elemento per muratura) ed esterne (materiale perimetrale compreso tra un foro e la superficie esterna di un elemento per muratura)

Su ogni provino le misure vengono effettuate, per ciascun spessore richiesto, in tre posizioni diverse, prendendo, come dato di riferimento, il valore di spessore minimo.

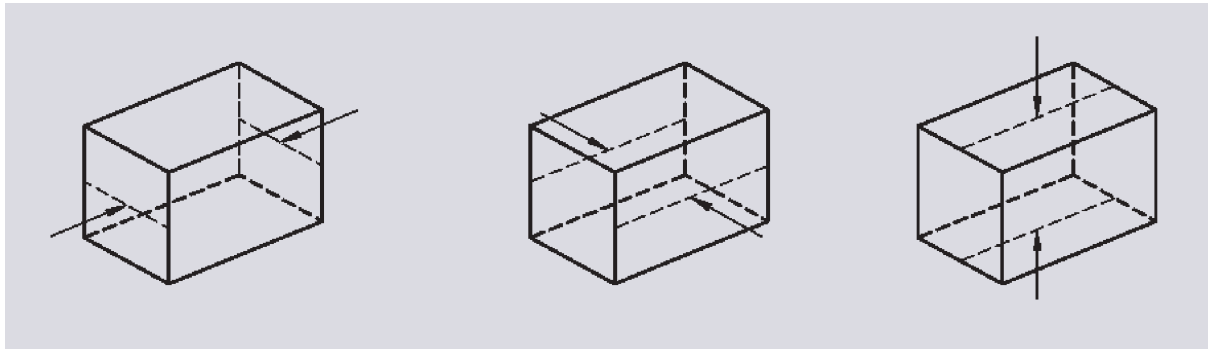
- Spessore combinato delle pareti interne ed esterne

Tab. I - Parametri della UNI EN 771-1 valutabili attraverso l'applicazione delle UNI EN 772 serie.

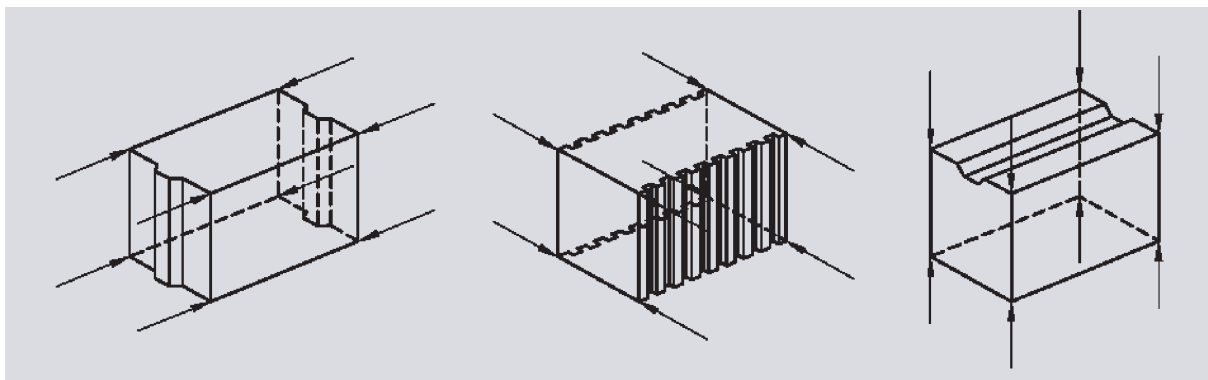
Caratteristica	Norma da applicare	Norma UNI 8942
Dimensioni e tolleranze	UNI EN 772-16	prevista
Planarità delle facce	UNI EN 772-20	prevista
Configurazione	UNI EN 772-3, EN 772-16	prevista (percentuale dei vuoti)
Massa volumica a secco lorda (o apparente) e netta (o assoluta) e tolleranze	UNI EN 772-13	prevista
Resistenza alla compressione	UNI EN 772-1	prevista
Contenuto di sali solubili attivi	UNI EN 772-5	non prevista
Dilatazione dovuta all'umidità	UNI EN 772-19	non prevista
Assorbimento d'acqua (solo HD)	UNI EN 771-1, appendice C	prevista
Assorbimento d'acqua per corsi di impermeabilizzazione (solo HD)	UNI EN 772-7	prevista
Velocità iniziale di assorbimento d'acqua (solo HD)	UNI EN 772-11	prevista



1. Determinazione delle dimensioni secondo il procedimento a).



2. Determinazione delle dimensioni secondo il procedimento b).



3. Determinazione delle dimensioni secondo il procedimento c).

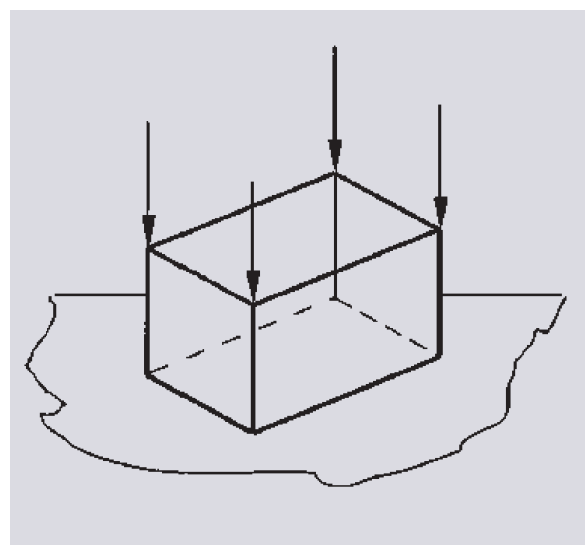
Lo spessore combinato delle pareti interne e delle pareti esterne è la somma, arrotondata al più prossimo 0.5 mm, degli spessori delle pareti interne e delle pareti esterne da una faccia o testa di un elemento per muratura fino all'opposta faccia o testa, lungo una qualunque direzione, attraverso le perforazioni, e considerando il valore minore, espresso come percentuale della lunghezza o della larghezza.

- Profondità dei fori non passanti

La profondità di ciascun foro non passante viene misurata in due posizioni diverse.

- Piano parallelismo delle superfici di posa

Il piano parallelismo delle superfici di posa viene misurato posizionando il provino su una superficie piana e determinando la distanza intercorrente tra la superficie piana di appoggio e la faccia superiore di posa, in corrispondenza di ognuno dei 4 angoli del provino (procedimento d, 4).



4. Determinazione del piano parallelismo delle superfici di posa (procedimento d).



### Espressione dei risultati

- Lunghezza, larghezza, altezza

La lunghezza, la larghezza e l'altezza del prodotto, arrotondate al più prossimo 0.5 mm, sono calcolate come media aritmetica dei valori dei singoli provini, espressi al più prossimo 0.2 mm.

- Spessore delle pareti interne ed esterne

Il valore medio dello spessore delle pareti interne ed esterne di ogni singolo provino è espresso al più prossimo 0.2 mm, mentre quello concernente il prodotto, media aritmetica dei valori medi dei singoli provini, al più prossimo 0.5 mm.

- Spessore combinato delle pareti interne ed esterne

Lo spessore combinato longitudinale, da faccia a faccia, è espresso come percentuale della larghezza del provino, al più prossimo 1%.

Lo spessore combinato trasversale, da testa a testa, è espresso come percentuale della lunghezza del provino, al più prossimo 1%.

- Profondità dei fori non passanti

Per ogni singolo provino, la profondità media di ciascun foro non passante è espressa al più prossimo 0.5 mm. La profondità dei fori non passanti del prodotto, media aritmetica dei valori medi di ciascun singolo provino, è espressa al più prossimo 1 mm.

- Piano parallelismo delle superfici di posa

Per ogni singolo provino, la deviazione dal piano parallelismo è la differenza tra i valori massimo e minimo della distanza tra la superficie piana di appoggio e la faccia di posa superiore. Il valore maggiore tra questi, arrotondato al più prossimo 0.2 mm, rappresenta la deviazione dal piano parallelismo del prodotto.

### Dichiarazioni del produttore

- Lunghezza, larghezza, altezza

Per gli elementi HD e gli elementi LD il produttore è tenuto a dichiarare le dimensioni di lunghezza, larghezza altezza espresse in termini di dimensioni di fabbricazione<sup>1</sup>.

Deve, inoltre, dichiarare:

#### Tolleranza del valore medio, *T* (elementi HD)

Per tutte le dimensioni, la differenza tra il valore dichiarato (dimensione di fabbricazione "dim") ed il valore medio ottenuto dalle misurazioni dei provini (tolleranza del valore medio, *T*) deve essere inferiore o uguale ad una delle seguenti categorie, arrotondando il valore all'unità:

$T1 = \pm 0.40 \sqrt{\text{dim}}$  oppure 3 mm, assumendo il valore maggiore (in mm)

$T2 = \pm 0.25 \sqrt{\text{dim}}$  oppure 2 mm, assumendo il valore maggiore (in mm)

$T_m$  = valore, in mm, dichiarato dal produttore ed a sua completa discrezionalità.

#### Tolleranza di campo (range), *R* (elementi HD)

Tale parametro deve essere dichiarato solo se rilevante per gli utilizzi per i quali l'elemento è immesso sul mercato ed è riferibile solo ad elementi di forma regolare.

Per tutte le dimensioni, la differenza tra il più grande ed il più piccolo valore misurato deve ricadere all'interno di una delle seguenti categorie, arrotondando il valore all'unità:

$R1 = 0.6 \sqrt{\text{dim}}$  (in mm)

$R2 = 0.3 \sqrt{\text{dim}}$  (in mm).

$R_m$  = valore, in mm, dichiarato dal produttore ed a sua completa discrezionalità.

#### Tolleranza del valore medio, *T* (elementi LD)

Per tutte le dimensioni, la differenza tra il valore dichiarato (dimensione di fabbricazione "dim") ed il valore medio ottenuto dalle misurazioni dei provini deve essere inferiore o uguale ad una delle seguenti categorie, arrotondando il valore all'unità:

$T1 = \pm 0.40 \sqrt{\text{dim}}$  oppure 3 mm, assumendo il valore maggiore (in mm)

$T1+ = \pm 0.40 \sqrt{\text{dim}}$  oppure 3 mm per lunghezza e larghezza e  $\pm 0.05 \sqrt{\text{dim}}$  oppure 1 mm per l'altezza, assumendo sempre il valore maggiore (in mm)

$T2 = \pm 0.25 \sqrt{\text{dim}}$  oppure 2 mm, assumendo il valore maggiore (in mm)

$T2+ = \pm 0.25 \sqrt{\text{dim}}$  oppure 2 mm per lunghezza e larghezza e  $\pm 0.05 \sqrt{\text{dim}}$  oppure 1 mm per l'altezza, assumendo sempre il valore maggiore (in mm)

$T_m$  = valore, in mm, dichiarato dal produttore ed a sua completa discrezionalità.

#### Tolleranza di campo (range), *R* (elementi LD)

Tale parametro deve essere dichiarato solo se rilevante per gli utilizzi per i quali l'elemento è immesso sul mercato ed è riferibile solo ad elementi di forma regolare.

Per tutte le dimensioni, la differenza tra il più grande ed il più piccolo valore misurato (tolleranza di campo, *R*) deve ricadere all'interno di una delle seguenti categorie, arrotondando il valore all'unità:

$R1 = 0.6 \sqrt{\text{dim}}$  (in mm)

$R1+ = 0.6 \sqrt{\text{dim}}$  per lunghezza e larghezza e 1.0 per l'altezza (in mm)

$R2 = 0.3 \sqrt{\text{dim}}$  (in mm)

$R2+ = 0.3 \sqrt{\text{dim}}$  per lunghezza e larghezza e 1.0 per l'altezza (in mm)

$R_m$  = valore, in mm, dichiarato dal produttore ed a sua completa discrezionalità.

- Spessore delle pareti interne ed esterne, spessore combinato delle pareti interne ed esterne, profondità dei fori non passanti

Vedere quanto riportato nel paragrafo dedicato alla determinazione della configurazione.

1. Dimensione di un elemento per muratura, indicata dal produttore, a cui conformare la dimensione effettiva entro gli scostamenti ammissibili (UNI EN 771-1, punto 3.7).

- Piano parallelismo delle superfici di posa  
Il produttore deve dichiarare la deviazione massima dal piano parallelismo delle superfici di posa di elementi per muratura di laterizio HD ed LD utilizzati in associazione con un sottile strato di malta. La deviazione dal piano parallelismo delle superfici di posa di un qualunque lotto di provini di forma regolare testati in accordo con la norma UNI EN 772-16, procedura di prova d), deve essere minore o uguale del valore dichiarato.

#### **Principali variazioni rispetto alle metodologie precedenti (UNI 8942)**

La norma UNI 8942 prevedeva la determinazione delle tre dimensioni esterne (lunghezza, larghezza, altezza) e dello spessore delle pareti esterne ed interne. Le metodologie di prova sono sostanzialmente simili.

Sulle dimensioni esterne, la UNI 8942 faceva una distinzione tra lunghezza nel senso dei fori ed altre dimensioni, prevedendo una tolleranza del  $\pm 4\%$  rispetto al valore nominale (valore dichiarato dal produttore), fino ad un massimo di  $\pm 8$  mm per le prime, ed una tolleranza del  $\pm 3\%$  dal valore nominale fino ad un massimo di  $\pm 6$  mm per le altre dimensioni (tolleranze più strette per i prodotti da rivestimento). Per quanto riguarda lo spessore delle pareti venivano fornite tolleranze diverse per le pareti interne (valore minimo: 6 mm) ed esterne (valore minimo: 7 mm; 15 mm per i prodotti da rivestimento).

#### **DETERMINAZIONE DELLA PLANARITÀ DELLE FACCE: UNI EN 772-20**

##### **Provini**

In base a quanto stabilito dalla UNI EN 771-1, per le prove iniziali di tipo il numero di provini da esaminare è 3. Ogni provino è costituito da un elemento intero.

##### **Procedimento**

Occorre misurare, con una riga graduata, la lunghezza delle due diagonali di ogni superficie dichiarata come piana (al più prossimo 0.5 mm) e quindi, con spessimetri, la distanza maggiore intercorrente tra la superficie del provino e la riga graduata, posizionata prima sull'una poi sull'altra diagonale (al più prossimo 0.05 mm).

La prova deve essere applicata a tutte le superfici dichiarate come piane.

##### **Espressione dei risultati**

Per ogni superficie dichiarata piana, è necessario indicare la lunghezza media della diagonale (al più prossimo 1 mm) e la deviazione media dalla planarità (al più prossimo 0.1 mm), intesa come media

delle due massime distanze tra la superficie del provino e la riga graduata. Per le superfici di posa occorre indicare la deviazione massima dalla planarità.

#### **Dichiarazioni del produttore**

Il produttore deve dichiarare la deviazione massima dalla planarità delle superfici di posa di elementi per muratura di laterizio HD ed LD utilizzati in associazione con un sottile strato di malta.

La deviazione dalla planarità delle superfici di posa di un qualunque lotto di provini testati di forma regolare deve essere minore o uguale del valore dichiarato.

#### **Principali variazioni rispetto alle metodiche precedenti (UNI 8942)**

La norma UNI 8942 forniva metodi di prova per determinare la planarità delle facce, la rettilineità degli spigoli e l'ortogonalità degli spigoli, indicando appositi limiti di accettazione funzione delle dimensioni del prodotto.

Tra queste caratteristiche, le nuove normative prevedono esclusivamente la determinazione della planarità delle facce, condotta secondo una metodologia di prova differente, seppur concettualmente simile, rispetto a quella indicata dalla norma UNI 8942.

#### **DETERMINAZIONE DELLA CONFIGURAZIONE: UNI EN 772-3, UNI EN 772-16**

##### **Provini**

In base a quanto stabilito dalla UNI EN 771-1, per le prove iniziali di tipo il numero di provini da esaminare è 10. Ogni provino è costituito da un elemento intero.

##### **Procedimento**

Il principio su cui si basa la prova è quello di ottenere il volume netto ( $V_{nu}$ ) dell'elemento mediante pesatura umida in aria ( $M_{au}$ ) ed idrostatica in acqua ( $M_{wu}$ ) e di sottrarlo dal volume lordo ( $V_{gu}$ ), ottenuto misurandone le dimensioni; successivamente si determina il volume dei vuoti.

Si inizia con il misurare lunghezza, larghezza e altezza del provino e quindi ad immergerlo in acqua per almeno 1 h.

Quando le masse apparenti ( $M_{wu}$ ), misurate in due pesate successive ad un intervallo di 30 minuti l'una dall'altra, differiscono di meno dello 0,2%, si rimuove il provino dall'acqua e si registra il risultato della seconda pesata come massa apparente ( $M_{wu}$ ). Si asciuga l'acqua superficiale con un panno umido e si determina immediatamente il peso umido ( $M_{au}$ ).

Nel dettaglio, si ha:



$$V_{gu} = l_u \times w_u \times h_u$$

ove:

$V_{gu}$  = volume lordo del provino, arrotondato al più vicino valore di  $10^4$  mm<sup>3</sup>

$l_u$ ,  $w_u$ ,  $h_u$  = lunghezza, larghezza, altezza del provino misurate secondo quanto indicato in UNI EN 772-16

$$V_{nu} = \frac{M_{au} - M_{wu}}{\rho_w}$$

ove:

$V_{nu}$  = volume netto del provino, arrotondato al più vicino valore di  $10^4$  mm<sup>3</sup>

$M_{au}$  = massa umida del provino, misurata in aria dopo immersione in acqua (g)

$M_{wu}$  = massa apparente (o idrostatica) del provino, misurata in acqua mediante pesata idrostatica (g). La pesata viene eseguita posizionando il provino, completamente immerso, in un cestello sospeso al braccio di una bilancia; prima della pesata è necessario tarare la bilancia, con il cestello posizionato ed immerso in acqua analogamente a quando contiene anche il provino

$\rho_w$  = massa volumica dell'acqua (0.001 g/mm<sup>3</sup>).

#### Espressione dei risultati

La percentuale dei vuoti PV<sub>i</sub> di ogni singolo provino, arrotondata all'1% più vicino, è ottenuta applicando la seguente formula:

$$PV_i = 100 \frac{V_{gu} - V_{nu}}{V_{gu}}$$

Nel caso di elementi per muratura a foratura verticale si dovranno considerare, nel computo della percentuale dei vuoti, i fori di presa ma non le tasche per la malta e la zigrinatura per l'intonaco (recessi).

#### Dichiarazioni del produttore

Quando rilevante per l'utilizzo previsto il produttore, sia per i prodotti HD che LD, deve dichiarare le seguenti caratteristiche (norme UNI EN 772-3 e UNI EN 772-16), indicate complessivamente con il termine "configurazione" (ciascun parametro dichiarato deve essere espresso o attraverso un limite inferiore o attraverso un limite superiore o come intervallo di valori: il valore medio risultante dalla misurazione dei campioni di prova deve ricadere all'interno dell'intervallo o del limite dichiarato).

- Forma e caratteristiche dell'elemento, inclusa la direzione delle eventuali perforazioni

L'elemento può avere forma regolare (perfettamente rettangolare) o speciale (non a forma di parallelepipedo rettangolo) e la direzione dei fori può essere orizzontale o verticale. Può essere utile illustrare tali caratteristiche attraverso illustrazioni o disegni.

- Volume dei vuoti

Il dato di riferimento è il valore medio, arrotondato all'unità percentuale ed espresso come percentuale

del volume lordo dell'elemento.

- Volume del maggiore tra i vuoti

Espresso come percentuale del volume lordo dell'elemento.

- Volume ed area dei fori di presa

Se rilevante, nel caso di elementi LD portanti e perforati verticalmente, il produttore deve dichiarare l'area dei fori di presa (fori passanti, perpendicolari al letto di posa, conformati in modo da facilitare la presa dell'elemento). Il volume dei fori di presa va espresso come percentuale del volume lordo dell'elemento.

- Spessore delle pareti interne (setti) e delle pareti esterne

Se rilevante, il produttore deve dichiarare lo spessore delle pareti interne ed esterne degli elementi per muratura di laterizio LD con funzioni portanti ed a foratura verticale o orizzontale.

Per elementi di muratura di laterizio LD per tamponamento, destinati ad essere riempiti con calcestruzzo o malta, il produttore deve dichiarare lo spessore minimo delle pareti esterne di faccia e di testa e lo spessore minimo delle pareti interne.

- Spessore combinato delle pareti interne e delle pareti esterne da faccia a faccia (longitudinale)
- Spessore combinato delle pareti interne e delle pareti esterne da testa a testa (trasversale)
- Area dei vuoti della superficie di posa

Il valore deve essere espresso come percentuale di lunghezza x larghezza dell'elemento

- Volume totale delle cavità (depressione su una o entrambe le facce di posa di un elemento).

Il volume totale delle cavità deve essere ≤ 20% del volume lordo dell'elemento (solo per HD).

#### Principali variazioni rispetto alle metodiche precedenti (UNI 8942)

La procedura di prova per la determinazione della percentuale di foratura consentiva il ricorso a due metodi alternativi: il primo prevede il taglio del provino e l'utilizzo di inchiostro e planimetro di Amsler (determinazione dell'area dei fori della superficie di posa); il secondo, sconsigliato dalla stessa norma, è basato su un insieme di operazioni concettualmente riconducibili a quelle della nuova norma ma eseguite secondo modalità empiriche e di non eccessiva precisione.

Erano, inoltre, previsti dei limiti di accettazione: la percentuale di foratura non deve differire di più del +2% e -5% dal valore nominale.

#### DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA A SECCO LORDA (O APPARENTE) E NETTA (O ASSOLUTA): UNI EN 772-13

##### Provini

In base a quanto stabilito dalla UNI EN 771-1 per le prove iniziali di tipo, il numero di provini da esami-

nare è 10. Ogni provino è costituito da un elemento intero.

#### Procedimento

Dopo avere essiccato i provini fino a massa costante ( $M_{dry,u}$ ) ed averne calcolato il volume lordo ( $V_{g,u}$ , in  $mm^3$ , ottenuto per via geometrica secondo la UNI EN 772-16) e netto ( $V_{n,u}$ , in  $mm^3$ , ottenuto con il metodo della pesata idrostatica secondo la UNI EN 772-3), si determinano la massa volumica a secco assoluta e la massa volumica a secco apparente.

#### Espressione dei risultati

La massa volumica a secco assoluta o netta ( $\rho_{n,u}$ ), prevista solo nel caso di elementi forati, è data da:

$$\rho_{n,u} = \frac{m_{dry,u}}{V_{n,u}} \times 10^6 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

La massa volumica a secco apparente o lorda ( $\rho_{g,u}$ ) è data da:

$$\rho_{g,u} = \frac{m_{dry,u}}{V_{g,u}} \times 10^6 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Ambedue i parametri sono espressi al più prossimo  $5 \text{ kg/m}^3$  (per valori  $\leq 1000 \text{ kg/m}^3$ ) o  $10 \text{ kg/m}^3$  (per valori  $> 1000 \text{ kg/m}^3$ ).

#### Dichiarazioni del produttore

- Massa volumica a secco apparente o lorda  
La massa volumica a secco apparente (o lorda) media per murature protette deve essere  $> 1000 \text{ kg/m}^3$  per i prodotti HD e  $\leq 1000 \text{ kg/m}^3$  per i prodotti LD.

Il parametro (valore medio e, facoltativamente, valori massimo e minimo) deve essere obbligatoriamente dichiarato dal produttore per gli elementi LD mentre per gli HD solamente nel caso in cui sia rilevante per gli utilizzi per i quali l'elemento è immesso sul mercato e in tutti i casi in cui sia previsto l'utilizzo in strutture soggette a requisiti acustici.

Il valore dichiarato non deve differire dal valore medio ottenuto da misurazioni effettuate su un lotto del prodotto più di quanto consentito dalle seguenti categorie, di cui una deve essere dichiarata dal produttore:

D1 = 10%

D2 = 5%

$D_m$  = differenza percentuale dichiarata dal produttore, più ampia o più ristretta delle altre categorie.

- Massa volumica a secco assoluta o netta  
Il parametro (valore medio e, facoltativamente valori massimo e minimo), qualora rilevante per gli utilizzi per i quali l'elemento è immesso sul mercato, deve essere dichiarato dal produttore sia per i prodotti HD che LD. La sua determinazione è prevista solo nel caso di elementi forati.

Il valore dichiarato non deve differire dal valore

medio ottenuto da misurazioni effettuate su un lotto del prodotto più di quanto consentito dalle categorie D1, D2 e  $D_m$  (definite come sopra).

#### Principali variazioni rispetto alle metodiche precedenti (UNI 8942)

La norma UNI prevedeva la determinazione della massa volumica e della massa volumica apparente (o densità apparente) secondo metodologie di prova differenti (planimetro di Amsler o altro metodo per la determinazione della percentuale di foratura) da quelle indicate nella nuova normativa.

I limiti di accettazione previsti sono di  $\pm 8\%$  rispetto al valore nominale per quanto riguarda la massa volumica e fanno riferimento ad un valore da concordare per la massa volumica apparente (per i laterizi alleggeriti in pasta  $\leq 1450 \text{ kg/m}^3$ ).

#### DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE: UNI EN 772-1

##### Provini

In base a quanto stabilito dalla UNI EN 771-1 per le prove iniziali di tipo il numero di provini da esaminare è 10. Ogni provino è costituito da un elemento intero.

##### Procedimento

Le superfici di ciascun provino su cui verrà applicato il carico per la determinazione della resistenza a compressione devono essere preparate in modo tale da ottenere una condizione di piano parallelismo ed assicurare così una uniformità di applicazione del carico.

Le modalità di preparazione sono di due tipi: mediante rettifica o mediante livellamento con malta in funzione del tipo di superficie del prodotto.

Successivamente i provini vengono sottoposti alla prova di resistenza alla compressione applicando un carico uniformemente distribuito e incrementato in modo continuo fino alla rottura (dapprima una velocità di carico definita "conveniente" quindi, raggiunta circa la metà del carico massimo presunto, una velocità che consenta di raggiungere la rottura per compressione entro circa 1 minuto).

L'orientamento a cui sottoporre i campioni durante la prova (applicazione del carico parallelo o perpendicolare rispetto alla direzione delle eventuali perforazioni, su quale faccia si applica il carico, ecc.) deve essere espressamente indicato dal produttore, essendo funzione delle reali condizioni di posa dei mattoni.

Nel caso che gli elementi sottoposti a rettifica abbiano altezza  $< 40 \text{ mm}$  o rapporto tra altezza e larghezza  $< 0.4$  deve essere sottoposto a compressione un campione composto da due provini sovrapposti uno sopra l'altro, senza malta o altro legante o intercalare di separazione.



### Espressione dei risultati

La resistenza a compressione di ogni singolo provino ( $N/mm^2$ ) si ottiene dividendo il carico massimo di rottura per l'area lorda sottoposta al carico (lunghezza x larghezza, determinate secondo la norma UNI EN 772-16). Nel caso di elementi per muratura con incavi che vengono riempiti di malta durante la messa in opera, se l'area netta di carico è  $\geq 35\%$  dell'area lorda la resistenza alla compressione va calcolata facendo riferimento all'area netta della superficie caricata (differenza tra area lorda della faccia di posa ed area dell'incavo).

### Dichiarazioni del produttore

Qualora rilevante per l'utilizzo previsto ed in tutti i casi in cui i campioni dovranno essere utilizzati in elementi soggetti a requisiti strutturali, il produttore, sia per i prodotti HD che LD, dovrà dichiarare le seguenti caratteristiche:

- Resistenza a compressione del prodotto
- La resistenza a compressione media di un qualunque lotto testato deve essere maggiore o uguale del valore dichiarato dal produttore.
- All'interno di un lotto, la resistenza a compressione di ogni singolo provino deve essere  $\geq$  all'80% del valore dichiarato dal produttore.
- Resistenza a compressione normalizzata (facoltativa) corrisponde alla resistenza a compressione di un elemento espressa come resistenza a compressione di un elemento asciutto equivalente di 100 mm di larghezza e di 100 mm di altezza).
- Categoria (I o II) del prodotto
- Modalità di esecuzione della prova

Occorre specificare ad esempio, se l'applicazione del carico è parallela o perpendicolare rispetto alla direzione delle eventuali perforazioni, su quale faccia si applica il carico, ecc.
- Modalità di posa in opera degli elementi ed eventuale riempimento con malta, durante la posa in opera, di alcuni dei fori presenti
- Tipologia di preparazione delle superfici per la prova di resistenza a compressione (rettifica o, laddove necessario, livellamento con malta).

### Principali variazioni rispetto alle metodiche precedenti (UNI 8942)

La procedura di prova è rimasta sostanzialmente invariata.

La norma UNI prevedeva comunque dei limiti di accettazione: il dato di riferimento, espresso sotto forma di resistenza caratteristica, non deve scendere più dell'8% rispetto al valore nominale ed il coefficiente di variazione deve essere  $\leq 20\%$ :

$$f_k = f_m (1 - K\delta)$$

dove:

$f_k$  = resistenza caratteristica a compressione ( $N/mm^2$ )

$f_m$  = media aritmetica della resistenza a compressione dei singoli elementi ( $N/mm^2$ )

$K$  = coefficiente dipendente dal numero di elementi sottoposti a prova (2.1 per 10 elementi, 2.33 per 6 elementi, ecc.)

$\delta = S/f_m$  = coefficiente di variazione

$S$  = deviazione standard ( $N/mm^2$ ).

### DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI SALI SOLUBILI ATTIVI: UNI EN 772-5

#### Provini

In base a quanto stabilito dalla UNI EN 771-1 per le prove iniziali di tipo il numero di provini da esaminare è 10. Ogni provino è costituito da un elemento intero.

#### Procedimento

La procedura prevista è finalizzata alla determinazione quantitativa del tenore di sali solubili attivi ( $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ) estratti con acqua distillata da un campione ricavato per macinazione dei 10 provini e passante da un setaccio di prova con maglie di 150  $\mu m$ .

Un quantitativo di 20 g del campione macinato, in soluzione con 200 ml di acqua distillata, viene posto in agitazione per 60 minuti, utilizzando un agitatore con movimento orizzontale di 20 mm e frequenza di  $120 \pm 5$  oscillazioni al minuto. La soluzione, privata del materiale in sospensione, viene, quindi, analizzata mediante apposita strumentazione analitica.

#### Espressione dei risultati

Vengono riportati i tenori di  $Mg^{2+}$  e della somma di  $Na^+$  e  $K^+$  esprimendoli al più prossimo 0.01%.

#### Dichiarazioni del produttore

Quando è previsto che il prodotto, in opera, abbia una completa protezione dalla penetrazione dell'acqua (ad esempio uno spesso strato di intonaco, un rivestimento, una parete interna) non è prevista alcuna richiesta in merito al contenuto di sali solubili (categoria S0).

Quando è previsto che il prodotto, in opera, abbia solo una limitata protezione (ad esempio un sottile strato di intonaco), il produttore deve dichiarare il contenuto di sali solubili attivi sulla base della classificazione riportata in tab. II, valida sia per elementi HD che LD.

#### Principali variazioni rispetto alle metodiche precedenti (UNI 8942)

La norma UNI 8942 non prevedeva alcuna determinazione quantitativa del contenuto di sali solubili, ma solo una valutazione estremamente qualitativa dell'effetto estetico che essi producono, tramite l'esecuzione della prova di attitudine alle efflorescenze, non contemplata dalla nuova normativa.

Tab. II - Classificazione prevista dalla norma UNI EN 771-1 sulla base del contenuto di sali solubili attivi.

Categoria di appartenenza	% totale in massa non maggiore di	
	K <sup>+</sup> + Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
S0	nessuna richiesta	nessuna richiesta
S1	0.17	0.08
S2	0.06	0.03

#### DETERMINAZIONE DELLA DILATAZIONE DOVUTA ALL'UMIDITÀ: UNI EN 772-19

##### Provini

In base a quanto stabilito dalla UNI EN 772-19 il numero di provini da esaminare è 6.

Ciascun provino deve essere ricavato per taglio dalla parete esterna di un elemento intero, in senso parallelo alla direzione delle perforazioni, e deve avere lunghezza compresa tra 150 e 250 mm e larghezza minima 40 mm.

##### Procedimento

La prova consiste nella misura della variazione di lunghezza dopo bollitura in acqua per 24 ore di elementi per muratura di laterizio a perforazione orizzontale.

I provini, dopo una ricottura in forno fino a 600°C ed un condizionamento a temperatura ambiente per almeno 20 ore, vengono misurati due volte nel senso della lunghezza, a distanza di tre ore ( $l_1$ ,  $l_2$  e valore medio  $l_{m1}$ , al più prossimo 0.01 mm). In seguito sono immersi in acqua bollente per 24 ore: quindi, dopo condizionamento a temperatura ambiente per un'ora, nuovamente misurati due volte a distanza di 24 ore (valore medio  $l_{m2}$ , al più prossimo 0.01 mm).

##### Espressione dei risultati

La dilatazione all'umidità  $e_s$  (al più prossimo 0.1 mm/m) è ottenuta applicando la formula:

$$e_s = 1000 \times (l_{m2} - l_{m1}) / l_{m1}$$

##### Dichiarazioni del produttore

La prova, applicabile esclusivamente agli elementi per muratura di laterizio a perforazione orizzontale, con una dimensione  $\geq 400$  mm, con spessori delle pareti esterne  $< 12$  mm e previsti per essere intonacati, è da eseguire solamente nei Paesi nei quali esistono limitazioni alla dilatazione all'umidità, in conformità alle disposizioni valide nel luogo di utilizzo previsto degli elementi.

##### Principali variazioni rispetto alle metodiche precedenti (UNI 8942)

La prova non era contemplata dalla norma UNI 8942.

#### DETERMINAZIONE DELL'ASSORBIMENTO D'ACQUA (SOLO HD): UNI EN 771-1, APPENDICE C

##### Provini

In base a quanto stabilito dalla UNI EN 771-1 per le prove iniziali di tipo il numero di provini da esaminare è 10. Ogni provino è costituito da un elemento intero.

##### Procedimento

La prova consiste nella determinazione della percentuale di acqua assorbita dalla massa di un provino, dapprima essiccato a 105°C fino a massa costante (massa secca  $m_d$ ) e successivamente immerso completamente in acqua per 24 ore a temperatura ambiente (massa umida  $m_w$ ).

##### Espressione dei risultati

L'assorbimento d'acqua  $W_i$ , espresso in percentuale della massa del provino essiccato ed arrotondato al più prossimo 1%, è dato da:

$$W_i = 100 \frac{m_w - m_d}{m_d}$$

##### Dichiarazioni del produttore

Per elementi per muratura di laterizio HD il cui impiego sia previsto in pareti esterne, con la faccia degli elementi esposta alla pioggia, il produttore deve dichiarare un valore di assorbimento d'acqua.

Il valore medio di assorbimento d'acqua di un qualunque lotto di provini testati deve essere minore (o uguale) al valore dichiarato.

Per gli elementi per muratura di laterizio LD non esistono prescrizioni relative all'assorbimento d'acqua.

##### Principali variazioni rispetto alle metodiche precedenti (UNI 8942)

La procedura di prova è rimasta sostanzialmente invariata.

La "vecchia" norma prevedeva dei limiti di accettazione: intervallo di valori compreso tra 10% e 25% (15-40 % per gli alveolati).

#### DETERMINAZIONE DELL'ASSORBIMENTO D'ACQUA PER CORSI DI IMPERMEABILIZZAZIONE (SOLO HD): UNI EN 772-7

##### Provini

In base a quanto stabilito dalla UNI EN 771-1 per le

prove iniziali di tipo il numero di provini da esaminare è 10. Ogni provino è costituito da un elemento intero.

#### Procedimento

La prova, applicabile esclusivamente ad elementi in laterizio utilizzati per la realizzazione di corsi impermeabili, consiste nella determinazione della percentuale di acqua assorbita dalla massa di un provino, dapprima essiccato a 105°C fino a massa costante (massa secca  $m_d$ ) e successivamente immerso in acqua bollente per 5 ore (massa saturata  $m_s$ , determinata dopo un raffreddamento dell'acqua di almeno 16 ore).

#### Espressione dei risultati

L'assorbimento d'acqua  $W_s$ , arrotondato allo 0.1% ed espresso in percentuale della massa del provino essiccato, è dato da:

$$W_s = 100 \frac{m_s - m_d}{m_d}$$

#### Dichiarazioni del produttore

Per elementi per muratura di laterizio HD impiegati per ottenere corsi impermeabili, il produttore deve dichiarare un valore di assorbimento d'acqua.

Il valore medio di assorbimento d'acqua di un qualunque lotto di provini testati deve essere minore o uguale al valore dichiarato.

#### Principali variazioni rispetto alle metodiche precedenti (UNI 8942)

La norma UNI 8942 prevedeva la determinazione dell'assorbimento d'acqua bollente, con una procedura di prova sostanzialmente invariata, solamente come parte della prova di stima del rischio di gelività (non contemplata dalle norme europee probabilmente a causa del suo limitato livello di attendibilità).

#### DETERMINAZIONE DELLA VELOCITÀ INIZIALE DI ASSORBIMENTO D'ACQUA (SOLO HD): UNI EN 772-11

##### Provini

In base a quanto stabilito dalla UNI EN 771-1 per le prove iniziali di tipo il numero di provini da esaminare è 10. Ogni provino è costituito da un elemento intero.

##### Procedimento

La faccia di posa (di area  $A_s$ ) di campioni essiccati fino a massa costante ( $m_{dry,s}$ ) è immersa in acqua per una durata di tempo  $t$  ( $60 \pm 2$  secondi), allo scopo di determinare l'incremento della massa del campione ( $m_{so,s}$ , massa dopo immersione).

Si dispongono in una vasca i provini, con la faccia di posa appoggiata su un supporto in modo che non

tocchi il fondo della vasca immergendoli in acqua per una altezza di  $5 \pm 1$  mm.

Mantenendo costante il livello dell'acqua per tutta la durata della prova; i provini vengono tolti dalla vasca dopo averli lasciati immersi per  $60 \pm 2$  secondi, tamponati per togliere l'acqua superficiale e pesati.

#### Espressione dei risultati

Il tasso iniziale di assorbimento d'acqua  $c_{wi,s}$  (espresso al più prossimo  $0.1 \text{ kg/m}^2 \text{ min}^{-1}$ ) è esprimibile attraverso la seguente relazione:

$$c_{wi,s} = 1000 \frac{m_{so,s} - m_{dry,s}}{t A_s}$$

#### Dichiarazioni del produttore

Per elementi per muratura di laterizio HD il produttore deve dichiarare, qualora sia rilevante per l'utilizzo previsto, un valore di tasso iniziale di assorbimento d'acqua. Il tasso iniziale di assorbimento d'acqua medio di un qualunque lotto testato deve essere minore o uguale al valore dichiarato dal produttore.

#### Principali variazioni rispetto alle metodiche precedenti (UNI 8942)

La procedura di prova per la determinazione dell'imbibizione (tasso iniziale di assorbimento d'acqua) è simile. I limiti fissati dalla UNI 8942 impongono che l'imbibizione sia compresa tra 8 e 20 g/dm<sup>2</sup> (tra 12 e 30 g/dm<sup>2</sup> per gli alveolati).

#### RISULTATI SPERIMENTALI OTTENUTI SU ALCUNI PRODOTTI

##### Dimensioni e tolleranze

Sono state sottoposte a prova alcune tipologie di mattoni faccia a vista, la maggior parte delle quali ha presentato tolleranza di valore medio T2 e di campo R2. Pochi sono stati i prodotti con tolleranze T1 ed R1.

Sono state testate anche alcune tipologie di foratini e tramezze, con tolleranza di valore medio T2+ o T2 (alcuni prodotti, con valori > T1, rientrano nella categoria Tm) e con tolleranza di campo R2+ o R2.

##### Configurazione

Sono state sottoposte a prova alcune tipologie di prodotto, con i seguenti risultati di percentuale media dei vuoti:

- mattoni faccia a vista estrusi = da 27 a 43% (media 36%)
- foratini e tramezze = da 56 a 72% (media 64%).

#### Massa volumica a secco apparente (o lorda) e massa volumica a secco assoluta (o netta)

Sono state sottoposte a prova alcune tipologie di prodotto, con i seguenti risultati:

- Mattoni faccia a vista pieni  
Massa volumica a secco apparente o lorda = da 1390 a 1660 kg/m<sup>3</sup> (media 1540 kg/m<sup>3</sup>);
- Mattoni faccia a vista forati  
Massa volumica a secco apparente o lorda = da 1050 a 1260 kg/m<sup>3</sup> (media 1160 kg/m<sup>3</sup>);  
Massa volumica a secco assoluta o netta = da 1710 a 1960 kg/m<sup>3</sup> (media 1840 kg/m<sup>3</sup>);
- Foratini e tramezze  
Massa volumica a secco apparente o lorda = da 500 a 770 kg/m<sup>3</sup> (media 630 kg/m<sup>3</sup>);  
Massa volumica a secco assoluta o netta = da 1680 a 1795 kg/m<sup>3</sup> (media 1755 kg/m<sup>3</sup>).

### Resistenza a compressione

Sono state sottoposte a prova alcune tipologie di prodotto, con i seguenti risultati di resistenza a compressione media:

- mattoni faccia a vista stampati in pasta molle = da 21 a 39 N/mm<sup>2</sup> (media 29 N/mm<sup>2</sup>);
- mattoni faccia a vista estrusi = da 46 a 77 N/mm<sup>2</sup> (media 59 N/mm<sup>2</sup>);
- foratini e tramezze (carico applicato in direzione ortogonale alla direzione dei fori) = da 4 a 16 N/mm<sup>2</sup> (media 9 N/mm<sup>2</sup>).

### Contenuto di sali solubili attivi

Sono state sottoposte a prova alcune tipologie di mattoni faccia a vista: il contenuto medio di sali solubili attivi è riportato in tabella III.

### Dilatazione all'umidità

I pochissimi dati a disposizione, su foratini e tramezze, indicano valori attestati attorno a 0.2 mm/m.

### Assorbimento d'acqua

Sono state sottoposte a prova alcune tipologie di prodotto, con i seguenti risultati di assorbimento d'acqua medio:

- mattoni faccia a vista stampati in pasta molle = da 14 a 25% (media = 19%);
- mattoni faccia a vista estrusi = da 9 a 15% (media 13%).

### Velocità iniziale di assorbimento d'acqua

Sono state sottoposte a prova alcune tipologie di prodotto di mattoni faccia a vista, con i seguenti

risultati di tasso iniziale di assorbimento d'acqua medio:

- mattoni faccia a vista stampati in pasta molle = da 2.5 a 3.6 kg/m<sup>2</sup> min<sup>-1</sup> (media 3.0 kg/m<sup>2</sup> min<sup>-1</sup>).

### BIBLIOGRAFIA

89/106/CEE. Direttiva del Consiglio del 21 dicembre 1988 relativa al riavvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrativi degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione.

EN 771-1. Specification for masonry units. Clay masonry units.

EN 772-1. Methods of test for masonry units. Determination of compressive strength.

EN 772-3. Methods of test for masonry units. Determination of net volume and percentage of voids of clay masonry units by hydrostatic weighing.

EN 772-5. Methods of test for masonry units. Determination of the active soluble salts content of clay masonry units.

EN 772-7. Methods of test for masonry units. Determination of water absorption of clay masonry damp proof course units by boiling water.

EN 772-11. Methods of test for masonry units. Determination of water absorption aggregate concrete, manufactured stone and natural stone masonry units due to capillary action and the initial rate of water absorption of clay masonry units.

EN 772-13. Methods of test for masonry units. Determination of net and gross dry density of masonry units.

EN 772-16. Methods of test for masonry units. Determination of dimensions.

EN 772-19. Methods of test for masonry units. Determination of moisture expansion of large horizontally perforated clay masonry units.

EN 772-20. Methods of test for masonry units. Determination of flatness of faces of masonry units.

UNI 8942-1. Prodotti di laterizio per murature. Terminologia e sistema di classificazione.

UNI 8942-2. Prodotti di laterizio per murature. Limiti di accettazione.

UNI 8942-3. Prodotti di laterizio per murature. Metodi di prova.

D.M. 20.11.87. Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e controllo degli edifici in muratura e loro consolidamento.

Tab. III - Sali solubili attivi misurati su elementi di laterizio faccia a vista.

% totale in massa			
K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> + Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
0.00-0.05	0.00-0.02	0.00-0.06	0.00-0.02
(media = 0.01)	(media = 0.01)	(media = 0.01)	(media = 0.00)

Tutti i prodotti testati rientrano nella categoria S2.