

**Nonostante la massima cura nella stesura del testo, si declina ogni responsabilità per eventuali errori o imprecisioni.**

**Il materiale è destinato ad uso esclusivamente didattico, a disposizione degli studenti della specializzazione EDILIZIA.**

## **LA NORMA UNI 8942 “PRODOTTI DI LATERIZIO PER MURATURE”**

La norma, predisposta dalla “Commissione Edilizia” dell’UNI, è stata pubblicata nel novembre 1986. Essa si riferisce in generale a tutti i tipi di laterizi che trovano impiego nelle strutture murarie, sia portanti che non portanti.

E’ opportuno rilevare in primo luogo che la norma non si occupa dell’unificazione dimensionale dei prodotti: in proposito esistono solo alcune vecchie tabelle UNI sperimentali (ormai superate) pubblicate negli anni 1965-67, che però in pratica, come già segnalato, non hanno trovato applicazione salvo che per il mattone UNI (formato 5,5 x 12 x 25 cm) ed il mattone doppio UNI (formato 12 x 12 x 25 cm).

La norma UNI 8942 è suddivisa in tre parti fondamentali e più precisamente:

Parte 1° - Terminologia e sistemi di classificazione

Parte 2° - Limiti di accettazione

Parte 3° - Metodi di prova

### **Parte 1° - “Terminologia e sistemi di classificazione”**

Le definizioni di base, date dalla norma per i materiali da muro, sono le seguenti:

- mattoni: prodotti di laterizio di forma generalmente parallelepipeda con volume minore o uguale a 5500 cm<sup>3</sup>;
- blocchi: prodotti di laterizio di forma generalmente parallelepipeda con volume maggiore di 5500 cm<sup>3</sup>;
- mattoni e blocchi da rivestimento: materiali prodotti in modo da poter essere posti in opera faccia a vista (senza intonaco); commercialmente sono compresi in questa categoria i materiali detti paramano, i listelli e le piastre da rivestimento;
- pezzi complementari speciali o di corredo: sottomultipli, mazzette, ecc.

Tutti i materiali non da rivestimento sono genericamente denominati “comuni”.

I criteri essenziali che vengono assunti come riferimento per la classificazione dei prodotti sono:

- la percentuale di foratura  $\emptyset$
- la giacitura in opera
- la tecnologia di produzione.

La percentuale di foratura  $\emptyset$  dell’elemento è espressa dal rapporto  $100F/A$ , dove A è l’area della superficie ortogonale alla direzione dei fori delimitata dal suo perimetro ed F è la somma delle aree dei fori, passanti e non passanti, compresi nell’area A.

A tale proposito, in una nota, la norma precisa che la definizione del rapporto di foratura deve essere adeguatamente interpretata quando il perimetro è caratterizzato da intagli, rientranze, sporgenze, ecc. aventi una superficie considerevole.

Infatti, ad esempio, si può ipotizzare un pezzo avente una sezione a doppio T senza fori: la percentuale di foratura calcolata con il metodo sopra indicato risulterebbe nulla, come se si trattasse di un mattone pieno di forma rettangolare.

Si andrebbe quindi incontro ad una incongruenza, che potrebbe essere causa di equivoci.

Riguardo alla percentuale di foratura, gli elementi vengono così classificati:

- mattoni pieni:  $100 F/A \leq 15\%$

- mattoni e blocchi semipieni tipo A:  $15\% < 100 F/A \leq 45\%$
- mattoni e blocchi semipieni tipo B:  $45\% < 100 F/A \leq 55\%$
- mattoni e blocchi forati:  $100 F/A > 55\%$

Più semplice è la classificazione in funzione della giacitura in opera in quanto gli elementi, mattoni e blocchi, possono appartenere alla famiglia dei “fori verticali” o a quella dei “fori orizzontali”. Per quanto riguarda, infine, la tecnologia di produzione i materiali si classificano in:

- estrusi (con masse normale o con massa alveolata);
- pressati ( in pasta, oppure in polvere);
- formati a mano.

Inoltre i prodotti, durante o dopo il ciclo di produzione, possono essere rettificati o calibrati.

## **Parte 2° “Limiti di accettazione”**

Questa seconda parte della norma precisa le caratteristiche prestazionali del prodotto da prendere in considerazione ed i relativi limiti di accettazione.

In merito alla individuazione (scelta) degli elementi da sottoporre a verifica sono previsti due distinti piani di campionamento e cioè quello per il collaudo di accettazione della fornitura alla consegna (qualora ciò venga richiesto) e quello per i controlli sistematici in stabilimento da effettuare durante la fase di produzione (autocontrollo).

In linea di principio il campionamento per il collaudo di accettazione alla consegna deve venire effettuato con modalità che garantiscano la casualità del prelievo; a tal fine può considerarsi sufficiente una suddivisione della fornitura in un numero di parti pari al numero dei provini, costituenti il campione da esaminare, con il prelievo di ognuno di essi dai singoli lotti in cui la fornitura stessa è stata suddivisa.

Il campionamento per il controllo in stabilimento (autocontrollo) deve essere invece effettuato secondo le modalità indicate in un apposita appendice (appendice A), sulla quale si ritornerà in seguito.

Il numero dei provini da prelevare per ciascuna delle caratteristiche che si intende controllare è indicato in un apposito prospetto sia per il caso dell’autocontrollo che per quello del collaudo di una fornitura.

In una tabella denominata “Limiti di accettazione” vengono chiaramente indicati i valori di soglia ammessi per le singole caratteristiche prese in considerazione e, se del caso, le tolleranze ammissibili: ali valori vengono precisati distintamente per quattro grandi tipologie di prodotti e cioè: con massa normale - da rivestimento - rettificati, calibrati o pressati a secco - con massa alveolata

Nella tabella non sono contemplati i prodotti formati a mano, per i quali i valori di accettazione possono essere eventualmente concordati di volta in volta con la committenza

Le caratteristiche prestazionali prese in considerazione dalla norma possono essere così elencate: aspetto;

- dimensioni, spessore delle pareti e relative tolleranze;
- forma (planarità delle facce, rettilineità degli spigoli, percentuale di foratura), massa volumica;
- resistenza meccanica a compressione (valore caratteristico e coefficiente di variazione; a tale riguardo la norma non stabilisce alcun requisito ma fa riferimento al valore nominale dichiarato dal produttore);
- resistenza a trazione per taglio, resistenza a flessione per taglio ( i relativi limiti sono da concordare caso per caso);
- inclusioni calcaree;
- efflorescenze;
- comportamento alle azioni igrotermiche: imbibizione, assorbimento d’acqua (anche in relazione al rischio di gelività), porosità (mediante l’impiego del porosimetro a penetrazione di mercurio).

L'Appendice A sopra citata, intitolata "Modalità per i controlli effettuati dal produttore", ovviamente non si riferisce a quei controlli che il produttore è chiamato in genere a svolgere nel corso del ciclo produttivo allo scopo di verificarne il regolare svolgimento, ma soltanto quelle verifiche da effettuare sul prodotto finito.

In pratica, l'Appendice è essenzialmente costituita da un prospetto nel quale, in corrispondenza delle più significative caratteristiche del prodotto, viene indicata la periodicità con cui effettuare il prelievo delle campionature sulle quali effettuare le prove di controllo.

Nel prospetto sono inoltre indicate le modalità da seguire nella registrazione dei risultati ottenuti, sia attraverso specifiche schede, oppure su "carte di controllo".

Un ulteriore completamento della seconda parte della norma è costituito dall'Appendice B, intitolata "Limiti di accettazione dei difetti visibili".

Da questo particolare punto di vista, la norma prende in considerazione singolarmente:

- i mattoni pieni privi di foratura (per i quali piccoli intagli o fessure superficiali dovuti ai normali metodi di produzione o al trasporto non costituiscono motivo di rifiuto):

- i prodotti a fori verticali (mattoni pieni con foratura fino al 15%, mattoni e blocchi semipieni);

- i prodotti a fori orizzontali (blocchi semipieni, mattoni e blocchi forati).

Per ciascun gruppo vengono stabiliti il tipo, la lunghezza e il numero delle fessure ammissibili, rapportando tali limiti anche all'area della sezione o al numero di file di fori dell'elemento.

Per le facce dei prodotti da rivestimento destinate a rimanere in vista esiste poi una apposita tabella, naturalmente più severa di quella per i materiali comuni.

Qualche indicazione viene fornita anche sui limiti ammissibili per le protuberanze e le scagliature.

Infine, al termine della seconda parte della norma, è stata molto opportunamente introdotta una serie di "chiarimenti" relativi alle modalità di compilazione delle carte di controllo, le quali, come è noto, consistono in diagrammi nei quali le ascisse sono rappresentative del tempo in cui sono avvenute le osservazioni mentre le ordinate rappresentano i valori assunti dalla caratteristica in esame.

L'andamento di tali valori permette di cogliere una eventuale tendenza verso il manifestarsi di anomalie, dando così modo di intervenire tempestivamente sul processo produttivo.

Le carte di controllo possono essere di due tipi: per variabili, quando la grandezza in esame può variare in modo continuo (ad esempio la resistenza a compressione) e per attributi, quando la caratteristica (qualitativa) della grandezza in esame può assumere solo due distinte configurazioni (ad esempio fessurato e non fessurato).

**Tabella - Limiti di accettazione per prodotti laterizi secondo la UNI 8942/1986**

<b>Caratteristica</b>	<b>Prodotti con massa normale</b>	<b>Prodotti da rivestimento*</b>	<b>Prodotti rettificati calibrati o pressati a secco*</b>	<b>Prodotti con massa alveolata</b>	<b>Metodo UNI 8942/3</b>
<b>Limiti e/o tolleranze</b>					
<b>Aspetto</b>	vedere appendice B	vedere appendice B	vedere appendice B	vedere appendice B	punto 4
<b>Dimensioni</b>					
- lunghezza nel senso dei fori	±4% (max ±8 mm)	±3% (max ±3 mm)	±1% (max ±5 mm)	±4% (max ±8 mm)	punto 5
- altre dimensioni	±3% (max ±6 mm)	±2% (max ±5 mm)	±1% (max ±1 mm)	±3% (max ±6 mm)	punto 5
- spessore pareti: interne*** esterne***	6 mm min 7 mm min	6 mm min 15 mm min	(stessi limiti secondo se comuni o da rivestimento)	7 mm min 10 mm min	punto 5 punto 5
<b>Forma e massa volumica</b>					
- planarità facce lungo le diagonali	fino a 10 cm ±3 mm oltre 10 cm ±3% (max ±6 mm)	fino a 10 cm ±2 mm oltre 10 cm <2% (max ±5 mm)	fino a 10 cm <1 mm oltre 10 cm <1%	fino a 10 cm ±3 mm oltre 10 cm ±3% (max ±6 mm)	punto 6
- rettilineità degli spigoli	fino a 10 cm ±3 mm oltre 10 cm ±3% (max ±6 mm)	fino a 10 cm ±2 mm oltre 10 cm ±2%	fino a 10 cm <1 mm oltre 10 cm <1%	fino a 10 cm ±3 mm oltre 10 cm ±3% (max ±6 mm)	punto 6
- ortogonalità degli spigoli	da concordare	fino a 10 cm ≤2 mm oltre 10 cm ≤2%	fino a 10 cm <1 mm oltre 10 cm <1%	da concordare	punto 6
- percentuale foratura	nominale <sup>+2</sup> <sub>-5</sub>	nominale <sup>+2</sup> <sub>-5</sub>	nominale <sup>+2</sup> <sub>-5</sub>	nominale <sup>+2</sup> <sub>-5</sub>	punto 6
- massa volumica	nominale ±8%	nominale ±8%	nominale ±8%	nominale ±8%	punto 7
- densità apparente	da concordare	da concordare	da concordare	≤1450 kg/m <sup>3</sup>	punto 7
<b>Resistenza meccanica</b>					
- resistenza compressione** val. caratteristico	min nominale -8%	min nominale -8%	min nominale -8%	min nominale -8%	punto 8
- coefficiente di variazione della resistenza a compress. (C <sub>v</sub> )	20% max	20% max	20% max	20% max	punto 8
- trazione per taglio	da concordare	da concordare	da concordare	da concordare	punto 9

- flessione per taglio	da concordare	da concordare	da concordare	da concordare	punto 10
<b>Determinazione delle inclusioni</b>					
- inclusioni calcaree	diametro medio crateri <15 mm massimo 3 crateri $7 < \phi < 15$ mm per dm <sup>2</sup>	diametro medio crateri <5 mm massimo 3 crateri $3 < \phi < 5$ mm per dm <sup>2</sup>	(stessi limiti secondo se comuni o da rivestimento)	diametro medio crateri <15 mm massimo 3 crateri $7 < \phi < 15$ mm per dm <sup>2</sup>	punto 11
- efflorescenza	grado medio	grado leggero	grado medio	grado medio	punto 12
<b>Comportamento ad azioni igrotermiche</b>					
- imbibizione	8 a 20 g/dm <sup>2</sup>	8 a 20 g/dm <sup>2</sup>	8 a 20 g/dm <sup>2</sup>	12 a 30 g/dm <sup>2</sup>	punto 13
- assorbimento acqua quantità*	10 a 25%	10 a 25%	10 a 25%	15 a 40%	punto 14
- rischio gelività*	basso per esterni	basso	basso per esterni (da concordare per gli altri)	basso per esterni (da concordare per gli altri)	punto 14
- porosità	tracciare curva porosimetrica con in ascissa il diametro dei pori ed in ordinata il volume dei pori in rapporto al volume apparente del campione				punto 15
* I limiti per le dimensioni e la forma si intendono riferiti sulle sole facce o spigoli oggetto della lavorazione e del controllo.					
** Espresso con $f_b$ , la grandezza $f_b$ è valida sia in direzione perpendicolare sia in direzione parallela al piano di posa.					
*** Gli spessori indicati costituiscono dei valori minimi per la produzione e le manipolazioni nelle varie fasi sino alla messa in opera. Per quanto concerne le caratteristiche meccaniche dei singoli elementi (mattoni o blocchi) e le loro composizioni costruttive si dovrà fare riferimento a specifiche prescrizioni progettuali o, quando esistono, a norme specifiche riguardanti particolari applicazioni.					

### Parte 3° “Metodi di prova”

Questa ultima parte è essenzialmente dedicata ad una dettagliata descrizione dei metodi di prova da adottare per la determinazione del valore delle singole caratteristiche oggetto del controllo.

Dopo una breve introduzione, la norma passa in rassegna le caratteristiche prestazionali per le quali nella parte precedente vengono formulati i limiti di accettazione e descrive, caso per caso, la preparazione dei provini, le apparecchiature occorrenti e le procedure da seguire per l'effettuazione delle prove.

Le caratteristiche prese in considerazione dalla norma sono abbastanza numerose e, in questa sede, ci si limiterà ad una loro semplice elencazione, corredata soltanto da qualche sintetica indicazione sulle modalità operative che devono essere seguite durante la fase di controllo.

### Esame dell'aspetto

Si tratta di un semplice esame visivo degli elementi costituenti il campione, avente lo scopo di rilevare l'entità di particolari tipi di difetti (fessure, protuberanze, scagliature, sbavature).

### Determinazione delle dimensioni

Questo controllo, oltre alla misura delle dimensioni lineari medie del provino, comprende anche la determinazione dello spessore delle pareti esterne e dei setti,

### Controllo della forma

Questa verifica comprende l'esame della planarità delle facce, della rettilineità e ortogonalità degli spigoli, oltre al calcolo della percentuale di foratura.

Riguardo alla planarità, viene consigliato l'impiego di un regolo provvisto di corsoi scorrevoli mentre per la percentuale di foratura può essere usato un planimetro di Amsler (metodo esatto), oppure si può procedere alla sua determinazione mediante l'immersione in acqua dell'elemento forato, preventivamente imbibito, e la misurazione dell'innalzamento del livello del recipiente (metodo approssimato).

### Determinazione della massa volumica

La massa volumica è definita come il rapporto tra la massa (in kg) dell'elemento (essiccato) ed il suo volume netto (esclusi i vuoti), mentre la massa volumica apparente è il rapporto tra la massa dell'elemento (essiccato) ed il suo volume lordo (compresi i vuoti).

I metodi di misura sono analoghi a quelli relativi al rapporto di foratura, precedentemente citati.

### Determinazione della resistenza caratteristica a compressione

Le facce dell'elemento da porre a contatto con le piastre della pressa devono essere preventivamente spianate; nel caso che l'elemento sia a fori orizzontali, lo spianamento viene eseguito con pasta di zolfo. Fra l'elemento in prove e le piastre della pressa deve essere interposto un foglio di cartone dello spessore di 2 mm circa.

Il carico unitario va riferito all'area lorda della sezione resistente; oltre alla resistenza caratteristica deve essere determinato il coefficiente di variazione, dato dal rapporto tra lo scarto quadratico medio ed il valore medio delle resistenze ottenute per ciascun provino.

La resistenza può essere determinata in direzione dei fori o perpendicolarmente ad essi.

### **Determinazione della resistenza a trazione per taglio**

Si tratta di una prova a trazione indiretta, che viene eseguita sottoponendo l'elemento ad una compressione distribuita lungo le linee di mezzeria (superiore e inferiore) parallele ai lati più corti; il provino, in pratica, viene posto tra due coltelli orizzontali, previa interposizione (tra essi e l'elemento) di listelli di legno per meglio ripartire gli sforzi, e successivamente caricato fino a rottura. La prova dà risultati significativi solo per elementi con percentuali di foratura minori del 30%.

### **Determinazione della resistenza a trazione per flessione su listello**

La prova consiste nel portare a rottura per flessione un listello lungo almeno 12 cm. Ricavato da un elemento forato: tale prova, di esecuzione semplice e rapida, è suscettibile di essere correlata con la resistenza alla compressione dell'elemento e quindi viene considerata particolarmente significativa e pratica per il controllo continuativo in stabilimento.

### **Determinazioni delle inclusioni calcaree**

I provini vengono immersi in acqua a circa 80°C, portandola poi all'ebollizione per almeno tre ore.

### **Determinazione dell'attitudine alle efflorescenze**

La prova viene effettuata su quattro provini, tre dei quali vengono immersi per 4 giorni in acqua per un quarto della loro altezza, mantenendo costante il livello.

Successivamente i tre provini vengono estratti e confrontati con il quarto provino asciutto.

L'attitudine alle efflorescenze viene indicata con una delle seguenti classi:

- efflorescenza nulla: nessun apprezzabile deposito di sali in superficie;
- efflorescenza leggera: apparizione di una sottile patina bianca distribuita non uniformemente;
- efflorescenza media: apparizione di una patina sottile uniforme;
- efflorescenza forte: apparizione di un grosso strato di sale, di spessore e distribuzione uniformi, con cristallizzazioni superficiali che si staccano facilmente.

### **Determinazione dell'imbibizione (assorbimento specifico)**

Il provino essiccato viene immerso con la faccia "di letto" in acqua distillata per una profondità di 10 mm e per la durata di 1 minuto primo; l'imbibizione d'acqua, riferita all'area lorda della faccia immersa, viene espressa in grammi per decimetro quadrato e per minuto.

### **Determinazione dell'assorbimento d'acqua e stima del rischio di gelività**

La prova di assorbimento d'acqua consiste nell'immergere per 24 ore in acqua distillata il provino, precedentemente essiccato, e nella successiva determinazione, mediante pesata, della quantità d'acqua assorbita, espressa in percento della massa del provino stesso (essiccato).

Per ciò che concerne la valutazione del rischio di gelività, è noto che si può ricorrere, oltre al metodo appresso indicato, anche a quello che utilizza il porosimetro a penetrazione di mercurio oppure al tradizionale metodo dei cicli di gelo e disgelo.

La prova al porosimetro è però eccessivamente costosa per i controlli di routine, mentre il metodo dei cicli richiede tempi assai lunghi.

Risulta pertanto più agevole effettuare tale valutazione attraverso un metodo semplificato che richiede, oltre alla conoscenza del valore dell'assorbimento d'acqua, anche quello del coefficiente di saturazione valutato in base alla quantità d'acqua, espressa in percento della massa del provino essiccato, trattenuta dal provino stesso dopo immersione per 5 ore in acqua bollente.

Con tale metodo si riportano i valori dell'assorbimento e del coefficiente di saturazione rispettivamente in ascissa ed in ordinata di un particolare diagramma e, in base alla posizione del punto così individuato, si può valutare il rischio di gelività.

Il metodo ha un carattere orientativo, tanto che nel diagramma esiste una fascia di incertezza; qualora il punto cadesse entro di essa, occorrerebbe ricorrere agli altri metodi precedentemente indicati (vedere anche il capitolo undicesimo, al paragrafo "Gelività").

In nota, però, la norma richiama l'attenzione sul fatto che le determinazioni di laboratorio non forniscono un criterio valido nella totalità dei casi, tenuto conto che le condizioni a cui il materiale sarà effettivamente assoggettato in opera risultano molto diverse da zona a zona e che i fattori che intervengono nel fenomeno (numerosità dei passaggi attraverso lo 0°C della temperatura esterna, esposizione, ventilazione, ecc.) possono combinarsi tra loro nei modi più vari.

### Determinazione della porosità

Il procedimento appresso riportato, che deve anch'esso essere considerato come orientativo, prevede l'impiego del porosimetro a penetrazione di mercurio, mediante il quale è possibile determinare la distribuzione dei pori in funzione del loro diametro.

La prova consiste nello spingere del mercurio, sotto pressioni crescenti, nei pori di alcune barrette di laterizio ricavate dal provino in esame: viene in tal modo determinato il "diametro critico" di porosità, e cioè quel diametro tale che tutti i pori di diametro inferiore costituiscono complessivamente il 90% del volume della porosità.

In base al valore del diametro critico è possibile valutare il rischio di gelività (rischio che, secondo alcuni sperimentatori, risulterebbe modesto quando il diametro critico supera 1,8 micron).

### NOTE E COMPLEMENTI RELATIVI ALLA NORMA UNI 8942

#### Resistenza caratteristica alla compressione

E' utile riportare, dalla norma UNI 8942, il metodo che deve essere adottato per esprimere il risultato finale delle prove di compressione su elementi per murature, e cioè la resistenza caratteristica  $f_{bk}$ .

#### Espressione dei risultati

Il carico unitario viene calcolato facendo riferimento all'area lorda del provino delimitato dal perimetro della faccia sulla quale è stato applicato il carico (anche per gli elementi in laterizio con giunto di malta interrotto). Gli altri parametri per l'espressione dei risultati delle prove sono:

$$a) \text{ valore medio } f_b = \frac{\sum_{1}^n f_{bi}}{n}$$

dove  $f_{bi}$  è il risultato delle singole prove ed  $n$  è il numero dei risultati di prova;

$$b) \text{ stima dello scarto } s = \sqrt{\frac{\sum_{1}^n (f_b - f_{bi})^2}{n - 1}}$$

$$c) \text{ coefficiente di variazione } c_v = \frac{s}{f_b}$$

$$d) \text{ valore caratteristico } f_{bk} = f_b(1 - kc_v)$$

$$\text{oppure } f_{bk} = f_b - ks$$

dove  $k$  è il coefficiente dipendente dal frattile scelto e dal numero delle prove. Il prospetto seguente riporta i valori di  $k$  in funzione di  $n$ .

n	6	8	10	12	16	20	25	>=30
k	2.33	2.19	2.10	2.05	1.98	1.93	1.88	1.64

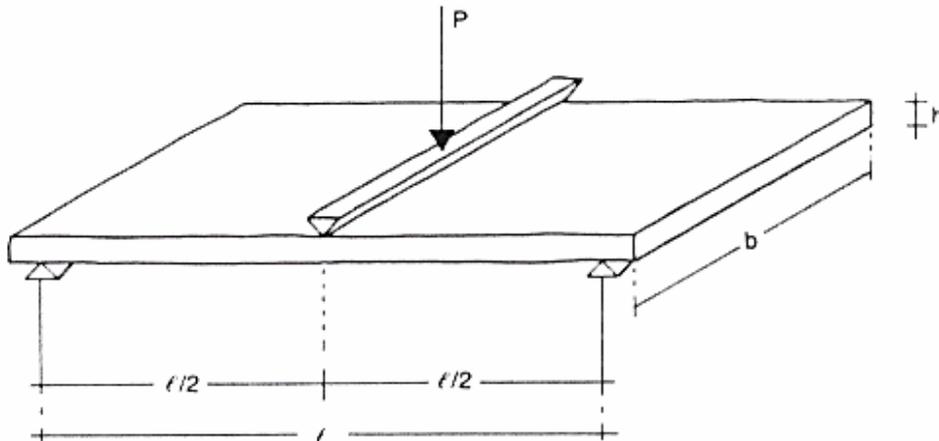
### CONSIDERAZIONI INTEGRATIVE

Accanto a quanto indicato dalle norme possono essere utilizzate prove capaci di fornire indicazioni con operazioni semplici e relativamente poco onerose, con lo scopo di snellire le operazioni di controllo in laboratorio, operazioni solo di utilizzazione interna.

### Prove di correlazione

Il controllo delle caratteristiche meccaniche degli elementi in laterizio è più agevole e perciò meno costoso operando su listelli (ottenuti, come già detto, segnando porzioni di setti dai mattoni o dai blocchi) che non con misurazione dirette.

Ad esempio: per misurare la resistenza a trazione per flessione agendo sui listelli, e con questa correlarsi alla resistenza a compressione dell'elemento, si richiede una apparecchiatura di prova e un dispendio di tempo certamente inferiore che non effettuando direttamente la prova di resistenza a compressione.



$$\text{risulta } \sigma = \frac{M}{W} = \frac{3 P \ell}{2 b h^2}$$

$$\text{essendo } W = \frac{b h^2}{6}$$

$$M = \frac{P \ell}{4}$$

*(resta fermo il fatto che la prova fondamentale è quella classica sotto la pressa. Conseguentemente il modo corretto di procedere è di effettuare per prima la prova alla pressa, quindi quella su listello e conseguentemente ricavare il coefficiente di correlazione. La prova di correlazione in genere non è affidabile per materiale alveolato per l'irregolarità di distribuzione degli alveoli).*

Le prove di correlazione possono essere usate per due scopi differenti.

Il primo, più frequente, è tenere sotto controllo un materiale di cui si è ottenuta per esempio la resistenza a compressione con la pressa e contemporaneamente si è ricavata la correlazione con la sua resistenza a trazione per flessione su listello.

In questo caso una variazione della resistenza a trazione per flessione segnala una variazione della resistenza a compressione.

Si dovrà allora procedere con verifiche dirette.

Il secondo scopo è quello di orientarsi rapidamente sulle diverse caratteristiche meccaniche che possono interessare.

Va segnalato che le valutazioni indirette sono sempre approssimate a  $\pm 30\%$

Viene proposta la seguente regressione esponenziale fra la resistenza media a compressione misurata sui blocchi  $f_m$  e la resistenza media attrazione per flessione  $f_{ff}$  (Mpa) per:

$$f_m = 6.1 \cdot f_{ff}^{0.83} \quad (r = 0.73)$$

Per cui le correlazioni, espresso in funzione di  $f_{ff}$  in unità SI possono essere così riepilogate:

- Resistenza media a trazione per flessione  $f_{ff}$
- Resistenza media a trazione  $f_t = 0.5 f_{ff}$

- Resistenza media a compr. su blocco  $f_m = 6.1 \cdot f_{ff}^{0.83}$
- Resistenza cilindrica  $f_c = 3.7 \cdot f_{ff}^{1.245}$
- Modulo elastico a compressione  $E_c = 3500 \cdot f_{ff}^{0.62}$
- Modulo elastico a trazione  $E_t = 3200 \cdot f_{ff}^{0.62}$
- Accorciamento a rottura  $\varepsilon_r = 10^{-3} \cdot f_{ff}^{0.62}$

Le resistenze caratteristiche possono essere valutate moltiplicando le resistenze medie per 0,75. Adottando le unità del Sistema Tecnico (kg/cm<sup>2</sup> anziché MPa) il coefficiente numerico ( $\alpha$ ) della generica relazione esponenziale

$$C = \alpha \cdot \beta^x \text{ diventa } \alpha_i = 10^{(1-x)} \alpha$$

Così ad esempio per la sopracitata correlazione di  $f_B$  in funzione di  $f_{ff} \ll$  entrambi espresso in kg/cm<sup>2</sup> il valore del coefficiente numerico risulterebbe:

$$\alpha_i = 10^{(1-0.83)} \cdot 6.1 \cong 9$$

## NOTIZIE SUI COLORI DEI LATERIZI

Le argille da laterizi per effetto delle impurità, che contengono, presentano una larghissima varietà di tinte, dovute soprattutto ai composti ferrosi e alle sostanze carboniose presenti. Inoltre l'atmosfera di cottura influenza notevolmente la colorazione in quanto la quantità di ossigeno nell'aria di combustione facilita od ostacola le reazioni chimiche interessate al colore. Nelle argille il ferro può trovarsi sotto forma di:

- Ossido ferrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
- Ossido ferroso (FeO)
- Idrato di ferro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·4H<sub>2</sub>O)
- Carbonato di ferro (FeCO<sub>3</sub>)
- Solfuro di ferro (FeS<sub>2</sub>)
- Fosfato di ferro (Fe<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·8H<sub>2</sub>O)

e può dare origine a tutte le sfumature di colore comprese fra il giallo, il rosso e il bruno.

Durante la cottura quasi tutti i componenti del ferro agiscono nel senso di colorare di rosso la massa ceramica. Le varie tonalità sono influenzate dal tenore di carbonato di calcio, dalla diffusione dei composti di ferro e dalle condizioni di cottura.

La calce tende a schiarire il cotto formando con il ferro un silicato doppio di ferro e calcio, di colore biancastro.

Il cotto chiaro si ottiene quando il tenore di CaO è da 3 a 4 volte la percentuale di Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

La cottura troppo rapida in ambiente poco ossidante, provocando la fusione degli ossidi fra i 700°C e i 900°C, prima della loro ossidazione, dà luogo ad una colorazione scarsamente rossa; la presenza di quantità rilevanti di sabbia e carbonati è causa di smorzamento di tinta anche in presenza di forti percentuali di ferro.

Le colorazioni bluastre e nere sono prodotte dall'ossido di ferro (ferroso) o dal solfuro di ferro (pirite) che si combinano con la silice per costituire masse vetrose scure.

La pirite può dare luogo ad un punteggiatura nera della massa dovuta all'ossidazione parziale dello zolfo e conseguente formazione di solfuro ferroso (FeS) che con la silice dà un silicato ferroso fusibile di colore scuro.

La colorazione gialla dei laterizi può essere dovuta o alla mancanza di ossido ferrico, o alla formazione di composti di ferro e allumina, oppure alla presenza di forti quantitativi di  $\text{CaCO}_3$  o alte percentuali di titanio. La presenza di sostanze carboniose nell'argilla può provocare colorazioni nerastre, se per effetto di un rapido innalzamento della temperatura nel forno, eventualmente associato ad una atmosfera non sufficientemente ossidante, la vetrificazione superficiale della massa ha inizio prima che il carbonio sia tutto bruciato.

Questa è anche la causa della tinta scura che i laterizi possono assumere all'interno dei setti proprio per deficienza di ossigeno comburente nel cuore dei pezzi.

Entro certi limiti agendo sulla combustione è possibile modificare la colorazione del cotto più nel senso dell'uniformità di tinta e meno nel senso della tonalità.

L'aggiunta di ossidi alla materia prima è sempre costosa e generalmente limitata a materiale da paramento o di maggior pregio.

Gli additivi di colorazione sono ossidi metallici che vengono miscelati alle argille prima della cottura.

Gli ossidi più frequentemente usati sono i seguenti:

- il biossido di manganese per i colori bruni;
- l'ossido di ferro per le colorazioni rosse;
- una miscela dei due precedenti per le colorazioni rosso-brune intermedie;
- l'ossido di cromo per le colorazioni verdi.

## **NOTIZIE SULLA RESISTENZA AL GELO DEL COTTO**

Il controllo della gelività viene realizzato sottoponendo il campione a prove secondo la UNI 8942.

Le risultanze sono talvolta poco aderenti alla realtà in quanto il comportamento effettivo è in pratica contraddittorio.

Per questo sono stati studiati sistemi di classificazione che prendono in esame la correlazione fra il comportamento del laterizio all'attacco del gelo ed alcune sue caratteristiche fisiche facilmente determinabili. Queste caratteristiche sono:

- la distribuzione granulometrica delle argille;
- il tenore di carbonati e quarzo contenuti;
- la resistenza meccanica del cotto;
- la distribuzione gravimetrica;
- il potere di assorbimento d'acqua.

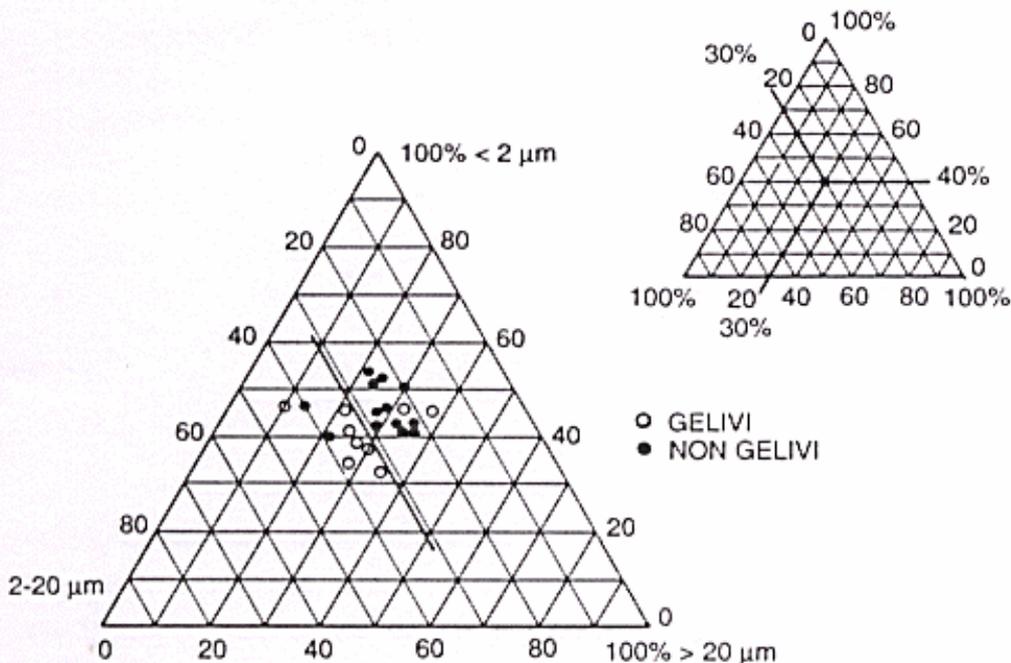
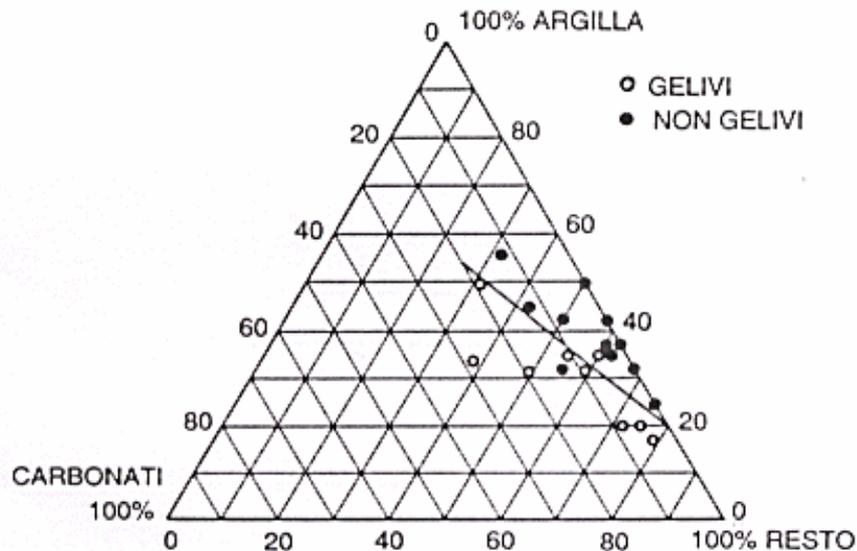
**Influenza dei minerali sulla resistenza al gelo**

La composizione e la distribuzione granulometrica della materia prima determina notoriamente le caratteristiche plastiche e la qualità finale del materiale.

Sperimentalmente è stato dimostrato che la porzione di minerali argillosi relativamente alta è caratteristica dei materiali non gelivi.

Al di sopra di una percentuale del 35% di frazioni inferiori a  $2\mu$  la grande maggioranza dei materiali è resistente al gelo.

Di seguito è indicato il diagramma ternario di Correns che evidenzia la distribuzione granulometrica e le zone di gelività corrispondenti.



Il comportamento dei contenuti dei carbonati (calcite-dolomite) rispetto alla gelività è illustrato nel diagramma ternario a confronto con le percentuali di minerali argillosi e dei restanti.

La linea che separa le serie gelive da quelle non gelive evidenzia che quando cresce il contenuto di carbonati si può avere resistenza al gelo solo se si sia verificata la contemporanea presenza di un alto contenuto di minerale argilloso.

Dei materiali restanti si hanno pari proporzioni sia nei materiali non gelivi che in quelli gelivi.

### Diametro critico di gelività

I danni dovuti al gelo in un materiale poroso derivano dalla rottura dei pori sottoposti a sforzi notevoli per l'espansione del ghiaccio.

L'assorbimento dell'acqua si verifica nei pori che hanno diametro uguale o superiore a quello delle molecole d'acqua; in questo caso l'acqua non può gelare.

L'esperienza dimostra che i pori di piccolo diametro svolgono un ruolo fondamentale: quando i pori superiore a 2 micron sono presenti in percentuale notevole, il prodotto non è gelivo.

La zona critica si trova mediamente localizzata tra 0,1 e 2 micron circa.

Con un porosimetro a pressione, sfruttando il principio che i pori si oppongono tanto più alla penetrazione del mercurio quanto più il loro diametro è ridotto, è possibile stabilire le ripartizioni porosimetriche e quindi determinare il diametro critico di gelività, cioè il maggiore dei diametri che cumulativamente corrisponde al 90% della porosità determinata.

Se questo risulta superiore a 1,8 micron il materiale è da ritenersi non gelivo.

La resistenza al gelo è anche condizionata dalla resistenza che il corpo ceramico oppone alle forze generate dall'espansione del ghiaccio e questa è legata al grado di cottura del prodotto che condiziona direttamente la porosità.

L'aumento della temperatura provoca una riduzione notevole della porosità totale e la comparsa di pori di notevole diametro che influiscono in modo positivo sulla non gelività.

Lo schema seguente evidenzia la variazione della porosità in funzione della temperatura di cottura.\

