

> MATERIALI

La nuova norma europea sui blocchi in laterizio da solaio ad elementi interposti

di Vincenzo Bacco*

Con la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea n. C 246/30 del 24 agosto 2011, a partire dal 1° dicembre 2011 è entrata in vigore la norma UNI EN 15037-3 *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Solai a travetti e blocchi - Parte 3: Blocchi in laterizio*, riguardante appunto i blocchi in laterizio per solai a travetti ed elementi interposti. La sua applicazione sarà di tipo volontario fino al 30 novembre 2012, per poi divenire obbligatoria a partire dal primo dicembre 2012.

La concretizzazione di questi passaggi normativi renderà, in definitiva, possibile per i blocchi di laterizio da solaio la piena conformità con il punto 11.1. lett. A, del d.m. 14 gennaio 2008, *Norme tecniche per le costruzioni*; sarà possibile, cioè, dotarli della marcatura CE prevista dalla direttiva 89/106/CEE *Prodotti da costruzione* recepita in Italia dal d.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 e s.m.i.

Viene colmato, così, un vuoto normativo per l'impiego di tali prodotti, che la specifica normativa (NTC 2008) aveva accentuato dimenticando requisiti e modalità della loro caratterizzazione ai sensi del cap. 11 (*Materiali e prodotti per uso strutturale*), successivamente ripresi nella circolare esplicativa n. 617/2009.

Descrizione della norma

La nuova norma è da considerarsi parte essenziale del più generale corpo di norme che trattano i *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Solai a travetti e blocchi*, a sua volta composto da cinque parti: travetti, blocchi di calcestruzzo, blocchi di laterizio (parte 3), blocchi di polistirene e blocchi di generico materiale a bassa densità. La sua valenza, quindi, è strettamente correlata all'impiego dei blocchi di laterizio in unione con i travetti prefabbricati per i quali è stata già emanata, ed è già in vigore, la prima parte della serie: la UNI EN 15037-1 - *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Solai a travetti e blocchi - Parte 1: Travetti*.

Quest'ultima, poi, assume particolare importanza in quanto è necessario fare riferimento ad essa ed ai suoi allegati per tutto quello che riguarda gli esempi di tipologie di solai e relativi dettagli tecnico-costruttivi.

L'articolazione della UNI EN 15037-3 segue lo schema classico di norme simili che, dopo aver descritto le caratteristiche formali dei prodotti di riferimento (blocchi), definisce:

- i requisiti richiesti per il loro impiego e una loro classificazione in base a determinate caratteristiche;
- le modalità di prova per la loro qualificazione e controllo in produzione;
- le procedure di valutazione/attestazione della conformità e di presentazione della documentazione necessaria per l'accettazione del materiale nei cantieri di utilizzo.

Requisiti e criteri di classificazione dei blocchi

Tenendo presente la loro funzione statica in opera, i blocchi di laterizio per solaio sono distinti in:

- blocchi con nessuna funzione meccanica nel sistema solaio finale (in esercizio). Essi sono denominati "blocchi totalmente non resistenti" (LNR) e "blocchi non resistenti" (NR). La loro funzione principale è quella di assicurare una cassaforma per il getto del calcestruzzo durante la realizzazione del solaio. Con il loro impiego è sempre prevista una soletta strutturale, in calcestruzzo armato, gettata in opera;
- blocchi che partecipano al trasferimento dei carichi ai travetti, denominati "blocchi semiresistenti" (SR). In unione con il calcestruzzo gettato in opera, essi possono contribuire alle resistenze finali del solaio. Per essi, comunque, la parte di sezione di laterizio rinforzata, eventualmente presente, non può, da sola, essere utilizzata come zona compressa nel solaio finale;
- blocchi resistenti (RR), ovvero blocchi con la medesima funzione dei blocchi semiresistenti, ma la cui zona rinforzata può, sotto certe condizioni, assumere un ruolo di soletta compressa nel sistema solaio finale.

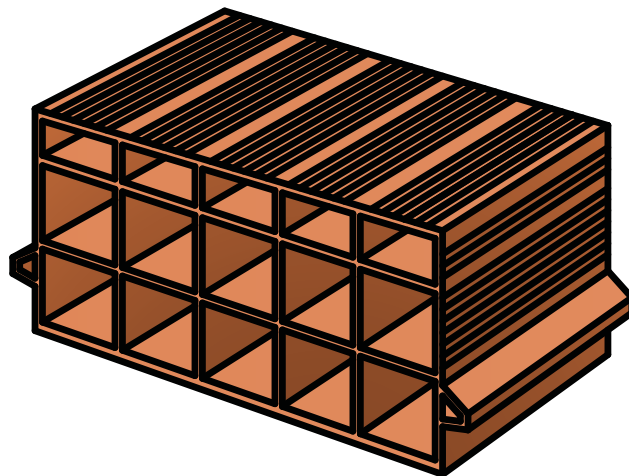


Figura 1 - Esempio di blocco semiresistente

Gli ultimi due tipi di blocchi sono assimilabili alle due tipologie (uniche) previste per gli elementi di laterizio per solai dal d.m. 14 gennaio 2008 e dalla circolare esplicativa n. 617/2009. Queste dividono i blocchi di laterizio in "collaboranti" e "non collaboranti" (art. 4.1.9.1 e art. C.4.1.9.1 della circolare). Entrambi svolgono una funzione di alleggerimento e di aumento della rigidità flessionale del solaio; tuttavia, nel caso di blocchi "non collaboranti" la resistenza allo stato limite ultimo è affidata al calcestruzzo ed alle armature ordinarie e/o di precompressione, mentre nel caso di "blocchi collaboranti" questi partecipano alla resistenza in modo solidale con gli altri materiali.

È bene ricordare che, sempre, secondo il d.m. 14 gennaio 2008 (art. 7.2.6.), in zona sismica, perché il solaio sia considerato rigido nel piano, la soletta di completamento deve essere armata e avere almeno 4 cm di spessore se i blocchi sono di laterizio e di spessore almeno 5 cm se i blocchi sono di altro tipo. Nella norma, sono previste, ancora, due tipologie di blocco non in uso nel nostro Paese:

- "blocchi trasversali", in cui la direzione dei fori è perpendicolare a quella dei travetti;
 - "blocchi aperti", ovvero mancanti della zona superiore (solo di tipo LNR, NR, SR), la cui funzione esclude quella di collaborazione strutturale alle resistenze del solaio.
- Sono definiti, poi, sia i requisiti delle materie prime, sia quelli dei prodotti finiti. Di questi ultimi (tabella 1), alcuni devono obbligatoriamente essere dichiarati nel documento di marcatura CE; altri devono essere dichiarati, sempre nello

stesso documento, quando risultassero importanti ai fini dell'impiego specifico del blocco; altri, infine, possono essere semplicemente riportati (con descrizione che non lasci spazio ad alcun dubbio) nelle documentazioni tecniche aziendali. Tenendo conto dei requisiti obbligatoriamente da dichiarare, si possono individuare, per tutte le tipologie dei blocchi previsti dalla norma (LNR, NR, SR, RR), cinque modalità di classificazione, come riportato nella tabella 2.

Tolleranze dimensionali

Con riferimento alle tre dimensioni del blocco, *lunghezza (L)*, *larghezza (l)* e *altezza (h)*, sono definite tre classi di tolleranza T1; T2; T3 (figura 3).

Le prime due classi di tolleranza (T1, T2) hanno un unico requisito per le tre dimensioni, con T2 più restrittiva: classe T1: ± 10 mm; classe T2: ± 5 mm.

La terza classe di tolleranza (T3) indica, per ciascuna dimensione, una coppia di valori percentuali (in più o in meno) con un limite inferiore o superiore da non oltrepassare:

- classe T3: lunghezza (L): (-5; 0) % ma non più di (-12; 0) mm; larghezza (l): (-2,5; 0) % ma non più di (-12; 0) mm; altezza (h): (0; +5) % ma non più di (0; +12) mm.

Da notare che in classe T3, per la lunghezza e la larghezza non è permesso un aumento dimensionale rispetto al valore dichiarato, mentre per l'altezza non è consentito un valore in diminuzione. Inoltre, la larghezza (l) include anche le sporgenze dei dentelli di appoggio.

Per quanto riguarda la sola larghezza del blocco, poi, il massimo intervallo di scostamento (cioè la differenza, per una stessa campionatura, tra la più grande e la più piccola misura determinata sulle diverse unità), deve essere minore o al massimo uguale al 2,5% del valore dichiarato.

È previsto, come ulteriore possibilità, che valori più bassi (più restrittivi), sia di tolleranza dimensionale che di massimo intervallo di scostamento, possano anche essere dichiarati dal produttore come indicazione di migliore qualità di prodotto. Per tutte le tre classi, poi, è consentita, in ogni caso, una tolleranza di ± 3 mm per la lunghezza del dentello di appoggio e ± 5 mm per tutte le altre dimensioni (eccetto lunghezza, larghezza, altezza).

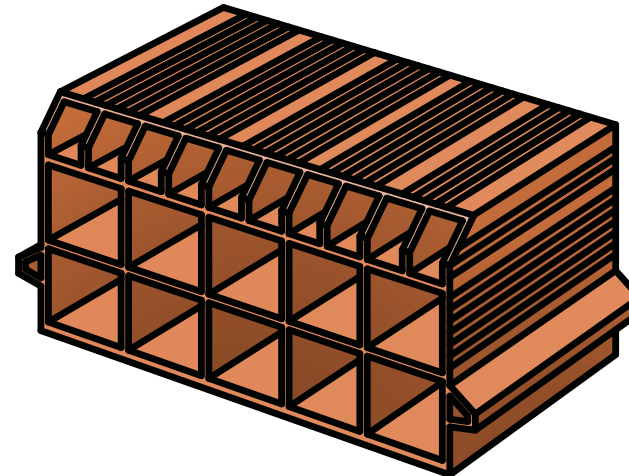
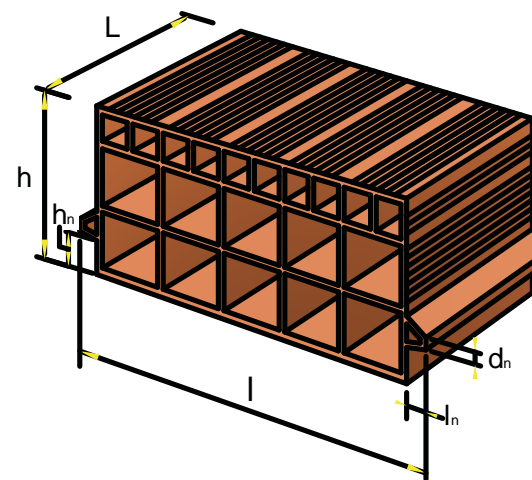


Figura 2 - Esempio di blocco resistente



- l = larghezza blocco
- L = lunghezza blocco
- h = altezza blocco
- l_n = larghezza dentello di appoggio
- d_n = spessore minimo del dentello di appoggio
- h_n = altezza del dentello di appoggio

Figura 3 - Dimensioni dei blocchi. Legenda: l, larghezza del blocco; d_n, spessore del dentello di appoggio; h, altezza del blocco; h_n, altezza del dentello di appoggio; L, lunghezza del blocco; l_n, larghezza del dentello di appoggio

Larghezza del dentello di appoggio

In base alla effettiva larghezza minima del dentello di appoggio (minima dimensione di appoggio sul travetto prefabbricato), sono definite tre classi di blocchi indicate rispettivamente con:

- N1: larghezza minima 15 mm;
- N2: larghezza minima 20 mm;
- N3: larghezza minima 25 mm.

Zona rinforzata per i blocchi resistenti (RR)

In base all'altezza della zona rinforzata del blocco resistente, (figura 4), sono definite due specifiche classi:

- classe TF1: spessore minimo s = 30 mm;
- classe TF2: spessore minimo s = 50 mm.

Quando si tratta di blocchi resi-

stenti, il produttore è obbligato a dichiarare per la zona rinforzata del blocco:

- lo spessore minimo della parete orizzontale superiore;
- lo spessore minimo dei setti interni;
- la percentuale di foratura e la dimensione dei fori.

Quando dovesse risultare importante, ai fini dell'impiego secondo cui il blocco è immesso sul mercato, il produttore deve anche dichiarare:

- la forma e le dimensioni dei fori;
- lo spessore di tutte le pareti e i setti;
- la percentuale di foratura riferita alle dimensioni nominali;
- l'area dei fori più grandi;
- lo spessore reale della zona rinforzata del blocco;
- le dimensioni minime (larghezza e profondità) dello smusso.

Peraltro vale la pena ricordare

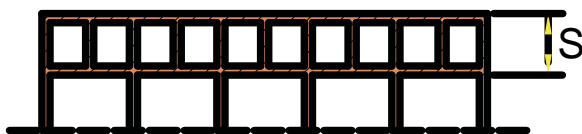


Figura 4 - Schema della zona rinforzata del blocco

Requisiti geometrici	Tolleranze di produzione	4.3.1.2.
	Dimensioni minime del blocco	4.3.1.3.1.
	Dimensioni minime della zona rinforzata	4.3.1.3.2.
	Altre dimensioni (spessori, % foratura, ecc.)	4.3.1.4.
Caratteristiche superficiali	Assenza di fessurazioni dannose	4.3.2.
Resistenze meccaniche	Resistenza ai carichi concentrati	4.3.3.2.
	Resistenza ai carichi flessionali	4.3.3.3.
	Resistenza a compressione longitudinale	4.3.3.3.
Resistenza e reazione al fuoco	Quando richiesto ai fini dell'impiego	4.3.4.
Proprietà acustiche	Quando richiesto ai fini dell'impiego	4.3.5.
Proprietà termiche	Quando richiesto ai fini dell'impiego	4.3.6.
Durabilità	In coerenza con quella dei travetti	4.3.7.
Altre proprietà	Dilatazione alla umidità	4.3.8.2.
	Tolleranze di planarità dell'intradosso	4.3.8.3.
	Tolleranze sulla rettilineità dei bordi dei dentelli di appoggio	4.3.8.4.
	Densità apparente	4.3.8.5.

Tabella 1 - Requisiti del prodotto finito

Tolleranze dimensionali	T1	T2	T3									
Lunghezza minima del dentello di appoggio	N1	N2	N3									
Altezza zona rinforzata (solo per blocchi resistenti)	TF1	TF2	-									
Resistenze meccaniche	R1	R2	-									
Massa volumica apparente (asciutto)	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	-

Tabella 2 - Criteri di classificazione dei blocchi di laterizio per solaio

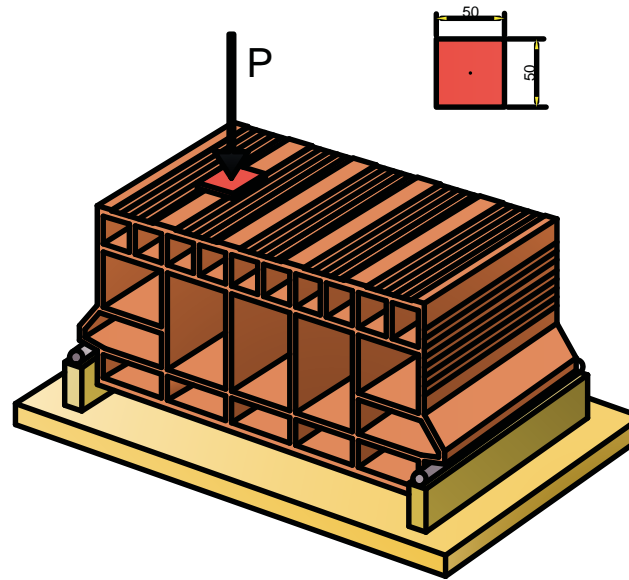


Figura 5 - Prova di resistenza a carichi concentrati

Tipologia di blocchi	Resistenza caratteristica sotto carichi concentrati (frattile 5%) in kN
Blocchi debolmente non resistenti (LNR)	0,7
Blocchi non resistenti (NR)	1,5
Blocchi semiresistenti (SR)	2,0
Blocchi resistenti (RR)	2,5

Tabella 3 - Carichi caratteristici di rottura

che anche al punto C.4.1.9.1.1. della Circolare esplicativa delle NTC 2008 sono indicati i valori minimi da rispettare per spessori (pareti e setti dei blocchi) e percentuali di foratura e più precisamente: "I blocchi di laterizio sia collaboranti che non collaboranti devono avere le seguenti caratteristiche minime:

- il profilo delle pareti delimitanti le nervature di conglomerato da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolano il deflusso del calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse sotto i limiti minimi stabiliti. Nel caso si richieda ai blocchi il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali si devono impiegare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei allineati, per lo più continui, particolarmente nella direzione orizzontale, con rapporto spessore/lunghezza il più possibile uniforme. Speciale cura deve essere rivolta al controllo della integrità dei blocchi con particolare riferimento alla eventuale presenza di fessurazioni;
- le pareti esterne sia orizzontali che verticali devono avere uno spessore minimo di mm 8. Le pareti interne sia orizzontali che verticali devono avere uno spessore minimo di mm 7. Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiore di mm 3. Il rapporto tra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione dei blocchi non deve risultare maggiore di

$0,6 + 0,625 h$ (dove h è l'altezza del blocco in metri, $h \leq 0,32 m$).

Resistenze meccaniche

Con riferimento alle resistenze meccaniche, i blocchi, di qualsiasi tipologia, sono caratterizzati da due classi di resistenza: R1 ed R2. Per conseguire la classe R1, mediante prove di carico, effettuate su campioni estratti secondo appropriati criteri statistici, descritti nell'allegato A della norma, devono essere verificate le seguenti proprietà:

- per ciascuna tipologia di blocco, la resistenza ai carichi concentrati;
- per i blocchi semiresistenti (SR) e resistenti (RR), resistenza a compressione longitudinale.

Per quanto riguarda la resistenza ai carichi concentrati, i blocchi devono essere connotati, per ciascuna tipologia, mediante il carico caratteristico di rottura, ottenuto attraverso apposite prove descritte nel paragrafo 5.2.1., il cui valore minimo (frattile 5%), per ciascuna tipologia di blocchi, è indicato nella tabella 3.

La prova viene effettuata, secondo lo schema descritto nella figura 5, applicando il carico al centro rispetto alla dimensione longitudinale L , e, trasversalmente, nella posizione più critica prevedibile per la resistenza dell'elemento.

Naturalmente, il produttore può dichiarare anche il valore reale scaturito dalla prova. Se i blocchi (sia quelli semiresistenti che quelli resistenti) sono impiegati in unione con travetti autoportanti, senza la soletta strutturale, la prova di resistenza ai carichi concentrati può essere sostituita dalla prova

trasversale descritta nel paragrafo 5.2.4 della norma.

Per quanto riguarda la resistenza a compressione longitudinale (figura 6) dei blocchi semiresistenti e di quelli resistenti, essa entra in gioco quando il produttore dichiara una resistenza a compressione longitudinale maggiore di 20 MPa con l'intento che ne sia tenuto conto nel progetto statico del sistema solaio finito. Tale caratteristica (resistenza longitudinale a compressione), per entrambe le tipologie di blocco, deve essere testata secondo quanto previsto al punto 5.2.3 con le opportune modalità di preparazione del campione (figura 7).

Il campione in prova può essere un intero blocco o una sua sezione, con una altezza H di almeno 170 mm e una larghezza "I_c" non inferiore a 200 mm. Per conseguire la classe R2, i blocchi da solaio devono essere testati per valutare le seguenti proprietà:

- per ciascuna tipologia di blocchi, resistenza a flessione;
- per i blocchi semiresistenti e resistenti, resistenza a compressione longitudinale.

Per la verifica della resistenza a flessione, i blocchi dovranno essere sottoposti ad un carico linearmente distribuito, come illustrato in figura 8, il cui valore dovrà risultare non inferiore a $F = 12 L$ (kN), e comunque maggiore di 2,0 kN, agente al centro del blocco o nel punto meno favorevole, in accordo con quanto descritto al punto 5.2.2, essendo L la lunghezza del blocco stesso espressa in metri.

Con riferimento alla posa in opera dei blocchi, il campione sarà disposto su due appoggi liberi e sottoposto a un carico

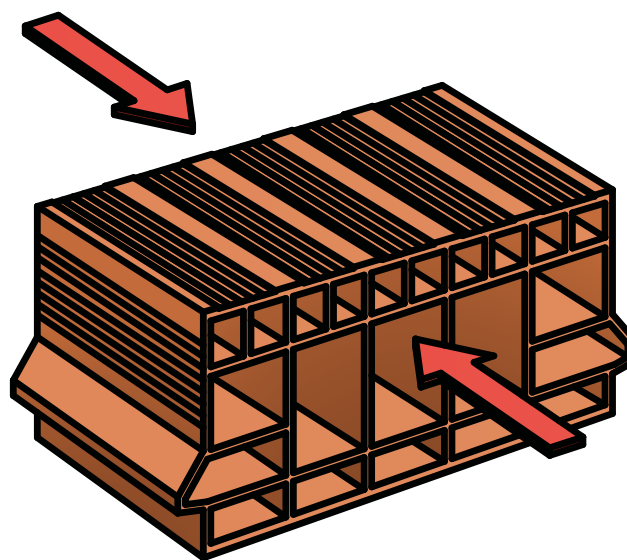


Figura 6 - Direzione di applicazione del carico nella determinazione della resistenza a compressione longitudinale

lineare agente su una striscia larga 20 mm e lunga L (lunghezza del blocco). La resistenza a compressione longitudinale dei blocchi semiresistenti e resistenti deve essere considerata e verificata quando il produttore dichiara un corrispondente valore di almeno 16 MPa affinché il progettista possa tenerne conto nel dimensionamento del sistema solaio finito. La prova dovrà avvenire secondo le modalità descritte in 5.2.3.

Anche in questo caso, è utile ricordare che il punto C.4.1.9.1.3. della Circolare esplicativa delle NTC 2008 prescrive il rispetto di limiti di resistenza a punzonamento-flessione e a compressione longitudinale e trasversale e di dilatazione per l'umidità. E più precisamente: "I blocchi di entrambe le categorie devono garantire una resistenza a punzonamento o punzonamento-flessione (quest'ultimo caso se sono del tipo interposto) per carico concentrato non minore di 1,50 kN. Il carico deve essere applicato su un'impronta quadrata di 50 mm di lato nel punto della superficie orizzontale superiore a cui corrisponde minore resistenza del blocco. Per i blocchi collaboranti, la resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, deve risultare non minore di 30 N/mm², nella direzione dei fori, e di 15 N/mm² nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio. La resistenza caratteristica a trazione per flessione, determinata su campioni ricavati dai blocchi mediante opportuno taglio di listelli di dimensioni minime mm 30 x 120 x spessore, deve essere non minore di 10 N/mm².

Per i blocchi non collaboranti, la resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, deve risultare non minore di 15 N/mm², nella dire-

zione dei fori, e di 7 N/mm² nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio. La resistenza caratteristica a trazione per flessione, determinata su campioni ricavati dai blocchi mediante opportuno taglio di listelli di dimensioni minime mm 30 x 120 x spessore, deve essere non minore di 7 N/mm². Il modulo elastico del laterizio non deve essere superiore a 25 kN/mm². Il coefficiente di dilatazione termica lineare del laterizio deve essere $\alpha_t \geq 6 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Il valore della dilatazione per umidità misurata secondo quanto stabilito nel cap.11 delle NTC, deve essere minore di $4 \cdot 10^{-4}$ ".

Massa volumica apparente

La massa volumica apparente del blocco dovrà essere determinata secondo la EN 772-13 *Methods of test for masonry units. Determination of net and gross dry density of masonry units* e dichiarata dal produttore secondo le classi indicate in tabella 5.

Qualificazione e controllo: modalità di prova

Per ciascuna parametro caratterizzante una determinata tipologia di blocchi sono riportate, nel cap. 5, le modalità di misura con la descrizione delle procedure, delle attrezzature, degli schemi, delle tolleranze di lettura, delle interpretazioni dei risultati e delle eventuali norme di riferimento. Nell'Allegato A della norma, sono, inoltre, specificate e descritte le modalità di campionamento, il numero dei provini per le prove iniziali di tipo e per le eventuali prove di controllo del materiale consegnato in cantiere. Nell'Allegato B sono definite le modalità di controllo del prodotto finito

Attestazione della conformità: procedure di valutazione

Il produttore deve dimostrare la conformità del suo prodotto ai requisiti della norma europea e

ai corrispondenti valori dichiarati attraverso:

- prove iniziali di tipo sul prodotto;
 - controllo e monitoraggio del processo di fabbrica.
- Le prove iniziali di tipo, da effettuarsi sul prodotto prima della sua immissione sul mercato, devono servire sia a confermare la conformità del prodotto stesso con le norme europee, sia ad individuare i valori da dichiarare. Quando si ritenesse necessario procedere ad un'apprezzabile variazione di qualità, quantità o caratteristiche dei materiali oppure apportare modifiche significative ai parametri del processo produttivo, si dovranno ripetere le prove iniziali di tipo.

Il controllo della produzione in stabilimento viene attuato secondo procedure determinate, riportate all'interno di un'apposita documentazione, allo scopo di assicurare il corretto espletamento di tutte le fasi del ciclo di produzione e intercettare tempestivamente eventuali "non conformità" che possono compromettere la qualità del prodotto.

Il sistema di controllo aziendale prevede un piano di campionatura e una frequenza delle prove sul prodotto finito; i risultati delle misure devono essere registrati.

I blocchi da consegnare sul mercato, infine, devono essere univocamente identificati attraverso data e luogo di produzione.

Documentazione tecnica

La geometria dei blocchi di laterizio deve essere compatibile con quella dei travetti in modo da assicurare la massima efficacia dell'unione strutturale tra questi e il calcestruzzo di completamento gettato in opera. In merito, il punto C.4.1.9.1.2. della circolare esplicativa delle NTC 2008 indica il rispetto dei limiti dimensionali che interessano la larghezza e l'interasse delle nervature, nonché la dimensione massima dei blocchi (larghezza "I"). E più precisamente: "Le varie parti del solaio devono rispettare i seguenti limiti dimensionali:

- la larghezza delle nervature deve essere non minore di 1/8 del loro interasse e comunque non inferiore a 80 mm. Nel caso di produzione di serie in stabilimento di pannelli solaio completi, il limite può scendere a 50 mm;
 - l'interasse delle nervature deve essere non maggiore di 15 volte lo spessore della soletta;
 - la dimensione massima del blocco di laterizio non deve essere maggiore di 520 mm".
- Il produttore, inoltre, dovrà mettere a disposizione idonea documentazione tecnica contenente le modalità di impiego dei suoi blocchi nel solaio di progetto.

*Ingegnere

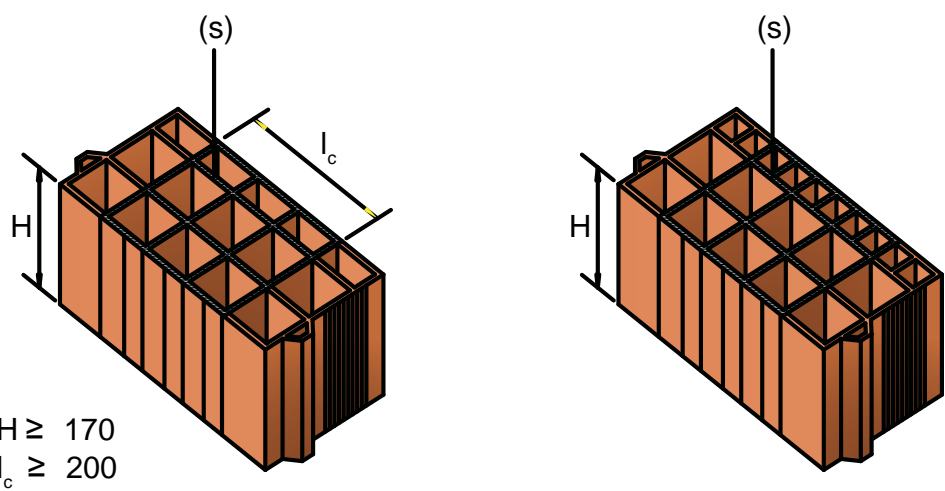


Figura 7 - Prova di resistenza a compressione longitudinale: sezione del campione di prova

Classe	Resistenze	Tipologie	Prove	Valori	
R1	Resistenza ai carichi concentrati (modalità di prova rif. 5.2.1.)	Per tutti i tipi di blocco	In ogni caso	LNR	>0,7 (kN) ⁽¹⁾
				NR	>1,5 (kN) ⁽¹⁾
				SR	>2,0 (kN) ⁽¹⁾
				RR	>2,5 (kN) ⁽¹⁾
	Resistenza a compressione longitudinale (modalità di prova rif. 5.2.3.)	Per blocchi semiresistenti e resistenti	Quando il produttore vuole dichiarare una resistenza a compress. longitudinale > 20MPa	SR RR	>20 (MPa) ⁽¹⁾
R2	Resistenza a flessione (modalità di prova rif. 5.2.2.)	Per tutti i tipi di blocco	In ogni caso	LNR NR SR RR	>12·L (kN) >2,0 (kN)
				SR RR	>16 (MPa)
	Resistenza a compressione longitudinale (modalità di prova rif. 5.2.3.)	Per blocchi semiresistenti e resistenti	Quando il produttore vuole dichiarare una resistenza a compress. longitudinale > 16MPa	SR RR	>16 (MPa)

Note: (1) Resistenza caratteristica minima per carichi concentrati (5% frattile) in kN

Tabella 4 - Resistenze meccaniche: quadro riassuntivo

Valore medio della densità apparente (kg/m ³)	da 401 a 500	da 501 a 600	da 601 a 700	da 701 a 800	da 801 a 900	da 901 a 1000	da 1001 a 1100	da 1101 a 1200	da 1201 a 1300	da 1301 a 1400	da 1401 a 1500
Classe	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5

Tabella 5 - Massa volumica apparente

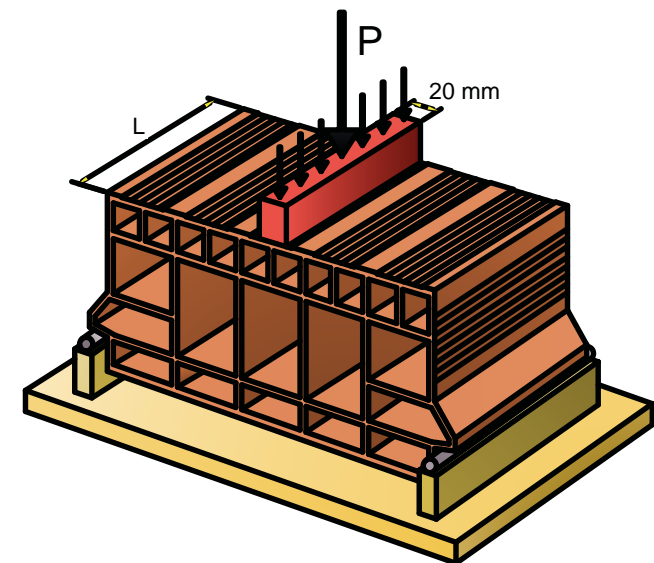


Figura 8 - Prova di resistenza a flessione