

PROGETTO “EUROSOLAIO BARBIERI®”

Nelle costruzioni italiane gli elementi in laterizio sono stati da sempre componenti fondamentali, specialmente per la formazione degli orizzontamenti.

Con l'avvento del cemento armato si è diffusa la progettazione e la realizzazione dei solai in latero-cemento con tipologie che nel tempo hanno modificato le loro caratteristiche strutturali. Di pari passo per tutte queste tipologie, si sono evolute Normative UNI e Ministeriali, che ne fissano le specifiche tecniche e le caratteristiche prestazionali.

Occorre rilevare che oggi, nella realizzazione in stabilimento degli elementi prefabbricati da utilizzare nei solai, è poca o nulla l'attenzione prestata alle disposizioni UNI e Ministeriali relative al posizionamento ed alla ricopertura dell'acciaio di armatura aggiuntiva nella fase di prefabbricazione.

Inoltre, la diffusa presenza sul mercato dei solai prefabbricati con travetto ed interposto in laterizio, comporta oggi notevoli costi nella preparazione delle armature provvisorie di sostegno per la fase di getto ed un alto rischio di infortuni per gli operatori addetti alla posa in opera dei componenti (travetti ed interposti in laterizio).

L'assenza sul mercato di un solaio prefabbricato che nelle fasi di preparazione avesse caratteristiche di sicurezza simili a quelle del solaio a lastra in cemento e polistirolo, e nel frattempo, potesse dare all'utilizzatore la garanzia del pieno rispetto della Normativa relativamente al corretto posizionamento delle armature aggiuntive in acciaio negli elementi prefabbricati, ha portato allo studio di un componente da solaio prefabbricato che potesse risolvere tutte queste problematiche, con particolare attenzione all'aspetto della sicurezza nella posa.

In collaborazione con la Fornace Torricella di Ostiano (CR), produttrice del componente in laterizio, è iniziata la realizzazione di un solaio prefabbricato denominato “Eurosolaio Barbieri®”.

La caratteristica principale ed innovativa del nuovo componente (fondello in laterizio) consiste in una fresatura trasversale all'asse longitudinale del fondello, destinata ad alloggiare una barra d'acciaio con funzione di armatura e distanziatore.

L'alloggiamento dei tralicci e dell'acciaio di armatura del solaio prefabbricato nelle apposite sedi poste alle estremità (destra e sinistra) del fondello in laterizio, grazie al corretto posizionamento della barra di acciaio, posta preventivamente nella fresatura trasversale, permette di ottenere, nella giusta misura, i copriferro previsti dalle Normative.

Nella successiva fase di riempimento delle nervature laterali con calcestruzzo, nelle quali sono inseriti traliccio ed acciaio di armatura, una rastrematura del getto all'estradosso dell'elemento in laterizio consente di posizionare anche un componente di alleggerimento di altezza adeguata per la successiva realizzazione di solaio con altezza definita.

Il pannello del solaio “Eurosolaio Barbieri®” così realizzato è un elemento di estrema robustezza e con un peso proprio del componente basso (53kg/ml) se confrontato con altre tipologie di pannello prefabbricato.

Questa caratteristica permette al pannello “Eurosolaio Barbieri®” di essere utilizzato dalla maggior parte degli operatori edili, anche in assenza di mezzi di sollevamento con grandi potenzialità di portata.

La presenza di una doppia nervatura tralicciata (destra e sinistra) nel pannello “Eurosolaio Barbieri®”, realizza, nella fase di accostamento in opera degli elementi prefabbricati (interasse cm. 50), una zona di getto in calcestruzzo, monolitica, con larghezza di cm. 16,5 (cm. 8,25 + cm. 8,25) nella posizione più critica per le strutture.

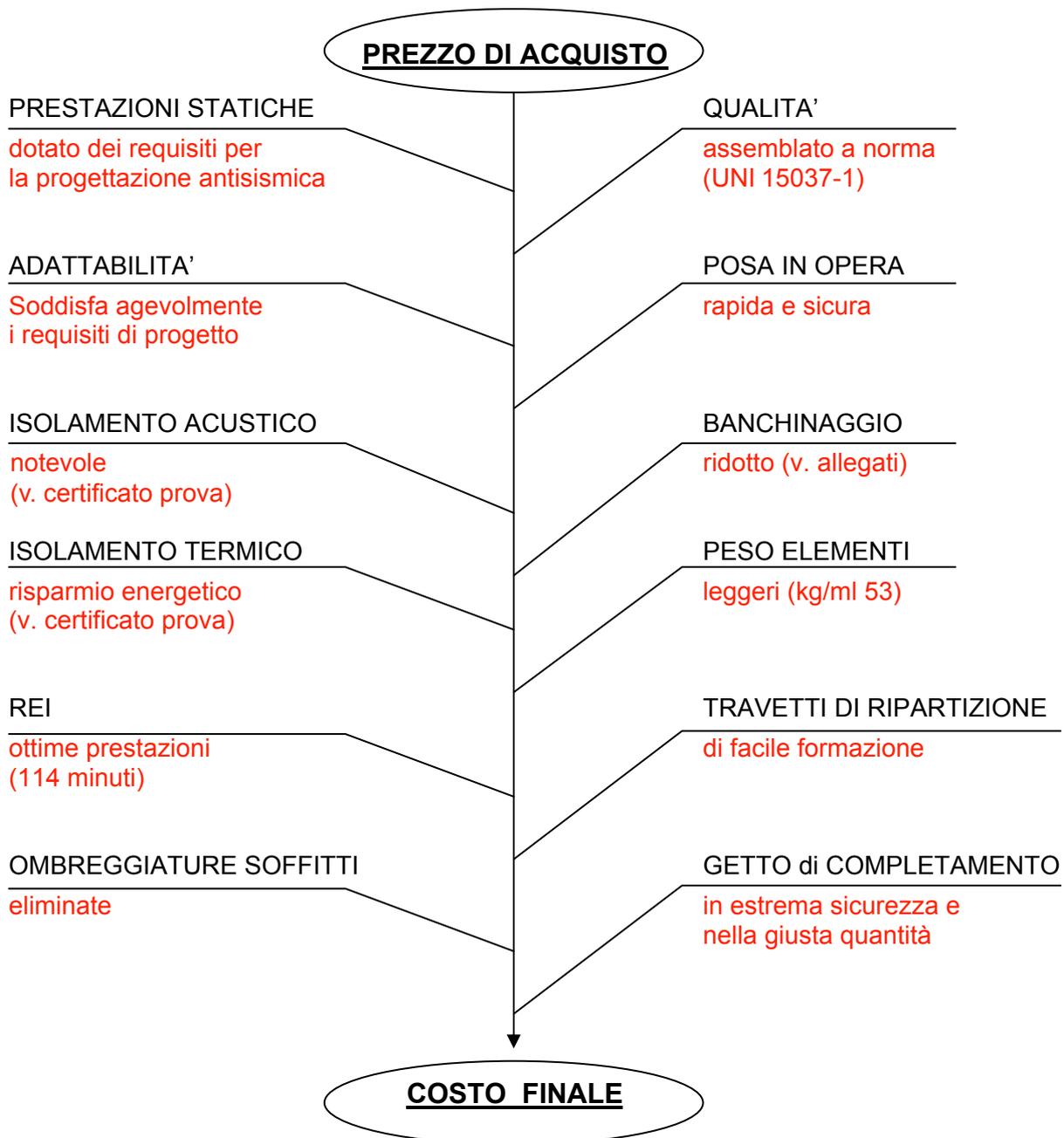
COME SCEGLIERE IL SOLAIO

Le diverse tipologie di solai in latero-cemento presentano caratteristiche costruttive quasi analoghe.

Tali caratteristiche sono poi simili per procedura, in quanto prevedono un getto di completamento in calcestruzzo.

Questo non significa che un tipo di solaio valga l'altro.

L'orientamento per la scelta del solaio da adottare nell'edilizia residenziale non dovrebbe essere influenzato dal solo costo iniziale ma da una attenta valutazione delle caratteristiche prestazionali che fanno la differenza per la formulazione del costo finale.



Dopo opportuna valutazione, la scelta del tipo di solaio da adottare non può essere che: l'EUROSOLAIO BARBIERI.

L' **EurosolaioBarbieri** [®], ottemperando integralmente alle Normative vigenti, non solo certifica, ma dimostra il corretto posizionamento nel laterizio delle armature metalliche e la loro perfetta ricopertura con calcestruzzo vibrato e di alta qualità.

N.B. : il ferro “distanziatore” collocato nell’apposita sede, è presente in ogni laterizio, ovvero ogni 25-30 cm.



SOLAI IN LATERIZIO ARMATO: CORRELAZIONE FRA ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

In sede normativa il solaio a sezione mista in cemento armato e laterizio è stato fatto oggetto di attenzione sempre crescente, prescrivendone il calcolo secondo i metodi della Scienza delle Costruzioni. Questa riconosciuta importanza strutturale deriva sicuramente dalle funzioni primarie che i solai assolvono nel contesto progettuale e di realizzazione di un qualsiasi tipo di edificio: innanzitutto la distribuzione dei carichi verticali sulle strutture portanti; inoltre la capacità di contribuire, per il suo funzionamento a diaframma orizzontale rigido, ad una congruente ripartizione di quei carichi orizzontali (vento e sisma) fra gli elementi verticali costituenti l'ossatura portante. Il solaio in laterocemento, sia a travetti e blocchi, sia pannelli, si configura come modello reale abbastanza prossimo al modello comportamentale teorico, che viene altresì garantito, oltre che dal calcolo, da una necessaria e accurata esecuzione sia dei piani di orditura che dei nodi e dei vincoli con l'insieme degli altri elementi tipici della costruzione.

Normalmente in sede di progetto il solaio viene calcolato "a trave", caratterizzandolo secondo una striscia elementare tipo che si sviluppa secondo l'asse delle nervature con le azioni trasmesse dai carichi agenti in direzione normale al piano così individuato, ma con sollecitazioni trasversali nulle. È evidente che questo è un modello di comodo perché semplifica le procedure di calcolo (sempre globalmente conservativo nei riguardi della sicurezza), ma rimane sempre uno schema diverso dal funzionamento reale della struttura (figg. 1, 2), e, per un solaio impostato su un'ossatura in c.a., evidenzia un comportamento statico fra la lastra anisotropa ed il solaio a fungo su appoggi puntiformi.

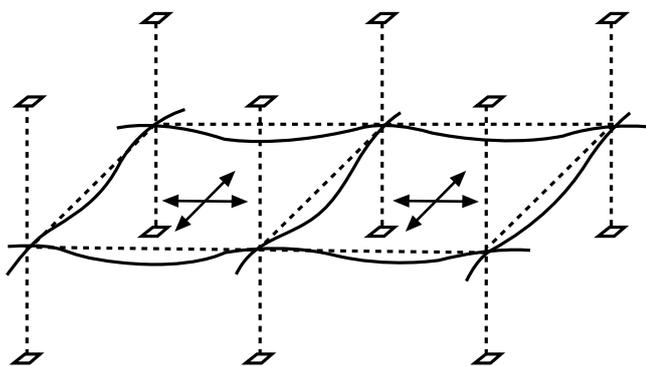


Fig. 1 - Modello deformativo teorico di impalcato da solaio su appoggi puntiformi (comportamento statico prossimo alla lastra anisotropa).

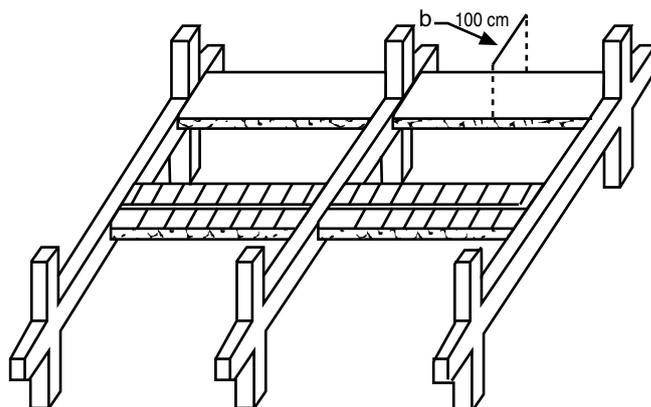
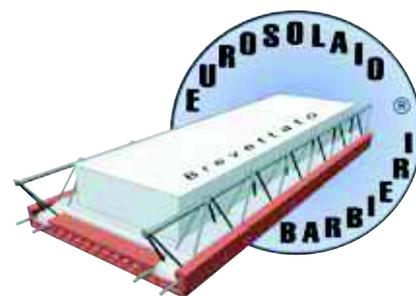


Fig. 2 - Modello pratico costruttivo dello stesso schema di figura 1 ad orditura unidirezionale su un'ossatura portante in c.a..

L'eurosolaio Barbieri risulta essere l'unico solaio prefabbricato in latero-cemento con armatura metallica all'intradosso posizionata perpendicolarmente alle armature portanti (longitudinali) che, collegate fra loro, configurano un telaio atto a sopportare eventuali azioni sismiche e carichi verticali concentrati (tramezze).



LA GIUNZIONE DEGLI ELEMENTI PREFABBRICATI DI ALCUNE TIPOLOGIE DI SOLAIO

Il solaio, con la sua rilevanza funzionale, è chiamato ad assicurare e mantenere inalterato nel tempo le sue caratteristiche strutturali.

I componenti per la sua formazione possono essere di natura e forme diverse.

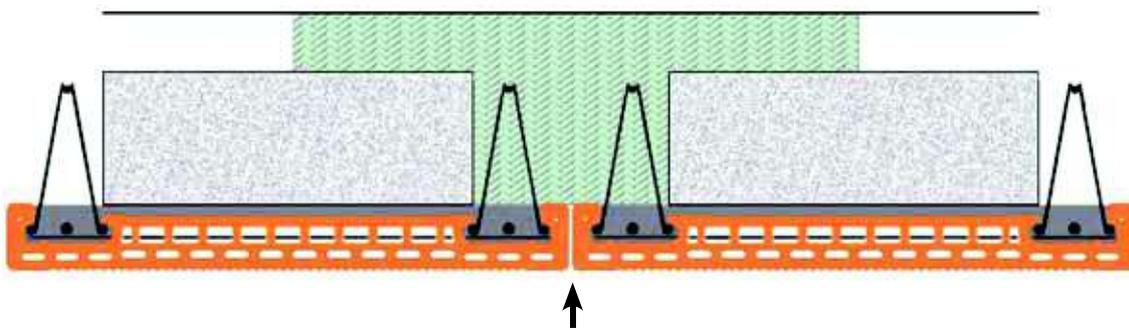
Nella forma più usuale, l'accostamento degli elementi prefabbricati forma un "canale" da riempire con getto di calcestruzzo.

Questa posizione risulta essere la più critica del solaio, pertanto necessita di particolare attenzione; il solo conglomerato cementizio, per la curva granulometrica non adeguata, i "canali" stretti, il laterizio non bagnato, l'approssimativo posizionamento dei ferri, la mancata vibratura del getto..., potrebbe non bastare a rendere solidali tra loro i componenti, compromettendo il comportamento della struttura.

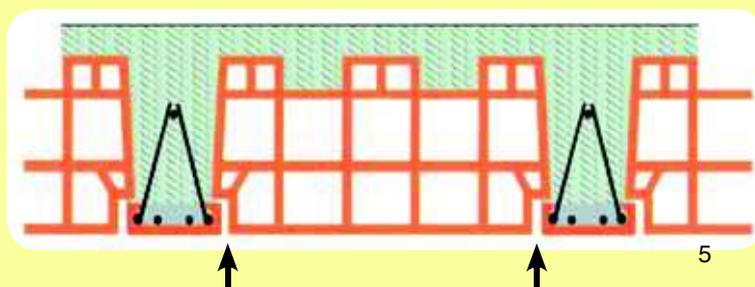
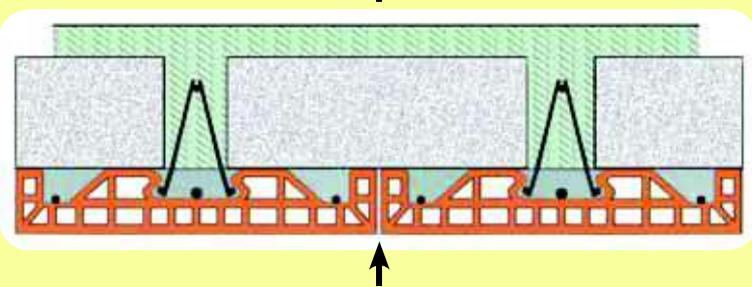
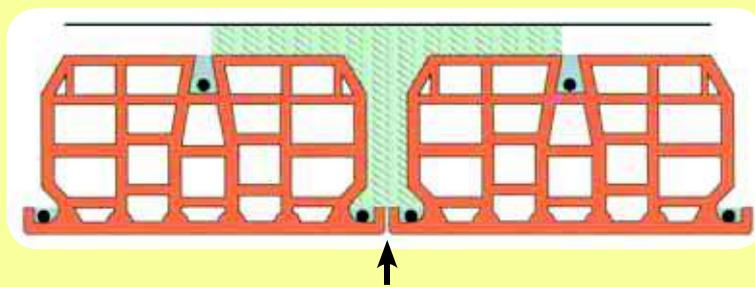
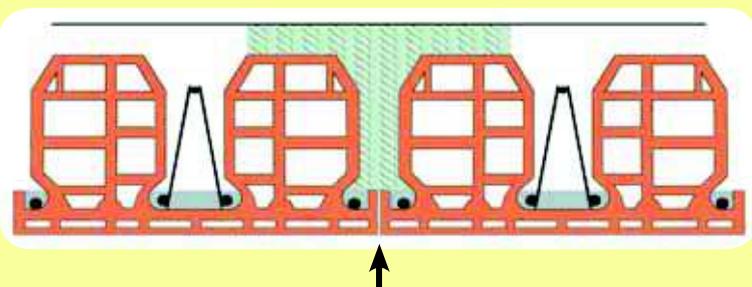
Nel progetto "Eurosolaio Barbieri®" queste anomalie sono state attentamente valutate e superate con l'allargamento della nervatura "canale", la doppia tralicciatura accostata e collegata perpendicolarmente con ferro Ø 5 ogni 25 cm e le armature metalliche correttamente posizionate.

Con tale predisposizione, il getto di completamento crea una struttura completamente monolitica anche per la ripartizione dei carichi trasversali (vedi certificazione n. 24678 del 27/02/2004 - Laboratorio Università di Brescia - Dipartimento Ingegneria Civile).

GIUNZIONE DELL'EUROSOLAIO BARBIERI®



GIUNZIONE DI ALTRE TIPOLOGIE DI SOLAI PREFABBRICATI



Comparazione di rischio infortuni nella posa in opera di solai prefabbricati

Solaio con travetti e pignatte



L'equilibrio precario per la posa delle pignatte e la possibilità di caduta nel vuoto per il cedimento al calpestio dei blocchi posati costituiscono **insidie di gravi infortuni per l'operatore**.

Solaio a pannello tralicciato "Eurosolaio Barbieri"

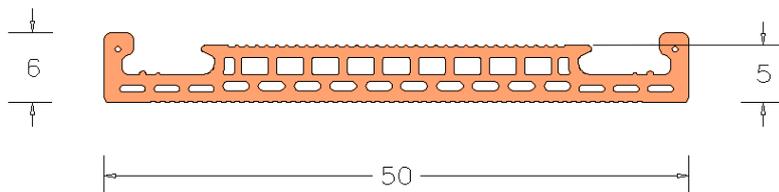
Il manufatto eurosolaio, estremamente leggero, offre all'operatore la possibilità di governarlo con facilità durante la fase di posa in opera, anche nella fase successiva del completamento delle armature in acciaio, il piano di lavoro creatosi dopo la posa del pannello "Eurosolaio Barbieri" consente agli operatori di lavorare in ambiente "sicuro".



CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE

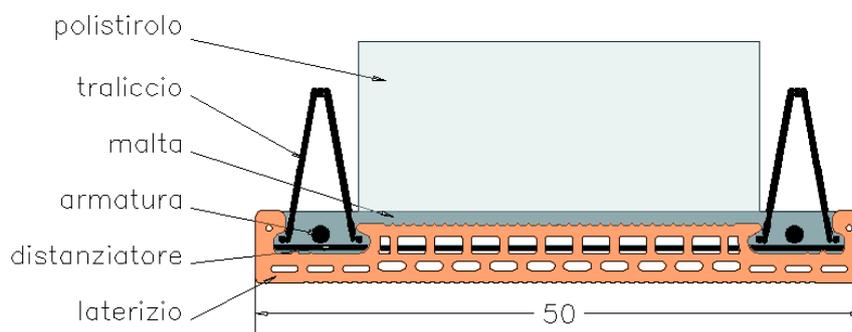
Fondello:

- Altezza sul bordo: cm. 6
- Altezza in centro: cm. 5
- Larghezza: cm. 50
- Lunghezza: cm. 25/30
- Peso: kg/mq 55

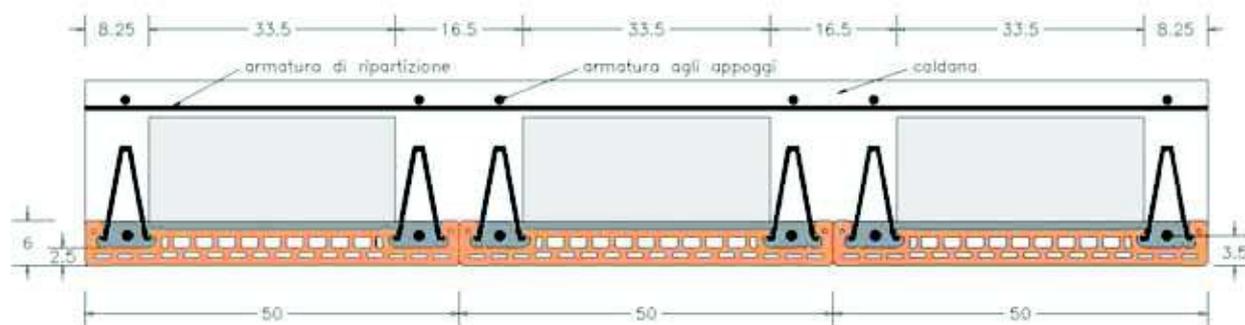


Pannello assemblato:

- Larghezza: cm. 50
- Peso: kg/ml 53



Solaio in sezione:



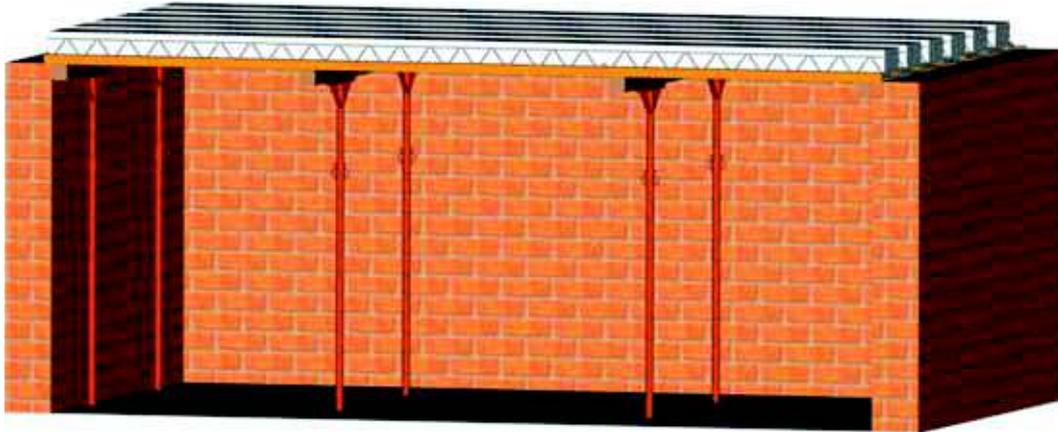
ALTEZZA DEL SOLAIO	PESO SOLAIO senza ferro armatura	CALCESTRUZZO compreso caldana	DISTANZA ROMPITRATTA Eurosoffitto Barbieri	DISTANZA ROMPITRATTA solaio travi e pignate
cm	kg/mq	litri/mq	ml	ml
20 (6+10+4)	285	73	2.45	1.52
22 (6+12+4)	305	80	2.40	1.47
24 (6+14+4)	320	86	2.35	1.44
26 (6+16+4)	340	93	2.30	1.41
28 (6+18+4)	335	99	2.25	1.37

Gli interessi che si ottengono con l'EUROSOLAIO BARBIERI sono di gran lunga superiori a quelli dei solai tradizionali: ciò comporta un notevole risparmio economico.

Note:

- le verifiche sono state effettuate considerando un traliccio H cm. 12.5 tipo 5-7-5
- le distanze dei banchinaggi provvisori sono indicative
- in corrispondenza delle testate prevedere sempre il banchinaggio provvisorio

AUTOPORTANZA – BANCHINAGGIO



L'impalcato di supporto per il banchinaggio provvisorio che viene disposto trasversalmente all'orditura del solaio deve essere sufficientemente rigido e resistente in modo da sopportare il peso dei componenti e del getto di calcestruzzo.

L'interasse a cui devono essere poste le strutture di banchinaggio provvisorio è stato calcolato analiticamente con un apposito programma di calcolo. Per l'ottimizzazione dei parametri di calcolo è stata effettuata una prova di carico presso il Laboratorio Prove Materiali "Pietro Pisa" dell'Università degli Studi di Brescia (Certificato n° 24652 del 07/02/2004).

Si sono utilizzati i seguenti parametri:

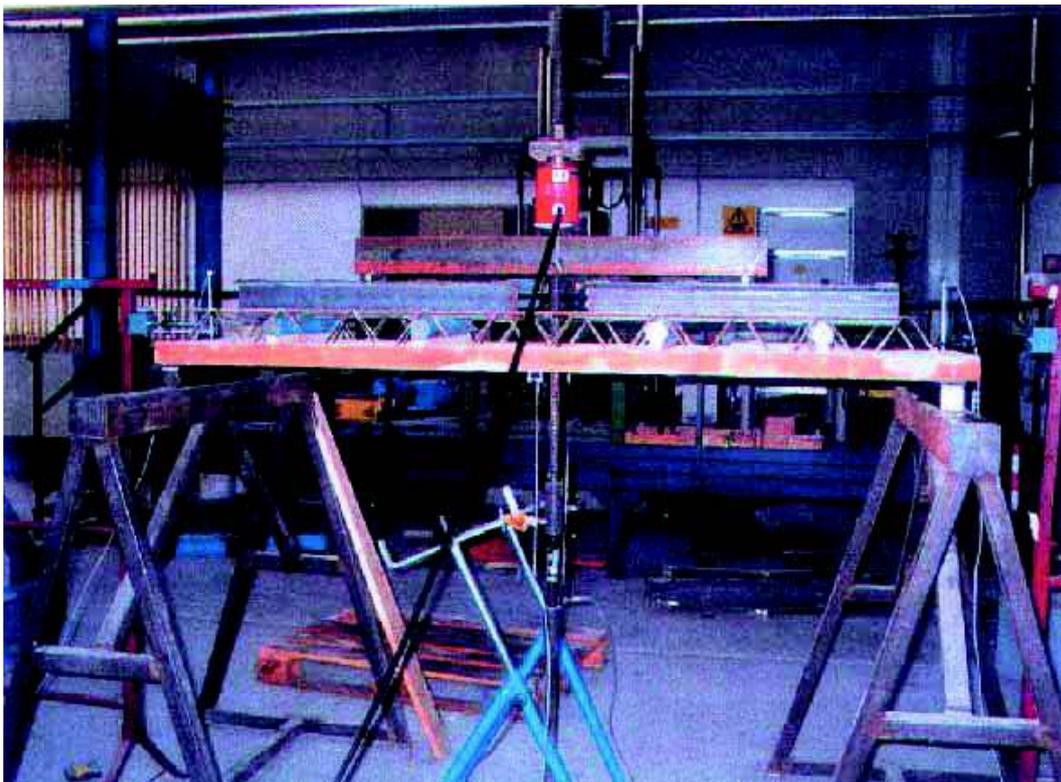
Coefficiente di riduzione L_0 del corrente superiore = 0.75

Coefficiente di riduzione L_0 della staffa = 0.9

Coefficiente per il calcolo del momento massimo = 1/10

I parametri utilizzati consentono di avere un coefficiente di sicurezza alla rottura superiore a tre.

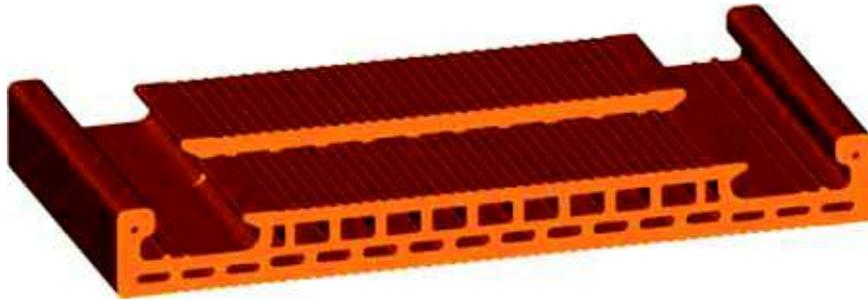
Nel calcolo dell'interasse delle strutture di banchinaggio è stato considerato oltre al peso proprio anche un sovraccarico accidentale pari a 100 kg/m^2 .



prova di carico

QUALITA' DEL LATERIZIO

Nei solai in latero-cemento la qualità degli elementi in laterizio è fondamentale e non sempre le tipologie disponibili sul mercato sono in grado di assicurare idonee prestazioni nel rispetto delle normative vigenti.



Questo nuovo elemento in laterizio per la formazione di pannelli prefabbricati consente in unione ad altri componenti, la realizzazione di orizzontamenti di elevata rigidità che possiedono tutte le qualità necessarie a garantire le migliori condizioni di staticità e benessere abitativo, considerato ormai un requisito irrinunciabile.

Gli impianti ad elevata tecnologia per il trattamento e l'omogeneizzazione delle argille, l'essiccazione e la cottura del materiale hanno consentito al prodotto di superare con ottimi risultati tutte le prove a cui è stato sottoposto.



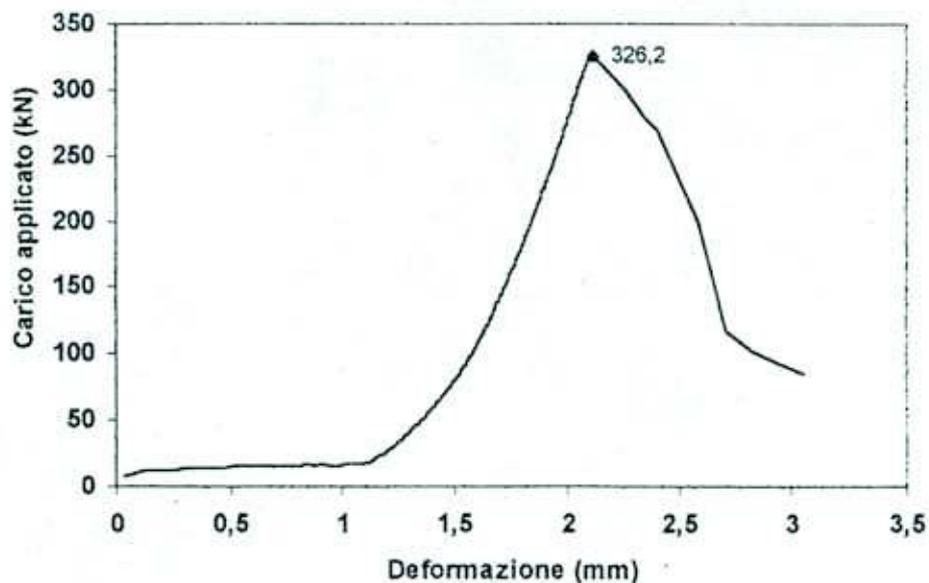
Deposito delle argille

Risultati delle prove effettuate presso il Laboratorio Sperimentale sui Ceramiche Tradizionali di Faenza confrontati con la normativa.

Tipo di prova	Eurosolaio Barbieri	Valore di normativa
Aderenza laterizio – cls	$\tau_a = 2.12 \text{ N/mm}^2$	$\tau_a > 2.00 \text{ N/mm}^2$
Coeff. di dilatazione termica lineare	$\alpha = 9.2 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$\alpha \geq 6.0 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
Resistenza a compressione in direzione dei fori	$f_k = 24.0 \text{ N/mm}^2$	$f_k \geq 15.0 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione per flessione	$f_k = 14.8 \text{ N/mm}^2$	$f_k \geq 7.0 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E \approx 19.0 \text{ kN/mm}^2$	$E \leq 25.0 \text{ kN/mm}^2$
Resistenza a punzonamento	$N = 2.21 \text{ kN}$	$N \geq 1.50 \text{ kN}$
Dilatazione dovuta all'umidità	$0.98 \cdot 10^{-4}$	$< 4.00 \cdot 10^{-4}$
Grado di efflorescenza	Leggero	Leggero
Imbibizione	$i = 18.9 \text{ g/dm}^2 \text{ al minuto}$	$8 < i < 20 \text{ g/dm}^2 \text{ al minuto}$
Inclusioni calcaree con diametro compreso tra 7 e 15 mm.	NON PRESENTI	$< 3 \text{ al dm}^2$

“Piastra in laterizio 50x30x6”
 Prova di resistenza a compressione in direzione dei fori

Diagramma di compressione del provino



L'ISOLAMENTO ACUSTICO DEI RUMORI DI CALPESTIO

Il rumore non solo arreca fastidio, ma a lungo andare, questa sensazione può generare conseguenze negative al comportamento umano, generando stress e danni alla salute. Il legislatore ha affrontato il problema imponendo, con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 05-12-1997, dei requisiti acustici alle costruzioni edilizie.

La progettazione acustica è importante quanto quella strutturale e termica.

L'attenzione deve essere posta in particolare alla scelta dei materiali, alle soluzioni costruttive ed agli accorgimenti da attuare in sede esecutiva.

Un buon punto di partenza, consiste nell'avvalersi di configurazioni costruttive testate in laboratorio, le quali forniscono un concreto aiuto per ottenere una valutazione di massima delle prestazioni della stessa configurazione in opera.

L'EUROSOLAIO BARBIERI è stato sottoposto a prova di calpestio seguendo le indicazioni di legge. La prova è stata effettuata presso il laboratorio di Fisica Tecnica del C.S.I. di Bollate (MI) (rapporto di prova n. 0060/DC/ACU/04).

La prova è stata effettuata considerando uno spettro di frequenze che va dai 100 ai 5000Hz.

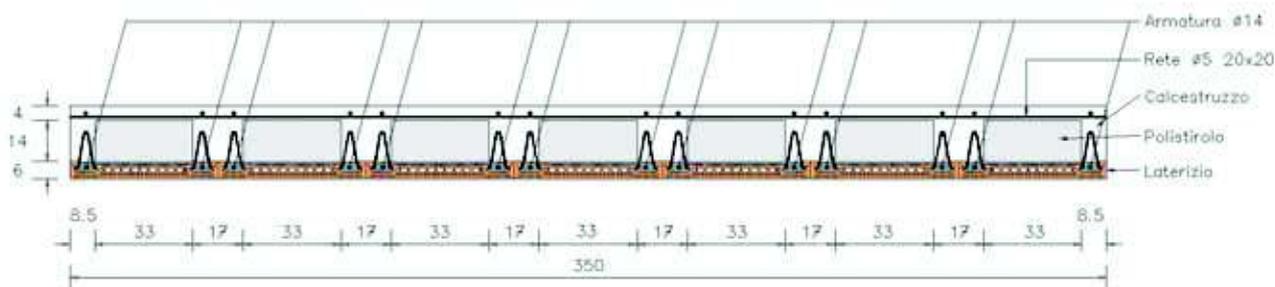
Questo spettro copre molto bene la casistica di frequenze che vengono prodotte dal normale utilizzo di un solaio di abitazione e che sono percettibili dall'orecchio umano. E' stato provato un solaio rustico di altezza pari a cm. 24, quindi privo di intonaco, sottofondo, strato isolante e pavimentazione.

I risultati ottenuti indicano un elevato potere fono-isolante, sia in valore assoluto che relativamente ai valori riscontrati in letteratura per altri tipi di solai, configurando l'EUROSOLAIO BARBIERI come un solaio di alta qualità.

Per il solaio in prova è stato riscontrato un indice di pressione sonora pari a: $L_{nw} = 76$ dB. Valore fra i più bassi per le varie tipologie di solai, i cui valori dell'indice di pressione acustica oscillano fra 72 e 92 dB.

Il valore è inoltre molto prossimo al valore che la normativa impone di non superare per i solai finiti. Questo consente di ottenere l'isolamento acustico richiesto dalla normativa con accorgimenti tecnologici semplici e poco costosi.

Sezione del solaio sottoposto a prova



Dati sperimentali:

Li = LIVELLO MEDIO DI PRESSIONE SONORA NELL'AMBIENTE DI RICEZIONE

Ln = LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO NORMALIZZATO

T = TEMPO MEDIO DI RIVERBERAZIONE NELL'AMBIENTE DI RICEZIONE

VOLUME DELL'AMBIENTE DI RICEZIONE V = 30 m³

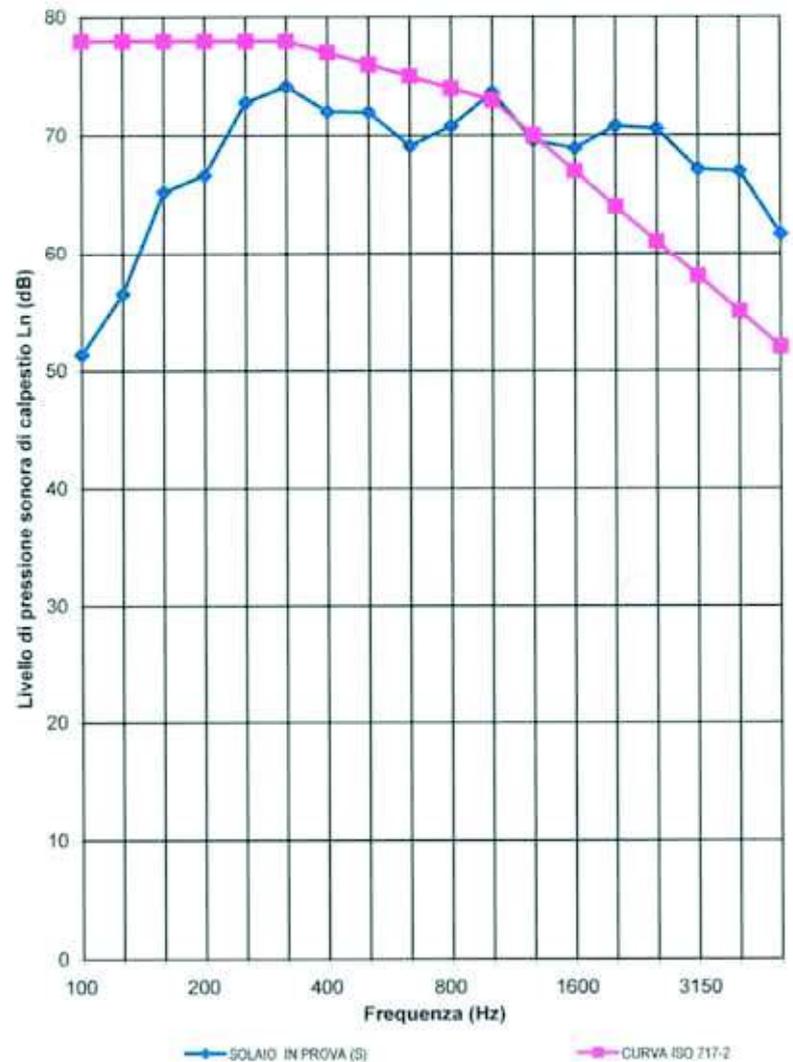
AREA DI ASSORBIMENTO ACUSTICO EQUIV. Ao = 10 m²

$Ln = Li - 10 \log(Ao \times T / 0,16 \times V)$

INDICE SOLAIO (S)

Lnwo = 76 dB

FREQ. (Hz)	fondo (dB)	Li (dB)	T (sec)	Ln (dB)	Ln (dB)
				SOLAIO IN PROVA	
				ISO 717-2	
100	37,9	52,2	0,58	51,4	78
125	37,0	59,5	0,96	56,5	78
160	37,0	64,9	0,44	65,3	78
200	33,3	64,1	0,27	66,6	78
250	28,8	69,2	0,21	72,8	78
315	27,9	69,9	0,18	74,2	78
400	23,5	67,5	0,17	72,0	77
500	19,9	67,4	0,17	72,0	76
630	16,4	65,1	0,19	69,1	75
800	13,1	66,5	0,18	70,8	74
1000	9,9	71,9	0,32	73,6	73
1250	6,9	68,5	0,38	69,5	70
1600	5,9	66,4	0,27	68,9	67
2000	5,0	68,3	0,27	70,8	64
2500	5,7	68,7	0,31	70,6	61
3150	6,3	64,1	0,24	67,1	58
4000	7,1	64,0	0,24	67,0	55
5000	6,4	58,8	0,25	61,7	52
dB(A)	30,2	79,8	0,32	81,5	



Solaio in prova (S)

Indice di valutazione ISO a 500 Hz

$L_{nw} = 76$ dB

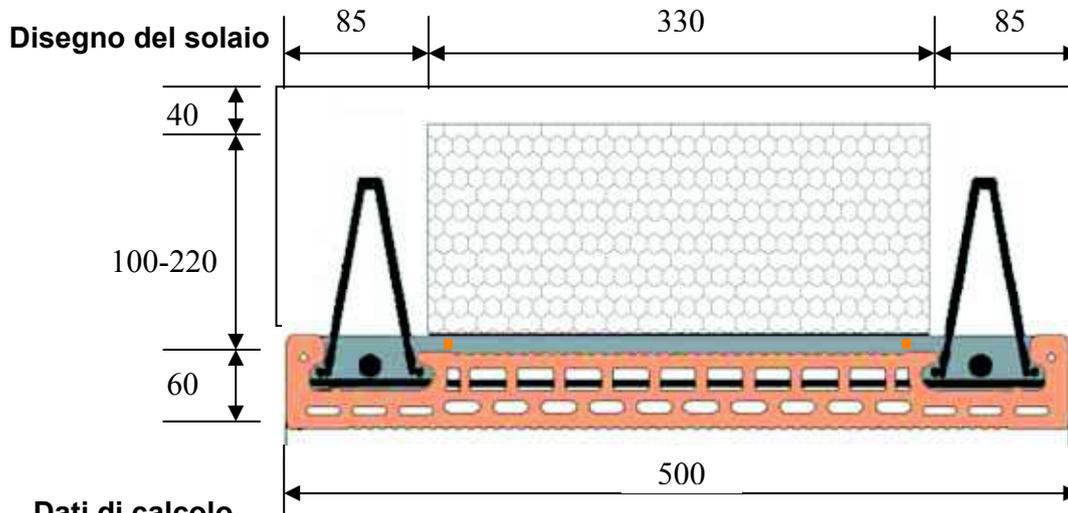
ISOLAMENTO TERMICO

Nella progettazione ed esecuzione di un solaio che costituisca chiusura di un edificio o, comunque, separazione fra zone a diverse condizioni di temperatura, si devono effettuare verifiche degli scambi termo-igrometrici che avvengono attraverso di esso.

L'EUROSOLAIO BARBIERI® è stato sottoposto a verifica di isolamento termico presso l'istituto RI.CERT. – Monte di Malo (Vicenza).

Rapporti di prova: n° 22373 e 22374 del 31-05-2010, n° 22950 e 22951 del 16-06-2010.

I valori riscontrati, se comparati con quelli di altri tipi di solaio, sono di gran lunga superiori. Più alta è la resistenza termica, maggiore è l'isolamento e minori sono i costi energetici.



Dati di calcolo

Laterizio	Massa volumica a secco assoluta	1880 kg/m ³
	Conduttività termica del materiale essiccato " $\lambda_{10,dry}$ " (P=50%)	0,522 W / (mk)
Calcestruzzo di confezionamento	Massa volumica a secco assoluta	2200 kg/m ³
	Conduttività termica del materiale essiccato " $\lambda_{10,dry}$ " (P=50%)	1,240 W / (mk)
Polistirene espanso (tipo A) oppure	Massa volumica a secco assoluta	10,8 kg/m ³
	Conduttività termica del materiale essiccato " $\lambda_{10,dry}$ "	0,043 W / (mk)
Polistirene espanso (tipo B)	Massa volumica a secco assoluta	19,0 kg/m ³
	Conduttività termica del materiale essiccato " $\lambda_{10,dry}$ "	0,036 W / (mk)
Calcestruzzo di completamento	Massa volumica a secco assoluta	2000 kg/m ³
	Conduttività termica del materiale essiccato " $\lambda_{10,dry}$ " (P=50%)	1,000 W / (mk)
Intonaco	Spessore	1,0 cm
	Conduttività termica del materiale essiccato " $\lambda_{10,dry}$ "	0,9 W / (mk)
Temperatura	ambiente interno "T1"	20° C
	ambiente esterno "T2"	0° C
Solaio di copertura (flusso di calore ascendente)	Resistenza termica superficiale interna R_{si}	0,10 m ² K/W
	Resistenza termica superficiale esterna R_{se}	0,04 m ² K/W
Solaio interpiano (flusso di calore ascendente)	Resistenza termica superficiale interna R_{si}	0,10 m ² K/W
	Resistenza termica superficiale esterna R_{se}	0,10 m ² K/W
Solaio interpiano (flusso di calore discendente)	Resistenza termica superficiale interna R_{si}	0,17 m ² K/W
	Resistenza termica superficiale esterna R_{se}	0,17 m ² K/W
Solaio piano rialzato (flusso di calore discendente)	Resistenza termica superficiale interna R_{si}	0,17 m ² K/W
	Resistenza termica superficiale esterna R_{se}	0,04 m ² K/W

RISULTATI DEL CALCOLO

Eurosolaio Barbieri[®] H cm 20 (6+10+4) con polistirene (TIPO A) di densità 10,8 Kg/m³

Posizione del solaio	λ_{equ} W / (mK)	R (m ² K)/W	U W / (m ² K)
copertura (flusso di calore ascendente)	0,352	0,714	1,400
interpiano (flusso di calore ascendente)	0,352	0,923	1,292
interpiano (flusso di calore discendente)	0,351	0,916	1,092
piano rialzato (flusso di calore discendente)	0,351	0,786	1,273

Eurosolaio Barbieri[®] H cm 32 (6+22+4) con polistirene (TIPO A) di densità 10,8 Kg/m³

Posizione del solaio	λ_{equ} W / (mK)	R (m ² K)/W	U W / (m ² K)
copertura (flusso di calore ascendente)	0,352	1,055	0,948
interpiano (flusso di calore ascendente)	0,352	1,115	0,897
interpiano (flusso di calore discendente)	0,351	1,271	0,796
piano rialzato (flusso di calore discendente)	0,351	1,126	0,888

Eurosolaio Barbieri[®] H cm 20 (6+10+4) con polistirene (TIPO B) di densità 19,0 Kg/m³

Posizione del solaio	λ_{equ} W / (mK)	R (m ² K)/W	U W / (m ² K)
copertura (flusso di calore ascendente)	0,345	0,725	1,380
interpiano (flusso di calore ascendente)	0,345	0,784	1,275
interpiano (flusso di calore discendente)	0,344	0,926	1,080
piano rialzato (flusso di calore discendente)	0,344	0,796	1,256

Eurosolaio Barbieri[®] H cm 32 (6+22+4) con polistirene (TIPO B) di densità 19,0 Kg/m³

Posizione del solaio	λ_{equ} W / (mK)	R (m ² K)/W	U W / (m ² K)
copertura (flusso di calore ascendente)	0,346	1,068	0,936
interpiano (flusso di calore ascendente)	0,346	1,129	0,886
interpiano (flusso di calore discendente)	0,346	1,271	0,787
piano rialzato (flusso di calore discendente)	0,346	1,140	0,877



- ↑ ↓ - direzione flussi di calore
- λ_{equ} - conduttività termica equivalente della struttura
- R - resistenza termica della struttura intonacata
- U - trasmittanza termica della struttura intonacata

PROVE DI CARICO A ROTTURA

Le prove di carico fino a rottura dei pannelli sono state eseguite presso il Laboratorio Prove Materiali "Pietro Pisa" dell'Università degli Studi di Brescia (Certificato n°24678 del 09/12/2003).

Descrizione della prova:

- **Pannelli:** i pannelli hanno una lunghezza di 6 metri e un'altezza di 24 cm. L'elemento base del pannello ha una larghezza di 50 cm, la parte inferiore è composta da un fondello in laterizio e malta di spessore 6 cm. Nel fondello sono inseriti due tralicci elettrosaldati e l'armatura principale è formata da due correnti inferiori $\varnothing 14$. In ogni elemento di fondello è inserito trasversalmente un ferro di armatura $\varnothing 5$ sul quale appoggiano i tralicci. Al centro dell'elemento è inserito un blocco di polistirolo continuo alto 14 cm e largo 33 cm. Un getto di cls completa l'elemento formando superiormente una cappa di 4 cm e due nervature laterali larghe 8,5 cm ciascuna. Sono state effettuate 4 prove; 2 su pannelli composti da un solo elemento, 2 su pannelli composti da 3 elementi base con larghezza complessiva di 150 cm. Uno di questi pannelli è provvisto di un cordolo trasversale rompitratta posto alla mezzeria del pannello.

- **Carico:** il carico distribuito è stato approssimato tramite 4 carichi concentrati. Nelle prove sui pannelli da 50 cm il carico è stato applicato su tutta la larghezza del pannello, mentre nei pannelli da 150 cm il carico è stato applicato solo nei 50 cm centrali del pannello. Sono stati eseguiti 3 cicli completi di carico e scarico fino al valore di esercizio, e altri 3 cicli fino al valore di carico ultimo di progetto, infine si è aumentato il carico fino a raggiungere un comportamento praticamente plastico con freccia superiore a 1/40 della luce.

- **Risultati:** i risultati delle prove mostrano un buon comportamento elastico dei pannelli, i pannelli hanno raggiunto frecce molto elevate senza giungere a rottura, il carico che ha comportato il raggiungimento di una freccia pari a 1/40 della luce è risultato doppio rispetto al carico ultimo di progetto. Nonostante le elevate deformazioni dei pannelli non si sono verificati fenomeni di distacco di parti del fondello in laterizio. Inoltre la misurazione delle deformazioni al centro e ai lati del pannello per i pannelli di larghezza 150 cm ha mostrato in entrambi i pannelli una buona collaborazione delle nervature trasversali.

Conclusioni:

- Il comportamento dell'elemento è estremamente duttile e raggiunge elevate deformazioni prima della rottura
- Anche con deformazioni molto elevate non si verificano, né sfondamenti né distacchi.
- Si ha un comportamento monolitico dell'elemento che non presenta discontinuità tra l'elemento in laterizio e il getto in cls
- Si ha un'ottima ripartizione dei carichi trasversali e non sono apprezzabili differenze di comportamento fra il pannello con e senza rompitratta.
- Con i ferri trasversali collocati negli appositi alloggiamenti dei laterizi si forma un ideale telaio monolitico controventato atto a sopportare eventi sismici di notevole intensità.

PROVA DI CARICO

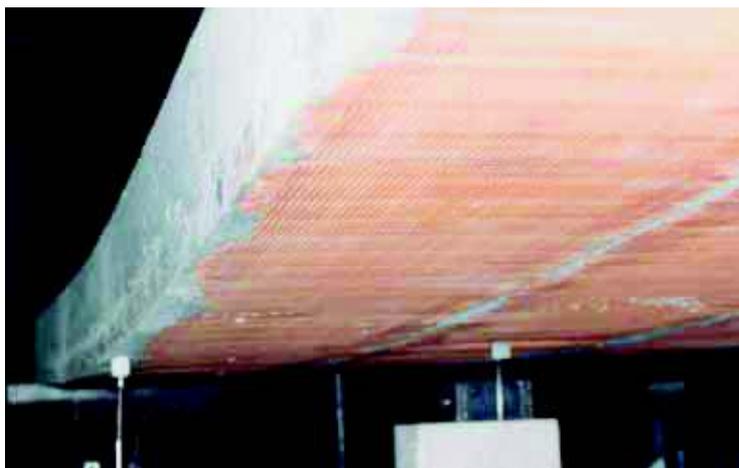
Porzione di “Eurosolaio Barbieri” composto da tre elementi affiancati senza travetto rompitratta di collegamento con carico concentrato sulla striscia centrale.



PANNELLO SOTTO CARICO



INTRADOSSO DEL PANNELLO DOPO LA PROVA DI CARICO



Si evidenzia la funzionalità del ferro “trasversale” collocato in ogni elemento di laterizio, in quanto:

- Nonostante l’elevata deformazione del pannello non si sono verificati distacchi di laterizio
- Gli strumenti di misura applicati al centro (caricato) ed alle estremità (scariche) del pannello, hanno registrato valori analoghi

Alla luce di questi risultati si ritiene l’ “Eurosolaio Barbieri” atto a sopportare anche eventi sismici di forte intensità

RESISTENZA AL FUOCO “REI”

I solai dovendo assolvere alle funzioni di divisione fra gli ambienti e di portanza per i carichi, devono possedere caratteristiche strutturali di stabilità anche in caso di incendio.

Un campione di solaio denominato “Eurosolaio Barbieri” è stato sottoposto a prova presso il laboratorio CSI di Bollate-MI (certificato n. 1128 RF) per la determinazione dei requisiti di resistenza al fuoco, che risultano essere **REI 114**.

DESCRIZIONE DELL'ELEMENTO DI PROVA

L'elemento sottoposto a prova è un solaio di dimensioni 4,5 ml (lunghezza) x 2,5 ml (larghezza) x 24 cm (altezza), in calcestruzzo armato gettato su pannelli-cassero in laterizio dalla larghezza di 50 cm, accostati.

La parte inferiore è composta da un fondello in laterizio e malta con spessore di 6 cm. Nel fondello sono stati inseriti due tralicci elettrosaldati e l'armatura principale del solaio è composta da due barre FeB44k di diametro 10 mm. Ogni traliccio è formato da due correnti inferiori di diametro 5 mm. e un corrente superiore di diametro 7 mm.

I correnti, barre ad aderenza migliorata, sono saldati ogni 20 cm. ad una staffatura continua in tondo liscio di diametro 5 mm.

In ogni elemento di fondello, lungo 30 cm, è inserito trasversalmente, in un'apposita scanalatura, un ferro di armatura di diametro 5 mm. sul quale sono appoggiati i due tralicci e l'armatura longitudinale.

Al centro dell'elemento è inserito un blocco continuo in polistirolo con altezza di 14 cm. e larghezza di 33 cm.

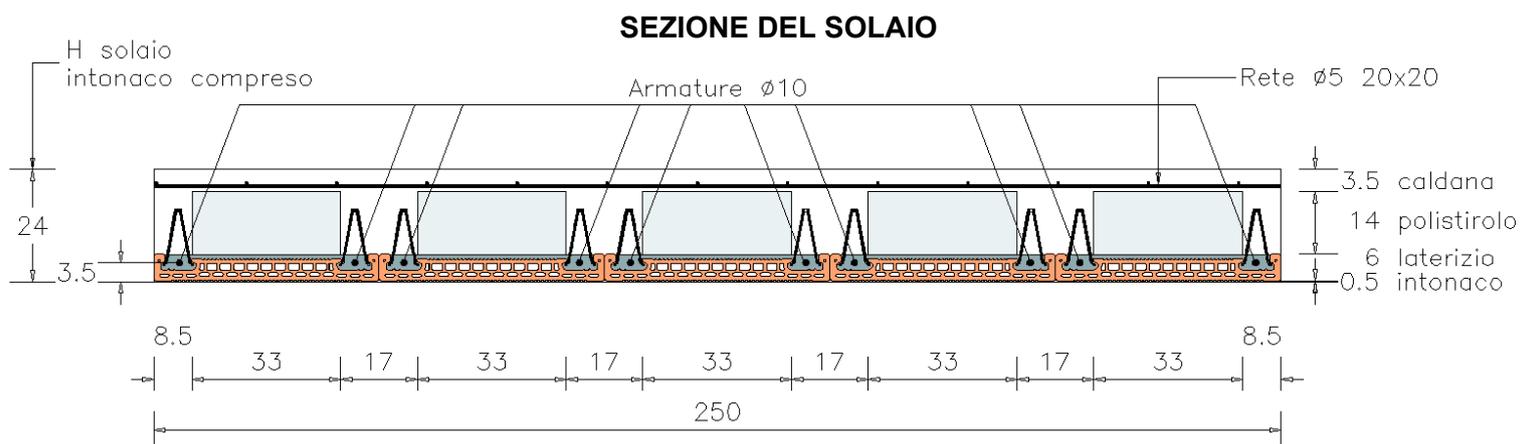
Un getto di calcestruzzo completa l'elemento ottenendo superiormente una cappa con spessore di 3,5 cm. e due nervature ciascuna con larghezza di 8,5 cm.

Con gli elementi affiancati si ottiene una nervatura con larghezza doppia. Nello spessore della cappa è inserita una rete elettrosaldata di diametro 5 mm. con maglia 20 x 20 cm.

Sull'intradosso del solaio è stato applicato uno strato di intonaco di malta bastarda dello spessore di 0,5 cm.

L'altezza del solaio risulta essere di 24 cm. compreso l'intonaco.

Il carico di esercizio, da progetto, è di 530 kg/mq (330 kg/mq permanenti + 200 kg/mq accidentali).



VALUTAZIONI DEI RISULTATI DI PROVA

Utilizzando elementi di normale produzione, il campione sottoposto alla prova è stato assemblato volutamente senza particolari accorgimenti e cure per verificarne il comportamento nella condizione peggiore.

Dettagli peggiorativi voluti:

1. applicazione di un sottile strato di intonaco con spessore di 0,5 cm. costituito da malta bastarda
2. formazione della caldana di spessore 3,5 cm.
3. omissione del cordolo rompitratta di ripartizione
4. armatura metallica superiore utilizzando solo rete elettrosaldata diametro 5 mm. con maglia 20 x 20 cm
5. carico di esercizio maggiorato *

* = il solaio è stato progettato seguendo il metodo delle tensioni ammissibili per un carico di progetto pari a 330 kg/mq di sovraccarico permanente e 200 kg/mq di sovraccarico accidentale; quindi, mentre la normativa anti-incendio prevede che il solaio venga sottoposto ad un carico pari a 430 kg/mq ($330 + 200 \times 0,5$), per la prova si è considerato un carico di 530 kg/mq, che considerando il peso proprio, risulta del 13% superiore a quello previsto dalla normativa.

Questa condizione sfavorevole già di per se è sufficiente per comprendere come il solaio abbia in realtà una resistenza pari a REI 120.

Inoltre, con riferimento al valore REI ottenuto nelle condizioni peggiori del manufatto, con semplici e poco onerosi accorgimenti è possibile ottenere classi con resistenze più elevate aumentando il diametro del ferro distanziatore collocato nell'apposita sede.

Autorevoli organismi di ricerca anche internazionali (F.I.P.) hanno stabilito che approssimativamente la resistenza al fuoco di un solaio aumenta di circa:

- 30 minuti applicando intonaco di spessore 10 mm.
- 90 minuti applicando intonaco di spessore 16 mm.

Questi valori sono incrementabili applicando, su fondo idoneo, intonaci premiscelati a base gessosa.

Ing. Giuliano Giaggia

ISTRUZIONI PER IL CORRETTO IMPIEGO DEI PANNELLI TRALICCIATI

Trasporto

I pannelli saranno caricati sul camion a strati sovrapposti formanti una catasta con alla base dei palletts di legno e dovranno essere opportunamente legati con cavi di sicurezza al pianale dell'automezzo.

Il trasporto dovrà avvenire osservando pienamente le norme del Codice Stradale.

Scarico

Lo scarico dei pannelli dovrà avvenire con mezzi idonei e di adeguata portata ed il sollevamento dovrà essere eseguito con cavi di acciaio o catene provvisti di ganci di sicurezza in grado di sopportare il peso del manufatto e le relative sollecitazioni.

Il sollevamento del manufatto dovrà avvenire con una manovra continua e lenta in modo da evitare strappi o urti.

I ganci per il sollevamento dovranno essere fissati ai tralicci in corrispondenza dei nodi fra il corrente superiore ed il vertice delle staffe.

Stoccaggio

Lo stoccaggio dei pannelli deve avvenire su una superficie orizzontale, asciutta e livellata, evitando il contatto con il terreno, posandoli su bancali o travetti di legno di cm. 30 x 10 x 240 posti ad un interasse massimo di ml. 1,50, avendo cura che la parte a sbalzo della catasta non superi $\frac{1}{4}$ della lunghezza del pannello.

Sono sovrapponibili a cinque file, comunque non si devono superare 150 cm di altezza.

Gli elementi devono essere accatastati con lunghezze decrescenti dal basso verso l'alto.

Posa

Prima di posare i pannelli si dovrà predisporre la puntellatura provvisoria (rompitratta) dimensionata dal progettista ed indicata dagli elaborati forniti dal produttore.

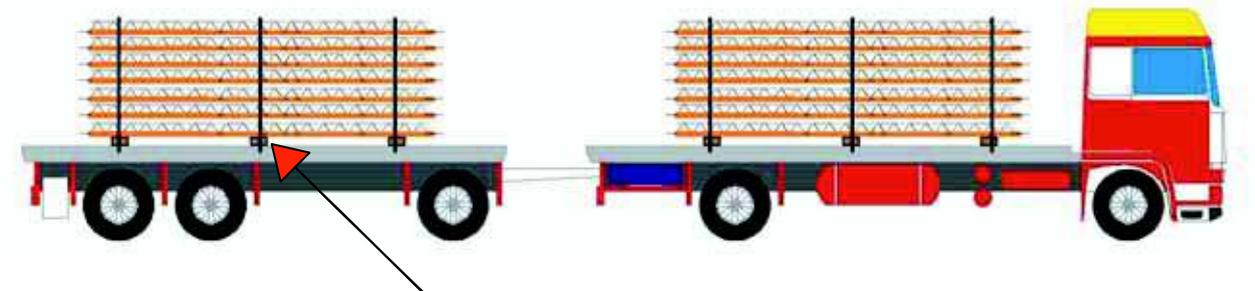
E' opportuno predisporre sempre un banchinaggio in corrispondenza delle testate.

I pannelli vanno posati accostandoli tra loro seguendo le indicazioni riportate dagli elaborati tecnici a corredo della fornitura.

Getto e disarmo

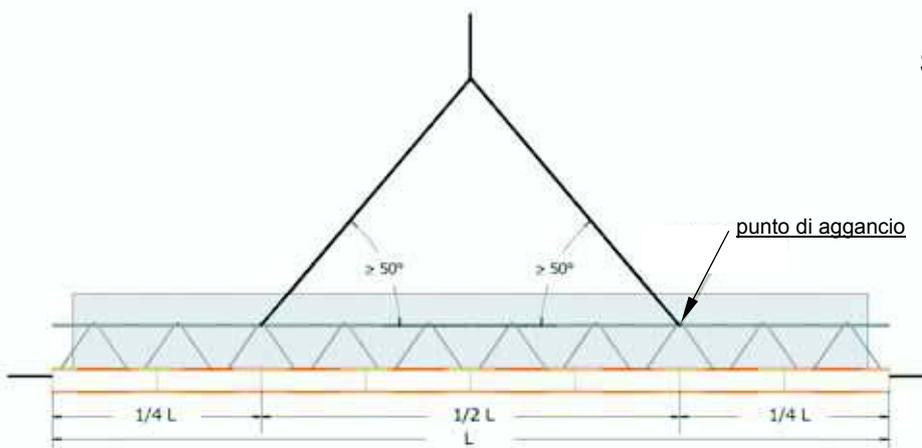
Il getto di calcestruzzo dovrà avvenire in un'unica soluzione evitando concentrazioni di carico non previste, con opportuna vibrazione, effettuato con temperature superiori a zero gradi ed osservando le prescrizioni della Direzione Lavori.

Schema di carico per il trasporto

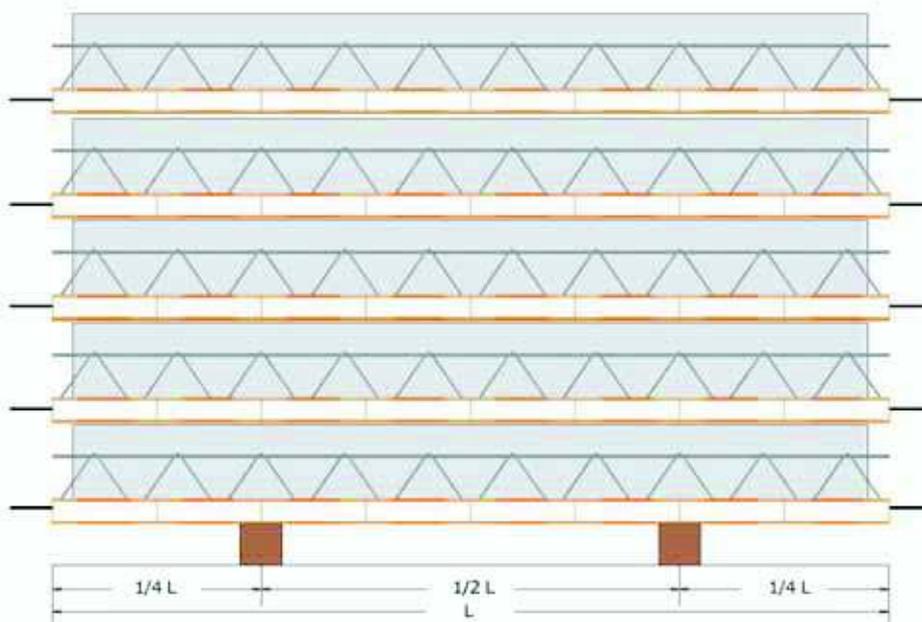


Cavi di sicurezza

Sollevamento



Stoccaggio



Banchinaggio

