

SOLAI MISTI LEGNO CALCESTRUZZO



Connettori a piolo e ramponi CTL BASE



ETA 18/0649
DoP: 18/0649



DTA
DOCUMENT
TECHNIQUE
D'APPLICATION

Connettori a piolo e ramponi CTL MAXI



ETA 18/0649
DoP: 18/0649



DTA
DOCUMENT
TECHNIQUE
D'APPLICATION

TECNARIA®

RINFORZO DEI SOLAI

TECNARIA SISTEMI MODERNI DI RINFORZO



LA SOLUZIONE DI UN PROBLEMA

I **vecchi solai** in legno esigono spesso interventi di rinforzo ed irrigidimento in quanto realizzati per sopportare carichi modesti; presentano quasi sempre deformabilità e vibrazioni eccessive rispetto le attuali esigenze.

L'intervento con il calcestruzzo collaborante è una soluzione ottimale perchè evita la necessità di dover sostituire completamente il solaio e permette di non modificare molto l'altezza dell'impalcato.

I **nuovi solai** di legno, per essere abbastanza resistenti e rigidi, necessitano di sezioni di travi elevate.

In entrambi i casi è possibile sovrapporre alla struttura in legno una sottile soletta di calcestruzzo, adeguatamente armata e connessa, ottenendo per i vecchi solai un cospicuo aumento di resistenza e rigidità e consentendo sezioni decisamente più modeste alle travi dei nuovi solai.

Il sistema misto legno e calcestruzzo si utilizza anche per la realizzazione di coperture, piane od inclinate.

L'interposizione dei **connettori** a piolo e ramponi tra le travi di legno e la soletta di calcestruzzo è necessaria per consentire ai due materiali di collaborare tra loro; il risultato sarà una struttura solidale dove, per effetto dei carichi verticali, il calcestruzzo risulterà prevalentemente compresso ed il legno prevalentemente teso.


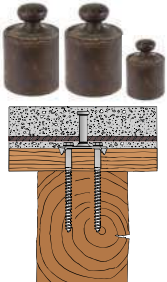
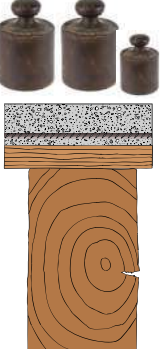
La struttura mista legno-calcestruzzo risulterà migliore rispetto alla struttura di solo legno in quanto **più rigida e resistente**. Ne risulterà migliorato anche il comportamento dinamico (**vibrazioni**), l'**isolamento acustico** e l'**inerzia termica**.

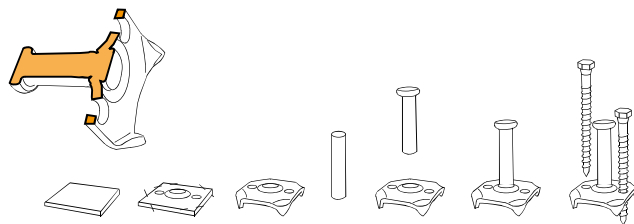
La soletta di calcestruzzo rappresenta un ottimo accorgimento tecnico negli edifici di muratura in **zona sismica**, in quanto consente di collegare fra di loro i muri portanti realizzando un piano rigido in grado di ripartire meglio le azioni sismiche orizzontali. Il peso dei solai misti legno e calcestruzzo è di gran lunga inferiore rispetto ai solai in laterocemento e quindi risulta preferibile in zone sismiche.

I connettori a piolo e ramponi TECNARIA sono stati ideati ed ampiamente testati per realizzare al meglio l'unione tra legno e calcestruzzo.

L'efficacia del connettore è assicurata dalla robusta piastra di base, come supporto del piolo, modellata a ramponi in modo tale da consentire elevata aderenza al legno e di assorbire al meglio gli sforzi di taglio: le numerose prove di laboratorio hanno evidenziato efficacia di questo accorgimento. In tal modo non si verificano fenomeni di rifollamento, inevitabili nel caso in cui il rinforzo sia affidato a semplici viti o chiodi. A chiodi, viti e ramponi, elementi antichi e collaudati dal tempo si affida ora un nuovo compito.

Il fissaggio è completamente meccanico, non sono necessarie resine od additivi chimici; questo rende il processo di connessione veloce, economico, pulito e reversibile.

Trave sez. 12x20 cm non connessa portata 280 kg/m ²	Trave sez. 12x20 cm connessa portata 700 kg/m ²	Trave sez. 12x28 cm non connessa portata 700 kg/m ²
		
	250 % di peso portato	+ 40 % di altezza



I vantaggi per la struttura mista legno-calcestruzzo si individuano in una maggiore capacità portante, una minore altezza totale degli impalcati, una maggiore rigidità, oltre che una migliore resistenza al fuoco.

L'esempio a lato dimostra le diverse portate delle travi a parità di deformazione.

IL SOLAIO LEGNO-CALCESTRUZZO

Legno

Nel caso di restauro è importante rilevare geometria e caratteristiche meccaniche del legno. Nel caso di solai nuovi si può utilizzare legno massiccio, lamellare o Bilam.

Interposto

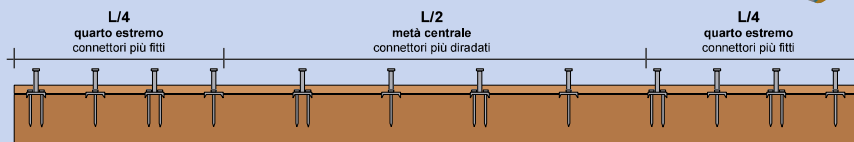
Il cassero per il getto di calcestruzzo può essere costituito da assito in legno, pannelle o tavole in laterizio, pannelli in fibre di legno.

Rete elettrosaldata

A metà della soletta va posizionata una rete elettrosaldata adeguatamente dimensionata (normalmente $\varnothing 6$ maglia 20x20 cm). Non è necessario legare la rete ai connettori.

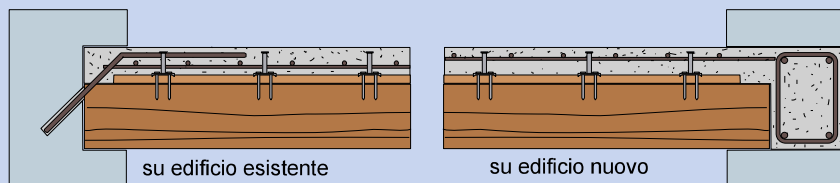
Posizionamento connettori

Il connettore tipo **CTL BASE** normalmente si fissa a diretto contatto della trave in legno, il tipo **CTL MAXI** normalmente sopra l'assito. Il numero ed il tipo dei connettori da posizionare è determinato da un calcolo (in media si applicano circa 6- 8 elementi al m²); in genere si fissano a spaziatura ravvicinata verso i muri e più distanziati al centro della trave. E' opportuno ruotare la piastra di base in modo che le viti non risultino allineate.



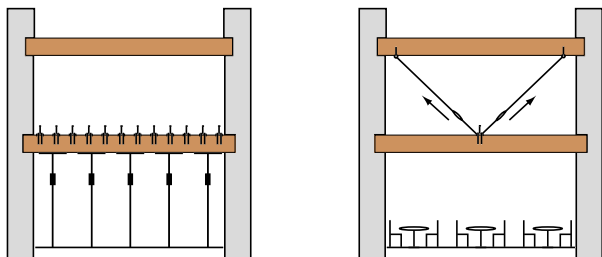
Collegamento ai muri

E' opportuno unire la soletta alla muratura portante in tutti i lati del solaio. Questo accorgimento apporta anche benefici in termini di rigidità e resistenza sismica del solaio. L'intervento si può fare in vari modi, dipendenti dal tipo di muro.



Puntellazione

E' importante puntellare i solai durante la maturazione del calcestruzzo. Nella impossibilità di accedere ai vani sottostanti sarà necessario appendere il solaio tramite tiranti.



Isolante



Calcestruzzo

Si utilizzano normalmente calcestruzzi strutturali di classe minima C25/30 con spessore non inferiore a 5 cm. Gli impianti tecnici non possono attraversare la soletta collaborante.

Calcestruzzi leggeri strutturali

E' consigliato il loro utilizzo per ridurre il peso proprio del solaio rinforzato mantenendo elevate le resistenze meccaniche. Contemplato nelle NTC permette elevati vantaggi in zone sismiche.

Ad esempio Leca CLS 1400-1600-1800 e Calcestruzzo CentroStorico di Laterlite.



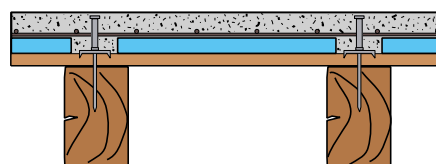
Calcestruzzi fibrorinforzati

Si utilizzano nei casi in cui sia necessario contenere lo spessore dell'intervento a 20 o a 30 mm e ridurre i carichi.



Telo protettivo

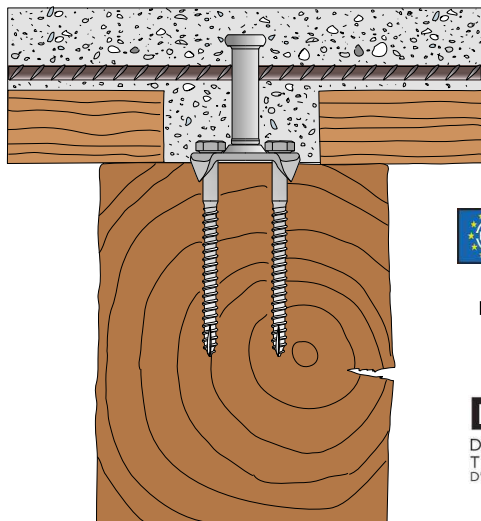
Il telo traspirante idrorepellente 'Centuria' di TECNARIA è impermeabile al passaggio dell'acqua e traspirante al vapore. E' in grado di prevenire la percolazione di boiacca, l'assorbimento di acqua di idratazione del calcestruzzo da parte del legno e la formazione di polvere ai piani sottostanti nel lungo periodo. Anche in presenza di elevata saturazione degli ambienti sottostanti non crea condensazione di vapore nel suo lato inferiore, preservando così il tavolato ligneo. Si stende a contatto del legno, prima dei connettori. E' sovrastampato un graticolo di 6x6 cm che facilita la segnatura del passo di posizionamento ed è dotato di banda biadesiva incorporata per una perfetta sigillatura. Si forniscono a parte anche nastro ed occhielli biadesivi.



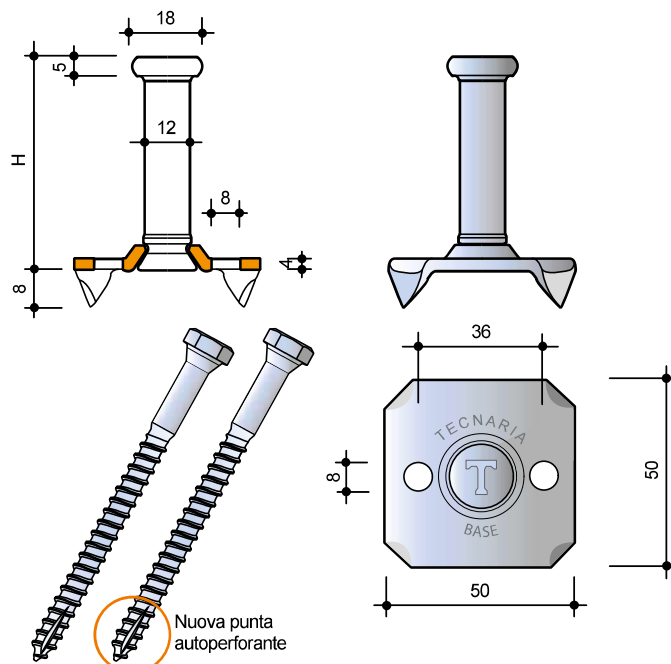
L'interposizione di un pannello di materiale isolante rigido permette di aumentare la sezione della trave mista legno-calcestruzzo senza incrementare il peso proprio del solaio, **migliorando il rinforzo**. Si ottengono vantaggi in termini di resistenza, rigidità, numero di connettori ed isolamento termo-acustico.

Connettore BASE

piastra di base 50 X 50 mm viti Ø 8 mm



ETA 18/0649
DoP: 18/0649



Voce di capitolato: connettore a piolo composto da una piastra di base 50 X 50 X 4 mm, modellata a ramponi, avente due fori atti al passaggio di due viti tirafondi Ø 8 mm, con sottotesta tronco-conico, gambo in acciaio zincato Ø 12 mm, unito alla piastra tramite ricalco a freddo. Altezze gambo disponibili: 20, 30, 40, 60, 70, 80, 105, 125, 150, 175 e 200 mm. Lunghezza viti disponibili: 70, 100 e 120 mm, certificato CE.

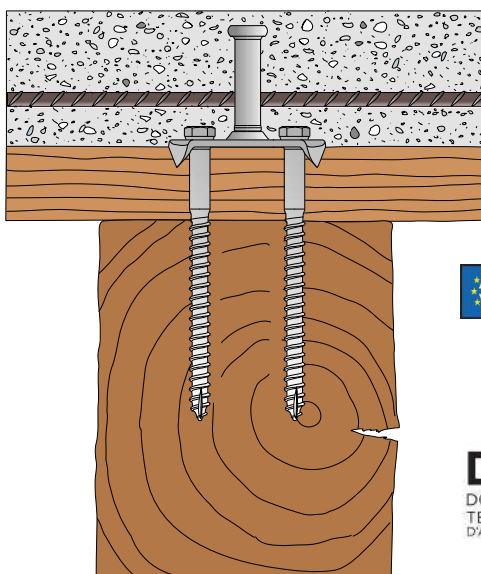
Caratteristiche meccaniche dei connettori

Connettore	Tavolato	Legno	Resistenza caratteristica F_v, R_k	Modulo di scorrimento allo stato limite di servizio K_{ser}	Modulo di scorrimento allo stato limite ultimo K_u
	cm		kN	kN/mm	kN/mm
BASE	0	C16, GL24 e+	17,20	17,90	9,99
	0	D30 e+	19,50	16,50	9,87
	2	C16, GL24, D30 e+	8,96	4,00	2,49
	4	C16, GL24, D30 e+	5,86	1,43	1,20

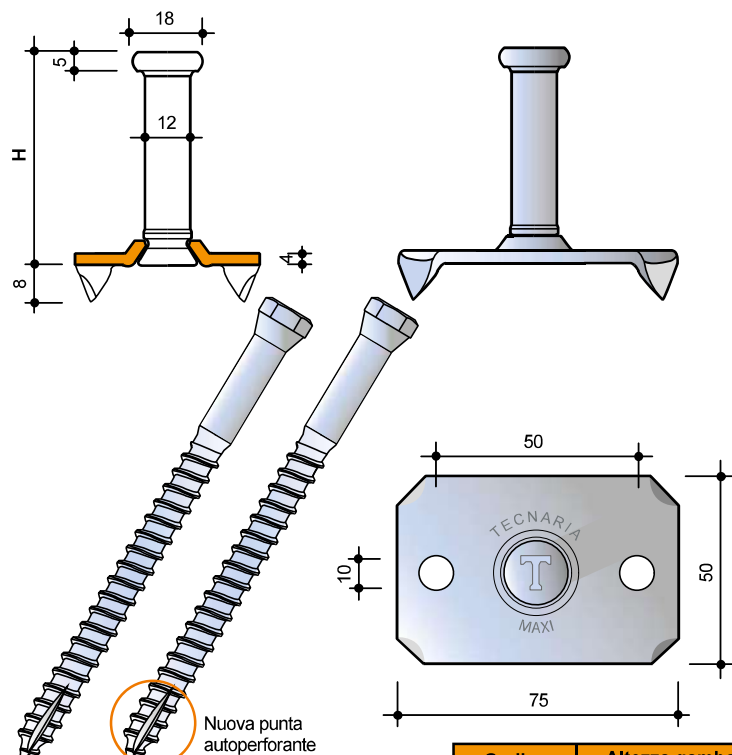
Codice	Altezza gambo
CTLB020	20 mm
CTLB030	30 mm
CTLB040	40 mm
CTLB060	60 mm
CTLB070	70 mm
CTLB080	80 mm
CTLB105	105 mm
CTLB125	125 mm
CTLB150	150 mm
CTLB175	175 mm
CTLB200	200 mm

Connettore MAXI

piastra di base 75 X 50 mm viti Ø 10 mm



ETA 18/0649
DoP: 18/0649



Voce di capitolato: connettore a piolo composto da una piastra di base 75 X 50 X 4 mm, modellata a ramponi, avente due fori atti al passaggio di due viti tirafondi Ø 10 mm, con sottotesta tronco-conico, gambo in acciaio zincato Ø 12 mm, unito alla piastra tramite ricalco a freddo. Altezze gambo disponibili: 20, 30, 40, 60, 70, 80, 105, 125, 150, 175 e 200 mm. Lunghezza viti disponibili: 100, 120 e 140 mm, certificato CE.

Caratteristiche meccaniche dei connettori

Connettore	Tavolato	Legno	Resistenza caratteristica F_v, R_k	Modulo di scorrimento allo stato limite di servizio K_{ser}	Modulo di scorrimento allo stato limite ultimo K_u
	cm		kN	kN/mm	kN/mm
MAXI	0	C16, GL24 e+	19,30	18,60	10,40
	0	D30 e+	24,50	21,20	13,60
	2	C16, GL24, D30 e+	15,00	7,68	4,35
	4	C16, GL24, D30 e+	11,30	3,06	2,66

Codice	Altezza gambo
CTLM020	20 mm
CTLM030	30 mm
CTLM040	40 mm
CTLM060	60 mm
CTLM070	70 mm
CTLM080	80 mm
CTLM105	105 mm
CTLM125	125 mm
CTLM150	150 mm
CTLM175	175 mm
CTLM200	200 mm

CONNETTORI TECNARIA: LE APPLICAZIONI

I connettori a piolo e ramponi si caratterizzano per l'estrema semplicità di posa; non richiedono manodopera specializzata né particolari condizioni di cantiere. **Posarli è semplice come avvitarne due viti.** Il connettore può essere fissato o a diretto contatto della trave o sopra l'assito. TECNARIA consiglia di interporre il telo traspirante idrorepellente 'Centuria' tra i connettori e l'assito prima dell'esecuzione del getto. La punta delle viti è dotata di uno speciale intaglio grazie al quale, generalmente, è possibile avvitarle le viti sul legno direttamente senza preforo. Nel caso di specie legnose dure sarà necessario eseguire un preforo di Ø 6 mm per le viti dei connettori **BASE** oppure un preforo di Ø 8 mm per le viti dei connettori **MAXI**. Di seguito descritte le tre tipologie di posa.

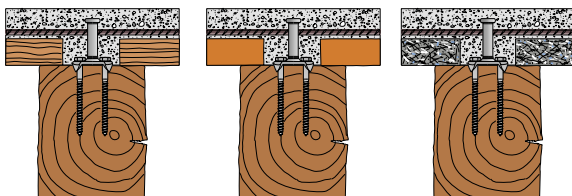
A ASSITO INTERROTTO

Massime prestazioni - Solai nuovi



Connettore fissato a diretto contatto della trave in legno.

Si crea un cordolo in calcestruzzo continuo sopra la trave. Si può ottenere tagliando l'assito con una sega circolare oppure tramite la posa di tavole tagliate su misura. Analoga situazione si avrà nel caso di interposizione di tabelle, piastrelle in laterizio o pannelli compositi in legno. Questa soluzione garantisce elevate prestazioni meccaniche del connettore, ma necessita della preparazione del tavolato. Usualmente si utilizzano connettori tipo **BASE**. Suggerito per i solai nuovi.



B ASSITO CAROTATO

Massime prestazioni Recupero di solai



Connettore fissato a diretto contatto della trave in legno.

TECNARIA dispone di una serie di attrezzature che facilitano la posa dei connettori che vengono offerte a noleggio per eseguire fori su assito: trapano con supporto. Questa soluzione garantisce le migliori prestazioni meccaniche del connettore.



Tramite una fresa a punta effettuare dei fori Ø 65 mm sul tavolato per il connettore **BASE**. Tale applicazione è sconsigliata nei casi di tavolati lignei duri e di tavolati già esistenti fissati con molti chiodi.

C ASSITO CONTINUO

Massima velocità di posa Recupero di solai



Connettore fissato sopra l'assito.

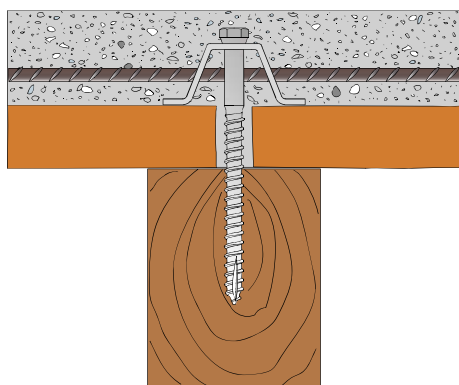
La posa del connettore va effettuata direttamente sopra assito. Usualmente si utilizzano connettori tipo **MAXI**. Consigliato nel caso di recupero della struttura esistente.

Questa soluzione permette la massima velocità di posa.

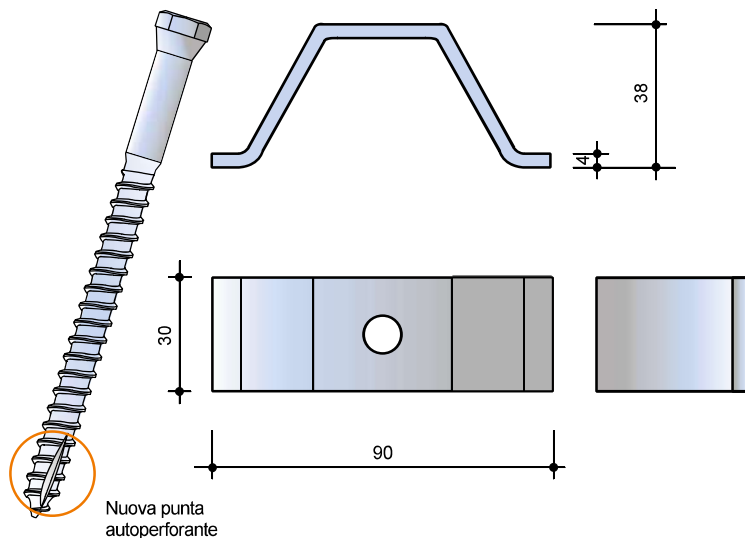
Per facilitare questa fase nel caso di specie legnose dure, ad esempio latifoglie, sarà necessario fare un preforo. Si può utilizzare un doppio trapano a colonna di TECNARIA che realizza la doppia preforatura in una unica fase permettendo all'operatore di lavorare in piedi. Tecnaria noleggia anche l'avvitatore ad impulsi per inserire velocemente le viti tirafondo.

Connettore OMEGA piastra 38x30x90 mm viti Ø 10 mm

Composto da vite tirafondo e piastra stabilizzatrice



ETA 18/0649
DoP: 18/0649



Voce di capitolato: connettore composto da una vite tirafondo Ø10 mm, lunghezza 100/120/140 mm con sotto-testa tronco-conica e da una piastra H38x30xL90 mm, spessore 4 mm piegata a forma di Omega, avente un foro atto al passaggio della vite tirafondo, certificata CE.

Caratteristiche meccaniche dei connettori

Connettore	Tavolato	Legno	Resistenza caratteristica F_v, R_k	Modulo di scorrimento allo stato limite di servizio K_{ser}	Modulo di scorrimento allo stato limite ultimo K_u
	cm		kN	kN/mm	kN/mm
OMEGA	2	C16, GL24, D30 e+	7,89	2,09	1,48
	4	C16, GL24, D30 e+	6,64	1,89	1,32

Codice	Altezza connettore
CVT 40V-10/100	40 mm
CVT 40V-10/120	40 mm
CVT 40V-10/140	40 mm

Il connettore OMEGA è utilizzato per connettere travicelli di sezione ridotta nei solai a doppia orditura. Base minima del travetto 6 cm, altezza minima 8 cm.

Il suo utilizzo risulta particolarmente facile nel caso in cui sopra i travetti siano presenti mezzane o pannelle in laterizio. In questi casi la vite del connettore si potrà fissare anche attraverso le mezzane affiancate essendo di dimensione ridotta. Sulle travi principali si userà il connettore BASE o MAXI.

Posa in opera

La posa in opera del connettore OMEGA va effettuata direttamente sopra l'assito o le pannelle. La punta della vite è dotata di un speciale intaglio grazie al quale è, generalmente, possibile avvitarle le viti nel legno senza preforo. Solo nel caso di specie legnose dure (es.: latifoglie) sarà necessario fare un preforo di Ø 8 mm.

TABELLE PER IL PRE-DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA

SOLAI DI CALPESTIO									COPERTURE						
Sezione travetti	Lunghezza cm	140	160	180	200	220	240	260	140	160	180	200	220	240	260
8x8 cm	spaziatura connettori cm	48	36	36	36	22			48	48	36	36	36	36	36
	n° conn. per travetto	4	5	6	7	11			4	4	6	7	7	8	8
	n° conn. al mq	8,0	9,7	9,5	9,4	13,7			8,0	7,7	9,5	9,4	9,2	9,1	9,0
8x10 cm	spaziatura connettori cm	48	48	36	36	36	28		48	48	48	48	48	36	36
	n° conn. per travetto	4	4	6	7	7	10		4	4	5	5	6	8	8
	n° conn. al mq	8,0	7,7	9,5	9,4	9,2	11,4		8,0	7,7	7,5	7,4	7,3	9,1	9,0
10x10 cm	spaziatura connettori cm	48	48	48	36	36	36	18	48	48	48	48	48	36	36
	n° conn. per travetto	4	4	5	7	7	8	15	4	4	5	5	6	8	8
	n° conn. al mq	8,0	7,7	7,5	9,4	9,2	9,1	17,0	8,0	7,7	7,5	7,4	7,3	9,1	9,0
10x12 cm	spaziatura connettori cm	48	48	48	48	48	36	36	48	48	48	48	48	48	48
	n° conn. per travetto	4	4	5	5	6	8	8	4	4	5	5	6	6	6
	n° conn. al mq	8,0	7,7	7,5	7,4	7,3	9,1	9,0	8,0	7,7	7,5	7,4	7,3	7,1	7,1

Dati di calcolo:

Trave mista costituita da una soletta armata collaborante in calcestruzzo avente R_{ck} minimo 25 Mpa di spessore 5 cm, gettata su pannelle in laterizio piene di spessore 3 cm, connessa tramite il connettore vite tirafondo Ø 10 e piastra Omega ai travetti in legno C24 (secondo la EN 338) posizionati ad interasse 35 cm puntellati fino a maturazione del getto.

Carichi di progetto per la tabella "solai di calpestio": pesi propri + 2.0 kN/m² (permanenti) e 2.0 kN/m² (variabili). Deformata massima a tempo 0 < L / 500 e a tempo infinito < L / 350.

Carichi di progetto per la tabella "coperture": pesi propri + 1.0 kN/m² (permanenti) e 1.0 kN/m² (variabili). Deformata massima a tempo 0 < L / 300 e a tempo infinito < L / 250.

Tutti i dati inseriti in queste tabelle sono informativi. Spetta al progettista verificare i solai misti.

Per un calcolo esaustivo usare l'apposito software Tecnaria.

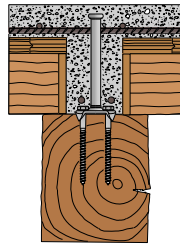
SOLAIO IN LEGNO A DOPPIA ORDITURA

Travi principali

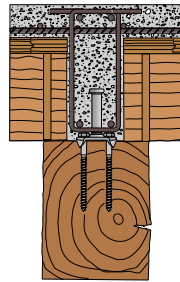
Costituiscono l'elemento portante dell'intero solaio, dove poggiano i travicelli secondari con la funzione di ripartire il carico. I connettori devono essere fissati a diretto contatto della trave principale. Sopra la trave si crea un cordolo di calcestruzzo di collegamento adeguatamente armato. Si possono utilizzare i connettori del tipo "BASE" o "MAXI", con diverse soluzioni applicative.



Solaio a doppia orditura visto da sotto: si vedono i travi principali ed i travetti secondari orditi trasversalmente.



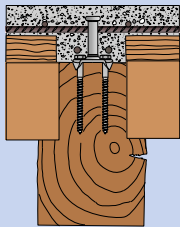
Connettore su trave principale: la testa del connettore deve superare la rete elettrosaldata. Il raccordo può non avere le staffe se correttamente dimensionato.



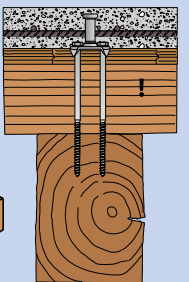
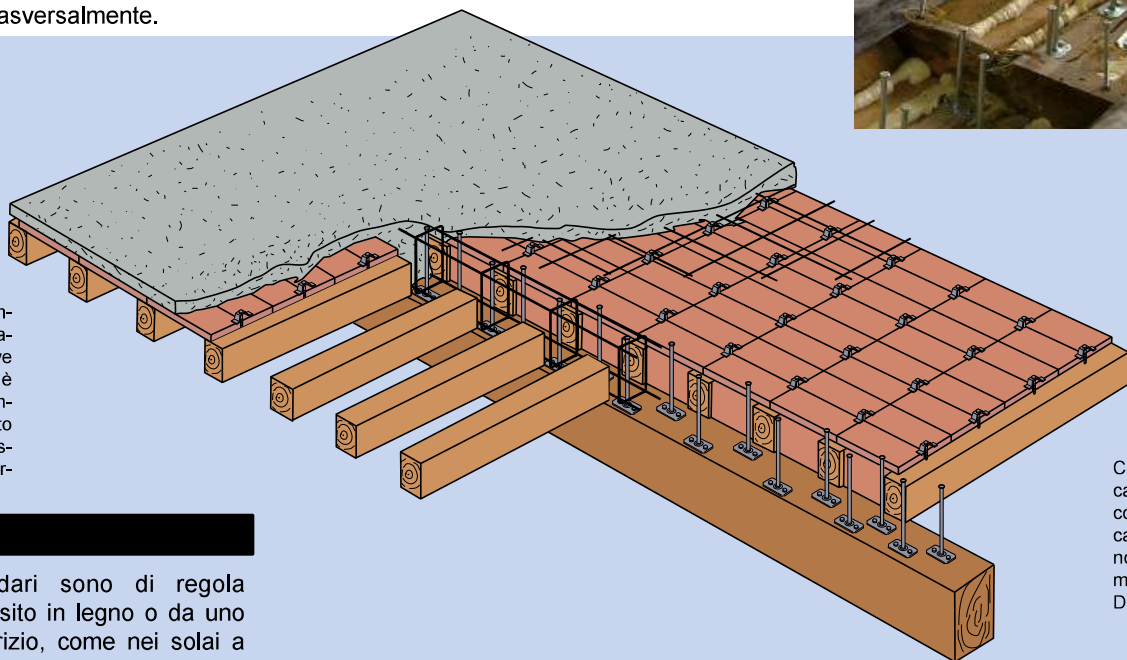
Connettore su trave principale con armatura di collegamento alla parte superiore della soletta.

Contenimento del getto

Tra travetto e travetto è necessario realizzare elementi di contenimento del getto, che potranno essere in legno o in laterizio. L'operazione può essere piuttosto laboriosa in presenza di geometrie irregolari. Le fessure possono essere sigillate con schiuma poliuretanica.



Connettore su trave principale con travi secondarie a livello della trave principale. In tali casi è preferibile posare sempre il connettore a diretto contatto della trave, asportando quindi una porzione di assito.



Connessione non efficace. Questo genere di connessione non è praticabile, in quanto la vite non è in grado di trasmettere gli sforzi di taglio. Di fatto sarebbe inutile.

Interposto

I travetti secondari sono di regola ricoperti da un assito in legno o da uno scempiato di laterizio, come nei solai a singola orditura.

Travi secondarie

In corrispondenza alle travi principali i travetti possono essere continui, cioè passanti sulla trave, oppure interrotti, situazione, questa, più favorevole. Il calcolo dei connettori sulle travi secondarie andrà fatto come per un solaio a semplice orditura.

Travetti interrotti

Il cordolo di calcestruzzo di collegamento della trave principale risulta continuo, quindi l'intervento è più efficace.



Travetti continui

La presenza di travetti causa discontinuità del raccordo, che andrà armato adeguatamente.



Connettori Omega

Date le dimensioni ridotte i connettori OMEGA sono prevalentemente utilizzati su travicelli aventi sezioni esigue.



CONNETTORI TECNARIA: GLI ACCESSORI

Per facilitare la posa in opera dei connettori **BASE**, **MAXI** ed **OMEGA**, Tecnaria propone una serie di accessori.

Trapano e supporto a colonna (cod. ACT-TRAPCOL)



Trapano a coppia elevata montato, su un supporto stabile; permette di eseguire grossi fori sull'assito per alloggiare i connettori "BASE" in piena sicurezza per l'operatore.

Peso: 6.6 kg

Per connettori: **BASE**

Articolo correlato: fresa 65 mm (cod. ACT-FL65)

Fresa per fori Ø 65 mm (cod. ACT-FL65)



Fresa di 65 mm di diametro, con punta di centraggio. Esegue fori sull'assito con asportazione del truciolo.

Per trapani con mandrino a cremagliera.

Per connettori: **BASE**

Doppio trapano (cod. ACT-DOPPTRAP)



Due trapani elettrici montati su un telaio ergonomico permettono di eseguire due fori contemporaneamente alla distanza corretta nel legno per alloggiare le viti del connettore MAXI.

Peso: 9.1 kg

Per connettori: **MAXI**

Articolo correlato: punte per legno 8x160 mm (cod. PL08165135)

Sega a tazza per fori Ø 65 mm (cod. ACT-FL65)



Sega a tazza di 65 mm di diametro con punta di centraggio. Esegue carotaggi sull'assito.

Per trapani con mandrino a cremagliera.

Per connettori: **BASE**

Ricambio corona: cod. ACT-STLRIC0650

Avvitatore ad impulsi (cod. ACT-DW292)



Avvitatore elettrico a impulsi; per le sue caratteristiche ideale a fissare le viti dei connettori nel legno, attacco quadro da 1/2".

Peso: 3.2 kg

Per connettori: **BASE, MAXI, OMEGA**

Articolo correlato: bussola esagonale 13 mm, attacco 1/2" (cod. ACT-BE13-Q)

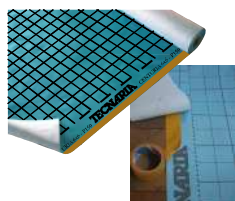
Bussola esagonale innesto 1/2" (cod. ACT-BE13-Q)



Bussola esagonale da 13 mm, con attacco quadro da 1/2"

Per connettori: **BASE, MAXI, OMEGA**.

Telo 'Centuria' (cod. ACT-TTCEN)



Telo impermeabile e traspirante, separa il legno dal getto del calcestruzzo. Nastro biadesivo incorporato.

Dimensioni: rotolo da 50 x 1,5 metri (75 m²), peso un rotolo 12 kg

Per connettori: **BASE, MAXI, OMEGA**

Articolo correlato: nastro biadesivo (cod. ACT-TTNB100)

Bussola esagonale (cod. ACT-BE13-E)



Bussola esagonale da 13 mm, con attacco esagonale per mandrino a cremagliera.

Per connettori: **BASE, MAXI, OMEGA**.

Certificazione CE

L'intera gamma di connettori Tecnaria per strutture in legno è dotata di marcatura CE ed è previsto sia l'utilizzo su strutture nuove che su strutture esistenti.

I connettori **BASE**, **MAXI** ed **OMEGA** sono dotati della Valutazione Tecnaria Europea ETA 18/0649 del 18/9/2018 e sono soggetti a sistema di controllo di qualità.

La certificazione CE permette anche la possibilità di utilizzare i connettori nei calcoli di resistenza all'incendio delle strutture miste.



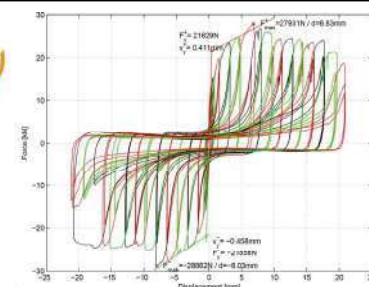
ETA 18/0649

DoP: 18/0649

Approvazione DTA

Le prestazioni meccaniche ed il metodo di progettazione di solai misti legno e calcestruzzo con l'intera gamma dei connettori Tecnaria sono stati approvati dall'organizzazione indipendente CCFAT (Commission Chargée de Formuler des Avis Techniques), che ha rilasciato l'Approvazione Tecnica "DTA" 3.1/17-915_V3.

I connettori di tipo **MAXI**, inoltre, sono stati sottoposti ad prove di tipo ciclico e ed è stato dimostrato che sono utilizzabili anche per la trasmissione di sforzi di tipo sismico sia in strutture ad alta duttilità che in strutture a bassa duttilità.



IL SOFTWARE PER IL CALCOLO: un prezioso aiuto al progettista



Tecnaria offre ai professionisti uno strumento utile ai fini della progettazione: il supporto di calcolo per il rapido dimensionamento dei solai misti legno-calcestruzzo con i connettori Tecnaria. Scaricabile gratuitamente presso il sito internet www.tecnaria.com