



**TECNARIA®**

SISTEMI DI CONNESSIONE PER IL RINFORZO DI SOLAI

# STRUTTURE MISTE E CONNETTORI

Quando due materiali diversi sono tenuti uniti in modo efficace si comportano, da un punto di vista strutturale, come un elemento unico.

In edilizia si utilizza questo principio per realizzare i “solai misti”, vantaggiosi perchè riducono le tensioni interne dei materiali e permettono di ottenere, con spessori ridotti, elementi molto rigidi.

Se alle travi portanti si sovrappone e si connette una soletta in calcestruzzo armato si sfruttano al meglio le proprietà caratteristiche dei singoli materiali: nel lato superiore il calcestruzzo avrà elevate prestazioni perchè correttamente compresso, nel lato inferiore travi in legno o acciaio risulteranno efficacemente tese.

*L'interesse in questo tipo di struttura è stato originato dall'osservazione negli anni '20 di ponti realizzati con travi in acciaio rivettate; disegnati e realizzati come strutture non miste, in realtà, dimostravano di avere una rigidezza molto più elevata della semplice trave in acciaio; l'incremento della rigidezza era causato dall'attrito generato dal parziale incollaggio del calcestruzzo alla trave in acciaio, ma, soprattutto, dalla testa dei grossi rivetti presenti nella parte superiore della trave che impediva lo scorrimento tra i due elementi.*

*L'idea di generare artificialmente questo attrito portò alla ideazione dei connettori, agli inizi del 1930 per strutture in acciaio (realizzati con perni cilindrici e testa saldati alla trave) e successivamente per le strutture in legno, notoriamente meno rigide e più elastiche.*

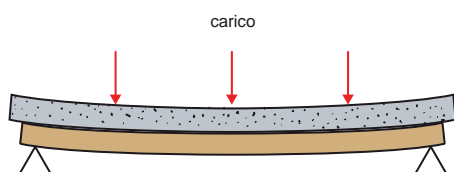
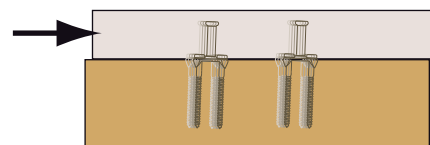


In edilizia moderna l'utilizzo del calcestruzzo come elemento di finitura dei solai trova ampio utilizzo poiché, data la sua massa e la sua rigidezza, costituisce un piano rigido, ridistribuisce i carichi, limita le vibrazioni e la trasmissione del rumore e fornisce una adeguata resistenza al fuoco.

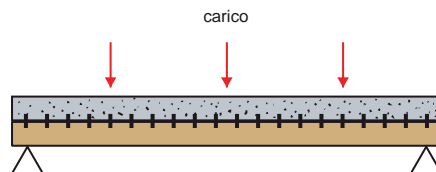
Nei solai misti il calcestruzzo si comporta come un elemento strutturale e non semplicemente come peso aggiunto solamente se viene efficacemente connesso alle travi portanti.

I connettori si oppongono allo scorrimento che si genera tra i due materiali per effetto dei carichi.

**La struttura mista sfrutta quindi i materiali nelle loro caratteristiche migliori, perchè il calcestruzzo lavora a compressione e le travi sottostanti a trazione.**



STRUTTURA NON CONNESSA  
DEFORMABILE



STRUTTURA CONNESSA  
RIGIDA

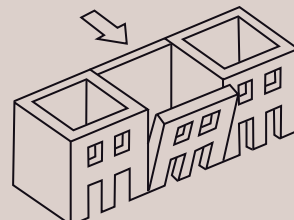
## COMPORTAMENTO ANTISISMICO DELLE STRUTTURE MISTE

Le nuove norme tecniche (D.M. 14/1/2008) rendono quasi sempre necessaria la verifica sismica dei fabbricati.

Uno dei requisiti fondamentali delle strutture che resistono al sisma è il comportamento “scatolare”, per il quale le murature sono legate ad un **solaio rigido in grado di ripartire il carico sismico** alla pareti nella direzione della loro massima resistenza.

Una soletta in calcestruzzo connessa ai travetti e collegata perimetralmente alle murature realizza al meglio questo piano rigido.

Infatti al punto 7.2.6. delle norme si legge: ‘Gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano, a condizione che siano realizzati in cemento armato, oppure in latero-cemento con soletta in c.a. di almeno 40 mm di spessore, o in struttura mista con soletta in cemento armato di almeno 50 mm di spessore collegata da connettori a taglio opportunamente dimensionati agli elementi strutturali in acciaio o in legno e purché le aperture presenti non ne riducano significativamente la rigidezza.’



# PROFILO AZIENDALE

Tecnaria S.p.A. è una società specializzata nella ideazione e produzione di connettori per solai misti e più precisamente solai misti legno-calcestruzzo, acciaio calcestruzzo e laterocemento-calcestruzzo; sempre molto sensibile alle richieste del mercato dell'edilizia in continua evoluzione, ha cercato di anticiparne le esigenze.

Nasce nel 1949 per volontà di Francesco Guazzo e suo padre Carlo con il nome di Edilcasa dedicandosi alla commercializzazione di prodotti per edilizia. Nel corso degli anni si evolve e specializza sempre di più la propria offerta commerciale, fino al punto di creare dei prodotti propri. Scopo dell'azienda è ora di potenziare il proprio know-how nel settore dei solai e di arricchire la famiglia dei prodotti.

## Un po' di storia

Il primi connettori sono stati ideati per le **strutture miste acciaio-calcestruzzo** nel 1989; testato presso l'Università di Padova con la collaborazione del Prof. Ing. Giorgio Romaro, il connettore **CTF** è stato immesso nel mercato nel 1992. Originariamente pensato per la realizzazione di nuovi solai con lamiera grecata ha trovato anche ampio utilizzo per il recupero di solai esistenti. Il mercato delle costruzioni nei primi anni '90 dimostrava forte interesse per le tecniche innovative di recupero e consolidamento.

A metà degli anni '90 la clientela richiedeva una soluzione per il recupero di **solai in legno** che al pari dei solai in acciaio presentasse le caratteristiche di efficacia, semplicità nella posa e certezza dei risultati.

E' nato in tal modo il connettore per solai misti legno-calcestruzzo **CTL**; l'idea di partire dal medesimo connettore per strutture in acciaio che aveva incontrato il favore del mercato con gli opportuni adattamenti, si è dimostrata vincente. La piastra di base è stata reinterpretata con i ramponi che penetravano nel legno ed al posto dei chiodi, robuste viti tirafondi. Il primo connettore **BASE** nasce nel 1994, la sua evoluzione **MAXI** 8 anni dopo.

La diffusione dei connettori era però ostacolata da un problema di carattere culturale: le strutture in legno erano scarsamente studiate nelle scuole e nelle Università per cui spesso i progettisti trovavano difficoltà nel calcolo delle strutture miste. La grande richiesta di interventi ha spinto Tecnaria a fare una scelta coraggiosa: mettere a punto un software di calcolo semplice da utilizzare e distribuirlo gratuitamente; solo così si sarebbe potuta diffondere la conoscenza delle strutture miste.

La crescita esponenziale di Internet ha reso possibile la fruizione di questo utile strumento ed ha creato conoscenza delle strutture miste. Numerosi e prestigiosi sono stati i lavori realizzati con questi connettori, in Italia ed all'estero.

Intorno agli anni 2000 la clientela si trovava spesso ad affrontare problemi di recupero di **solai in laterocemento**, soprattutto da un punto di vista di un loro adeguamento antisismico. Ecco allora nascere nel 2002 il connettore **CTCEM**, che completava la proposta di elementi di connessione per i diversi tipi di solai. Anche in questo caso il prodotto è stato supportato da un software di calcolo. In questa fase è stato rafforzato l'ufficio tecnico dell'azienda con personale altamente specializzato per fornire assistenza tecnica alla progettazione.

L'ultimo connettore per strutture in legno **Omega** nasce nel 2005 per rispondere alle tipologie di solai presenti soprattutto in Italia centrale caratterizzati dalla presenza di pannelle in laterizio.

E' il 2007 quando viene ideato il nuovo connettore **Diapason** per strutture acciaio-calcestruzzo ad elevate prestazioni meccaniche, da potersi utilizzare nelle strutture nuove.

Nel 2009 Tecnaria ha conseguito l'importante certificazione 'Avis Technique' per i connettori per solai in legno BASE e MAXI rilasciata dall'Istituto francese CSTB e nel 2013 la certificazione Socotec per i connettori per strutture in acciaio CTF e DIAPASON. La proposta dei connettori è stata affiancata nel corso degli anni da una serie di accessori per facilitarne la posa per rendere il lavoro in cantiere più spedito e sicuro.

Nel 2015 è stato messo a punto e testato il connettore **MINI CEM** per solai in laterocemento da rinforzare con solette a ridotto spessore in calcestruzzo fibrorinforzato (tipo FRC).



2015: alcuni prototipi del connettore MINI CEM



Siamo agli inizi degli anni '90: i primi studi e prototipi dei connettori CTF per i solai in acciaio.



Studi e prototipi dei connettori per solai in legno CTL BASE (1994) e CTL MAXI (2002)



2002: prototipi del connettore CTCEM per solai in laterocemento.



2007: alcuni prototipi del connettore Diapason, ancora in fase di studio.

# SOLAI MISTI LEGNO CALCESTRUZZO



**Connettori a piolo  
e ramponi  
CTL BASE**

AVIS TECHNIQUE

3/12 -720

21/03/2012

**CSTB**  
le futur en construction

**Connettori a piolo  
e ramponi  
CTL MAXI**

AVIS TECHNIQUE

3/12 -720

21/03/2012

**CSTB**  
le futur en construction



**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.


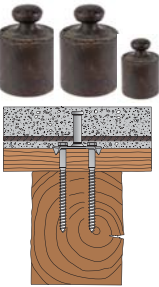
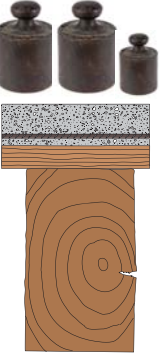
La struttura mista legno-calcestruzzo risulterà migliore rispetto alla struttura di solo legno in quanto **più rigida e resistente**. Ne risulterà migliorato anche il comportamento dinamico (**vibrazioni**), l'**isolamento acustico** e l'**inerzia termica**.

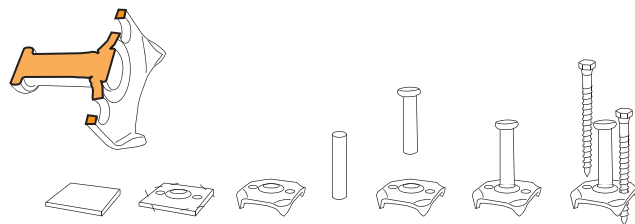
La soletta di calcestruzzo rappresenta un ottimo accorgimento tecnico negli edifici di muratura in **zona sismica**, in quanto consente di collegare fra di loro i muri portanti realizzando un piano rigido in grado di ripartire meglio le azioni sismiche orizzontali. Il peso dei solai misti legno e calcestruzzo 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 <b>non connessa</b> portata 280 kg/m <sup>2</sup>	Trave sez. 12x20 cm <b>connessa</b> portata 700 kg/m <sup>2</sup>	Trave sez. 12x28 cm <b>non connessa</b> portata 700 kg/m <sup>2</sup>
		
	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

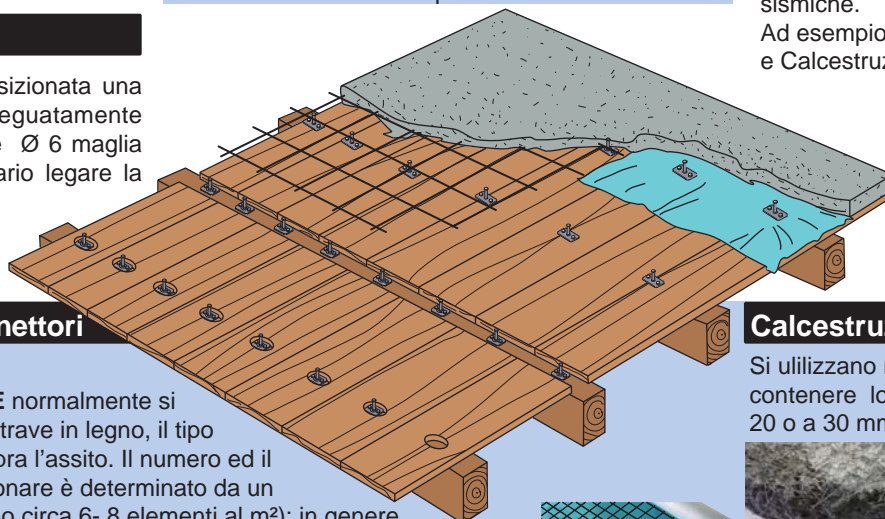
Nel caso di restauro è importante rilevare geometria e caratteristiche meccaniche del legno. Nel caso di solai nuovi si può utilizzare legno massiccio, lamellare o Bilam.

## 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.

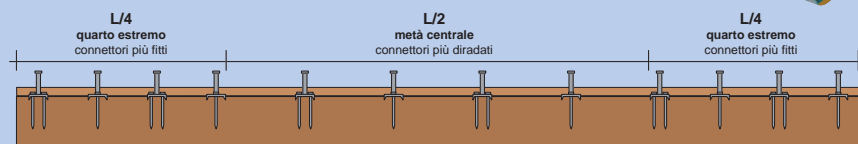
## Rete elettrosaldata

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.



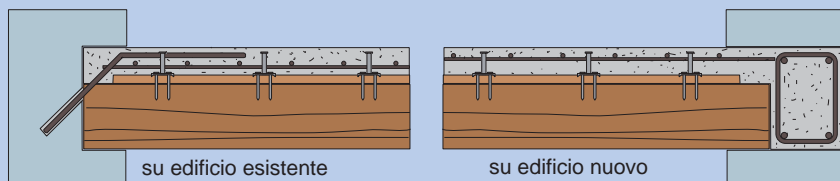
## Posizionamento connettori

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  $m^2$ ); 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.



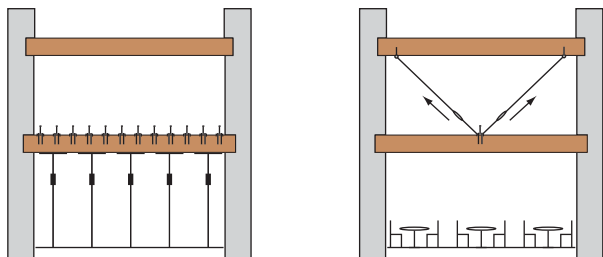
## Collegamento ai muri

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.

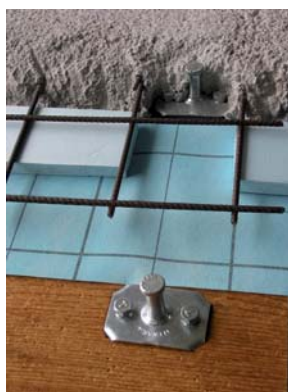


## Puntellazione

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.



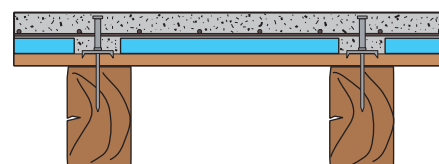
## Calcestruzzi fibrorinforzati

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

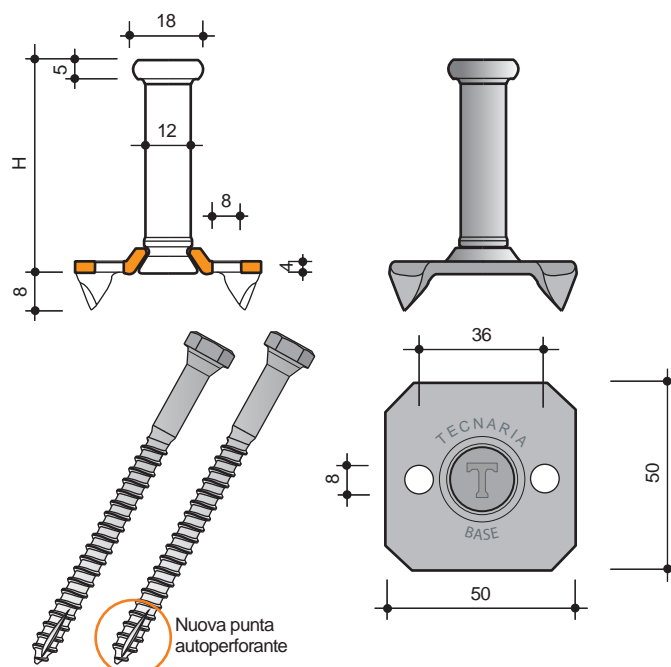
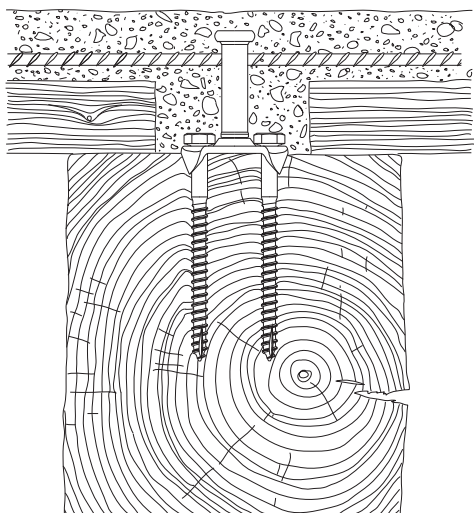
Il telo traspirante idrorepellente 'Centuria' di TECNARIA è impermeabile al passaggio dell'acqua e traspirante al vapore. E' in grado di prevenire la percolazione di boiaccia, l'assorbimento di acqua di idratazione del calcestruzzo da parte del legno e la formazione di polvere ai piani sottostanti nel 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



**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

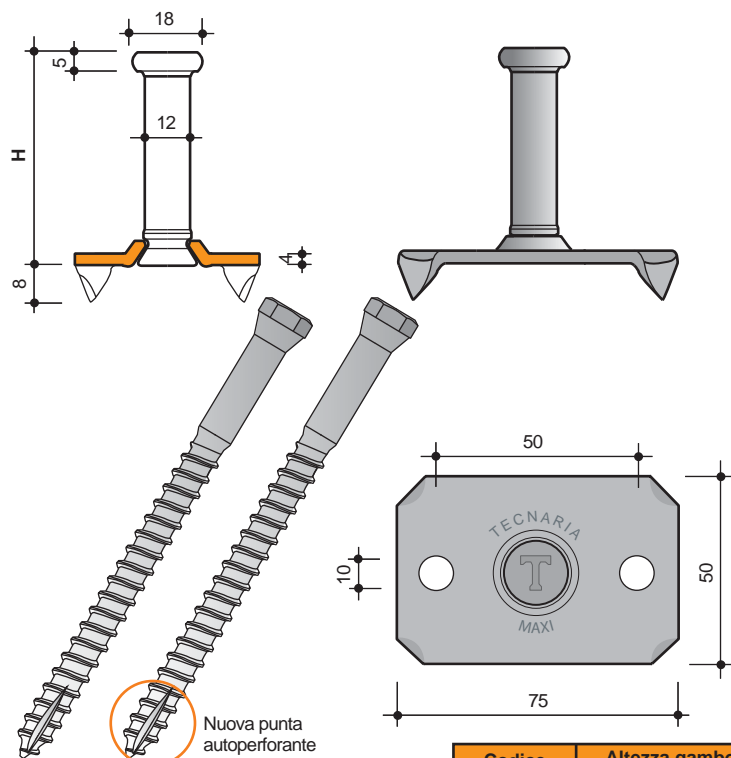
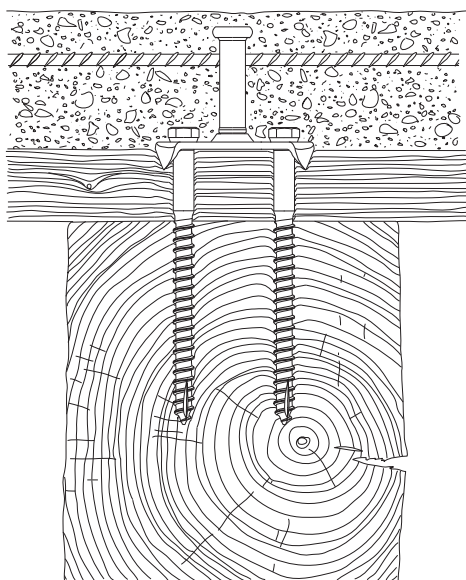
## Caratteristiche meccaniche dei connettori

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



**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

## 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 avvitare 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 avvitare 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.

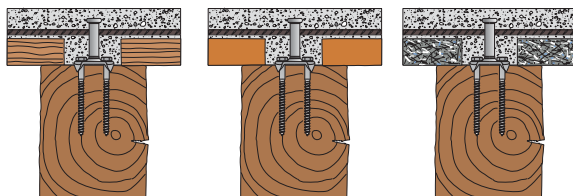
## A ASSITO INTERROTTO

### 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, pannello 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.



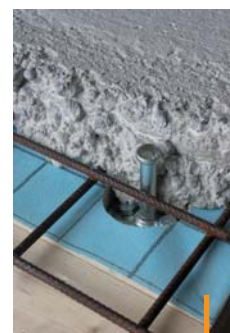
## B ASSITO CAROTATO

### 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.

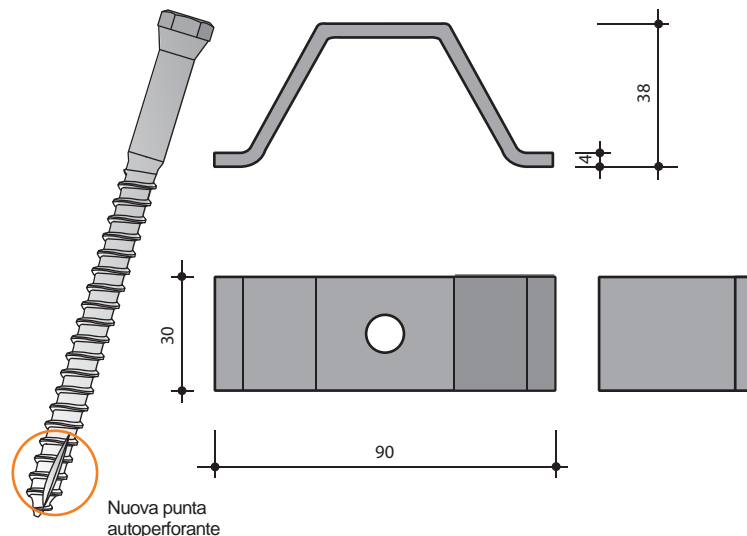
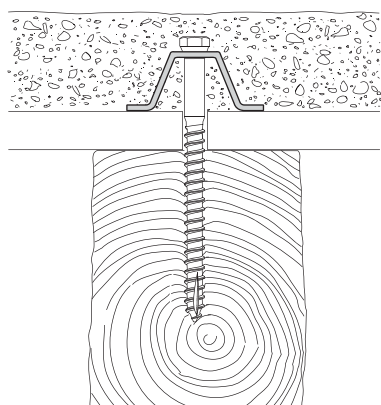
Questa soluzione permette la massima velocità di posa.

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



**Voce di capitolato:** connettore composto da una vite tirafondo Ø10 mm, lunghezza 100/120/140 mm con sottotesta 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.

### 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
<b>OMEGA</b>	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 avvitare 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 DIMENSIONAMENTO

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/m<sup>2</sup> (permanenti) e 2.0 kN/m<sup>2</sup> (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/m<sup>2</sup> (permanenti) e 1.0 kN/m<sup>2</sup> (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.

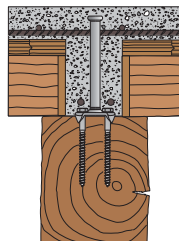
# SOLAIO IN LEGNO A DOPPIA ORDITURA

## Travi principali

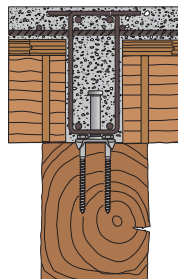
Costituiscono l'elemento portante dell'intero solaio, dove poggiano i travicelli secondari con la funzione di ripartire il carico. I connettori devono essere fissati a diretto contatto della trave principale. Sopra la trave si crea un cordolo di calcestruzzo di collegamento adeguatamente armato. Si possono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



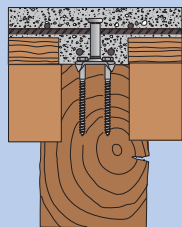
Connettore su trave principale: la testa del connettore deve superare la rete elettrosaldata. Il raccordo può non avere le staffe se correttamente dimensionato.



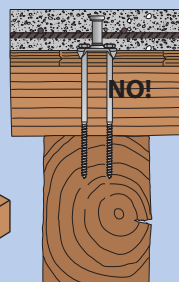
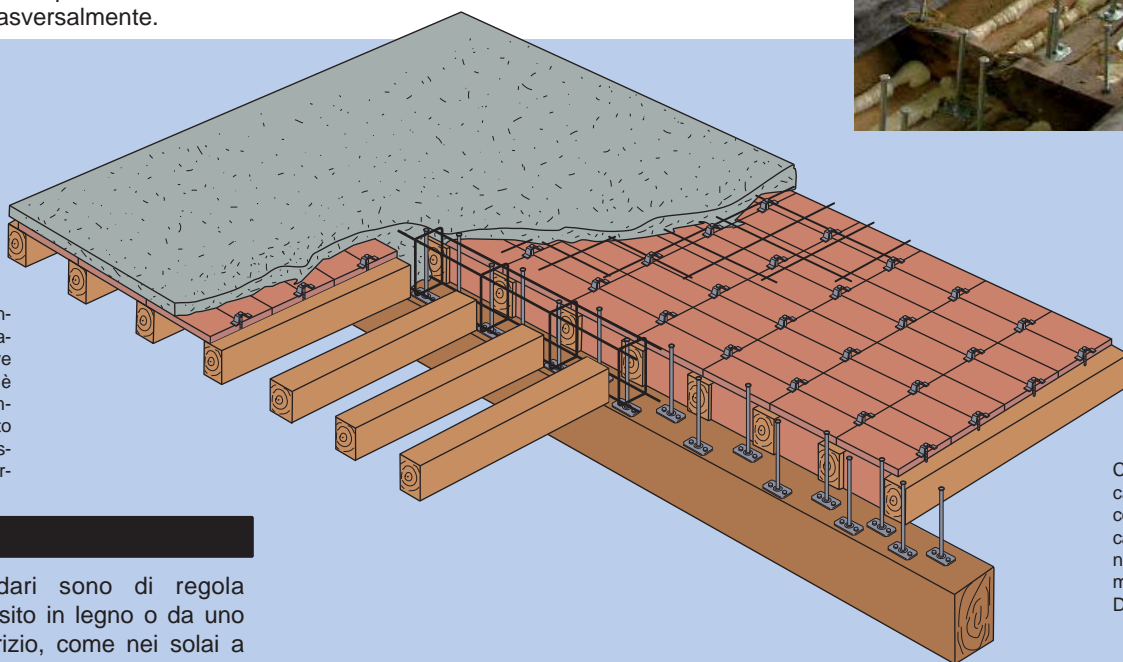
Connettore su trave principale con armatura di collegamento alla parte superiore della soletta.

## 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 poliuretetica.



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 65 mm 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)

## Punte per legno



Punta per legno, diam. 6x165 mm utili (Cod. PL06165135)

per connettori **BASE**



Punta per legno diam. 8x165 mm utili (Cod. PL08165135)

per connettori **MAXI** e **OMEGA**

## 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)

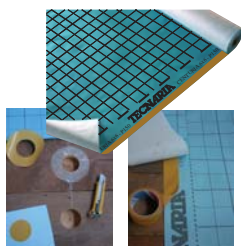
## Bussola esagonale innesto 1/2" (cod. ACT-BE13-Q)



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: occhio biadesivo (cod. ACT-TTOB65)

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**.

## Certificazioni

I connettori Tecnaria **BASE** e **MAXI** e l'intero metodo di progettazione di solai misti legno e calcestruzzo sono stati approvati dall'organizzazione indipendente CSTB, membro dell'EOTA, Organizzazione Europea per le Approvazioni Tecniche, che ha rilasciato l'Approvazione Tecnica "Avis Technique"

Le caratteristiche di deformabilità e resistenza dei connettori sono state inoltre indagate sperimentalmente presso:

- CNR di Firenze - Istituto per la Ricerca sul Legno: "Valutazione del comportamento di connettori TECNARIA secondo normativa Eurocodice 5".

- Laboratorio sperimentale per le prove sui materiali da costruzione della Facoltà di Ingegneria dell'Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni dell'Università di Padova: "Valutazione del comportamento di connettori TECNARIA secondo normativa Eurocodice 5"

Le caratteristiche meccaniche dei connettori del tipo **OMEGA** sono state testate presso il laboratorio Ufficiale Prove Materiali dell'Università degli Studi di Trieste – Dipartimento di Ingegneria e Architettura.



AVIS TECHNIQUE

3/12 -720

21/03/2012

CSTB

le futur en construction

## 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](http://www.tecnaria.com)

Il dimensionamento dei solai misti legno-calcestruzzo deve essere eseguito adottando un criterio di calcolo che consideri la deformabilità della connessione; un metodo che utilizza tale ipotesi è contenuto sia nell'Eurocodice 5 che nella norma DIN 1052 (teoria di Möhler); il programma di calcolo messo a punto da TECNARIA si basa sul metodo proposto nei documenti sopra citati e sulla certificazione rilasciata dal CSTB "Avis Technique".



# SOLAI MISTI ACCIAIO CALCESTRUZZO



## Connettori a piolo CTF



**SOCOTEC**

Cahier des Charges  
SOCOTEC N° EAB9659/1



## Connettori a staffa DIAPASON



**SOCOTEC**

Cahier des Charges  
SOCOTEC N° EAB9660/1

**TECNARIA®**

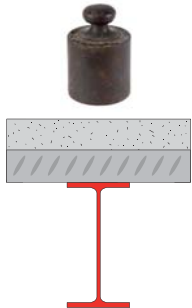
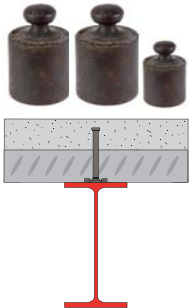
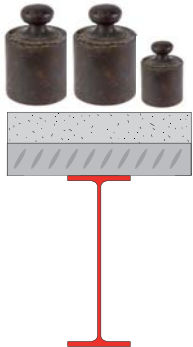
# RINFORZO DEI SOLAI

# SOLAI AD ALTE PRESTAZIONI

La realizzazione di strutture miste acciaio-calcestruzzo offre notevoli vantaggi di carattere statico ed economico.

La struttura portante in acciaio ed il soprastante getto in calcestruzzo, opportunamente collegati a mezzo di connettori, garantiscono una risposta statica unitaria ai due materiali diversi che esprimono in tal modo al meglio le proprie caratteristiche individuali.

## Solai misti acciaio-calcestruzzo: vantaggi statici ed economici

IPE 240 non connessa portata 400 kg/m <sup>2</sup>	IPE 240 connessa portata 1050 kg/m <sup>2</sup>	IPE 330 non connessa portata 1050 kg/m <sup>2</sup>
		
	260% di peso portato	+ 37% di altezza trave + 60% di peso trave

I vantaggi più evidenti per la struttura mista si individuano in una **maggiore capacità portante**, in una **riduzione del peso** delle strutture in acciaio, una **minore altezza totale degli impalcati**, una **maggiore rigidezza**, oltre che una migliore resistenza al fuoco.

*L'esempio a lato che evidenzia i vantaggi della struttura mista ipotizza l'utilizzo di travi in acciaio S275JR poste ad interasse di 180 cm, di lunghezza 600 cm, con lamiera grecata tipo Hi-Bond 55 e uno spessore di 6 cm di calcestruzzo C25/30 sopra lamiera, con puntelli in fase transitoria e deformazioni contenute entro 1/250 della lunghezza. Il caso di trave connessa prevede l'utilizzo di 3,7 connettori CTF105 al mq.*

## I vantaggi della connessione TECNARIA

Il piolo con testa del tipo saldato, fissato alla trave a mezzo di saldatura, è la soluzione tradizionalmente adottata per la connessione a taglio nelle strutture miste acciaio-calcestruzzo.

Tecnaria propone speciali **connettori fissati a freddo tramite chiodi in acciaio ad altissima resistenza** mediante una speciale **chiodatrice a sparo**. Si ottiene così la semplificazione delle procedure costruttive con conseguente riduzione dei costi.

- Si può mantenere la **continuità delle lamiere grecate** sopra le travi poiché il chiodo attraversa la lamiera stessa;

- Il fissaggio non è influenzato dal **trattamento superficiale delle travi** (verniciatura o zincatura a caldo);

- Il fissaggio in cantiere non è influenzato da **basse temperature** né da presenza di **acqua**;

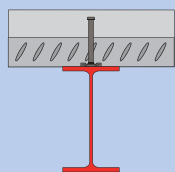
- Per la posa in opera non è richiesta necessariamente manodopera specializzata ma un diligente utilizzo delle attrezzature;

- Non vengono sprigionati fumi tossici durante il fissaggio;

- La **chiodatrice** è molto **leggera e maneggevole**, non necessita di allacciamento elettrico e può essere anche noleggiata.

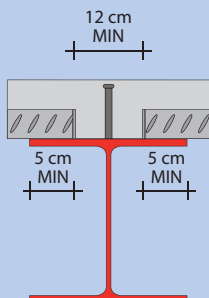


## Disposizioni tipiche dei connettori chiodati e dei connettori saldati



**Esempio di connessione con connettore CTF Tecnaria fissato attraverso lamiera continua.**

- Possibilità di sparare attraverso 1 foglio di lamiera (1 x 15/10) o 2 fogli di lamiera (2 x 10/10).
- Adeguato a tutti i tipi di acciaio e a tutti gli spessori di profilo superiori a 6 mm.
- Profilo minimo IPE 120 o HEA 100.
- I connettori Tecnaria risultano particolarmente vantaggiosi per le applicazioni su travi con lamiera grecata.



**Esempi di connessione con piolo con testa del tipo saldato.**

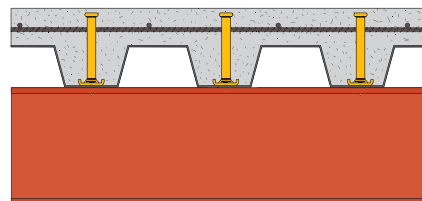
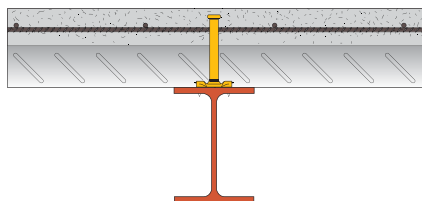
- Connettore saldato direttamente sulla trave con lamiera interrotta. Necessario un profilo minimo HEA 240 e cassatura alla testa della lamiera per contenere il getto.
- Connettore saldato sulla trave e lamiera preforata localmente nei punti di posizionamento dei connettori
- Il connettore può essere anche saldato sulla trave attraverso la lamiera, ma è richiesto un grande assorbimento di energia elettrica e necessità di attrezzature e personale idonei.

# SOLAI ACCIAIO CALCESTRUZZO

## Connettori CTF

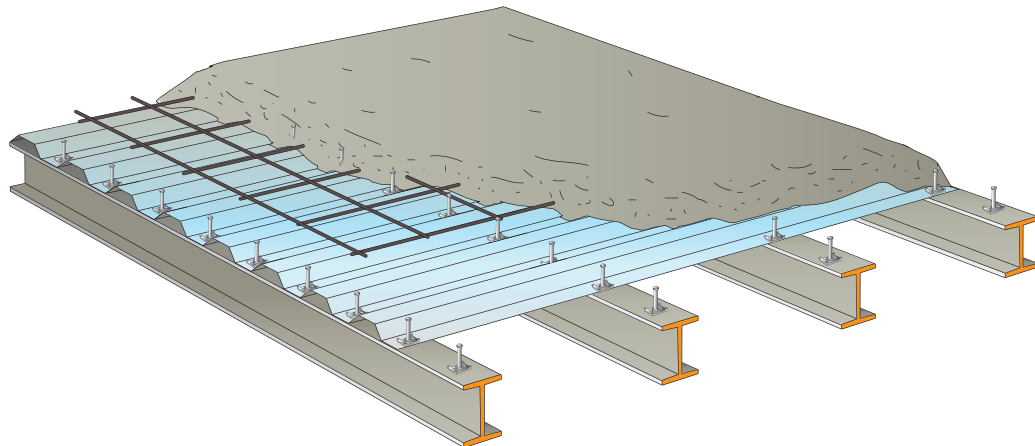


Il connettore è costituito da un piolo con testa, inserito in una piastra di base sulla quale si fissano due chiodi. Date le sue dimensioni l'impiego prevalente è per solai non sollecitati in maniera rilevante, per restauri e in generale ove è richiesta grande flessibilità di utilizzo.



## Calcestruzzo

Si utilizzano normalmente calcestruzzi strutturali di classe minima C25/30, con spessore sopra lamiera non inferiore a 5 cm. Gli impianti tecnici non devono attraversare la soletta. Si possono usare anche calcestruzzi alleggeriti (ad es. Leca CLS 1800). Si inserisce anche rete elettrosaldata o armatura equivalente.



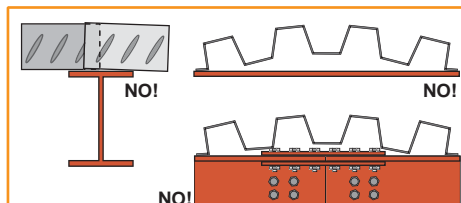
## Chiodatrice a Sparo P560

I chiodi si fissano con una **chiodatrice a sparo SPIT P560** che Tecnaria offre anche a noleggio. Una volta posizionata l'eventuale lamiera grecata sopra la trave in acciaio è sufficiente sparare i chiodi ad elevata resistenza dati a corredo del connettore. La chiodatrice è uno strumento molto pratico in cantiere. Altre chiodatrici non possono essere utilizzate.



## Rete elettrosaldata

Nella soletta va sempre posta una rete elettrosaldata adeguatamente dimensionata. Normalmente Ø 8 mm, maglia 20x20 cm a metà soletta. Non è necessario legare la rete ai connettori.



NON si possono fissare i connettori con sovrapposizioni irregolari di più fogli di lamiera, sopra lamiere che non siano bene aderenti alla trave o sopra travi imbullonate.

## Profili in acciaio

Si possono utilizzare travi in acciaio S235, S275 ed S355, anche verniciate o zincate a caldo.

I connettori si possono fissare su profili che hanno uno spessore dell'ala minimo di 6 mm. I chiodi si possono fissare anche su acciaio pieno.

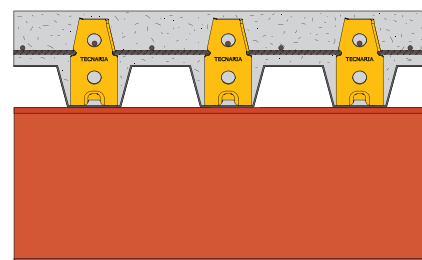
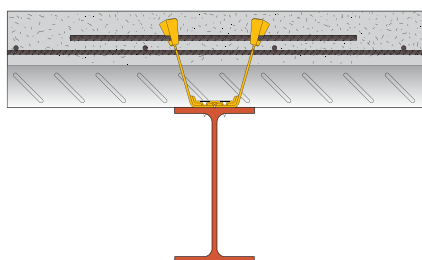
## Lamiera grecata

Sopra le travi si posa di regola una lamiera grecata. Per eseguire il fissaggio la lamiera deve essere ben aderente alla trave. Si possono sovrapporre al massimo due lamiere per uno spessore complessivo di 2 mm. Si utilizzano normalmente lamiere tipo Hi-Bond 55 (o EGB210) con altezza della greca 55/60 mm. Si possono interporre anche tavelloni o assito in legno.

## Connettori Diapason



Il connettore DIAPASON è realizzato in lamiera zincata di spessore 3 mm, sagomata in modo da ottenere una base fissata con **quattro chiodi** alla trave in acciaio e due ali superiori per un più efficace collegamento con il calcestruzzo. Questo connettore è caratterizzato da elevate prestazioni meccaniche.



Il connettore DIAPASON si utilizza tutte le volte che risulta necessario fissare 2 connettori CTF affiancati.



# Connettore CTF

Base 38x54 mm fissato con 2 chiodi

## Descrizione tecnica

Il connettore a piolo **CTF TECNARIA** consiste di:

**A)** Un gambo con testa ottenuta a freddo da una barra di acciaio di diametro nominale 12 mm

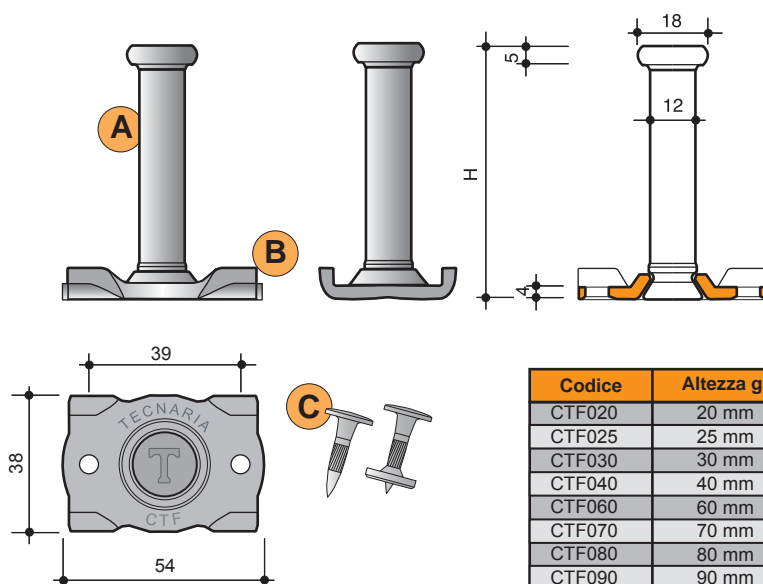
**B)** una piastra di base rettangolare 38x54 mm di spessore 4 mm ottenuta tramite stampaggio. Il connettore a piolo e la piastra di base sono uniti tramite ricalco a freddo.

**C)** Due chiodi che passano attraverso i due fori della piastra.

Chiodi in acciaio al carbonio Ø 4,5 mm lunghezza 22,5 mm, Ø testa 14 mm.

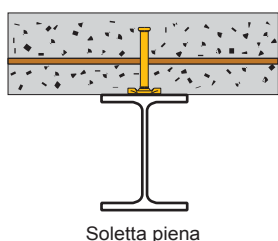
Tutte le parti del connettore sono zincate elettroliticamente con una protezione media di 8 µm che corrisponde ad una resistenza alla corrosione di 2 cicli "Kesternich"

**Voce di capitolato:** connettore a piolo in acciaio zincato, diametro 12 mm con testa, ribattuto a freddo ad una piastra di ancoraggio 38 x 54 mm di spessore 4 mm, fissato alla struttura in acciaio mediante due chiodi.



Codice	Altezza gambo
CTF020	20 mm
CTF025	25 mm
CTF030	30 mm
CTF040	40 mm
CTF060	60 mm
CTF070	70 mm
CTF080	80 mm
CTF090	90 mm
CTF105	105 mm
CTF125	125 mm
CTF135	135 mm

## Resistenza a taglio dei connettori Tecnaria CTF su soletta piena

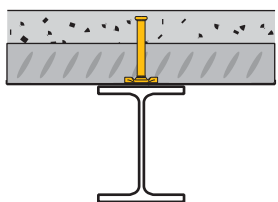


Soletta piena

Tipologia	Esempio	Connettore	Resistenza di progetto $P_{Rd}$	Comportamento del connettore
Soletta piena		CTF040 CTF060 CTF070	30.9 kN	Rigido
		CTF080 CTF090 CTF105 CTF125 CTF135	39.8 kN	Duttile

Le resistenze indicate si riferiscono all'applicazione con calcestruzzo classe C30/37.

## Resistenza a taglio del connettore CTF su lamiera grecata



Lamiera grecata

Nei casi in cui il connettore è posato in una gola di una lamiera grecata trasversale alla trave, la resistenza del connettore dipende dalla classe del calcestruzzo, dalla geometria delle onde e dall'altezza del connettore. La resistenza è calcolata come prodotto di un fattore riduttivo  $K_t$  e di una resistenza di riferimento  $P_0$ .

$$P_{rd} = k_t \times P_0$$

$$K_t = \frac{0,7}{\sqrt{n_r}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \left[ \frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right] \leq 1$$

Dove:

$n_r$  numero di connettori per gola (nei calcoli:  $\leq 2$ )

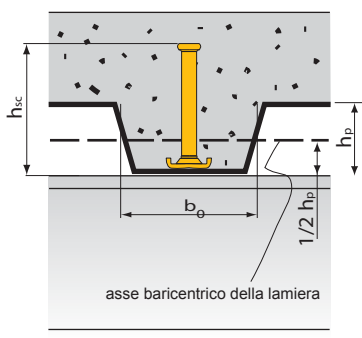
$b_0$  larghezza media di gola

$h_{sc}$  altezza connettore

$h_p$  altezza della greca ( $h_p < 85$  mm ed  $h_p < b_0$ )

$P_0 = 33.4$  kN (con classe calcestruzzo C30/37).

**Esempio di applicazione della formula per la resistenza a taglio del connettore con lamiera grecata.**



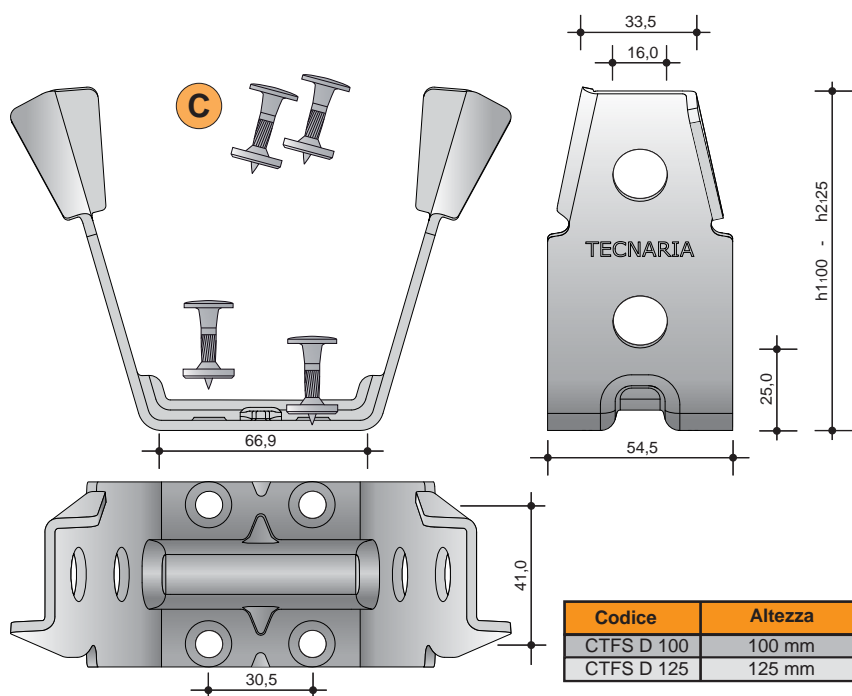
I migliori risultati si ottengono scegliendo i connettori più alti possibili.

Nel caso risulti che sia necessario utilizzare più di un Connettore CTF per nervatura, è conveniente scegliere i connettori DIAPASON.

Tipologia	Esempio	Connettore	Resistenza di progetto $P_{Rd}$	Comportamento connettore
Soletta su lamiera grecata Hi - Bond 55 1 connettore per gola		CTF090	20.9 kN	Duttile
		CTF105	28.4 kN	Duttile
		CTF125	28.4 kN	Duttile

Le resistenze indicate si riferiscono all'applicazione con calcestruzzo classe C30/37.

Consultare l'Approvazione Tecnica Socotec o il software Tecnaria per i valori di resistenza con altri tipi di calcestruzzo.



## Descrizione tecnica

Il connettore a **DIAPASON® TECNARIA** consiste di un piatto in lamiera zincata di 3 mm di spessore avente una piastra di base nervata rettangolare da 70x55 mm, piegata a forma di "U" con due ali inclinate. Nella parte inclinata sono predisposti quattro fori per l'alloggiamento di barre in acciaio trasversali. Quattro chiodi ad alta resistenza passano attraverso i fori predisposti nella piastra e fissano il connettore alla struttura metallica. Le altezze disponibili sono di 100 e 125 mm.

Chiodi in acciaio al carbonio Ø 4,5 mm lunghezza 22,5 mm, Ø testa 14 mm.

**Voce di capitolato:** Staffa di connessione stampata, in lamiera zincata spessore 3 mm. Dimensione piatto di base nervato 70x55 mm avente due ali inclinate da 55x100 mm / 55x125 mm. Sagomata per l'impiego su vari tipi di lamiera e predisposta a ricevere barre di rinforzo. Fissata alla struttura mediante 4 chiodi ad alta resistenza.

## Caratteristiche tecniche

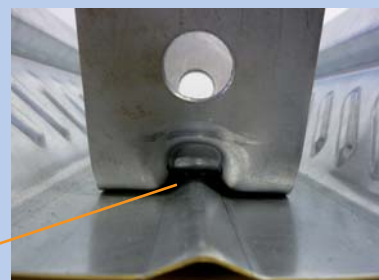
I due fori superiori permettono la disposizione delle barre passanti per aumentare la resistenza allo scorrimento tramite la massima integrazione nel calcestruzzo. Barre in acciaio B450C di diametro 10 mm e lunghezza 600 mm.

I due fori inferiori permettono di incrementare ulteriormente la resistenza con il possibile alloggiamento delle barre necessarie per il rinforzo della lamiera grecata, nel caso di strutture con resistenza al fuoco.

Il fissaggio risulta estremamente veloce in quanto il connettore è stabile e il centraggio della chiodatrice è garantito tramite la sagomatura della piastra di base.

Il connettore **DIAPASON®** è realizzato in lamiera zincata di spessore 3 mm, sagomata in modo da ottenere una base da fissare alla trave in acciaio e due ali superiori per il collegamento con il calcestruzzo.

Nella parte superiore il connettore presenta le estremità piegate in modo tale da poter contrastare lo sforzo di taglio con la massima efficacia.



Il piatto di base è sagomato per permettere il fissaggio del connettore anche con lamiere con base nervata o con lamiere che presentano dei chiodi o delle viti di fissaggio.

## Resistenze a taglio del connettore DIAPASON TECNARIA

Tipologia	Esempio	Connettore	Resistenza di progetto $P_{Rd}$	Comportamento connettore
Soletta piena		D100	53.8 kN	duttile
		D125	53.8 kN	duttile
Soletta su lamiera grecata Hi-Bond 55 1 connettore per gola		D100	40.7 kN	duttile
		D125	43.8 kN	duttile
		D100 + 1 barra di rinforzo	40.2 kN	duttile
		D125 + 1 barra di rinforzo	48.1 kN	duttile

Le resistenze indicate si riferiscono all'applicazione con calcestruzzo classe C30/37. Consultare l'Approvazione Tecnica Socotec o il software Tecnaria per i valori di resistenza con altri tipi di calcestruzzo.

# RECUPERO DI SOLAI ESISTENTI



lia con forniture di acciaio. L'abbandono di tale tecnologia applicativa si registra agli inizi degli anni '50, a favore dei solai in latero-cemento.

In alternativa ai solai in legno, a partire dalla seconda metà dell'Ottocento, si realizzavano di frequente solai con travi in ferro a doppio "T" con interposti elementi in laterizio. Le putrelle poggiavano sui muri maestri ad interassi normalmente variabili dai 60 ai 110 cm ed erano intervallate con elementi in laterizio pieno o forato. Sopra la struttura, così realizzata, si stendeva uno strato di riempimento atto a livellare la superficie del solaio ed a costituire il letto di posa per la pavimentazione, utilizzando spesso materiali di scarto del cantiere.

Le applicazioni più frequenti in Italia si trovano negli edifici industriali, in grossi complessi pubblici, in casi di edilizia popolare nel periodo di tempo compreso tra gli anni '20 e '30. La Germania in questo periodo pagava infatti i danni di guerra all'Ita-

Questi solai, dimensionati per sopportare carichi modesti e non adeguati alle moderne esigenze costruttive, richiedono spesso interventi strutturali di consolidamento. Sono recuperabili con la sovrapposizione di una soletta armata di calcestruzzo, collegata alle travi in acciaio a mezzo dei connettori CTF Tecnaria. L'efficacia di questa soluzione è testimoniata da più di 20 anni di interventi.



La composizione chimica delle putrelle in ferro esistenti rende difficoltosa, se non impossibile, la saldatura di elementi metallici, ostacolata anche dalla presenza di polvere, ossidazioni o malta: il fissaggio a freddo con connettori TECNARIA risolve efficacemente il problema poiché i chiodi penetrano direttamente nell'acciaio. La semplicità nella posa in opera rende il sistema ideale per questo impiego!

## Resistenza del connettore specifica per casi di restauro

Tipologia	Esempio	Altezza connettore	Resistenza di progetto $P_{sd}$
Soletta piena		40 mm	30.9 kN
		60 mm	
		70 mm	
		80 mm	39.8 kN
		90 mm	
		105 mm	
		125 mm	
		135 mm	

Le resistenze indicate si riferiscono all'applicazione con calcestruzzo classe C30/37. Consultare l'Approvazione Tecnica Socotec o il software Tecnaria per i valori di resistenza con altri tipi di calcestruzzo.

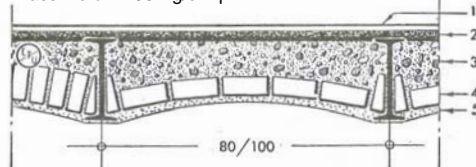
## Fasi di realizzazione

1. Rimuovere l'eventuale controsoffittatura esistente, se necessario.
  2. Demolire la pavimentazione, il sottofondo ed il cretonato esistente fino alla messa a nudo dell'estradosso delle putrelle in acciaio esistenti senza danneggiare gli elementi in laterizio interposti.
  3. Fissare i connettori CTF con l'apposita chiodatrice a sparo, previa pulizia della superficie dalle maggiori incrostazioni di malta.
  4. Posare la rete elettrosaldata.
  5. Bagnare l'estradosso della superficie.
  6. Eseguire il getto della soletta di calcestruzzo.
- E' preferibile puntellare il solaio prima delle lavorazioni e del getto per una maggiore sicurezza in cantiere ed un migliore risultato statico.

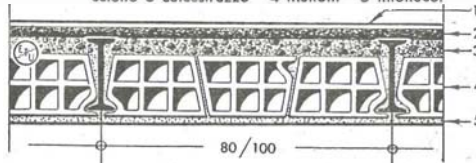
Tabella 1. Profilati a doppio T (UNI 725-726) (fig. 1, pag. 590)

Profilato	Dimensioni				Se- zione S	Peso p	Momenti rispetto all'asse					
	H	B	d	t			x-x			y-y		
	mm	mm	mm	mm	cm <sup>4</sup>	kg/m	$J_x$ cm <sup>4</sup>	$W_x$ cm <sup>3</sup>	$i_x$ cm	$J_y$ cm <sup>4</sup>	$W_y$ cm <sup>3</sup>	$i_y$ cm
80	80	42	3,9	5,9	7,7	5,94	77,7	19,4	3,20	6,28	2,99	0,91
100	100	50	4,5	6,8	10,6	8,34	170	34,1	4	12,1	4,86	1,07
120	120	58	5,1	7,7	14,2	11,1	327	54,5	4,80	21,4	7,38	1,23
140	140	66	5,7	8,6	18,2	14,3	572	81,8	5,60	35,1	10,6	1,39
160	160	74	6,3	9,5	22,8	17,9	934	117	6,40	54,6	14,8	1,55
180	180	82	6,9	10,4	27,9	21,9	1444	161	7,20	81,2	19,8	1,71
200	200	90	7,5	11,3	33,4	26,2	2138	214	8	116	25,9	1,87
220	220	98	8,1	12,2	39,5	31	3055	278	8,79	162	33,1	2,03
240	240	106	8,7	13,1	46,1	36,2	4239	353	9,59	220	41,5	2,19

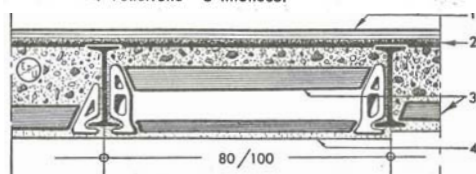
Secondo i manuali tecnici dell'epoca le sollecitazioni delle travi dovevano variare da un minimo di 900 Kg/cm<sup>2</sup> ad un massimo di 1200 Kg/cm<sup>2</sup>.



SOLAIO IN VOLTINI DI MATTONI. - 1 Pavimento - 2 Materiale isolante - 3 Riempimento in materiale sciolto o calcestruzzo - 4 Mattoni - 5 Intonaco.



SOLAIO IN VOLTERRANE PIANE. - 1 Pavimento - 2 Materiale isolante - 3 Riempimento in malta - 4 Volterrane - 5 Intonaco.

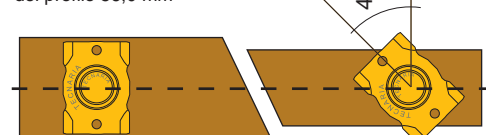


SOLAIO IN TAVELLONI HOURDIS. - 1 Pavimento - 2 Sottofondo isolante - 3 Tavelloni Hourdis - 4 Tavelloni di soffitto - 5 Intonaco.

In presenza di profili dove lo spessore dell'ala nel punto in cui vanno piantati i chiodi sia inferiore a 8 mm, o dove la larghezza dell'ala sia inferiore a 56 mm, si deve posizionare il connettore in modo tale che i chiodi risultino ravvicinati all'anima della trave.

Quindi il connettore va ruotato di 45°.

Larghezza minima del profilo 56,0 mm

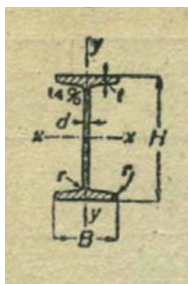


Larghezza minima del profilo 44,6 mm

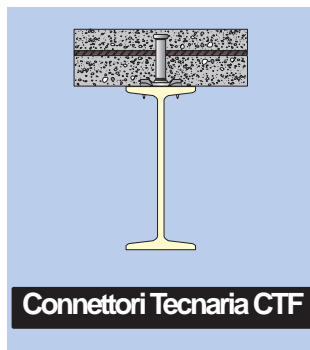


# SOLAI IN ACCIAIO E LATERIZIO

## Travi in acciaio



Nel passato non si usavano profili a geometria uniforme. E' quindi necessario rilevare la sezione del profilo ed individuare le caratteristiche dell'acciaio. Normalmente si utilizzavano profili tipo IPN o NP. A causa della loro composizione chimica le travi esistenti spesso non sono saldabili.



Connettori Tecnaria CTF

## Calcestruzzo

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

## 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. Consigliato il Leca CLS 1400-1600-1800 e Calcestruzzo CentroStorico di Laterlite.

## Interposto

E' costituito normalmente da volte o tavelloni in laterizio. Il livellamento era realizzato con materiale di riempimento sciolto; è preferibile sostituire questi strati pesanti con argilla o polistirolo. Se in buone condizioni il laterizio interposto può essere utilizzato come cassero per il successivo getto. In alternativa si possono usare lamiere grecate, collaboranti o non.

## Rete elettrosaldata

Nella soletta va sempre posizionata una rete elettrosaldata adeguatamente dimensionata.

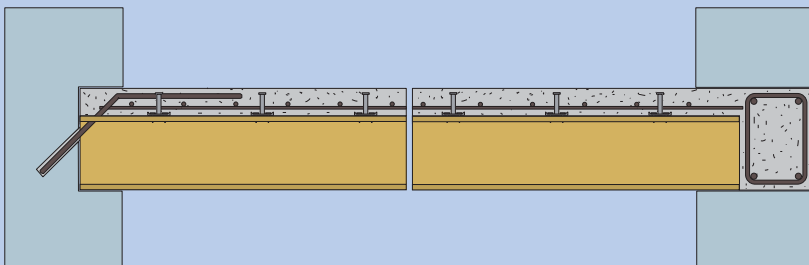
Normalmente  $\varnothing$  8 mm maglia 20 x 20 cm, posizionata a metà soletta. Non è necessario legare la rete ai connettori.

## 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.

## Collegamento ai muri

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



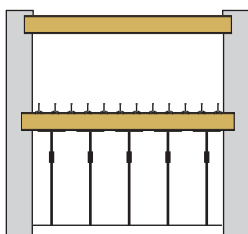
## Posa in opera



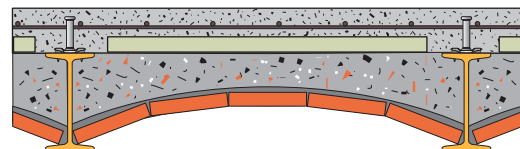
Uno dei pregi principali del sistema è il fissaggio rapido e sicuro eseguito con una chiodatrice a sparo fornita anche a noleggio. L'infrissione del chiodo nella trave può generare delle vibrazioni dato di cui occorre tenere conto se vi sono elementi danneggiabili (ad es. soffitti in gesso). In casi rari si ricorre alla saldatura dei connettori.

## Puntellazione

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



## Isolante come elemento strutturale



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

# CONNETTORI TECNARIA: GLI ACCESSORI

I connettori **CTF** e **DIAPASON** Tecnaria sono fissati con una chiodatrice a sparo Spit P560 Spitfire, dotata di speciali kit. Chiodatrice a tiro indiretto con pistone, classe A. Le chiodatrici sono fornite anche a noleggio. La valigetta a corredo contiene le istruzioni per il corretto utilizzo.

## Chiodatrice Spit P560 per CTF (cod. 014000)



**Guidapunte per CTF**  
(cod. 013994)  
peso 0.58 kg  
Lunghezza 163 mm

**Pistone per CTF**  
(cod. 013997)  
peso 0.21 kg  
Lunghezza 235 mm

**Anello ammortizzatore**  
(cod. 014136)  
Diametro 22 mm



Chiodatrice con kit per fissaggio CTF: peso 4,1 kg

## Chiodatrice Spit P560 per DIAPASON (cod. 014001)



**Guidapunte per DIAPASON**  
(cod. 013955)  
peso 0.40 kg  
Lunghezza 102 mm

**Pistone per DIAPASON**  
(cod. 014137)  
peso 0.17 kg  
Lunghezza 180 mm

**Anello ammortizzatore**  
(cod. 014136)  
Diametro 22 mm



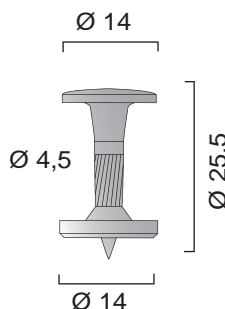
Chiodatrice con kit per fissaggio DIAPASON: peso 3,7 kg

## Propulsori per Spit P560



I propulsori esplosivi, forniti in dischi metallici da 10 elementi, hanno varie potenze, con calibro 6.3 x 16 mm

- Giallo: potenza media (cod. 031240)
- Blu: potenza forte (cod. 031230)
- Rosso: potenza molto forte (cod. 031220)
- Nero: potenza extra forte (cod. 031210)



Chiodi speciali in acciaio al carbonio per fissaggio su acciaio S235, S275 ed S355

Resistenza alla trazione: 2300 N/mm <sup>2</sup>
Limite elastico: 1600 N/mm <sup>2</sup>
Zincatura meccanica spessore 10 micron
Durezza > 57 HRc
Gambo zigrinato
Con rondella di acciaio Ø 14 mm

## Prove di laboratorio



Le prestazioni meccaniche dei connettori sono state oggetto di una approfondita campagna di prove. Tali prove sono state svolte dal Laboratorio dell'Università degli Studi di Padova, Facoltà di Ingegneria. L'ente certificatore **SOCOTEC** ha controllato tutte le fasi di prova e ha interpretato i risultati delle prove redigendo l'Approvazione Tecnica di prodotto per i connettori CTF (n. EAB 9659/1) e per i connettori **DIAPASON** (n. EAB 9660/1).

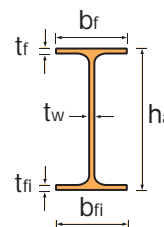


## Il software per il calcolo: un prezioso aiuto al progettista



Tecnaria offre ai professionisti uno strumento utile ai fini della progettazione: il programma di calcolo per il rapido dimensionamento dei solai misti acciaio-calcestruzzo con connettori a piolo Tecnaria secondo le norme vigenti.

Scaricabile gratuitamente presso il sito [www.tecnaria.com](http://www.tecnaria.com)



# SOLAI IN LATEROCEMENTO

Connettori a vite



CT CEM

V CEM

MINI CEM

**T TECNARIA®**

## RINFORZO DEI SOLAI

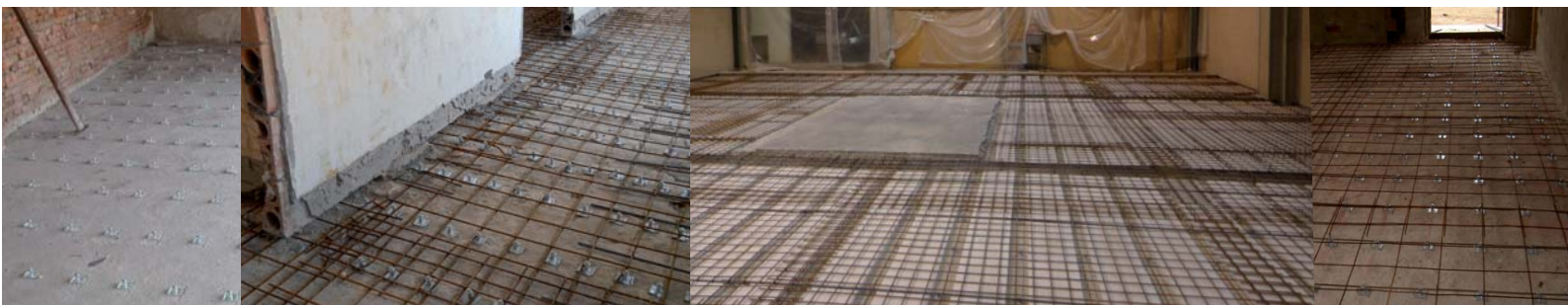


# LA SOLUZIONE DI UN PROBLEMA

*I solai in laterocemento in Italia hanno trovato ampio utilizzo a partire dagli anni '30, ma la loro diffusione è avvenuta in modo marcato negli anni '50, in concomitanza con il "boom" edilizio, per la necessità di costruire abitazioni nel tempo più rapido possibile e con costi minori possibili. A causa della carenza di materie prime (in particolar modo di acciaio) e di un scarso scrupolo progettuale e costruttivo i solai in oggetto manifestano talora deficit prestazionali.*

*Rispetto alle attuali esigenze risultano non adeguati a causa della scarsa capacità portante o a causa dell'assenza di una soletta armata di ripartizione dei carichi.*

*I connettori per calcestruzzo Tecnaria sono stati studiati per questa specifica applicazione. Il sistema di realizzare una nuova soletta collaborante al solaio esistente risulta spesso la soluzione più economica e logica.*



## Possibili impieghi

### Realizzazione di cappa non presente – caso di sottotetti non calpestabili

Molti solai sono sprovvisti di caldana superiore alle pignatte o presentano solette con spessori esigui senza armatura. E' opportuno per ripartire i carichi e per adeguare la struttura alle norme sismiche realizzare una soletta superiore armata adeguatamente connessa.

### Aumento di rigidezza – caso di solai sfondellati

Nel caso in cui il solaio sia snello, cioè di basso spessore rispetto alla sua lunghezza, il solaio è deformabile e può essere soggetto a deformazioni e fessurazioni. In questi casi risulta conveniente aumentarne l'altezza con il metodo della soletta collaborante.

### Aumento di resistenza – caso di cambio di uso

Nel caso di aumento dei carichi di progetto la soletta collaborante permette di aumentare il braccio delle forze interne e quindi di incrementare la resistenza a flessione della sezione.

L'aumento di resistenza è quindi proporzionale all'aumento di altezza della sezione.

È bene sapere che, a differenza che nel caso di travi in legno o in acciaio, la resistenza aumenta solamente in proporzione all'aumento di altezza. Ne risulta pertanto che l'utilizzo della tecnica della soletta mista è statisticamente meno percorribile nei solai esistenti in laterocemento che in quelli in legno o in acciaio.

In tutti i casi è opportuno **limitare al massimo i carichi portati** anche utilizzando calcestruzzi alleggeriti, finiture leggere, massetti di spessore contenuto e muri divisorii interni leggeri.

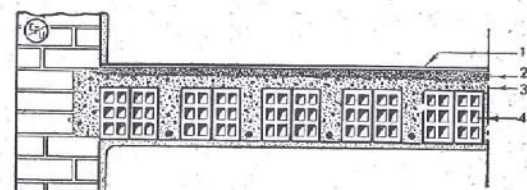


Fig. 42 — SOLAIO IN CEMENTO ARMATO E MATTONI FORATI COMUNI. - 1 Pavimento - 2 Sottofondo - 3 Gettata in calcestruzzo di cemento - 4 Mattoni forati.

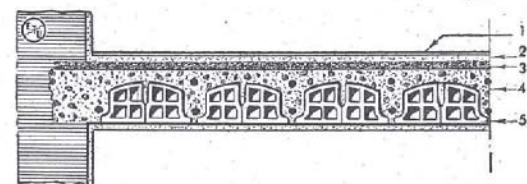


Fig. 43 — SOLAIO "MIOZZO SALERNI", - 1 Pavimento - 2 Lastre isolanti - 3 Sottofondo - 4 Gettata in calcestruzzo di cemento - 5 Foraloni in laterizio.

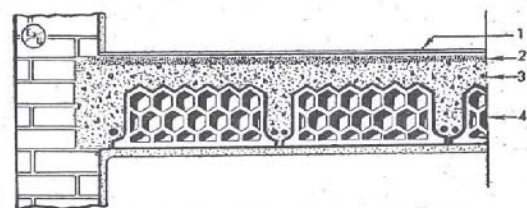
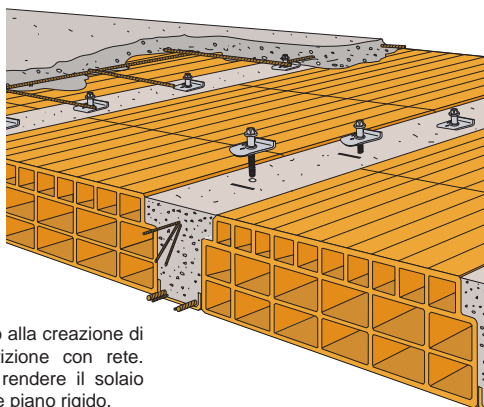
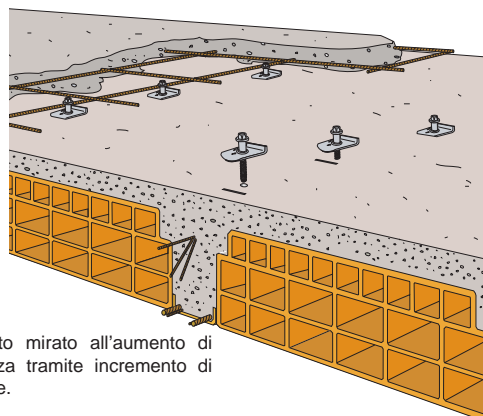


Fig. 44 — SOLAIO "ADAMOLI", - 1 Pavimento - 2 Sottofondo - 3 Gettata in calcestruzzo di cemento - 4 Foraloni ad alveare.



Intervento mirato alla creazione di soletta di ripartizione con rete. Necessario per rendere il solaio abitabile e creare piano rigido.

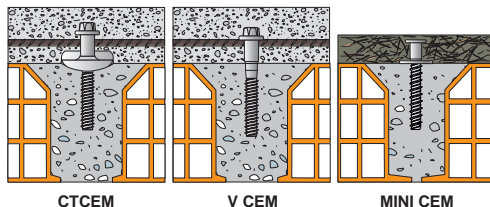


Intervento mirato all'aumento di resistenza tramite incremento di spessore.

# IL RINFORZO DEL SOLAIO IN LATEROCEMENTO

## Travetto esistente: dimensioni

La larghezza del travetto deve essere tale che il connettore abbia per tutta la sua profondità di infissione un adeguato ricoprimento laterale di calcestruzzo.



## Connettori Tecnaria

**CT CEM:** connettore a vite dotato di una piastra di base che si aggrappa alla soletta esistente. Presenta le caratteristiche meccaniche più elevate.

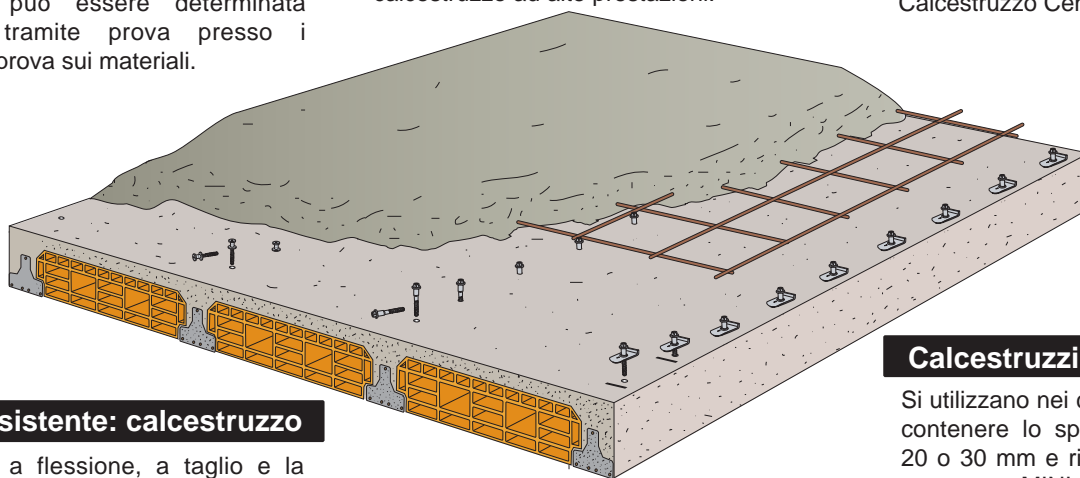
**V CEM:** connettore a sola vite, utilizzato per le applicazioni meno gravose.

**MINI CEM:** connettore espressamente studiato per connettere strati sottili di calcestruzzo ad alte prestazioni.

## Travetto esistente: armatura

Le barre in acciaio inferiori costituiscono parte della struttura resistente anche per il solaio rinforzato; deve quindi essere verificata la loro resistenza.

A questo scopo devono essere rilevati con attenzione diametro, quantità e tipo di acciaio. La resistenza a rottura dell'acciaio può essere determinata facilmente tramite prova presso i laboratori di prova sui materiali.



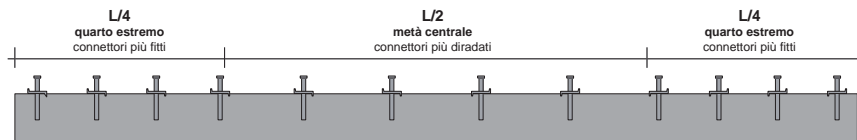
## Travetto esistente: calcestruzzo

Le verifiche a flessione, a taglio e la resistenza del connettore sono dipendenti dalla resistenza a compressione del calcestruzzo esistente.

La sua resistenza dovrà essere pari o superiore a  $R_{ck}$  20 MPa.

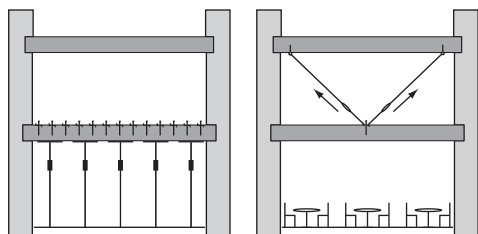
## Posizionamento connettori

Il numero di connettori da posizionare è determinato da un calcolo (in media risultano necessari circa 6 – 10 elementi al  $m^2$ ). Andranno fissati a spaziatura ravvicinata verso i muri e più distanziati al centro della trave.



## Puntellazione

Puntellare i solai prima del nuovo getto rende l'intervento efficace al massimo; questa operazione è quasi sempre necessaria. In alternativa, nei casi di impossibilità di accedere ai vani sottostanti, vi è la possibilità di appendere il solaio tramite tiranti.



## Rete elettrosaldata

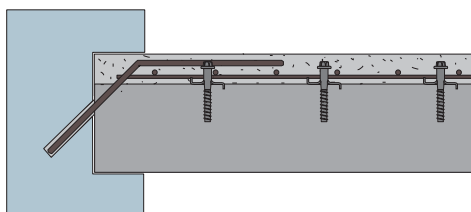
A metà dello spessore della soletta va posata una rete elettrosaldata di adeguate dimensioni (normalmente  $\varnothing$  6 mm 20x20 cm).

Non è necessario legare la rete ai connettori.

La rete può non essere necessaria nel caso in cui si utilizzino calcestruzzi fibrorinforzati.

## Collegamento ai muri

Se il solaio esistente è privo di cordolo è opportuno unire la soletta alle murature portanti perimetrali del solaio. Questo accorgimento apporta benefici in termini di rigidità e resistenza sismica del solaio.



## 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. Prima di eseguire il getto bagnare il solaio.

## 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 30 mm e ridurre i carichi. Solo con connettore MINI CEM.

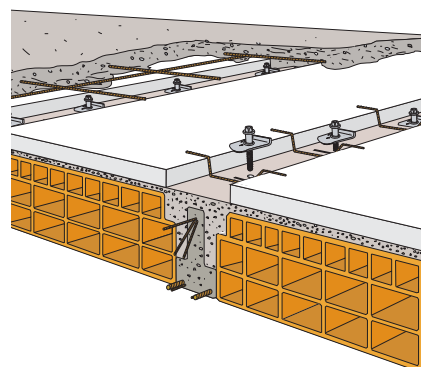


## Spessore intervento

E' buona norma costruttiva che lo spessore totale del solaio rinforzato sia almeno pari ad 1/25 della sua lunghezza (es.: 500 cm luce = 20 cm altezza totale).

## Isolante

L'interposizione di un pannello di materiale isolante rigido permette di aumentare la sezione senza incrementare il peso eccessivamente. In questo modo si migliora il rinforzo. Si ottengono infatti vantaggi in termini di resistenza, rigidità, numero di connettori e parzialmente isolamento termo-acustico.



# Connettore CT CEM

Piastra 60x50 mm - gambo Ø 14 mm - vite Ø 12 mm

## Il connettore ad elevate prestazioni meccaniche.

Il connettore è composto da una piastra dentata e da un piolo in acciaio 10.9 filettato nella parte inferiore e con testa esagonale nella parte superiore. Grazie alla sua piastra di base, che contrasta la tendenza alla rotazione del piolo, si ottiene una elevata resistenza allo scorrimento. La piastra limita inoltre lo schiacciamento locale del calcestruzzo e, tramite le sue estremità, coinvolge un'ampia superficie di calcestruzzo nel meccanismo resistente allo sforzo di taglio. Il fissaggio è completamente meccanico poiché non sono necessarie resine o additivi chimici; il processo di connessione è quindi veloce, economico e pulito. La testa sporge di 40 mm.

### Descrizione tecnica

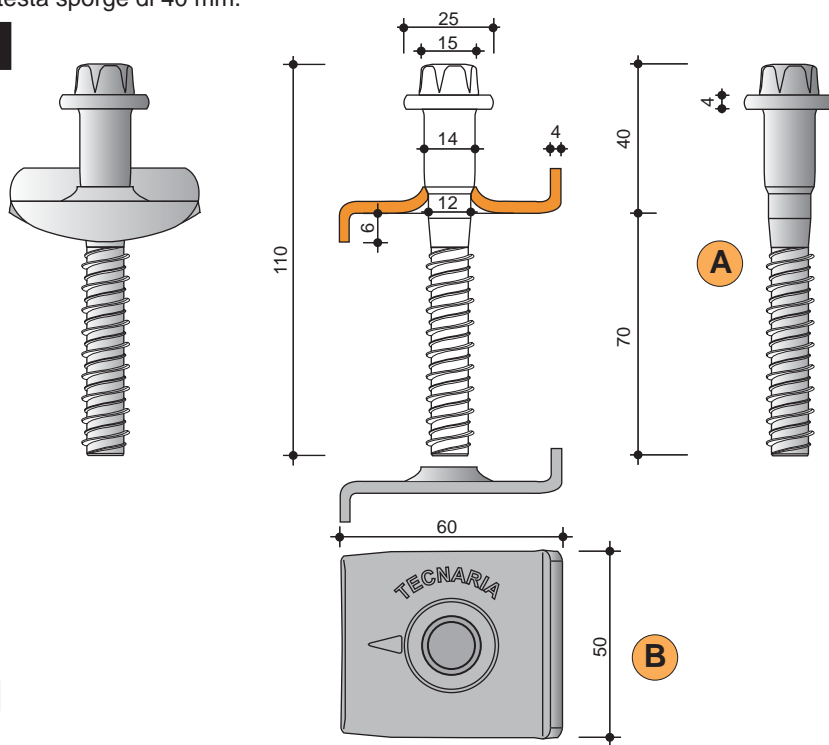
Il connettore è composto da:

**A)** Un gambo in acciaio temprato 10.9, Ø 14 mm, testa esagonale 15 mm e finta rondella, corpo filettato di Ø 12 mm.

**B)** Una piastra in acciaio con base rettangolare, dentata, 60x50 mm di spessore 4 mm. Il connettore a piolo e la piastra di base in fase di infissione si uniscono grazie alla particolare conformazione che hanno.

**Voce di capitolato:** Piolo connettore a vite e piastra dentata zincati per riprese di getto in calcestruzzo. Elemento composto da un gambo in acciaio temprato 10.9, Ø 14 mm, con rondella e testa esagonale 15 mm, corpo filettato Ø 12 mm avente una sezione tronco conica in corrispondenza dell'inizio della parte filettata che permette l'inserimento della piastra stabilizzatrice, con foro centrale di dimensioni 60 x 50 x 4 mm ripiegata su due lati.

Codice	Altezza connettore
CT CEM 14/040	40 mm

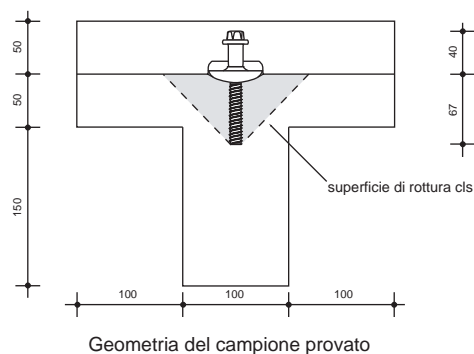


## Resistenza del connettore CT CEM

Carico di rottura medio $P_{um}$	Carico di rottura caratteristico $P_{Rk}$	Carico di progetto (S.L.U.) $P_d$	Carico ammissibile (T.A.) $P_{adm}$
35.7 kN	26.7 kN	21.4 kN	14.2 kN

Sono riportati in tabella i valori di riferimento, relativi alle prove realizzate presso il Laboratorio di Scienza delle Costruzioni dell'Istituto Universitario di Architettura di Venezia. Tali prove sono state realizzate seguendo le modalità indicate nell'Eurocodice 4 UNI ENV 1994-1-1.

I risultati riportati riguardano connettori che collegano una struttura di calcestruzzo Rck 30 MPa con una soletta di calcestruzzo Rck 30 MPa. Le geometrie delle due parti connesse sono tali che la superficie di rottura del calcestruzzo non sia ridotta a causa di sezioni sottili.



## Posa del connettore CT CEM

Nel caso di solaio con caldana individuare i travetti tramite appositi sondaggi. Segnare le posizioni ove fissare i connettori.

- Eseguire delle incisioni sul calcestruzzo con un flessibile: spessore intaglio 4 mm, profondità 5 mm, direzione trasversale alla direzione del travetto (fig. 1).
- Posizionare nell'intaglio la parte piegata verso il basso della piastra. La freccia presente sulla parte superiore va orientata verso il centro della campata (fig. 2).
- Eseguire un foro con trapano con punta da 11 mm e profondità 75 mm (fig. 3).
- Rimuovere la polvere di cemento (fig. 4).
- Inserire la vite nel foro ed avvitare con avvitatore elettrico ad impulsi dotato di frizione fino a fine corsa. Fare attenzione a non continuare ad avvitare dopo il contatto tra piastra e vite (fig. 5).





# Connettore V CEM

Gambo Ø 14 mm - vite Ø 12 mm

## Il connettore per la massima velocità di posa.

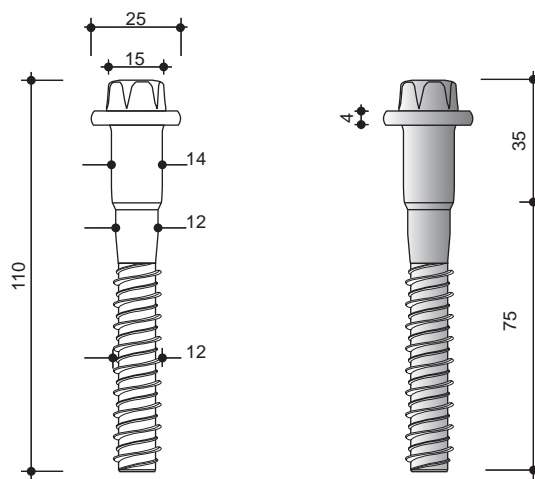
Il connettore è composto da una vite in acciaio 10.9 con filetto hi-low nella parte inferiore e testa esagonale nella parte superiore. Il fissaggio avviene tramite avvitamento a secco della vite per 75 mm in un foro appositamente realizzato nel calcestruzzo, la rimanente parte sporge per 35 mm. Il fissaggio è completamente meccanico poiché non sono necessarie resine o additivi chimici; il processo di connessione è quindi veloce, economico e pulito.

## Descrizione tecnica

Il connettore a vite per calcestruzzo **TECNARIA** per riprese di getto consiste di un gambo in acciaio temprato 10.9, con parte filettata di lunghezza 60 mm, Ø 12 mm, testa esagonale 15 mm con finta rondella Ø 25 mm, per una lunghezza totale della vite di 110 mm.

**Voce di capitolato:** Piolo connettore a vite zincata per riprese di getto in calcestruzzo composta da un gambo in acciaio temprato 10.9, Ø14 mm, con rondella e testa esagonale 15 mm, corpo filettato Ø 12 mm di lunghezza 60 mm, lunghezza totale 110 mm.

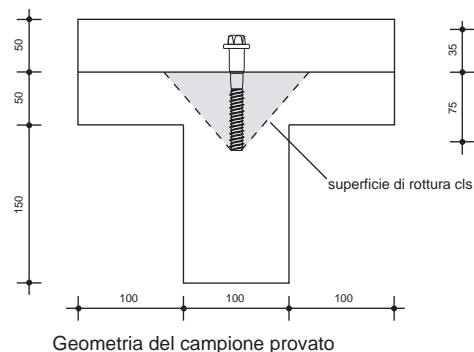
Codice	Altezza connettore
V CEM 14/035	35 mm



## Resistenza del connettore V CEM

Carico di rottura medio $P_{um}$	Carico di rottura caratteristico $P_{Rk}$	Carico di progetto (S.L.U.) $P_d$	Carico ammissibile (T.A.) $P_{adm}$
24.7 kN	16.75 kN	13.40 kN	8.93 kN

Sono riportati in tabella i valori di riferimento, relativi alle prove realizzate presso il Laboratorio di Scienza delle Costruzioni dell'Istituto Universitario di Architettura di Venezia. Tali prove sono state realizzate seguendo le modalità indicate nell'Eurocodice 4 UNI EN 1994-1-1. I risultati riportati riguardano connettori che collegano una struttura di calcestruzzo Rck 30 MPa con una soletta di calcestruzzo Rck 30 MPa. Le geometrie delle due parti connesse sono tali che la superficie di rottura del calcestruzzo non sia ridotta a causa di sezioni sottili.



## Posa del connettore V CEM

Rimuovere le pavimentazioni esistenti e mettere a nudo l'estradosso dei travetti in calcestruzzo. Nel caso di solaio con caldana individuare i travetti tramite appositi sondaggi. I connettori si devono fissare sui travetti.

- Segnare le posizioni ove fissare i connettori secondo le indicazioni progettuali (fig.1).
- Eseguire un foro con trapano con punta da 11 mm e profondità 80 mm (fig.2).
- Rimuovere la polvere di cemento soffiando o aspirando all'interno del foro (fig.3).
- Inserire la vite nel foro ed avvitare con avvitatore elettrico ad impulsi o avvitatore dotato di frizione a fine corsa (fig. 4).
- Fare attenzione a non continuare ad avvitare dopo la completa penetrazione della vite (fig. 5)



# Connettore MINI CEM

Gambo Ø 10 mm - vite Ø 10 mm

## Il connettore per il collegamento con solette di ridotto spessore

MINI CEM è il connettore a vite studiato per l'unione di solette collaboranti di basso spessore (a partire da 20 mm), con travetti di solai anche di larghezza sottile (a partire da 60 mm). Tale connettore è particolarmente indicato per la connessione di solette in calcestruzzo fibrorinforzato ad elevate prestazioni.

Il fissaggio nel supporto avviene a secco senza l'utilizzo di resine o altri collanti grazie al filetto Hi-Low.

La rondella mobile di cui è dotato permette il corretto contatto anche su superfici di calcestruzzo non perfettamente piane.

### Descrizione tecnica

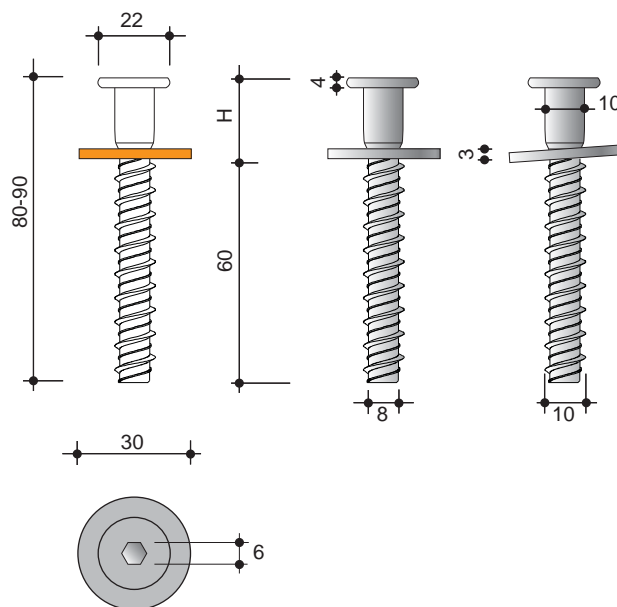
Il connettore è composto da:

**A)** Un gambo in acciaio al carbonio cementato. La parte inferiore è dotata di filetto hi-low per calcestruzzo di diametro 10 mm per una lunghezza di 60 mm. La parte superiore è un piolo di diametro 10, disponibile nelle altezze di 20 o 30 mm, con testa di diametro 22 mm e cava esagonale da 6 mm.

**B)** Una rondella mobile in acciaio Ø30 mm, spessore 3 mm

**Voce di capitolato:** Piolo connettore a vite zincata per riprese di getto in calcestruzzo. Elemento composto da un gambo in acciaio cementato con corpo filettato Ø 10mm e lunghezza 60 mm; piolo Ø 10 mm ed altezza 20 o 30 mm, dotato di rondella mobile premontata in acciaio di spessore 3 mm e diametro 30 mm e testa con cava esagonale da 6 mm.

Codice	Altezza connettore
MINI CEM 10/020	20 mm
MINI CEM 10/030	30 mm

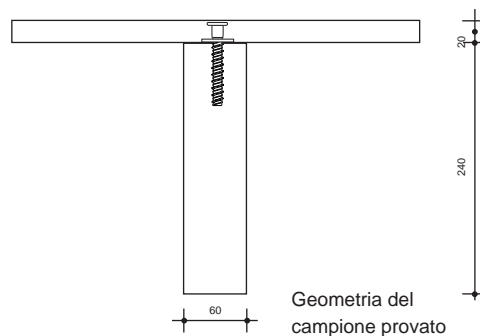


### Resistenza del connettore MINI CEM

Carico di rottura medio $P_{um}$	Carico di rottura caratteristico $P_{Rk}$	Carico di progetto (S.L.U.) $P_d$	Carico ammissibile (T.A.) $P_{adm}$
18.6 kN	14.5 kN	9.66 kN	6.45 kN

In tabella sono riportati i valori di riferimento dedotti da prove realizzate presso il laboratorio di prove e misure Tecnaria. Tali prove sono state realizzate seguendo le modalità indicate nell'Eurocodice 4 UNI EN 1994-1-1. I risultati riportati sono relativi a connettori che collegano una struttura – travetto in calcestruzzo tipo C25/30 con una nuova soletta in calcestruzzo.

Il travetto in calcestruzzo relativo alle prove ha larghezza 60 mm.



### Posa del connettore MINI CEM

Rimuovere le pavimentazioni esistenti e mettere a nudo l'estradosso dei travetti in calcestruzzo.

Nel caso di solaio con caldana individuare i travetti tramite appositi sondaggi.

I connettori si devono fissare sui travetti.

- Segnare le posizioni ove fissare i connettori secondo le indicazioni progettuali (fig. 1)
- Eseguire un foro con trapano con punta da 8 mm e profondità 65 mm (fig. 2)
- Rimuovere la polvere di cemento soffiando o aspirando all'interno del foro (fig. 3)
- Inserire la vite nel foro ed avvitare con avvitatore elettrico ad impulsi o avvitatore dotato di frizione a fine corsa (fig. 4).
- Fare attenzione a non continuare ad avvitare dopo la completa penetrazione della vite (fig. 5)



# Connettori Tecnaria: le applicazioni

## Utilizzo dei connettori metallici con calcestruzzi fibrorinforzati (FRC)

Il FRC (Fiber Reinforced Concrete) è un materiale composito a matrice cementizia (calcestruzzo o malta, monocomponente o pluricomponente) additivato con fibre di varia natura e geometria; questa composizione conferisce al calcestruzzo una significativa resistenza a trazione e a compressione, una notevole duttilità ed una maggiore resistenza al taglio rispetto ai calcestruzzi tradizionali.

Attualmente la normativa non offre un quadro chiaro di tutti i possibili campi di impiego nell'ambito strutturale, non essendo classificati in senso stretto come calcestruzzi.

Di recente sono stati utilizzati per l'adeguamento sismico e per il rinforzo dei solai, al fine di ottenere piani rigidi in spessori molto ridotti (dell'ordine dei 25 mm) e con pesi contenuti.

Per garantire l'efficacia del piano rigido è comunque sempre necessario un grado di vincolo con la struttura esistente, sia per quanto riguarda le unioni trave-soletta che soletta-muratura. A tal proposito alcuni produttori di FRC suggeriscono, nel caso di rinforzo di solai in laterocemento, di eseguire preparazioni sulla superficie da consolidare molto laboriose, come l'irruvidimento del supporto a mezzo di abrasione meccanica e conseguente pulizia ed il consolidamento superficiale con un primer da stendere a rullo.

L'utilizzo dei connettori metallici Tecnaria **MINI CEM** avviene invece a secco, con l'utilizzo di semplici trapani elettrici, sull'estradosso dei travetti in calcestruzzo.

I connettori **MINI CEM** sono stati testati in laboratorio e grazie alla loro particolare conformazione della testa e le ridotte altezze (20 mm e 30 mm) prodotte consentono l'impiego con gli FRC.

## Resistenza allo scorrimento dell'interfaccia

### Resistenza allo scorrimento dell'interfaccia

Quando due strati di calcestruzzo sono gettati in tempi diversi si può generare una resistenza allo scorrimento naturale, derivante dalla irregolarità della superficie da consolidare. Tale tensione tangenziale, da sola, non è in grado però di garantire la completa collaborazione. Solo in presenza di un connettore specifico si potrà tenere conto di un contributo resistente dato dalla coesione tra i materiali. Per semplificare si potranno classificare le superfici come:

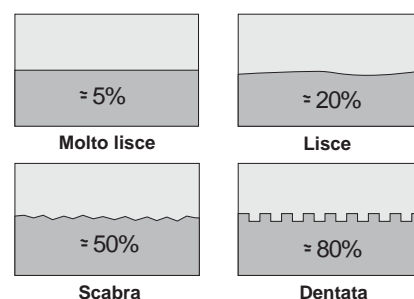
A) **Molto lisce**: se gettate su cassero liscio.

B) **Lisce**: caso di una caldana con superficie semplicemente vibrata. È il caso più frequente.

C) **Scabra**: rugosità ottenuta artificialmente con mezzi meccanici.

D) **Dentata**: appositamente preparata e gettata con elementi sagomati ad hoc.

Nel caso di laterizi a vista o rasatura friabile il contributo deve essere considerato, a favore di sicurezza, pari zero.



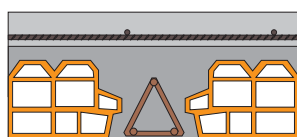
Indicato in % il contributo resistente

## Limiti di utilizzo

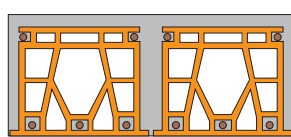
### Tipologia di solai

Gli interventi di rinforzo con la tecnica della soletta in calcestruzzo collaborante sono molto spesso condizionati dalla carenza di armatura sul lato inferiore del travetto, dalla scarsa resistenza del calcestruzzo utilizzato e dai fenomeni di degrado del calcestruzzo oltre che, a volte, da carenze progettuali. È pertanto opportuno eseguire attente valutazioni sullo stato di fatto del solaio da consolidare.

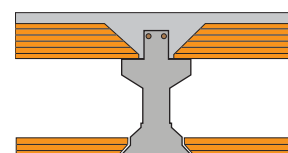
Inoltre la tecnica proposta risulta ottimale per i solai a travetti prefabbricati (tipo Bausta), mentre risulta difficilmente applicabile per solai del tipo Sap o Varese che hanno travetti in calcestruzzo di dimensioni esigue.



Solaio Bausta



Solaio SAP

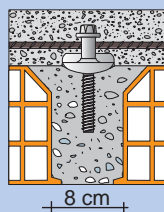


Solaio Varese



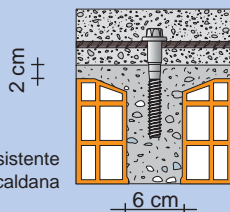
### Dimensione minima dei travetti

CTCEM  
V CEM



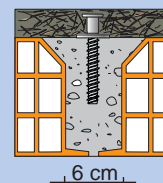
Solaio esistente  
senza caldana

CTCEM  
V CEM



Solaio esistente  
con caldana

MINI CEM



Solaio esistente  
con o senza caldana

### Degrado del calcestruzzo

L'intervento con connettori non è corretto nei casi di carbonatazione del calcestruzzo con successiva ossidazione delle armature tese in acciaio. In questo caso sono da valutare altre soluzioni che non esercitino sollecitazioni sul calcestruzzo.



### Sfondellamento del laterizio

I solai sottoposti a forti inflessioni possono essere soggetti ad espulsione della lastra inferiore della pignatta. Inizialmente si dovrà provvedere a mettere in sicurezza il solaio con appositi sistemi; successivamente il collegamento con una nuova soletta farà ridurre la flessibilità del solaio evitando che il problema dello sfondellamento possa presentarsi nuovamente.



# CONNETTORI TECNARIA: GLI ACCESSORI

Per facilitare la posa in opera dei connettori **CTCEM**, **V CEM** e **MINI CEM** Tecnaria propone una serie di accessori.

## Smerigliatrice (cod. ACT-DW 28113)



Smerigliatrice angolare 900 Watt permette di eseguire gli intagli sul calcestruzzo per l'alloggiamento della piastra del connettore.

Peso: 1.7 kg

Diametro massimo disco 115 mm.

Per connettori: **CTCEM**

Articolo correlato:

disco 115 mm

(cod. DC-DW270XJ)

## Disco abrasivo Ø 115 mm (cod. ACT-DW270XJ)



Disco abrasivo per pietra, spessore 3 mm, diametro 115 mm

Per connettori: **CTCEM**

## Tassellatore (cod. ACT-DW25123K)



Tassellatore per eseguire fori nel calcestruzzo, potenza 800 watt, attacco SDS.

Per connettori: **CTCEM**, **V CEM** e **MINI CEM**

Articolo correlato: punta per calcestruzzo (cod. PC11160100)

## Punta per calcestruzzo (cod. PC11160100)



Punta per calcestruzzo, diametro 11 mm, lunghezza utile 100 mm, attacco SDS Plus.

Permette di eseguire il foro nel calcestruzzo per alloggiare la vite del connettore.

Per connettori: **CTCEM** e **V CEM**

## Avvitatore ad impulsi (cod. ACT-DW292)



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

Peso: 3.2 kg

Per connettori: **CTCEM**, **V CEM** e **MINI CEM**

Articolo correlato: bussola esagonale

## Punta per calcestruzzo (cod. PC08160100)



Punta per calcestruzzo, diametro 8 mm, lunghezza utile 100 mm, attacco SDSPlus.

Permette di eseguire il foro nel calcestruzzo per alloggiare la vite del connettore.

Per connettori: **MINI CEM**

## Bussola esagonale innesto 1/2" (cod. ACT-BE15-Q)



Bussola esagonale da 15 mm, con attacco quadro da 1/2". Per avvitare la vite del connettore.

Per connettori: **CTCEM** e **V CEM**

## Inserto esagonale 6 mm innesto 1/2" (cod. ACT-IE6-Q)



Inserto esagonale da 6 mm, con attacco quadro da 1/2". Per avvitare il connettore.

Per connettori: **MINI CEM**

## Prove di laboratorio

La resistenza a taglio dei connettori **CTCEM** e **V CEM** e l'efficacia del collegamento sono state indagate sperimentalmente seguendo le procedure di prova riportate nell'Eurocodice 4 UNI - EN1994-1-1 presso il Laboratorio di Scienza delle Costruzioni dell'IUAV di Venezia.

La resistenza dei connettori **MINI CEM** è stata indagata presso il laboratorio di prove e misure **TECNARIA** secondo le stesse procedure.



## IL SOFTWARE PER IL CALCOLO: un prezioso aiuto al progettista

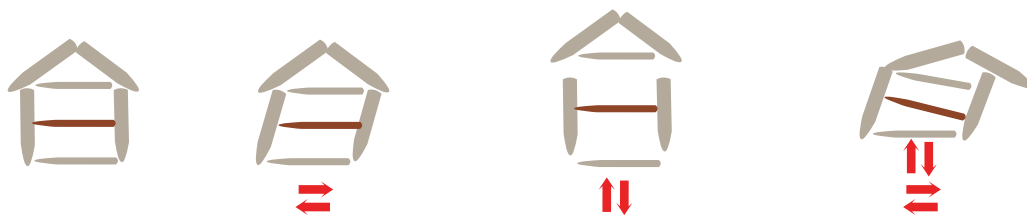


Tecnaria offre ai professionisti uno strumento utile ai fini della progettazione: il programma di calcolo per il rapido dimensionamento degli interventi di rinforzo di solai in laterocemento con connettori **CTCEM** Tecnaria secondo le norme vigenti (D.M. 14 Gennaio 2008).

Scaricabile gratuitamente presso il sito [www.tecnaria.com](http://www.tecnaria.com)

# COLLEGAMENTO ANTISISMICO TRA SOLAI E PARETI

Il collegamento tra pareti in muratura e solaio rappresenta il primario intervento di rinforzo antisismico per gli edifici esistenti.



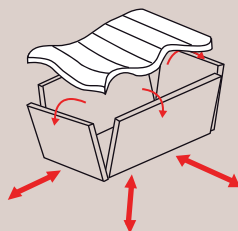
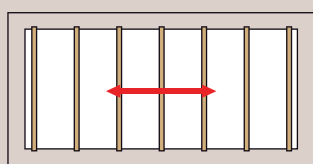
## Tipiche carenze degli edifici esistenti in muratura: legami parete-parete / parete-solaio

I solai sono spesso parte di edifici costruiti senza alcun criterio antisismico. I travetti costituenti il solaio spesso sono semplicemente appoggiati nelle loro sedi, realizzando un collegamento che funziona solo per attrito. In caso di azione sismica violenta vi è contemporanea spinta verso l'alto e laterale; in questo caso l'attrito perde di efficacia e le travi si possono sfilare dalle pareti. La spinta trasversale facilmente può causare rotazioni fuori dal piano verticale delle pareti che non sono tenute insieme.

## Il rimedio: il comportamento scatolare = l'unione fa la forza

Se le pareti non sono collegate tra loro, la resistenza antisismica massima è solamente quella dovuta alle singole parti; se invece vengono adeguatamente collegate si otterrà un effetto di **incremento di resistenza** dato dal comportamento scatolare. Le pareti rimangono collegate in verticale e possono sviluppare la loro resistenza alla spinta sismica.

### Prima



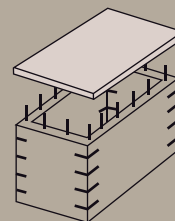
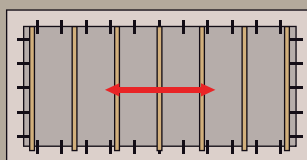
#### Solaio deformabile

Collegamento parete – parete: debole

Collegamento parete – solaio: debole

Pareti scollegate: grande rischio di crollo

### Dopo



#### Solaio rigido

Collegamenti parete – parete: efficaci

Collegamenti parete – solaio: efficaci

Pareti legate: elevata resistenza data dal comportamento scatolare:

Le pareti parallele al sisma possono esplicare la loro elevata resistenza.

Le pareti trasversali al sisma sono trattenute dai solai e non rischiano di crollare

## Rigidezza di piano e continuità strutturale: i requisiti della normativa italiana nel D.M. 14/01/2008

Le norme tecniche italiane forniscono le indicazioni per le verifiche dei fabbricati sia nuovi che esistenti sollecitati da un'azione sismica. In merito alla funzione del solaio si indica che:

*“I solai devono assolvere funzione di ripartizione delle azioni orizzontali tra le pareti strutturali, pertanto devono essere ben collegati ai muri e garantire un adeguato funzionamento a diaframma.”*

E' quindi necessario che le forze sismiche che agiscono nei solai siano trasmesse alle strutture verticali in maniera efficace (**continuità strutturale**) ed è necessario che i solai siano poco deformabili (**rigidezza di piano**) in modo da trasmettere la spinta sismica alle pareti adeguate a resistere al sisma.

## La soluzione TECNARIA

In merito alla **rigidezza di piano** la norma stessa indica che i solai aventi soletta armata superiore di almeno 4 cm di spessore, anche in calcestruzzo alleggerito, connessa ai travetti tramite connettori sono considerati infinitamente rigidi. Tecnaria a questo scopo propone connettori per solai in legno, acciaio e laterocemento. E' necessario precisare che nel caso di solai esistenti l'effettiva necessità di deformabilità andrà valutata con attenzione evitando di trasmettere carichi sismici su pareti non adeguate.

Per quel che riguarda la **continuità strutturale** è necessario collegare le solette alle murature. E' importante che tale intervento non sia invasivo ed è quindi preferibile scegliere interventi di tipo puntuale, evitando gravi interventi di demolizione della muratura a livello dei solai. Pertanto sono sconsigliabili gli innesti chiamati a “coda di rondine” e i cordoli in spessore.

Inoltre il peso di strutture e di finiture portate (tramezze e pavimentazioni) deve essere ridotto al minimo possibile in modo tale che l'oscillazione del terreno causi spinte di bassa entità. Per realizzare la **continuità strutturale** tra solai con soletta in calcestruzzo e murature è ottimale utilizzare la **resina epossidica bi-componente RTEC400** con barre ad aderenza migliorata.

L'intervento descritto è uno degli interventi primari da realizzare, ma ne possono essere necessari anche altri per rispondere a tutti i requisiti della normativa.

# RTEC400 - Resina Bicomponente Epossidica Tecnaria

## Impiego

La resina RTEC400 è un formulato epossidico bi-componente ad alto valore di aderenza per fissaggi pesanti su calcestruzzo, muratura e legno. Fornita in cartucce da 400 ml. è il prodotto ideale per il rinforzo strutturale con ferri di ripresa post installati.

## Caratteristiche principali

- E' dotata di alto valore di aderenza e di basso coefficiente di ritiro. Questo permette il fissaggio su superfici completamente lisce (fori carotati) e su svariati materiali quali legno, laterizio e calcestruzzo.
  - Le sue caratteristiche meccaniche rimangono invariate nel tempo.
  - Può essere utilizzata anche per fissaggi su supporti bagnati.
  - E' facile e veloce da applicare grazie al miscelatore che fa reagire le due componenti in fase di iniezione.
  - La sua consistenza è densa (tixotropica), questo evita colature ed eccessive dispersioni di materiale nei vuoti che possono essere presenti nelle murature.
  - E' corredata di marcatura CE grazie a due omologazioni ETA (Benestare Tecnico Europeo) valide per barre filettate e per barre ad aderenza migliorata inserite in calcestruzzo.
- Queste proprietà rendono questa resina il prodotto ideale per l'applicazione di barre di collegamento muratura – solaio



Cartuccia di resina bi-componente da 400 ml



Installazione con pistola manuale

Codice	Descrizione
<b>RTEC400</b>	Resina epossidica bicomponente ml. 400 in cartuccia con canna per fori di profondità fino a 110 mm
<b>RTEGUN400</b>	Pistola manuale professionale per erogazione resina cartucce 400 ml
<b>RTECMIX380</b>	Cannucce mm 380 per fori di profondità fino a 380 mm
<b>PC14400450</b>	Punte da trapano d14 L=450 mm per barre d12 in fori di profondità massima 400 mm
<b>PC18400450</b>	Punte da trapano d18 L=450 mm per barre d16 in fori di profondità massima 400 mm

Valori esemplificativi su consumo di resina in funzione del diametro della barra da fissare:

Barra mm Ø	Diametro e profondità foro mm	N° fissaggi per cartuccia
12	14x200 mm	19,5
12	14x300 mm	13,0
12	14x400 mm	9,5

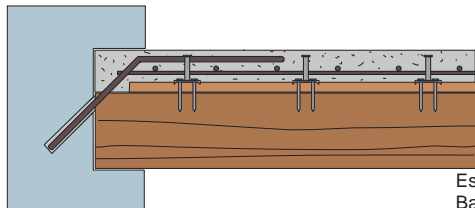
Barra mm Ø	Diametro e profondità foro mm	N° fissaggi per cartuccia
16	18x200 mm	11,8
16	18x300 mm	7,9
16	18x400 mm	5,9

## Procedura di installazione

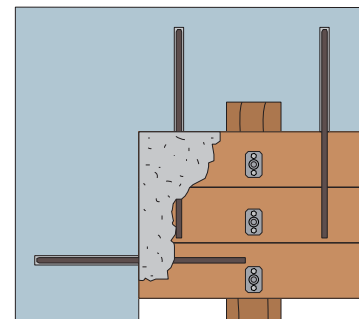
1. Realizzare il foro a mezzo di punta da trapano o carotatrice.
2. Pulire il foro tramite ripetute spazzolate e soffiature (in alternativa pulire con getto d'acqua).
3. Far uscire la prima porzione di resina ancora non miscelata (verificando così l'uniformità di colore del prodotto).
4. Riempire il foro uniformemente partendo dal fondo, arretrando gradatamente. Riempire fino a 2/3 di profondità del foro.
5. Inserire la barra, lentamente e con un leggero movimento rotatorio. Osservare i tempi di posa della tabella sottostante.
6. Rimuovere gli eccessi di resina attorno alla barra.
7. Prima di mettere in carico attendere i tempi di maturazione come da tabella sottostante.

## Collegamento soletta - muratura

Per ottenere un efficace collegamento puntuale si può realizzare un foro inclinato verso il basso nelle murature perimetrali all'altezza della soletta, iniettare in esso la resina epossidica bicomponente Tecnaria Rtec400, inserire la barra ad aderenza migliorata in acciaio, piegando infine la barra in orizzontale all'interno della soletta. Il collegamento va fatto su tutti i lati perimetrali, ove c'è muratura portante. L'intervento sarà migliorativo dell'edificio a condizione che il collegamento sia tra elementi strutturali idonei.



Esempio di dimensionamento tipico:  
Barre in acciaio B450C di diametro 12 – 16 mm a distanza di circa 50 -80 cm, inserite nel muro per una profondità di 30-40 cm e nella soletta per circa 60 cm.



## Tempi di posa

Temperatura del supporto	0° C	5° C	10° C	15° C	20° C	25° C	30° C
Tempo di lavorabilità	3h 20'	2h 30'	1h 40'	1h 10'	50'	30'	20'
Attesa per la messa in carico	54h	41h	28h	22h	16h	14h	12h

Temperatura minima di posa del prodotto: 5°C

Il tempo di lavorabilità relativamente lungo permette una comoda procedura di installazione.



European Technical Assessment ETA-14/0090 of 26/03/2014  
European Technical Assessment ETA-14/0091 of 26/03/2014





Tecnaria S.p.a. Viale Pecori Giraldi 55 - 36061 Bassano del Grappa (VI) - Italia  
Tel. 0424 502029 - Fax 0424 502386 - [info@tecnaria.com](mailto:info@tecnaria.com) - [www.tecnaria.com](http://www.tecnaria.com)