



*ing. angelo
biondi*



Interventi sulle Strutture in Calcestruzzo

WWW.ANGELOBIONDI.COM

INTERVENTI SULLE STRUTTURE



1 - Intervento di adeguamento.

2 - Intervento di miglioramento.

3 - Riparazione o intervento locale.

8.4 CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si individuano le seguenti categorie di intervento:

- **interventi di adeguamento** atti a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle presenti norme;
- **interventi di miglioramento** atti ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle presenti norme;
- **riparazioni o interventi locali** che interessino elementi isolati, e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

Gli interventi di adeguamento e miglioramento devono essere sottoposti a collaudo statico.



8.4 CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si individuano le seguenti categorie di intervento:

- **interventi di riparazione o locali:** interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti;
- **interventi di miglioramento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3;
- **interventi di adeguamento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati al paragrafo 8.4.3.

Solo gli interventi di miglioramento ed adeguamento sono sottoposti a collaudo statico.

Per gli interventi di miglioramento e di adeguamento l'esclusione di provvedimenti in fondazione dovrà essere in tutti i casi motivata esplicitamente dal progettista, attraverso una verifica di idoneità del sistema di fondazione in base ai criteri indicati nel §8.3.

Qualora *l'intervento* preveda *l'inserimento* di nuovi elementi che richiedano apposite fondazioni, queste ultime dovranno essere verificate con i criteri generali di cui ai precedenti Capitoli 6 e 7, così come richiesto per le nuove costruzioni.

Per i beni di interesse culturale ricadenti in zone dichiarate a rischio sismico, ai sensi del comma 4 dell'art. 29 del DLgs 22 gennaio 2004, n. 42 “Codice dei beni culturali e del *paesaggio*”, è in ogni caso possibile limitarsi ad interventi di miglioramento effettuando la relativa valutazione della sicurezza.



N.T.C. 2008

8.4.3 RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE

In generale, **gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura** e interesseranno porzioni limitate della costruzione. Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati e documentare che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non siano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

La relazione di cui al par. 8.2 che, in questi casi, potrà essere limitata alle sole parti interessate dall'intervento ed a quelle con esse interagenti, dovrà documentare le carenze strutturali riscontrate, risolte e/o persistenti, ed indicare le eventuali conseguenti limitazioni all'uso della costruzione.



N.T.C. 2018

8.4.1 RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE

Gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura. Essi non debbono cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione e sono volti a conseguire una o più delle seguenti finalità:

- **ripristinare**, rispetto alla configurazione precedente al danno, **le caratteristiche iniziali** di elementi o parti danneggiate;
- **migliorare le caratteristiche di resistenza e/o di duttilità** di elementi o parti, anche non danneggiati;
- **impedire meccanismi** di collasso locale;
- **modificare un elemento** o una porzione limitata della struttura;

Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati, documentando le carenze strutturali riscontrate e dimostrando che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non vengano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.

La relazione di cui al § 8.3 che, in questi casi, potrà essere limitata alle sole parti interessate dall'intervento e a quelle con esse interagenti, dovrà documentare le carenze strutturali riscontrate, risolte e/o persistenti, ed indicare le eventuali conseguenti limitazioni *all'uso* della costruzione.

Nel caso di interventi di rafforzamento locale, volti a migliorare le caratteristiche meccaniche di elementi strutturali o a limitare la possibilità di meccanismi di collasso locale, **è necessario valutare l'incremento del livello di sicurezza locale.**



N.T.C. 2008

8.4.2 INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

Rientrano negli interventi di miglioramento tutti gli interventi che siano comunque finalizzati ad accrescere la capacità di resistenza delle strutture esistenti alle azioni considerate.

È possibile eseguire interventi di miglioramento nei casi in cui non ricorrano le condizioni specificate al paragrafo 8.4.1.

Il progetto e la valutazione della sicurezza dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.



8.4.2. INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

La valutazione della sicurezza e il progetto di intervento dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.

Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di ζ_E può essere minore *dell'unità*. A meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali, **per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore di ζ_E , a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6**, mentre per le rimanenti **costruzioni di classe III e per quelle di classe II il valore di ζ_E , sempre a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere incrementato di un valore comunque non minore di 0,1**.

Nel caso di interventi che prevedano *l'impiego* di **sistemi di isolamento**, per la verifica del sistema di isolamento, **si deve avere almeno $\zeta_E = 1,0$** .

8.4.1 INTERVENTO DI ADEGUAMENTO

È fatto obbligo di procedere alla valutazione della sicurezza e, qualora necessario, *all'adeguamento* della costruzione, a chiunque intenda:

- a) sopraelevare la costruzione;
- b) ampliare la costruzione mediante opere strutturalmente connesse alla costruzione;
- c) apportare variazioni di classe e/o di destinazione *d'uso* che comportino incrementi dei carichi globali in fondazione superiori al 10%; resta comunque fermo *l'obbligo* di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;
- d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente.

In ogni caso, il progetto dovrà essere riferito *all'intera* costruzione e dovrà riportare le verifiche *dell'intera* struttura post-intervento, secondo le indicazioni del presente capitolo.

Una variazione *dell'altezza dell'edificio*, per la realizzazione di cordoli sommitali, sempre che resti immutato il numero di piani, non è considerata sopraelevazione o ampliamento, ai sensi dei punti a) e b). In tal caso non è necessario procedere *all'adeguamento*, salvo che non ricorrano le condizioni di cui ai precedenti punti c) o d).

8.4.3. INTERVENTO DI ADEGUAMENTO

L'intervento di adeguamento della costruzione è obbligatorio quando si intenda:

- a) sopraelevare la costruzione;
 - b) ampliare la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;
 - c) apportare variazioni di destinazione *d'uso* che comportino incrementi dei carichi globali verticali in fondazione superiori al 10%, valutati secondo la combinazione caratteristica di cui alla equazione 2.5.2 del § 2.5.3, includendo i soli carichi gravitazionali. Resta comunque fermo *l'obbligo* di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;
 - d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente; **nel caso degli edifici, effettuare interventi strutturali che trasformano il sistema strutturale mediante l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani;**
 - e) apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.
- [...]

Nei casi a), b) e d), per la verifica della struttura, si deve avere almeno $\zeta_E = 1,0$. Nei casi c) ed e) si può assumere $\zeta_E = 0,80$.

Una variazione *dell'altezza dell'edificio* dovuta alla realizzazione di cordoli sommitali o a variazioni della copertura che non comportino incrementi di superficie abitabile, non è considerato ampliamento, ai sensi della condizione a). In tal caso non è necessario procedere *all'adeguamento*, salvo che non ricorrano una o più delle condizioni di cui agli altri precedenti punti.



S.L.A. – Stato Limite di danno ai beni Artistici

Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 9 febbraio 2011

**Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle
Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008.**

(pubblicata nella G.U. n. 47 del 26/02/2011 - suppl. ord. n. 54)

IL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

Visto l'art. 5, comma 3, della Legge 24/02/1992, n. 225;

Visto il D.L. 07/09/2001, n. 343, convertito, con modificazioni, dalla Legge 09/11/2001, n. 401, ed in particolare l'art. 5, comma 2, ove è previsto che il Presidente del Consiglio dei Ministri predisponga gli indirizzi operativi dei programmi di previsione e prevenzione dei rischi, nonché i programmi nazionali di soccorso e i piani per l'attuazione delle conseguenti misure di emergenza, d'intesa con le regioni e gli enti locali;

Visto l'art. 5, comma 4-ter, del medesimo D.L. n. 343 del 2001, in cui è previsto che il Dipartimento della protezione civile svolga compiti relativi alla formulazione degli indirizzi e dei criteri generali, di cui all'art. 107, comma 1, lettere a) e f), n. 1, e all'art. 93, comma 1, lettera g), del D.Lgs. 31/03/1998, n. 112, da sottoporre al Presidente del Consiglio dei Ministri per la conseguente approvazione del Consiglio dei Ministri;

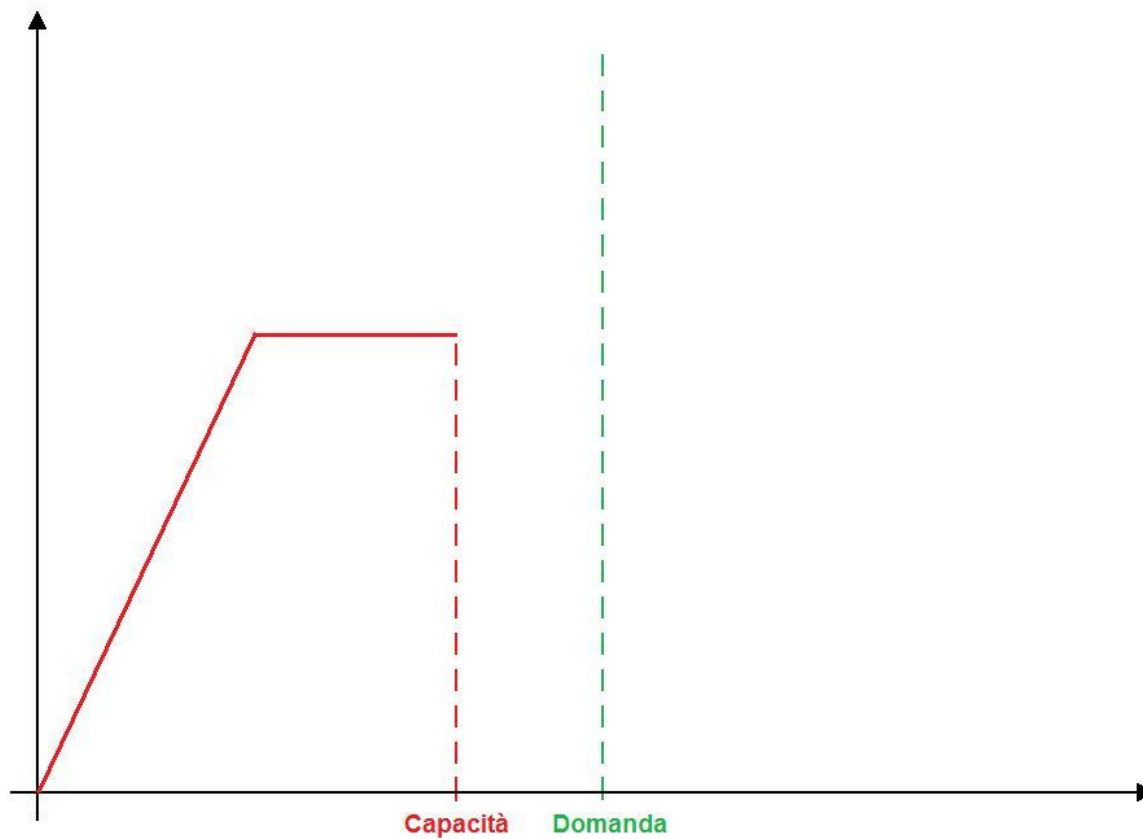
Visto il D.Lgs. 31/03/1998, n. 112;

Vista l'O.P.C.M. 20/03/2003, n. 3274 e s.m.i., recante «Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici», le cui disposizioni contengono, tra l'altro, l'obbligo di procedere alla verifica degli edifici e delle opere infrastrutturali, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile, e di quelli che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso;

Visto l'allegato A del decreto del Capo dipartimento della protezione civile del 21/10/2003, n. 3685, che include nella categoria di edifici di competenza statale anche quelli il cui collasso può determinare danni significativi al patrimonio storico, artistico e culturale;

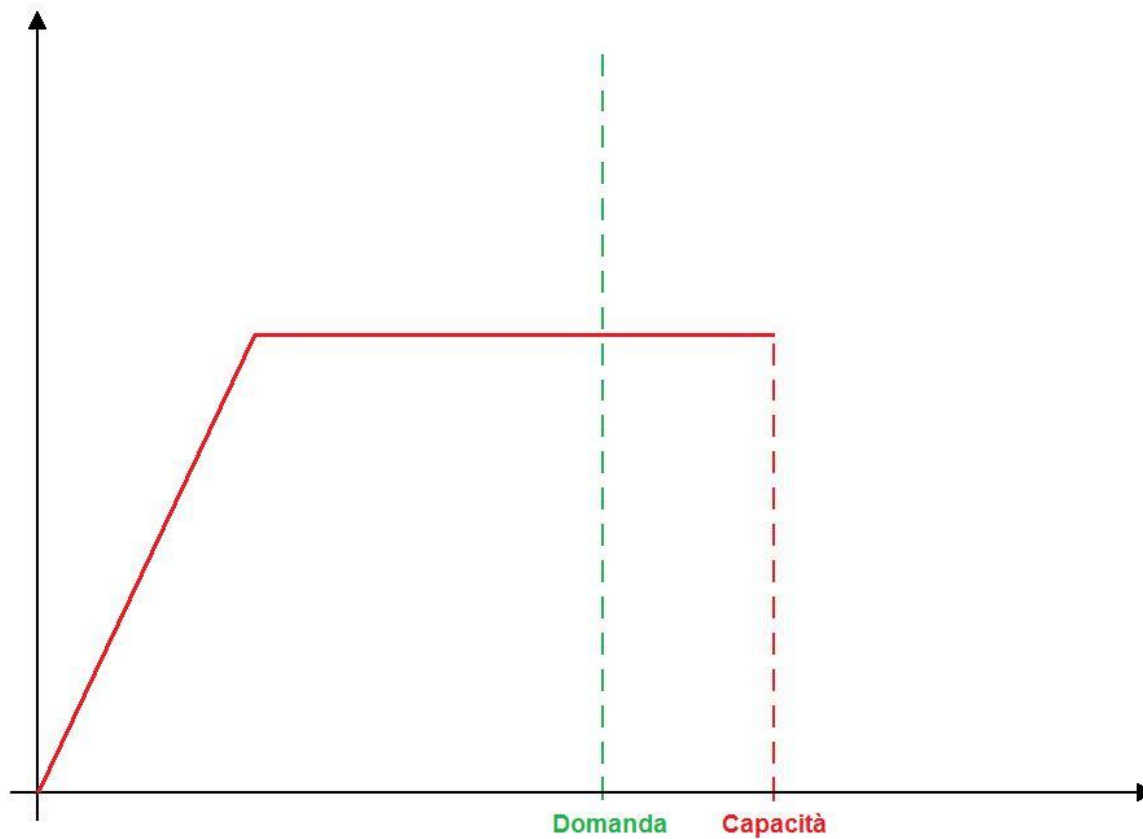


INTERVENTI SULLE STRUTTURE



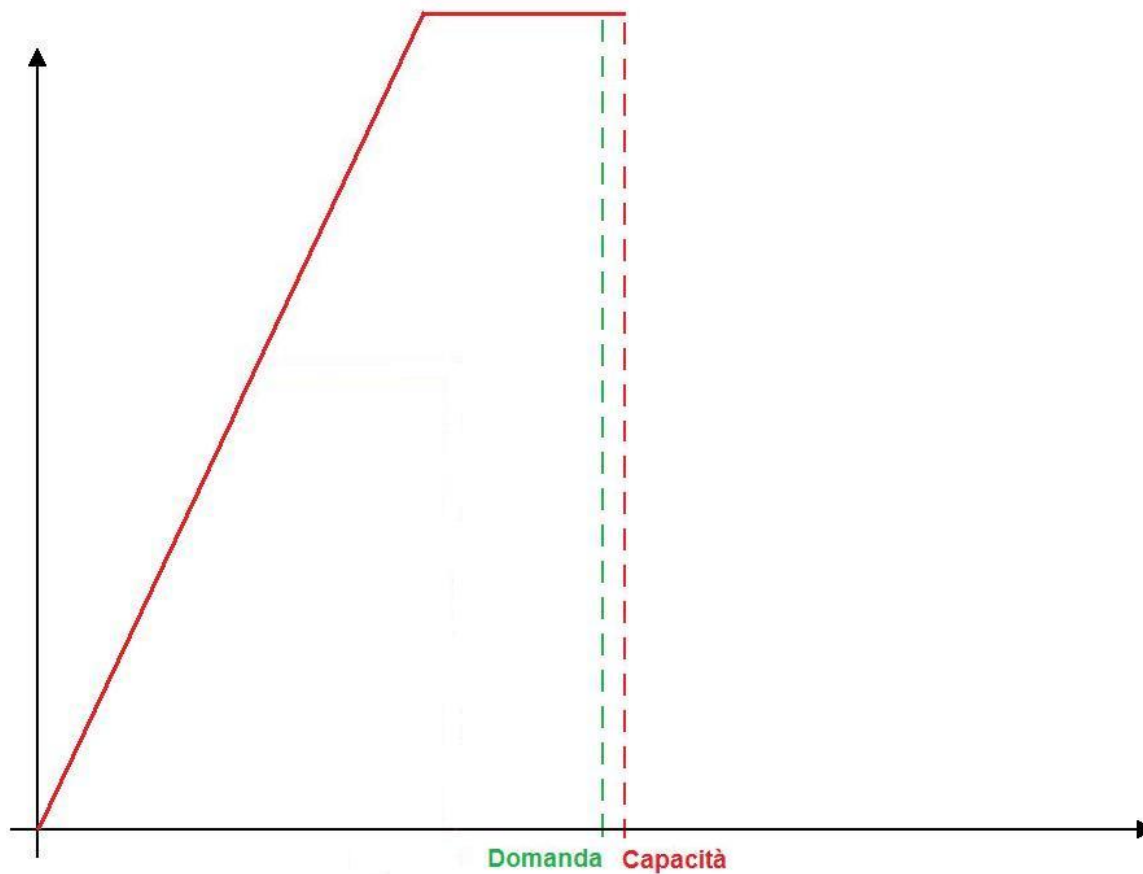
Condizioni Ante-Operam.

INTERVENTI SULLE STRUTTURE



Adeguamento sismico con aumento della duttilità.

INTERVENTI SULLE STRUTTURE



Adeguamento sismico con aumento della resistenza.



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- *Isolatori sismici*
- *Controventi dissipativi*
- *Incamicatura delle aste*
- *Calastrellatura dei pilastri*
- *FRP*
- *Sistema CAM*



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Isolatori sismici -

L'isolamento sismico consiste nell'inserire, generalmente tra la sovrastruttura e le fondazioni, dispositivi (gli isolatori) ad alta flessibilità orizzontale, in grado di **disaccoppiare il moto tra struttura e terreno** e ridurre l'energia cinetica in ingresso durante l'evento sismico. Il sistema di isolamento è progettato in modo tale da contenere la risposta strutturale degli edifici isolati in campo elastico; l'energia trasmessa dal terremoto è dissipata invece dal sistema di isolamento attraverso cicli di elevate deformazioni per traslazione orizzontale. In alcuni casi, quali strutture molto rigide, una attenta progettazione può portare a riduzioni anche di un ordine di grandezza delle sollecitazioni agenti sulle sezioni resistenti e, soprattutto, al sostanziale annullamento degli spostamenti relativi negli elementi primari. Un vantaggio che ne consegue è dunque la forte limitazione dei danni, anche a seguito di eventi sismici rilevanti.





INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Isolatori sismici -

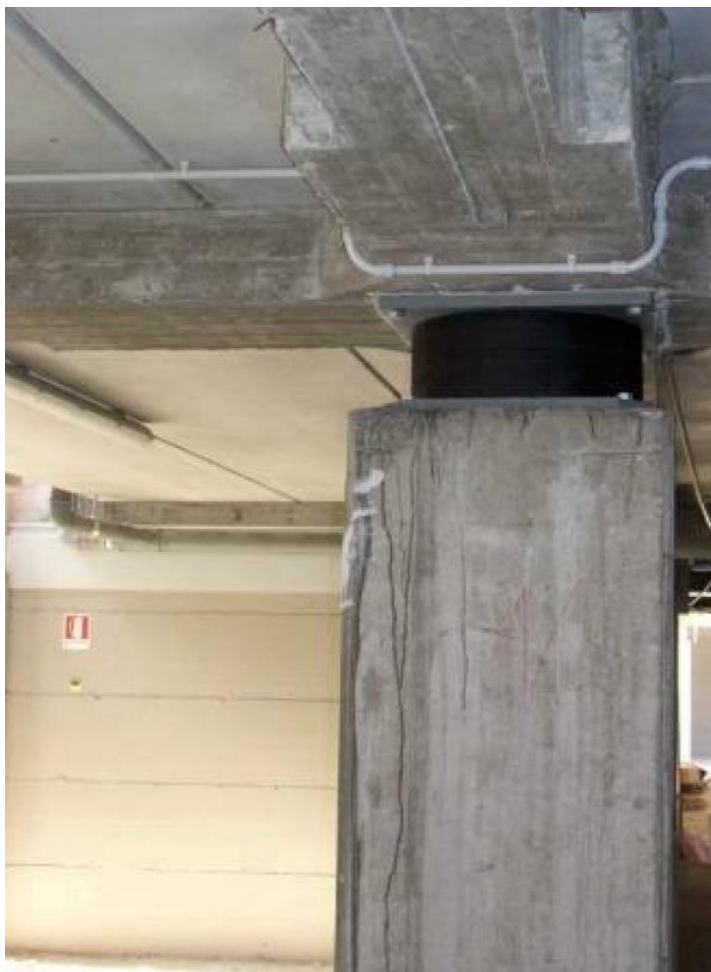


**ISOLATORI CILINDRICI ELASTOMERICI TRA
PILASTRI E IMPALCATO**



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Isolatori sismici -



ISOLATORI CILINDRICI IN GOMMA TRA PILASTRI E IMPALCATO

Nel caso di isolamento di edifici esistenti, la **deformazione massima** della testa del pilastro su cui si inserisce *l'isolatore* **non deve essere superiore ad 1/20 di quella prevista per l'isolatore stesso.**



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Isolatori sismici -



ISOLATORI ELASTOMERICI



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Isolatori sismici -



ISOLATORI A PENDOLO SCORREVOLE

(Friction Pendulum)



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Isolatori sismici -





INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Isolatori sismici -





INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Isolatori sismici -





INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Controventi dissipativi -

L'inserimento di controventi dissipativi appartiene alla categorie di tecniche che **riducono la domanda sismica**.

I controventi, in particolare, agiscono attraverso *l'effetto* combinato *dell'incremento* della dissipazione e della rigidità e, in generale, permettono di ridurre lo spostamento di interpiano di un fattore 2 o 3. **L'incremento di rigidità**, analogamente a quanto riportato per *l'inserimento* di setti di irrigidimento, comporta una **riduzione del periodo** ed un conseguente **incremento della domanda sismica**. In questo caso a differenza del precedente, a tale incremento corrisponde una riduzione maggiore dovuto *all'incremento* della capacità di dissipazione.



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- *Controventi dissipativi* -





INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Controventi dissipativi -





INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Controventi dissipativi -





INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Controventi dissipativi -



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

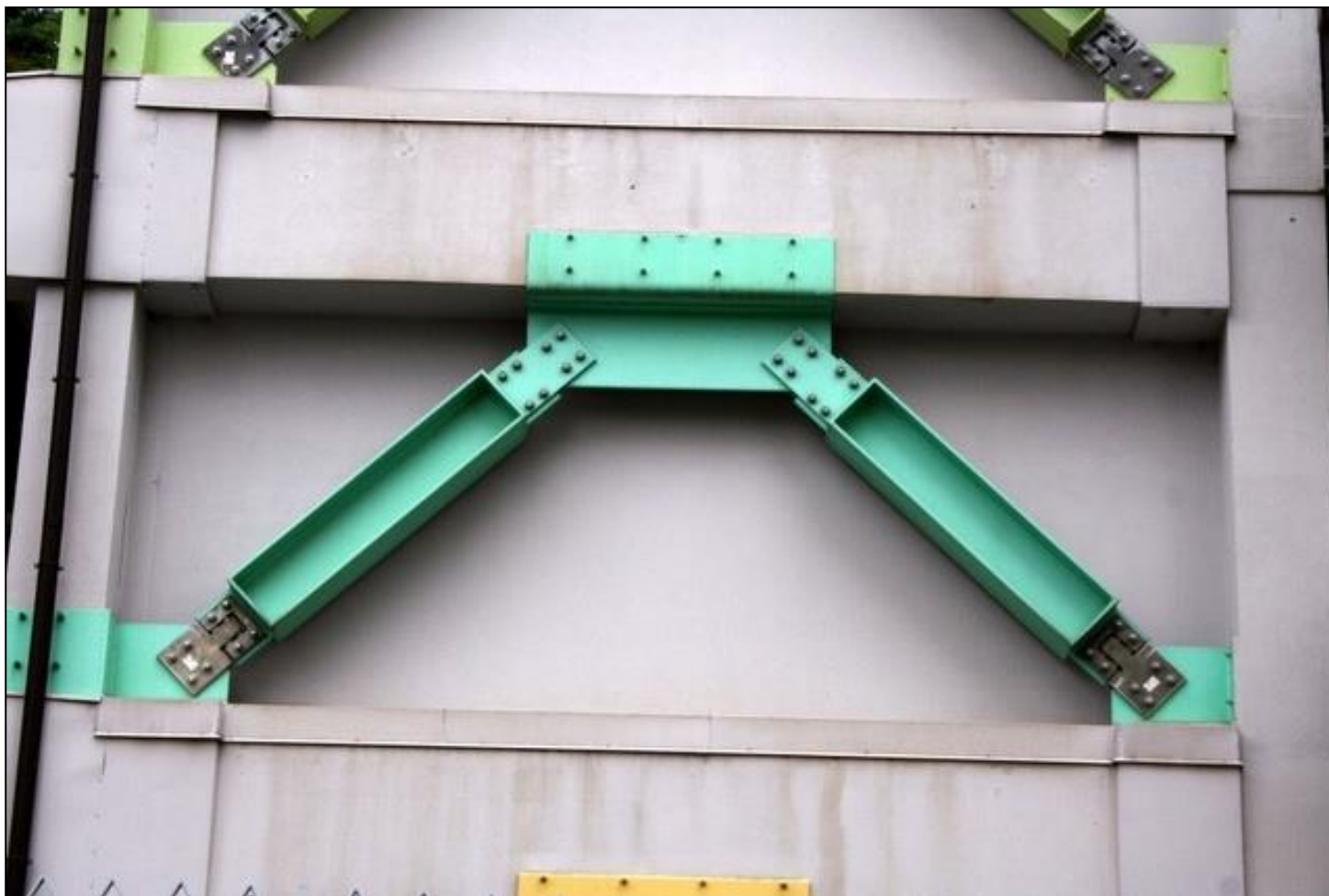
- *Controventi dissipativi* -



Dissipatori

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Controventi dissipativi -



Connessioni



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Controventi dissipativi -

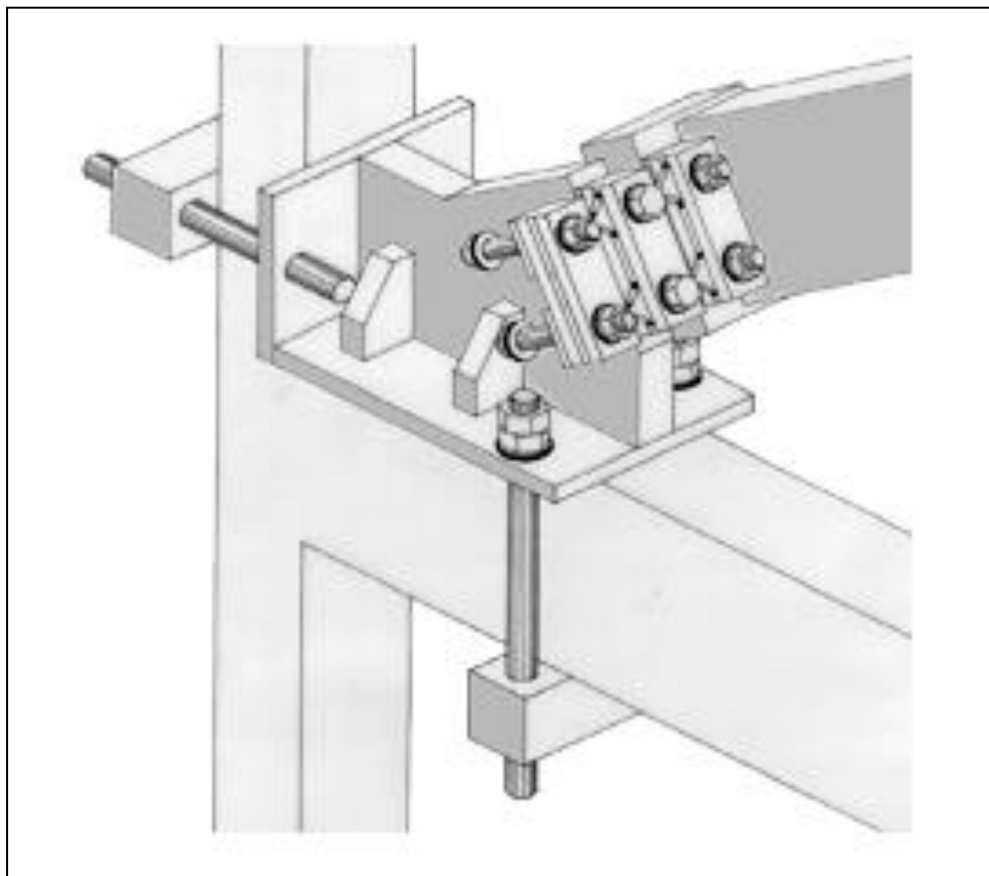


Connessioni



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Controventi dissipativi -



Particolare dell'attacco



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

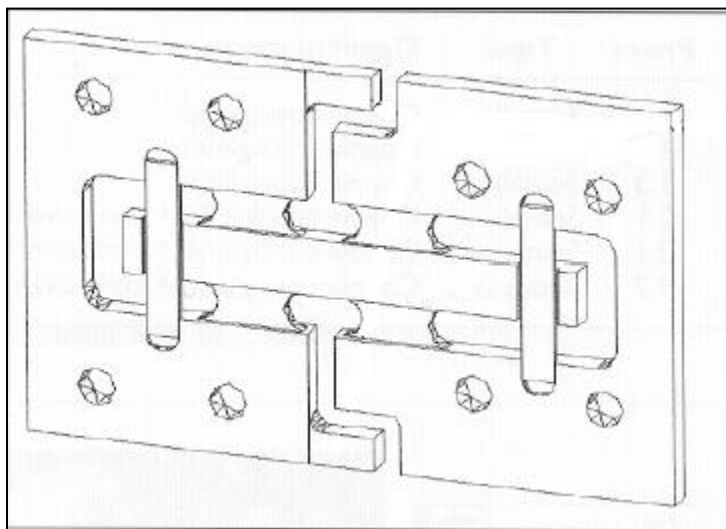
- Controventi dissipativi -



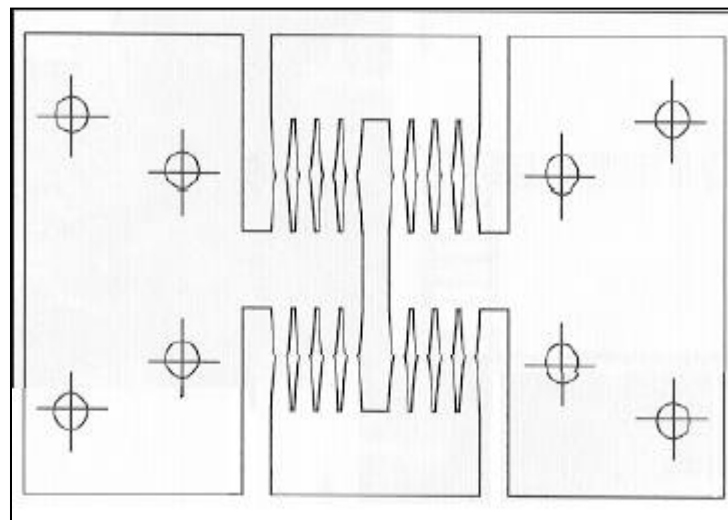
APERTURE

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Controventi dissipativi -



Coprigiunto dissipativo in configurazione doppia

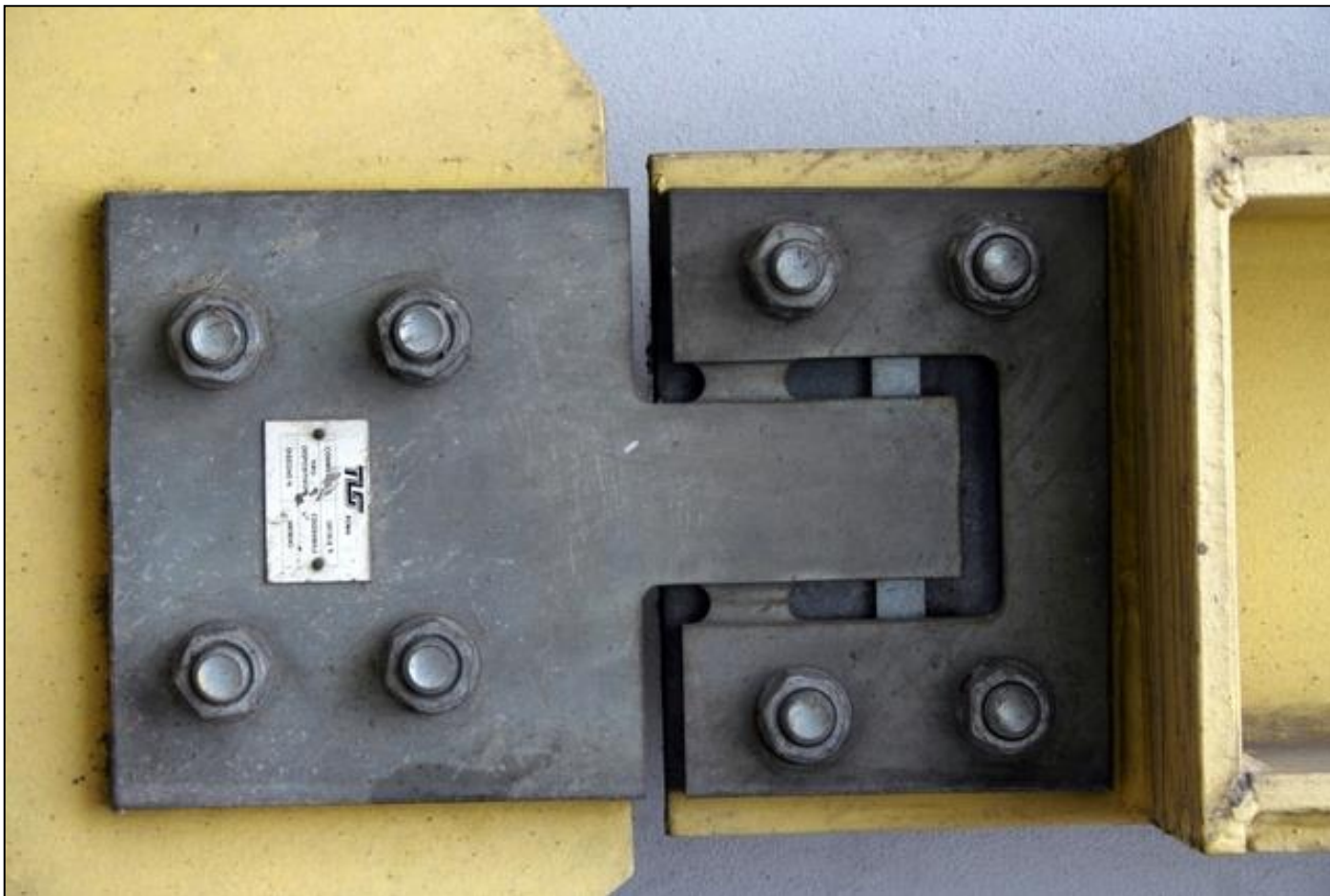


Coprigiunto dissipativo con elementi dissipativi prevalentemente sollecitati a flessione

Tipologie di coprigiunti dissipativi

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- *Controventi dissipativi* -



Tipologie di Dissipatori

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

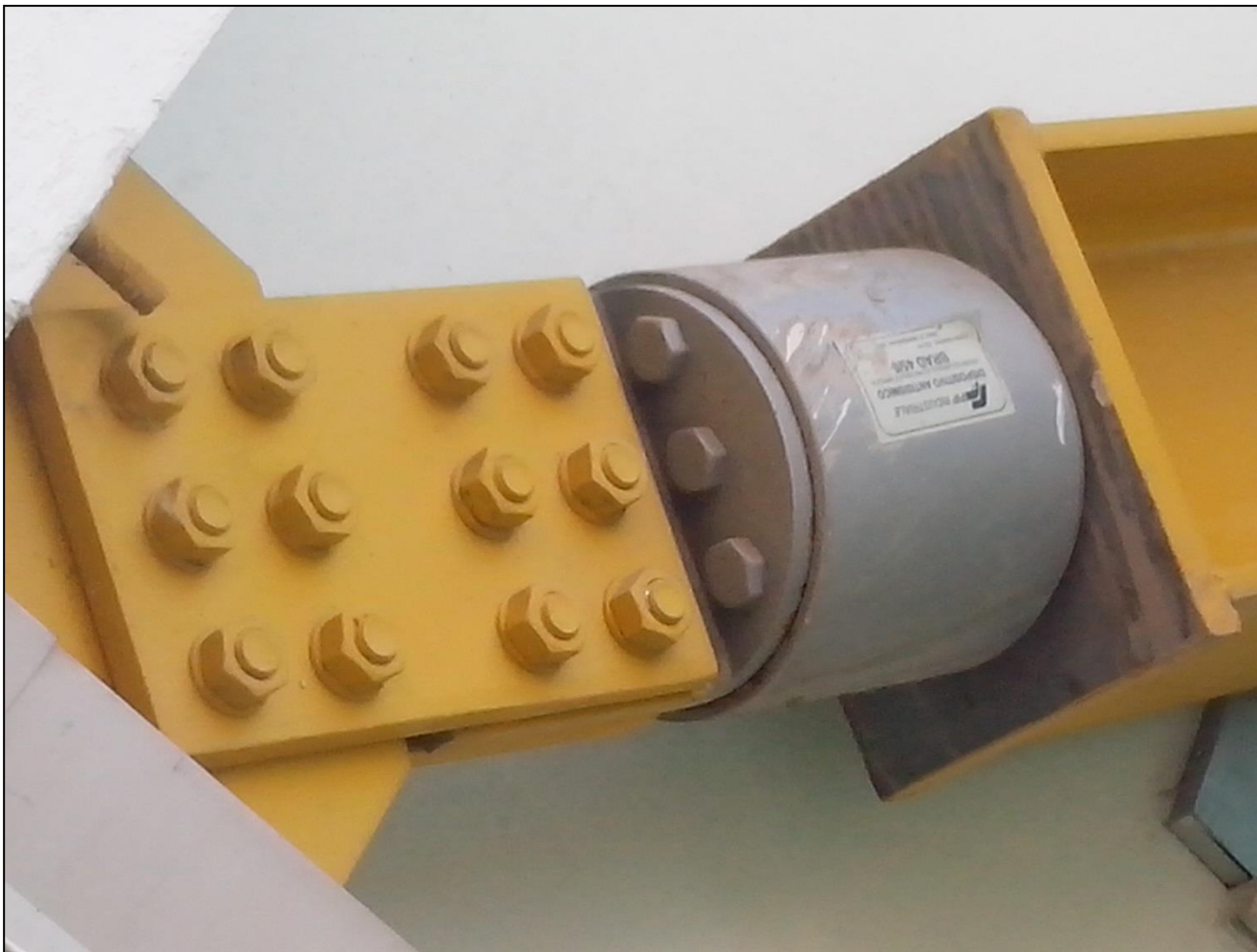
- Controventi dissipativi -



Tipologie di Dissipatori

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Controventi dissipativi -



Tipologie di Dissipatori

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Controventi dissipativi -



Tipologie di Dissipatori

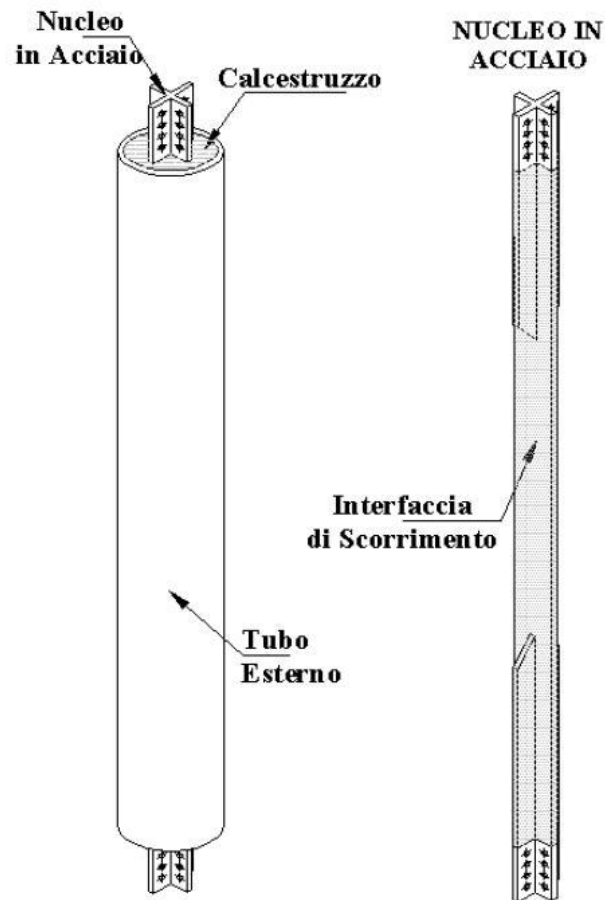
INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Controventi dissipativi -

Dissipatori tipo "BRAD" (FIP)

Questi dispositivi sono costituiti da un **nucleo interno in acciaio**, una parte del quale è progettato per dissipare energia in campo plastico, da un **tubo esterno in acciaio** e da un **riempimento in calcestruzzo**, la cui funzione è di evitare l'*instabilizzazione* del nucleo interno.

Tra il calcestruzzo ed il nucleo interno è interposto uno speciale **materiale distaccante**, per evitare il trasferimento di tensioni tangenziali fra i due componenti, consentendo inoltre al nucleo di allungarsi ed accorciarsi liberamente, dissipando energia.

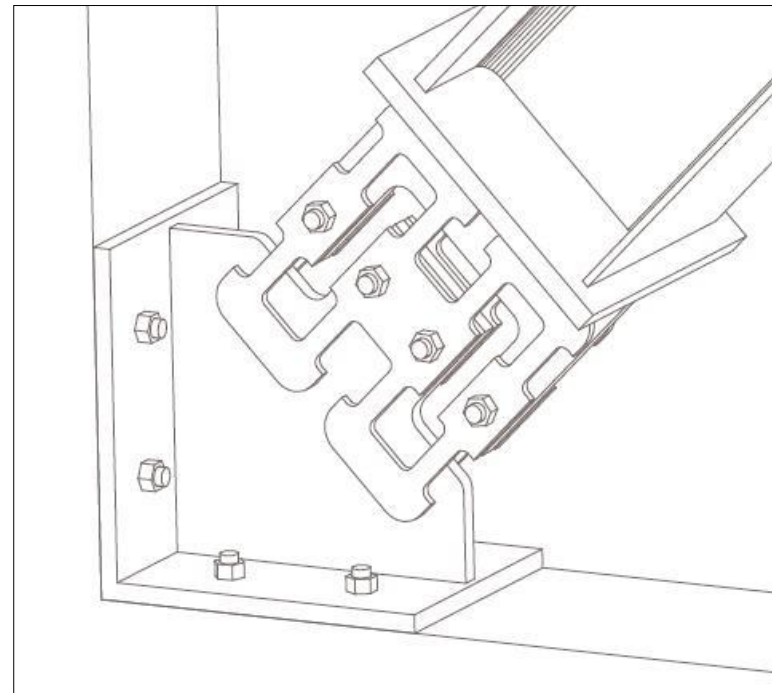


INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Controventi dissipativi -

Dissipatori tipo “CDF” (TIS)

Questo dispositivo è costituito da una **coppia di piastre di coprighiunto** per la giunzione ad attrito *dell'estremo dell'asta* di controvento alla struttura di collegamento del nodo. Dette piastre sono opportunamente lavorate per **concentrare le deformazioni anelastiche in apposite zone di riduzione della sezione** in modo da dissipare *l'energia* con tensioni prevalentemente flessionali.





INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

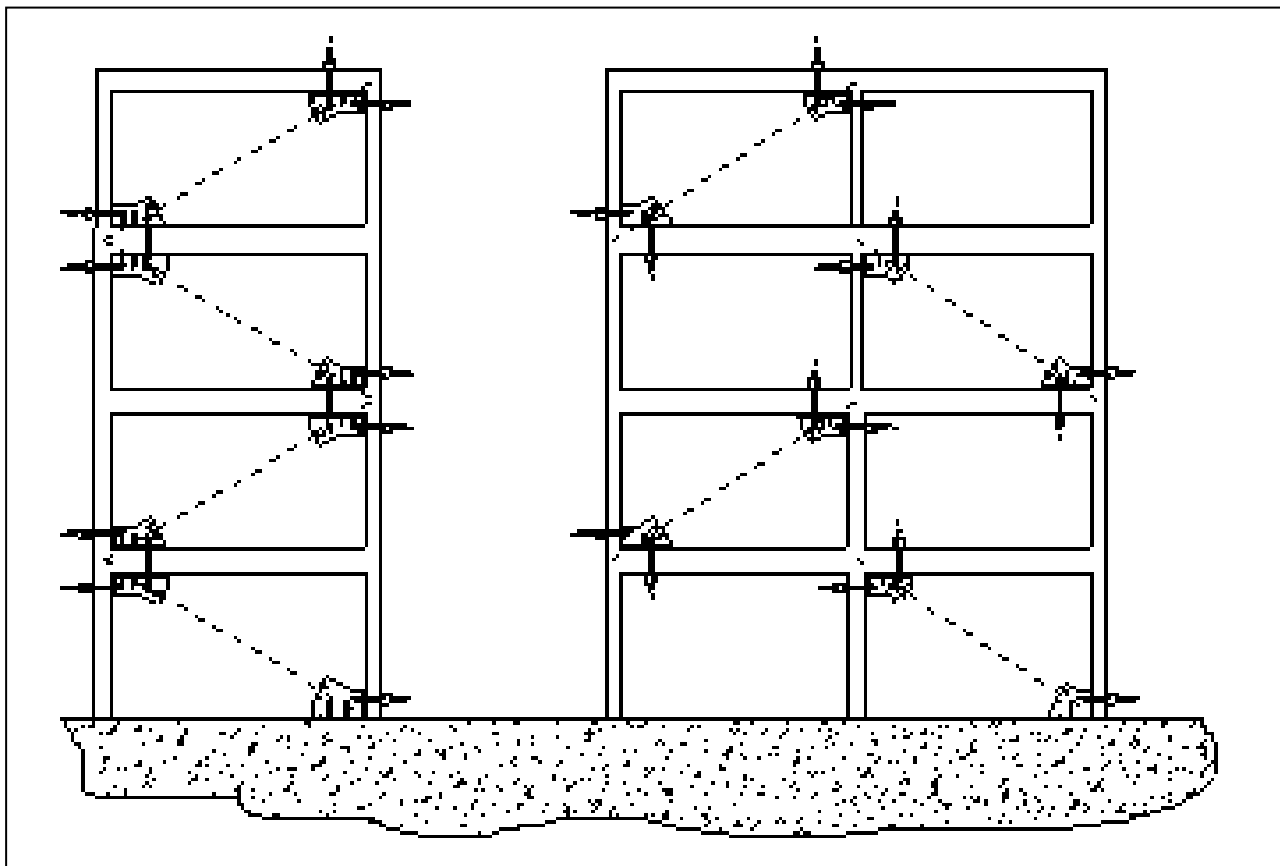
- Controventi dissipativi -



Posizionamento Dissipatori

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Controventi dissipativi -



Schema di disposizione sulla struttura



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Controventi dissipativi -



Torri dissipative



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Dissipatori idraulici -



Dissipatori idraulici su copertura (Aeroporto di Catania)



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Dissipatori idraulici -



Dissipatori idraulici su copertura (Aeroporto di Catania)

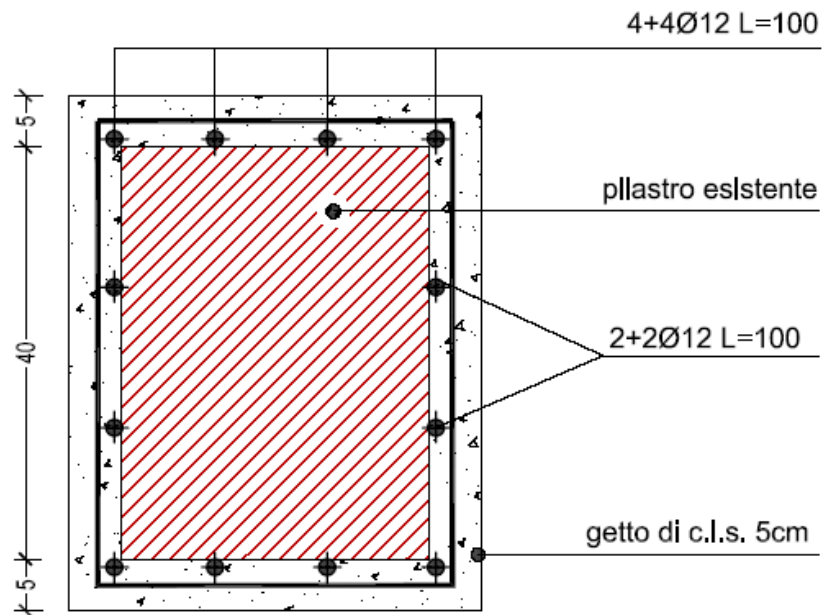


INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Incamiciatura aste -

Le principali soluzioni adottate per raggiungere l'*incremento* di resistenza e duttilità necessarie di singoli elementi strutturali si possono differenziare a seconda del materiale utilizzato, così come anche proposta dalle Norme:

- incamiciatura in c.a (ringrosso);
- incamiciatura con elementi in acciaio;
- incamiciatura con materiali innovativi.



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Incamiciatura aste -

Il **semplice ringrosso** è una tecnica comunemente adottata nel passato che garantiva di ottenere un incremento della capacità degli elementi strutturali a fronte di una maggiore rigidezza *dell'intero* edificio.

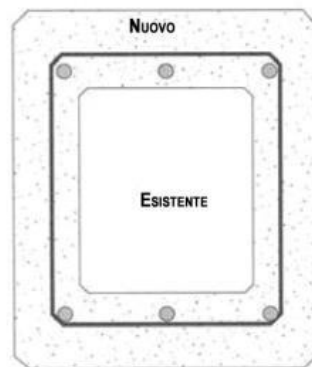
L'applicazione comporta essenzialmente un **incremento in termini di resistenza e rigidità**. Può essere applicata sia per sanare danneggiamenti locali che come tecnica di rinforzo.



A



B



C



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Incamiciatura aste -



Incamiciatura pilastro



Incamiciatura trave

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Incamiciatura aste -



Connessione alla base

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Incamiciatura aste -



Connessione alla base

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Incamiciatura aste -



Connessione alla base

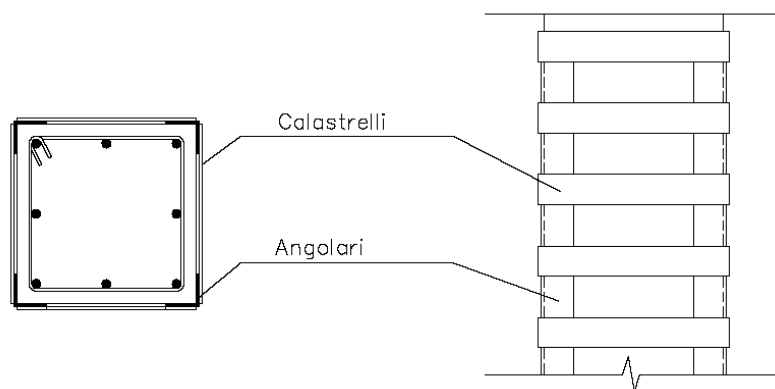


INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Calastrellatura aste -

L'utilizzo di elementi in acciaio o di materiali innovativi permette invece di raggiungere il necessario **incremento in termini di capacità locale** senza però **incrementare la rigidezza**. L'applicazione comporta un incremento in termini di resistenza e **ductilità**.

Altre differenze, importanti nella scelta della soluzione da preferire, sono rappresentate dalle **modalità realizzative** (più invasive quelle relative al ringrosso in c.a., meno quelle con materiali fibrorinforzati) e dal **costo** (economica la soluzione in c.a., più onerosa quella con materiali fibrorinforzati).





INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Calastrellatura aste -



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Calastrellatura aste -



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Calastrellatura aste -



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Calastrellatura aste -



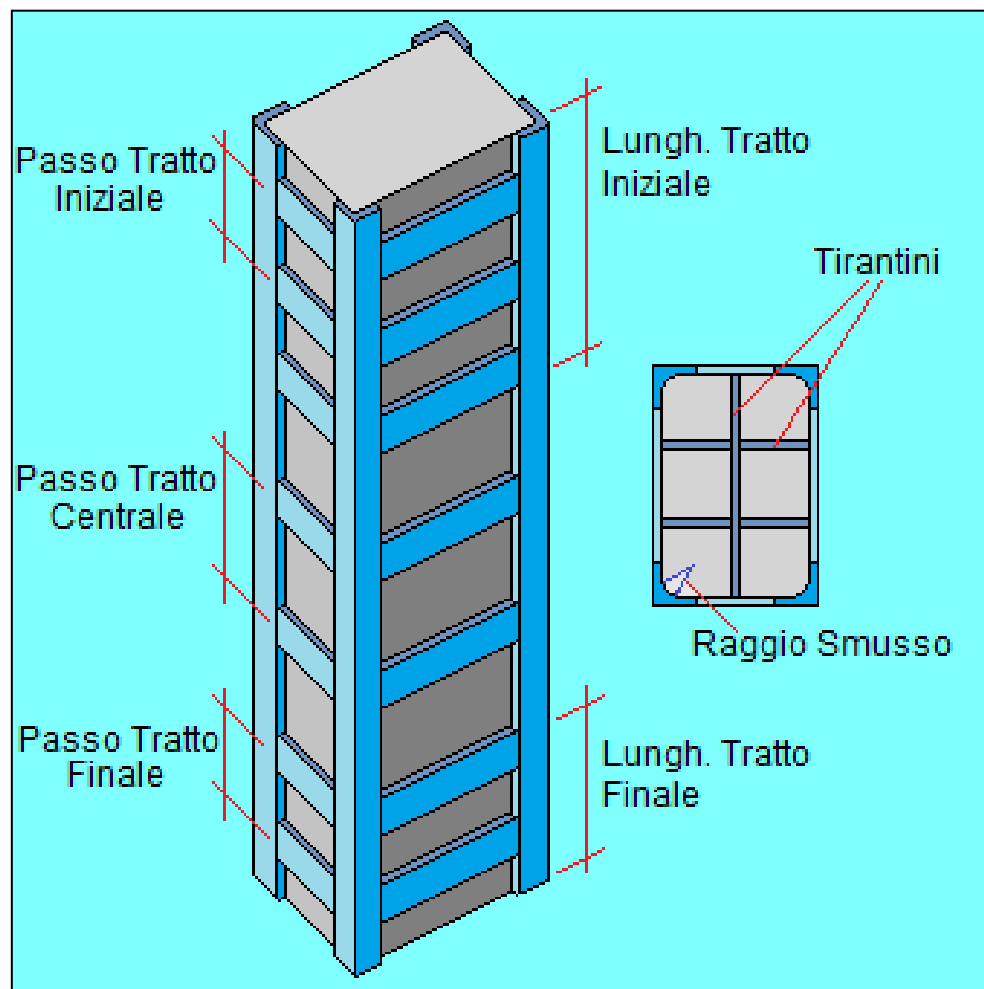
INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Calastrellatura aste -



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Calastrellatura aste -



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- FRP -



Fasciatura di un nodo trave-pilastro con fibre di carbonio

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- FRP -



Fasciatura di un nodo trave-pilastro con fibre di carbonio

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- FRP -



Fasciatura di un nodo trave-pilastro con fibre di carbonio

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- FRP -



Distacco delle fibre di carbonio

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- FRP -



Fasciatura di un telaio con fibre di carbonio

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- FRP -



Rivestimento dei travetti di un solaio con fibre di carbonio

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- FRP -



Rinforzo a flessione e a taglio di una trave con fibre di carbonio

INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- PLACCAGGIO METALLICO -

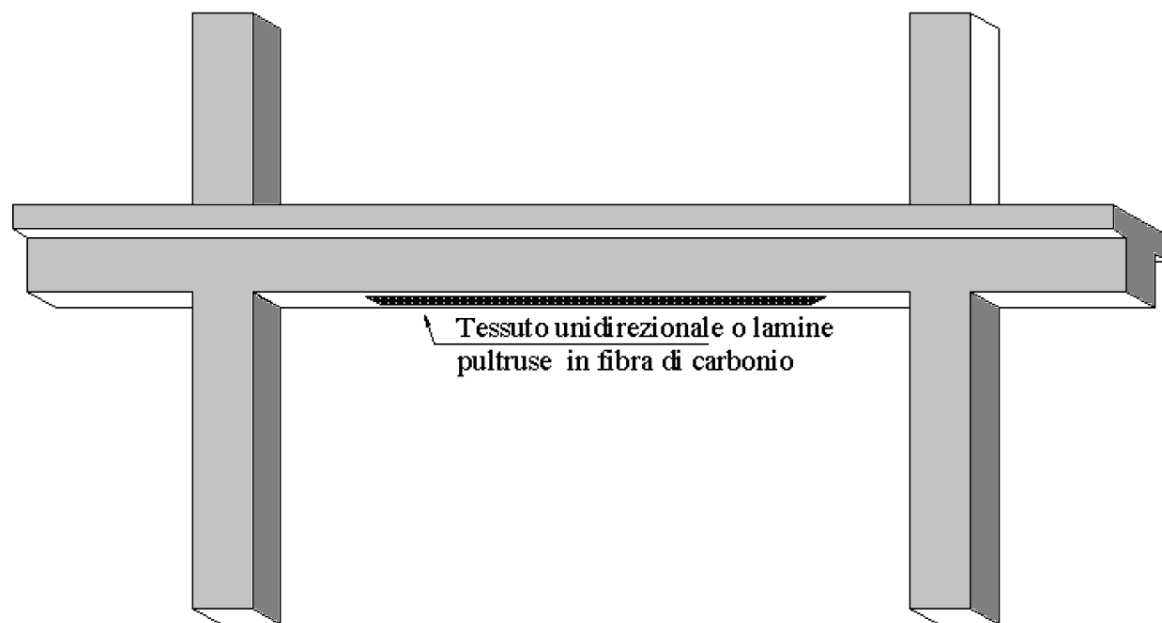


Placcaggio di piastre metalliche per l'incremento della portata delle travi con adesivo epossidico strutturale



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- PLACCAGGIO METALLICO -



Tessuto unidirezionale o lamine pultruse in fibra di carbonio



Placcaggio di piastre metalliche per l'incremento della portata delle travi con adesivo epossidico strutturale



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Sistema CAM -



Fasciatura di setti e pilastri

- Nodi Trave-Pilastro -

Le situazioni di innesco di rottura dei nodi e di maggiori richieste di duttilità nei pilastri normalmente si localizzano **nei nodi e nei pilastri esterni, particolarmente in quelli d'angolo**, per i seguenti motivi:

- 1) **i nodi sono non confinati** (v. D.M. 14.01.2008, par. 7.4.4.3) su almeno una (nodi di parete) o due (nodi d'angolo) facce;
- 2) nodi e pilastri sono maggiormente soggetti all'azione di **spinta delle tamponature**, particolarmente i nodi d'angolo, per i quali la spinta da un parte non è compensata dalla presenza della tamponatura dalla parte opposta;
- 3) sono soggetti a deformazioni maggiori a causa di eventuali **effetti torsionali globali** della struttura.



INTERVENTI SUI NODI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Sistema CAM -



Confinamento del nodo Trave-Pilastro con CAM



INTERVENTI SUI NODI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Sistema CAM -

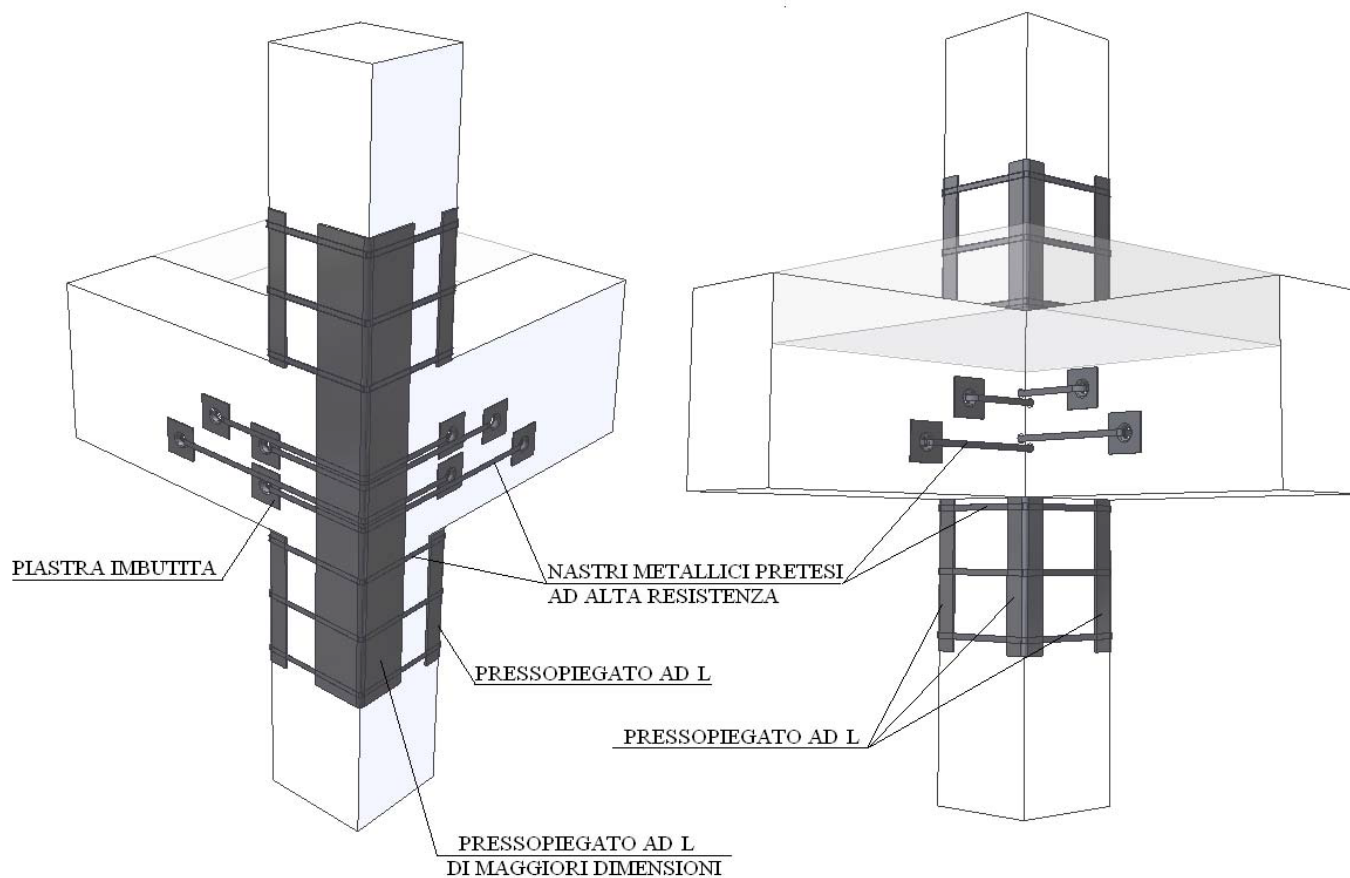


Confinamento del nodo Trave-Pilastro con CAM



INTERVENTI SUI NODI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Sistema CAM -

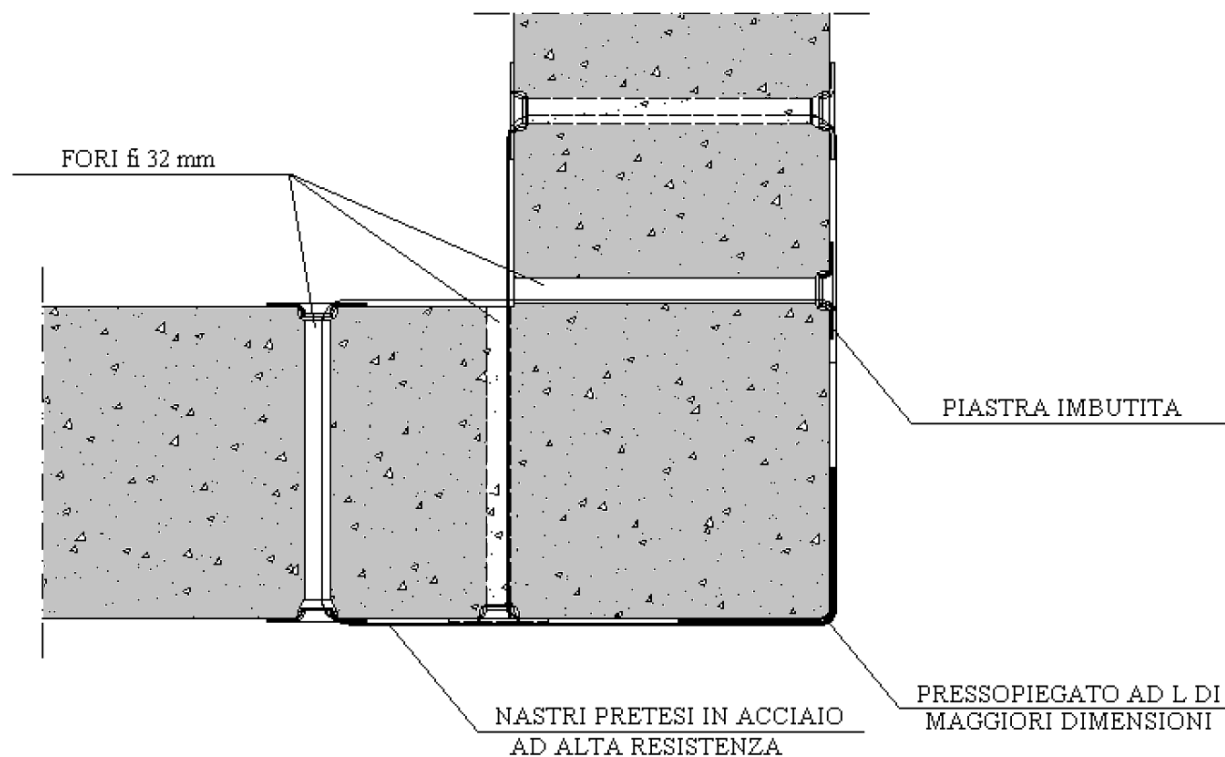


Confinamento del nodo Trave-Pilastro con CAM



INTERVENTI SUI NODI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Sistema CAM -



Confinamento del nodo Trave-Pilastro con CAM

INTERVENTI SUI NODI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Piastra in acciaio -

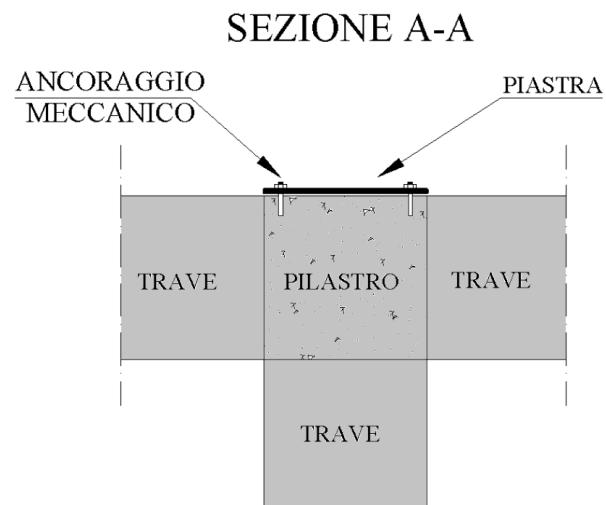
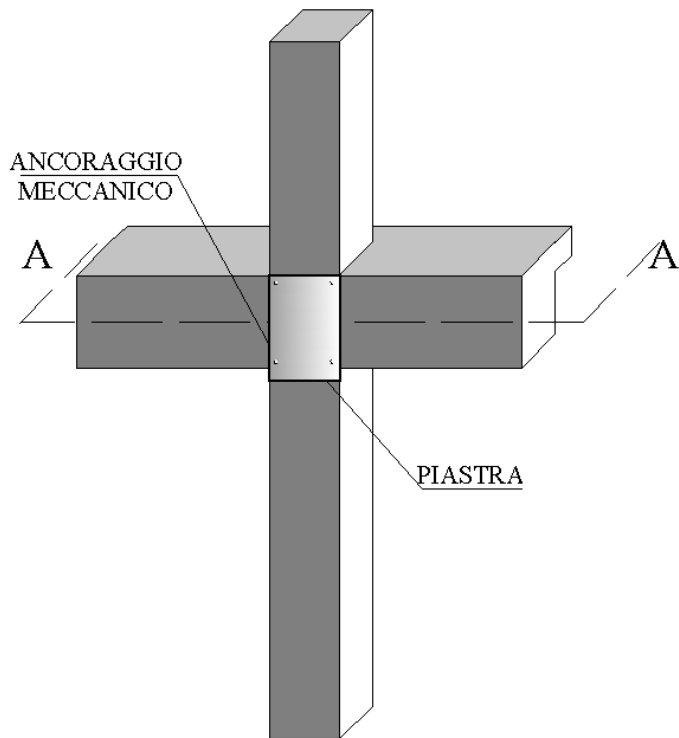


Confinamento del nodo Trave-Pilastro con piastra in acciaio



INTERVENTI SUI NODI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Piastra in acciaio -

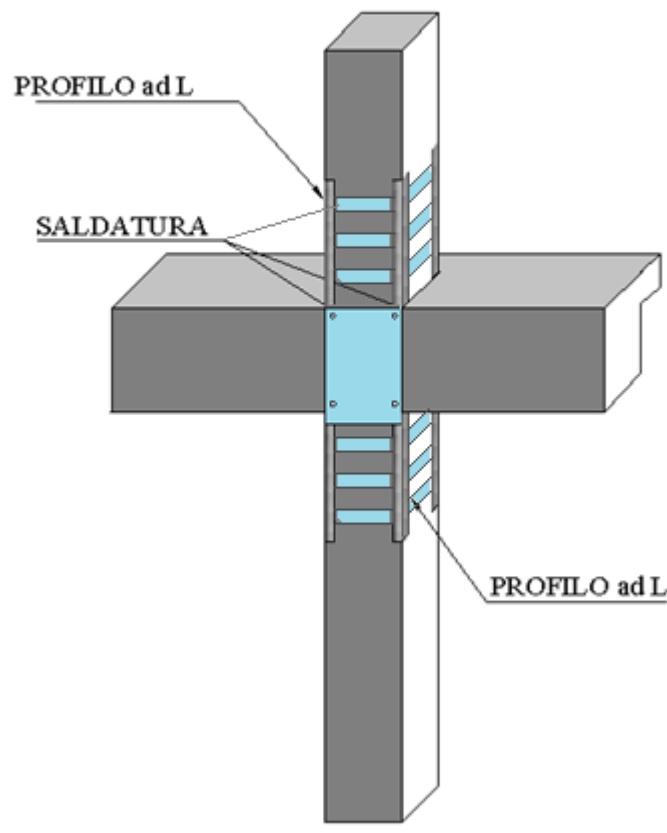


Confinamento del nodo Trave-Pilastro con piastra in acciaio



INTERVENTI SUI NODI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Piastra in acciaio -



Confinamento del nodo Trave-Pilastro con piastra in acciaio

INTERVENTI SUI NODI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Piastra in acciaio -



Confinamento del nodo Trave-Pilastro con piastra in acciaio



INTERVENTI SUI NODI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- FRP -

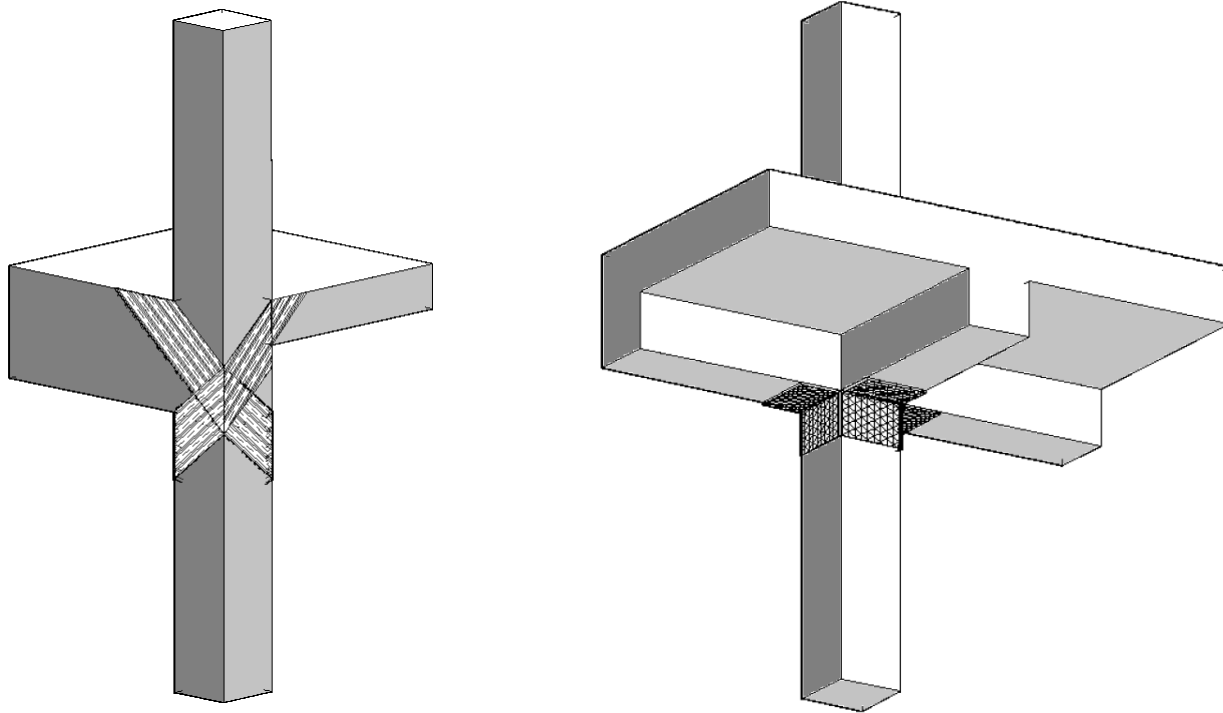


Confinamento del nodo Trave-Pilastro con FRP



INTERVENTI SUI NODI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- FRP -



Confinamento del nodo Trave-Pilastro con FRP

INTERVENTI SUI NODI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Tessuto in fibre d'acciaio -



Confinamento del nodo Trave-Pilastro con fibre d'acciaio

INTERVENTI SUI NODI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Tessuto in fibre d'acciaio -



Confinamento del nodo Trave-Pilastro con fibre d'acciaio



INTERVENTI SUI NODI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Calcestruzzo fibro-rinforzato FRC -



Confinamento del nodo Trave-Pilastro con fibre d'acciaio

www.angelobiondi.com