



# Sistema **X Steel Joint**

Sistema di rinforzo nodi strutture in C.A.  
Non invasivo, di rapida esecuzione e sicuro.

[www.sistemixsteel.it](http://www.sistemixsteel.it)

# Il sistema XS

Il Sistema XS (patent pending) è un dispositivo di confinamento dei nodi trave-pilastro di strutture esistenti in Cemento Armato. Il sistema ha il compito di fasciare il nodo in calcestruzzo mediante l'applicazione di una placca in acciaio ancorata attraverso una serie di connettori fissati con resina epossidica. La piastra sarà opportunamente sagomata a seconda della tipologia e della dimensione del nodo d'angolo o di facciata, e delle relative variabili costituite dalla presenza di oggetti o altri elementi costruttivi. L'elemento di rinforzo sarà prefabbricato in officina sulla base della geometria del nodo rilevata in cantiere.

## L'intervento: Confinamento Nodi strutture intelaiate in CA

Gli effetti dei terremoti del passato hanno sempre più confermato che i nodi trave-pilastro per le strutture intelaiate in cemento armato rappresentano una regione estremamente critica in caso di sisma. Il comportamento dei nodi, infatti, influenza la risposta dell'intero sistema strutturale non solo in termini di resistenza, ma anche in termini di deformabilità. Tra i meccanismi di collasso possibili si annoverano a livello globale l'esistenza di sistemi a travi/forti-pilastri/deboli e a livello locale la formazione di meccanismi di collasso fragili legati a un'inadeguata protezione del pannello nodale. Data la grande quantità in Italia di edifici progettati per soli carichi verticali, la valutazione della risposta sismica e lo sviluppo di tecniche di riparazione e rinforzo sono diventati di importanza prioritaria. L'obiettivo di un intervento di rinforzo su nodi trave-pilastro è, quindi, quello di modificare i possibili meccanismi fragili, legati alla rottura per taglio della regione nodale, in meccanismi di collasso duttili, forzando la formazione di cerniere plastiche alle estremità delle travi.

## Il contesto: Sisma Bonus e Super Sisma Bonus

Il Sismabonus nasce nel 2017 come potenziamento dell'esistente "Bonus Ristrutturazioni", che non prevede premialità e incentiva (50%) tutta una serie di interventi strutturali sugli edifici, indipendentemente dal miglioramento sismico. Successivamente è stato portato dal 70% all'85% per cento rispettivamente per il guadagno di una classe o due classi sismiche. Con il Superbonus la detrazione passa al 110% per tutti gli interventi ammessi nel Sismabonus e al Bonus Ristrutturazione. In pratica il Superbonus modifica la percentuale di detrazione per tutti i tipi di intervento strutturale. La legge permette quindi di poter **accedere agli incentivi** anche quando si è impossibilitati a procedere ad interventi di miglioramento, perché troppo invasivi, **optando per rafforzamenti locali**.

Il Superbonus certamente incentiva in maniera forte gli interventi Sismici ma introduce due forti criticità per la scelta degli interventi: la rapidità di esecuzione e la continuità nell'uso dei fabbricati.

### **RAPIDITÀ DI ESECUZIONE**

Gli incentivi stabiliti dallo stato hanno tempi estremamente contingentati per cui gli interventi devono essere definiti, progettati e realizzati molto rapidamente. L'utilizzo di elementi prefabbricati, con la riduzione di attività di cantiere, evidentemente gioca un ruolo fondamentale nella definizione degli interventi.

### **CONTINUITÀ NELL'USO DEI FABBRICATI**

A differenza di quanto accade negli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi sismici, dove essi vengono effettuati su immobili inutilizzati, in questo caso, con rare eccezioni, si profila la necessità di mantenere l'uso degli stessi edifici che siano essi residenziali, commerciali o produttivi. Questo, evidentemente, rende necessario l'utilizzo di sistemi e tecniche il meno invasive possibili ed esterni all'edificio stesso.

# Elementi di novità

- **Fasciatura del nodo** con piastre di acciaio eseguita solo dall'esterno.
- **Doppio ancoraggio.** La collaborazione della piastra è assicurata sia dai Tasselli che dal confinamento geometrico.
- **Su misura.** Il procedimento prevede la realizzazione del dispositivo su rilievo del nodo, sia geometrico che delle armature interne.
- **Nessuna demolizione del Cemento Armato.** L'intervento è realizzato interamente dall'esterno senza demolizione sul calcestruzzo esistente.
- **Completa prefabbricazione.** Il sistema prevede la mappatura di tutti i nodi del fabbricato oggetto di intervento, la redazione di un piano di montaggio di dettaglio secondo una tempistica predefinita la prefabbricazione e la marcatura degli elementi di rinforzo a seconda della posizione di montaggio.
- **Durabilità dei materiali.** L'utilizzo di acciaio autopassivante (cor-ten) per la carpenteria e dell'inox per gli ancoraggi permette di garantire al dispositivo la resistenza agli agenti atmosferici nel tempo.
- **Ecosostenibilità.** L'utilizzo di acciaio corten completamente riciclabile e non trattato con vernici protettive rispetta tutti i requisiti CAM.

## Vantaggi

**In sintesi i vantaggi del sistema XS investono tutto il processo edilizio e sono rivolti a tutte le figure professionali coinvolte. I principali punti di forza sono:**

- ✓ Impatto minimo sulla funzionalità del fabbricato.
- ✓ Ridotto impatto acustico delle lavorazioni
- ✓ Ridotta movimentazione di materiale di cantiere
- ✓ Perfettamente integrato con le altre lavorazioni Sisma e Eco Bonus
- ✓ Rapidità di esecuzione
- ✓ Durabilità dei materiali
- ✓ Ecosostenibilità
- ✓ Accesso ai benefici fiscali. SuperBonus

## Procedura installazione

**Il rinforzo del nodo della struttura in CA esistente avviene secondo le seguenti fasi operative:**

- 1 Rimozione intonaco su travi e pilastri convergenti al nodo .
- 2 Demolizione del solo paramento esterno ai 4 vertici del nodo per una superficie ridotta.
- 3 Accurata pulizia delle superfici in CA con asportazione dell'eventuale calcestruzzo ammalorato e successivo ripristino con adeguata malta ad elevata resistenza e ritiro controllato.
- 4 Rilievo geometrico del nodo e delle armature interne attraverso indagine pacometrica, in modo da predisporre i fori necessari all'ancoraggio escludendo le interferenze in fase di montaggio con le armature già presenti all'interno degli elementi in c.a
- 5 Disegno costruttivo del particolare sulla base dei rilievi e calcolo di verifica sulla capacità effettiva del nodo.
- 6 Allettamento delle piastre di rinforzo su letto di malta tixotropica fibrorinforzata secondo lo schema di progetto.
- 7 Installazione di tasselli speciali inox di ancoraggio della piastra alle travi e pilastri in CA.
- 8 Serraggio dei tasselli inox con chiave dinamometrica.

# Il sistema XS

## OBIETTIVO

Operare sulle strutture intelaiate esistenti in Cemento Armato mediante rinforzo ai nodi esterni trave-pilastro non interamente confinati. Tale intervento permette di modificare i possibili meccanismi fragili, legati alla rottura per taglio della regione nodale, in meccanismi di collasso duttili, forzando la formazione di cerniere plastiche alle estremità delle travi.

## INQUADRAMENTO NORMATIVO

L'intervento si inquadra normativamente come Incamiciatura in acciaio di strutture in CA (par. C8.7.4.2.2 della circolare NTC2018), e segue le indicazioni date da Reluiss nella pubblicazione "LINEE GUIDA PER RIPARAZIONE E RAFFORZAMENTO DI ELEMENTI STRUTTURALI, TAMPONATURE E PARTIZIONI" al paragrafo 3.1.1. Criteri per il progetto del rafforzamento locale di nodi non confinati con piastra in acciaio.

## COMPOSIZIONE

Struttura in acciaio CORTEN opportunamente sagomata sulla base della geometria rilevata del nodo. Allettata sul supporto con malta tixotropica fibrorinforzata ad alta resistenza e connessa al nodo attraverso un doppio sistema di tassellatura e fasciatura.

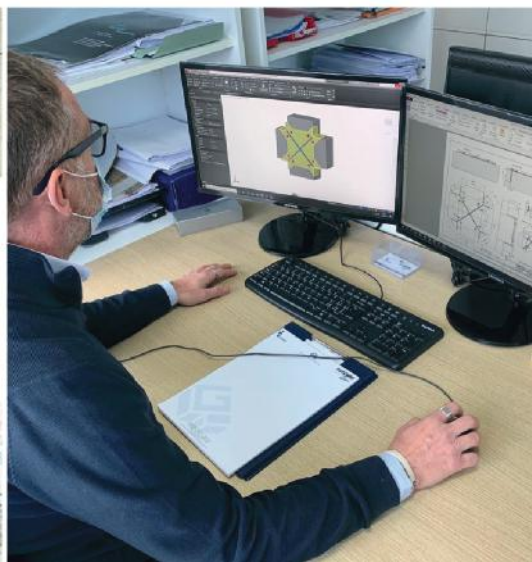
## METODOLOGIA DI CALCOLO SISTEMA XSTEEL

Il rinforzo si adatta sia a interventi di miglioramento/adequamento sismico che interventi locali, ai sensi della normativa in vigore.

Nel primo caso le verifiche potranno essere effettuate direttamente all'interno del software di analisi della struttura nel suo complesso con l'introduzione di una area di staffatura equivalente all'interno della verifica dei nodi effettuata dal software stesso.

Nello specifico nel caso di intervento di rafforzamento di nodi esterni non confinati nell'ambito di un intervento di riparazione o locale sull'edificio si utilizza una metodologia semplificata che quantifica l'entità dell'incremento di resistenza del pannello nodale pur avendo una scarsa conoscenza dei dettagli costruttivi della struttura e la indisponibilità delle sollecitazioni sui nodi della struttura.

La procedura di verifica è stata studiata appositamente per il sistema XSteel ed implementata in un tool dedicato. Tale procedura è stata validata dal prof. Alberto Meda e dalla sua equipe DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E INGEGNERIA INFORMATICA Università degli Studi di Roma "Tor Vergata".



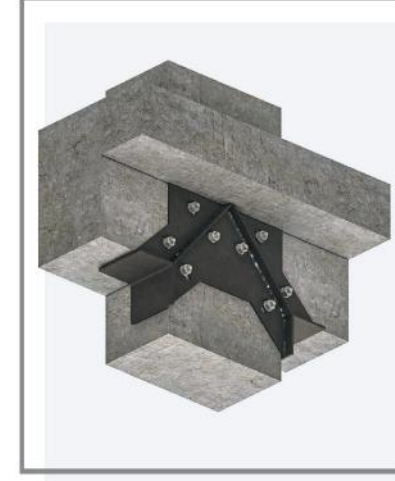
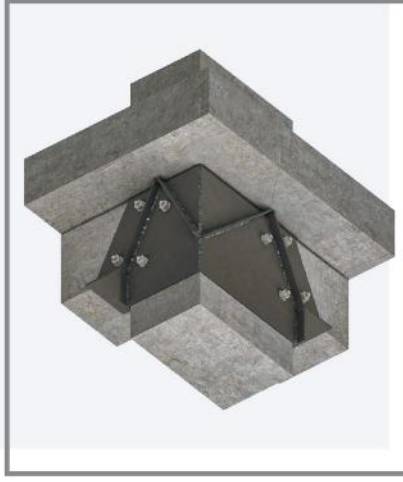
**Nodi di facciata**



**Nodi d'angolo**



**Nodi di balcone**



## Intervento non invasivo

L'intervento rappresenta una novità in quanto non comporta importanti demolizioni del costruito. Esso limita le stesse all'intonaco presente sulla struttura portante in corrispondenza del nodo e ad una porzione di tamponatura esterna di pochi centimetri quadrati. In tutti i sistemi oggi esistenti e codificati abbiamo una invasività superiore come ad esempio la demolizione di massetti e pavimenti ed il copriferro delle strutture in CA con grosse porzioni di tamponature ed il conseguente e necessario carico, trasporto e smaltimento dei materiali di risulta. Il tutto si traduce in un ridotto impatto in termini di vibrazioni, rumore e movimentazione di materiali e quindi un minor disagio per gli abitanti dell'edificio.

## Intervento che non impedisca l'uso dell'immobile

Cruciale è la possibilità di eseguire il rafforzamento sismico dell'immobile senza interrompere la fruibilità dello stesso in quanto gli interventi sono eseguiti tutti dall'esterno del fabbricato, secondo una cronologia ben definita che permetterà di realizzare il rinforzo contemporaneamente alla posa dell'isolamento a cappotto. Ad oggi la quasi totalità degli interventi codificati prevede lo sgombero dell'immobile.

## Intervento di rapida esecuzione

La totale prefabbricazione dei componenti utilizzati e la fase di rilievo preliminare, comporta una rapida esecuzione in cantiere delle lavorazioni. Il metodo in oggetto è per la gran parte industrializzato in officina e adattato ad ogni singolo edificio nella fase preliminare di progettazione costruttiva. Tutti gli elementi sono realizzati a misura e semplicemente montati ed assemblati in cantiere.

## Intervento da realizzarsi in sicurezza

L'insieme delle peculiarità sopra esposte del metodo permette di ottenere una lavorazione in cantiere estremamente sicura. Non sono previste demolizioni importanti di parti strutturali, sono ridotte al minimo le movimentazioni manuali dei singoli elementi essendo gli stessi già codificati secondo uno schema ben preciso e le lavorazioni sono eseguite dai ponteggi esterni senza necessità di utilizzo di dispositivi di protezione di caduta dall'alto. La riduzione dei tempi di esecuzione rappresenta un ulteriore aspetto per la sicurezza dei lavoratori.

## Versatilità

Il sistema XS si adatta a qualsiasi conformazione del nodo con estrema flessibilità e sempre nel rispetto del principio della non invasività. La fornitura, infatti, prevede il rilievo geometrico di dettaglio di ogni singolo nodo e la realizzazione del particolare costruttivo dedicato al nodo stesso, rendendolo unico e soprattutto efficace in quanto progettato da hoc per ogni singolo elemento e senza necessità di adattare in cantiere gli elementi di rinforzo.

## Compatibilità SismaBonus

L'intervento rientra appieno tra i lavori incentivati dalle detrazioni fiscali previste per il SismaBonus 110%.



# Voce di capitolato

Esecuzione di confinamento nodo pilastro-trave mediante applicazione di dispositivo **NODO D'ANGOLO** o **NODO DI FACCIATA** da placcare, a qualunque altezza compreso la preventiva messa a nudo del nodo, come da disegno, tramite demolizione in breccia nella zona di intervento e la pulizia superficiale del calcestruzzo. A seguire la ripresa della muratura con il metodo scuci e cuci ed il trattamento del calcestruzzo per il posizionamento della dima con malta fibrorinforzata da applicare anche negli angoli di appoggio della dima stessa (malta fibrorinforzata, a ritiro compensato, a media resistenza 40 MPa). Le ulteriori lavorazioni comprese sono: la realizzazione dei fori per l'inserimento degli ancoranti e l'iniezione della resina chimica forniti con il Kit del nodo, rilievo geometria nodo e ferri di armatura con attrezzatura pacometrica, preparazione dei disegni costruttivi di dettaglio e relativa nota di calcolo da sottoporre all'approvazione della DL. Il rinforzo è ancorato al nodo tramite uno o più mezzi di bloccaggio, ed è caratterizzato dal fatto di comprendere almeno una piastra vincolata tramite più mezzi di bloccaggio rappresentati da: una pluralità di fori per il passaggio di detti mezzi di bloccaggio e una pluralità di elementi di confinamento, ciascuno atto a cooperare con una zona d'intersezione del nodo. L'applicazione del rinforzo è sul vivo del calcestruzzo adeguatamente pulito. Le lavorazioni riguardanti l'eventuale rimozione del calcestruzzo ammalorato, spazzolatura delle armature in acciaio affioranti per rimuovere la ruggine se presente, trattamento delle armature, ripristino del copriferro, se necessarie secondo indicazioni della D.L., saranno computate singolarmente. Realizzazioni dei fori corrispondenti al numero e posizione come indicati negli elaborati di dettaglio, sulla faccia del nodo, a mezzo di carotatrice, accurata pulizia dei fori praticati sul calcestruzzo, imbibizione con acqua delle facce del nodo fino a rifiuto, iniezione sui fori di resina chimica certificata in classe di prestazione sismica C2 fornita con consegna del nodo a piè d'opera, posizionamento degli ancoranti da progetto. Serraggio controllato dei dadi con chiave dinamometrica mediante applicazione della coppia indicata nella scheda tecnica. Nella voce sono compresi i trasporti, il nolo delle attrezzature per la scarifica e perforazione, l'abbassamento, lo sgombero dei materiali di risulta all'interno dell'area di cantiere. Il nolo dei mezzi di sollevamento al piano è da computarsi a parte.

## superfici nodo di facciata

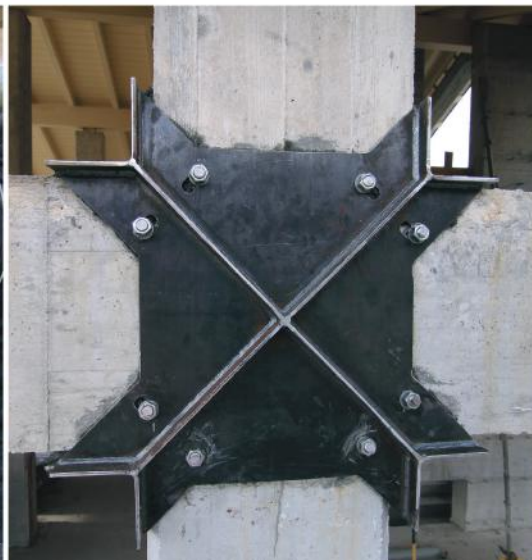
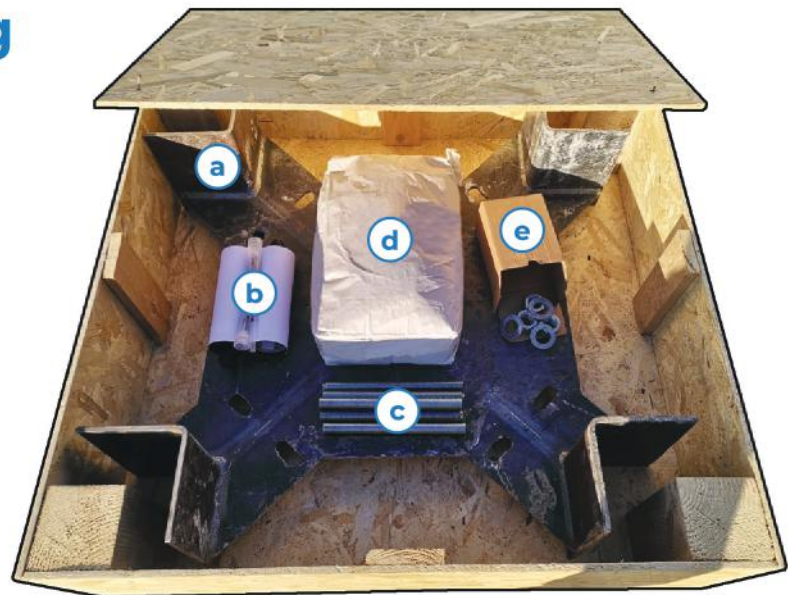
- fino a 0,20 mq
- da 0,21 mq a 0,31 mq
- da 0,31 mq a 0,40 mq
- da 0,41 mq a 0,50 mq
- da 0,51 mq a 0,7 mq

## superfici nodo d'angolo

- fino a 0,40 mq
- da 0,41 mq a 0,50 mq
- da 0,51 mq a 0,70 mq
- da 0,71 mq a 0,90 mq
- da 0,91 mq a 1 mq

## Kit box packaging

- a** Piastra in acciaio COR-TEN
- b** Resina chimica classe di prestazione sismica C2
- c** Barre filettate Ø20 di ancoraggio in acciaio inox
- d** Malta fibrorinforzata a ritiro compensato resistenza 40MPa
- e** Dadi e rondelle in acciaio inox Ø20





# SISTEMI X STEEL

## Sistemi X Steel Srl

### Indirizzo

Nucleo Industriale di Bazzano  
Via dell'Industria, 67100 L'Aquila (AQ)

### Contatti

Tel. +39 0862 717588  
Email [info@sistemixsteel.it](mailto:info@sistemixsteel.it)  
PEC [sistemixsteel@legalmail.it](mailto:sistemixsteel@legalmail.it)  
P.IVA 02105680660

[www.sistemixsteel.it](http://www.sistemixsteel.it)

designed by



UNIVERSITA' degli STUDI di ROMA  
TOR VERGATA



Dipartimento di Ingegneria Civile,  
Edile-Architettura e Ambientale  
Università dell'Aquila

