

# SIS.M.I.C.A.<sup>®</sup>

SISTEMI MIGLIORATIVI CEMENTO ARMATO

© 2021 LOGICA TRE<sup>®</sup> - SIS.M.I.C.A.<sup>®</sup>  
Patented - European Registered Design

DESIGNED BY



POWERED BY





Il sistema brevettato SIS.MI.C.A.<sup>®</sup> nodo si applica alle strutture esistenti in cemento armato, in particolare ai nodi trave-pilastro non confinati. I nodi appartenenti a questa categoria sono tipicamente quelli situati sul perimetro della struttura con la distinzione fra nodi d'angolo e nodi di facciata.

L'applicazione del sistema SIS.MI.C.A.<sup>®</sup> è possibile anche per pilastri e travi in cemento armato, garantendo il confinamento degli elementi e eliminando il deficit di resistenza a flessione, pressoflessione e taglio.

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni prevedono che quando una struttura giunge al collasso, questo debba avvenire secondo un'opportuna "sequenza" denominata "Gerarchia delle resistenze" o "Capacity Design" come definito nel mondo anglosassone. L'ordine di collasso ottimale richiesto per i nuovi edifici è dato dalla sequenza Trave-Pilastro-Nodo.

## INTRODUZIONE

"**La Gerarchia delle Resistenze**" impone che il nodo sia l'elemento **più resistente** del complesso strutturale e quindi l'ultimo a cedere in caso di sisma. La mancanza di staffe o il loro errato posizionamento, in particolare nelle strutture datate, posiziona il nodo al grado più basso della gerarchia esponendo l'intera struttura ai ben noti pericoli ed alle più note, tristi conseguenze. La mancanza di confinamento nei nodi strutturali e l'utilizzo di calcestruzzi scadenti, determinano, durante l'evento sismico, la creazione di cerniere plastiche che (se localizzate in punti particolarmente sensibili della struttura quali i nodi) causano il collasso repentino e non prevedibile dell'edificio.



I sistemi di rinforzo strutturale SIS.MI.C.A.<sup>®</sup> di LOGICA TRE<sup>®</sup> sono stati ideati per ovviare a queste diffuse problematiche, **integrando la staffatura** dei nodi strutturali in c.a. e determinandone anche un migliore confinamento, una **maggiore resistenza e duttilità** sotto l'azione del sisma.

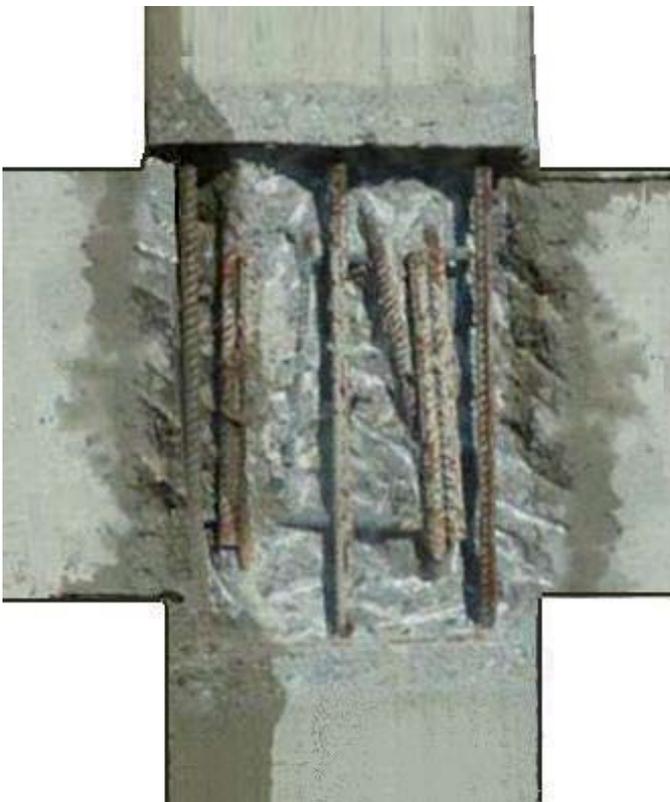
Il sistema prevede la progettazione ad hoc di inserti in acciaio con caratteristiche specifiche e differenti spessori e forme, che vengono applicati all'elemento strutturale da rinforzare previa rimozione del copriferro.

Il fissaggio viene eseguito mediante appositi ancoraggi di dimensioni e angolazioni specifiche, installati tramite apposito dispositivo di centraggio guida foro e resina epossidica EPOFIX. Infine, il copriferro precedente rimosso viene ricostruito con la geomalta<sup>®</sup> GEOLITE<sup>®</sup> 40. L'intervento di rinforzo non comporta quindi alcun cambiamento della rigidezza dell'edificio e tanto meno delle masse della struttura portante.

La velocità di messa in opera, la minima invasività e l'assoluta assenza di interferenza con la fruibilità dell'edificio, consentono l'applicazione dei Kit senza precauzioni specifiche anche durante il normale uso del fabbricato, agendo completamente dall'esterno.

Inoltre, non comportano la rottura dei tamponamenti, come invece richiesto da altri sistemi sul mercato.

L'applicazione determina la solidarizzazione delle armature, l'ottimale confinamento del calcestruzzo e l'eliminazione del disassamento delle armature sotto l'azione sismica. I Kit SIS.MI.C.A.<sup>®</sup> vengono realizzati utilizzando acciaio del tipo S355 conforme alle Normative Tecniche.



Rinforzo su nodo strutturale privo di staffatura

# STRUTTURE ANNI '50

La maggior parte del patrimonio edile italiano costruito in c.a. è stato realizzato durante il periodo del boom economico a partire dagli anni '50 fino agli anni '70. In questo periodo la progettazione veniva effettuata in totale assenza di qualsiasi principio di Capacity Design e la staffatura dei nodi trave-pilastro era spesso trascurata o addirittura ritenuta inutile; anche nelle analisi numeriche il pannello nodale veniva erroneamente considerato come infinitamente rigido e anche "super armato" e di conseguenza trattato alla stregua di semplice elemento geometrico di collegamento tra travi e pilastri.

## SPERIMENTAZIONE ED ALGORITMO DI CALCOLO

Nella campagna di studio e sperimentazione condotta da **LOGICA TRE®** presso l'Università di Bergamo (con la supervisione del **Prof. Ing. Paolo Riva**), sono state ricreate le condizioni reali delle strutture tipiche degli anni '70 **costruendo modelli scala 1:1** e sottoponendoli alle prove necessarie a stabilirne il comportamento sotto sisma.

Come mostrato in Figura 1, il campione studiato è rappresentativo di un nodo d'angolo composto da una trave principale di sezione 30x50 cm, luce netta pari a 195 cm, ed un moncone di trave secondaria di 65 cm; il pilastro (di sezione 30x30 cm) ha una altezza totale di 3 metri.

Sia le travi che i pilastri sono staffati con armatura liscia di diametro  $\varnothing 6$  per i pilastri e  $\varnothing 8$  per le travi; le staffe sono chiuse con ganci a  $90^\circ$  secondo i dettami costruttivi dell'epoca, anziché a  $135^\circ$  come previsto dalle attuali norme sismiche. Le staffe, come era pratica costruttiva negli anni '70, non proseguono nel pannello nodale, dove l'unica armatura presente è quella longitudinale delle travi e del pilastro che vi convergono.

Le barre longitudinali sono in acciaio liscio ed ancorate con uncini piegati a  $180^\circ$ ; si possono distinguere gli ancoraggi ad uncino delle barre dalle travi confluenti nel nodo, e gli ancoraggi delle barre all'interno del pilastro, in corrispondenza della ripresa di getto tra un piano e l'altro della struttura.

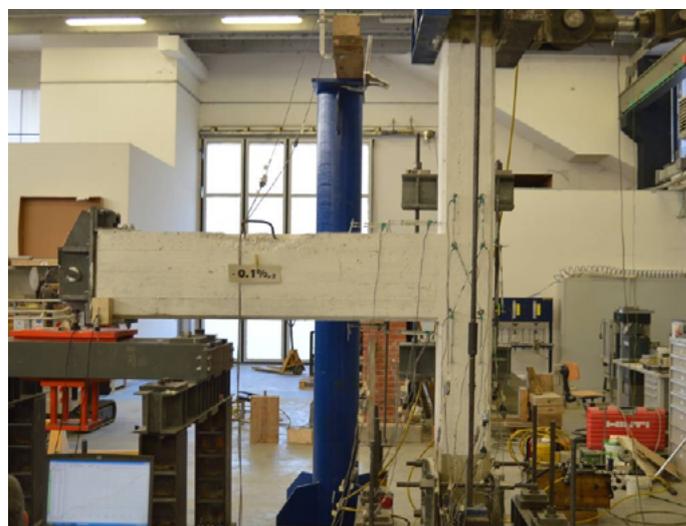


Figura 1

Nella Tabella 1 sono mostrate le caratteristiche geometriche e la disposizione delle armature per il campione “anni ‘70”.

Queste caratteristiche, relegano il nodo al punto più basso della scala della gerarchia delle resistenze facendolo divenire, contrariamente a quanto richiesto dalla Normativa, la parte più debole della struttura e il meno adatto a garantire una adeguata risposta al sisma.

Oltre ai problemi di staffatura del nodo, precedentemente menzionati, **sono molti i fattori che mettono in discussione le proprietà antisismiche della quasi totalità delle strutture in c.a. costruite nell’arco temporale ‘50-‘70.**

La maggior parte di questi edifici non sono in grado di sostenere le azioni sismiche per una serie di **carenze fondamentali.**

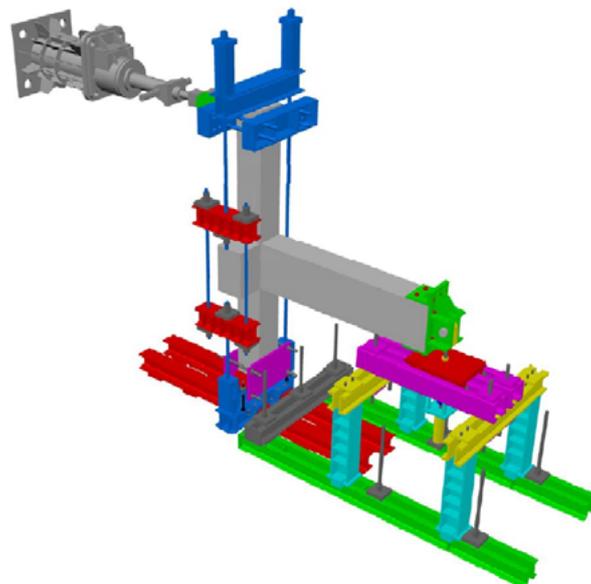


Figura 4.1: Banco di prova.

	Sezione [cm]	Armatura longitudinale	Staffe
Trave principale	30 x 50	2 $\phi$ 12 + 2 $\phi$ 16 sup 2 $\phi$ 12 + 1 $\phi$ 16 inf	$\phi$ 8/20'
Trave secondaria	30 x 50	2 $\phi$ 12 + 1 $\phi$ 16 sup 2 $\phi$ 12 inf	$\phi$ 8/20'
Pilastro	30 x 30	4 $\phi$ 16	$\phi$ 6/15'

Tabella 1

I risultati della sperimentazione condotta dal laboratorio dell'Università di Bergamo ha sottolineato come l'applicazione del sistema di rinforzo **SIS.MI.C.A.**® possa incrementare la resistenza e raddoppiare la capacità di spostamento del sistema nodo-trave-pilastro, inibendo il collasso per taglio del nodo.

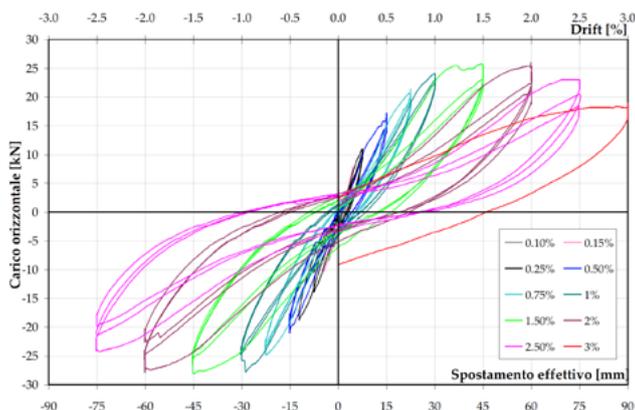


Figura 2

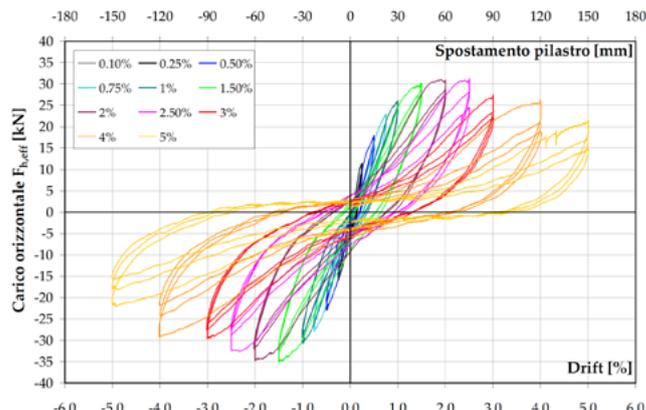


Figura 3

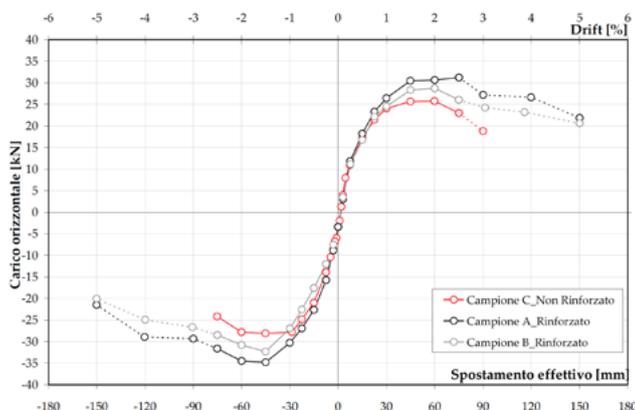


Figura 6.1: Involuppi 1° ciclo curve carico orizzontale - spostamento della testa del pilastro

Figura 4

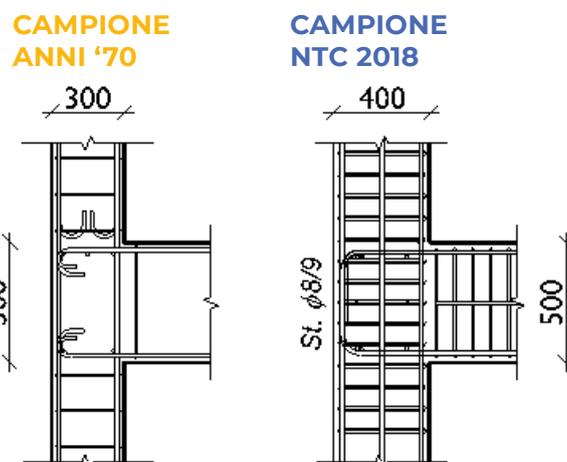
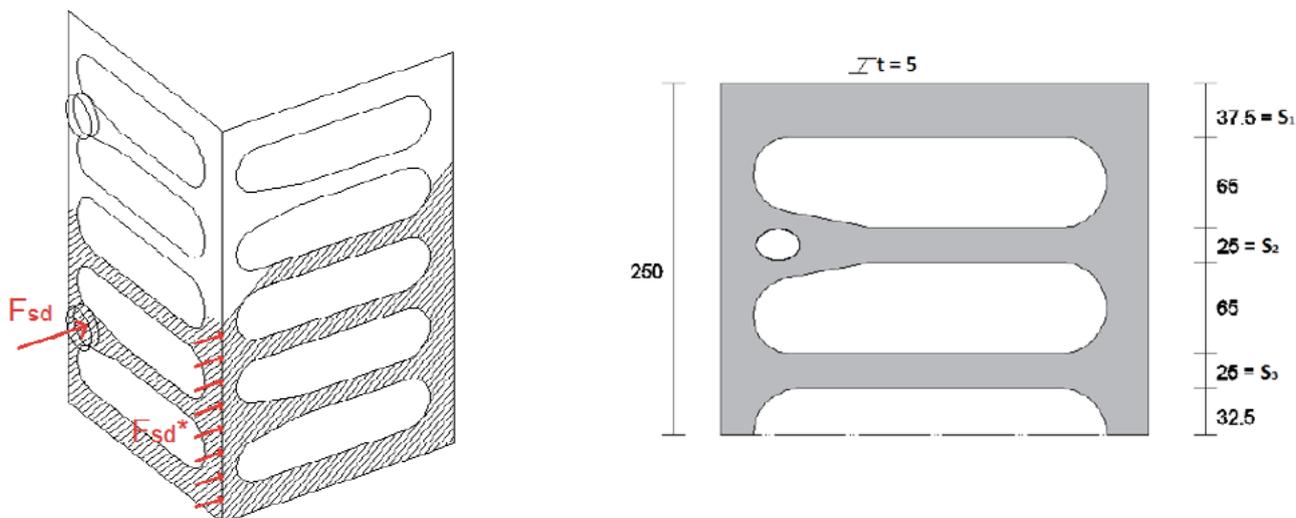


Figura 5

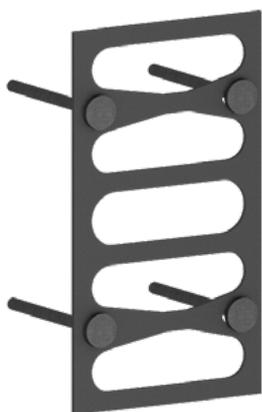
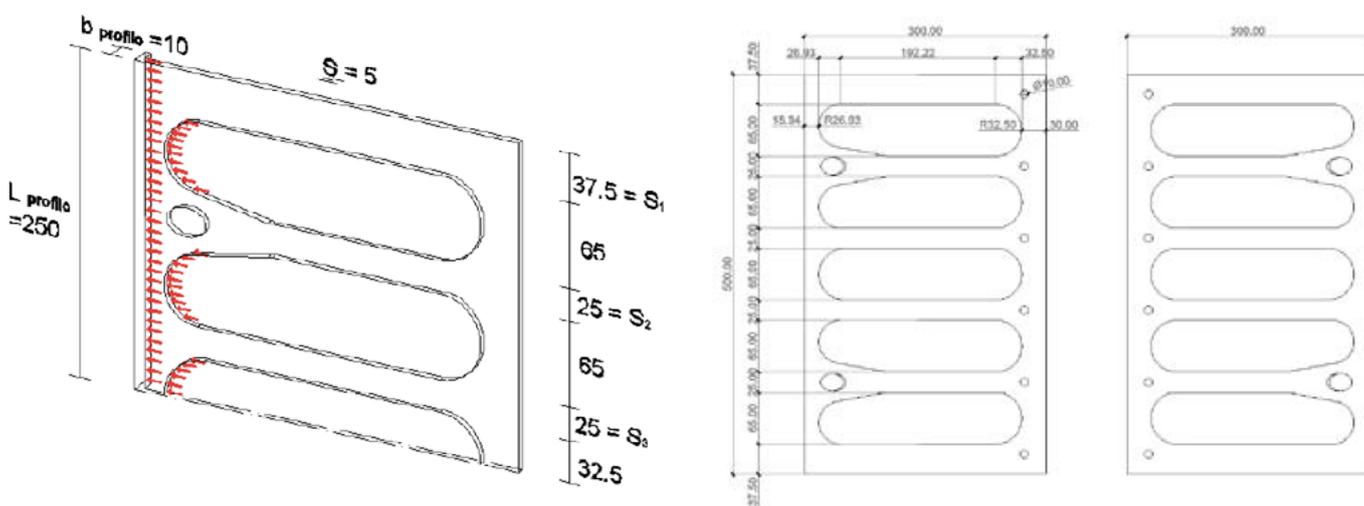
Elementi strutturali privi di staffatura o costruiti con materiali di qualità scadente, possono essere risanati grazie all'applicazione del sistema **SIS.MI.C.A.**®, il quale apporta un notevole aumento di resistenza e duttilità ed è in grado di variare la sequenza della gerarchia delle resistenze.

Al fine di massimizzare l'effetto benefico del sistema descritto, è stato elaborato assieme all'Università di Bergamo un algoritmo di calcolo che consente di "calibrare" il Kit **SIS.MI.C.A.**® in funzione delle caratteristiche geometriche e delle armature di cui dispone ogni specifico elemento strutturale.

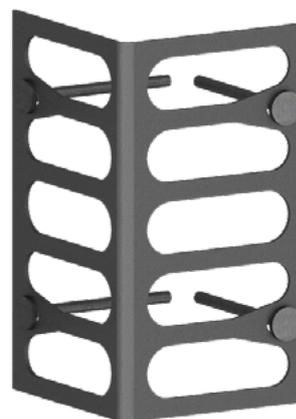
Sulla base dei dati effettivi, vengono quindi determinate con precisione le singole caratteristiche del rinforzo: lunghezza, larghezza, spessore, curvature ed interasse delle finestrate sagomate.



Vengono quindi stabiliti i valori di lunghezza, diametro ed angolo di inclinazione dei tiranti passivi, calcolati per la specifica singola applicazione in modo da massimizzare il rendimento del kit durante la sollecitazione sismica.



PIASTRA SIS.MI.C.A.® FACCIATA



PIASTRA SIS.MI.C.A.® ANGOLO



# INTELLIGENZA È PREVENIRE

Da recenti stime risultano realizzate in **Italia** circa **29 milioni di abitazioni**:

- **8,5 milioni** realizzate **prima del 1945**  
(da considerarsi in gran parte costituenti i nostri centri storici)
- **4 milioni** costruite **dopo il 1991**
- **16,5 milioni di abitazioni da considerarsi “fragili”**.

**Le principali carenze che si riscontrano sono:**

- Il calcolo delle strutture effettuato per **soli carichi gravitazionali**;
- La mancanza totale di ogni principio di Gerarchia delle Resistenze;  
Molti degli edifici sono stati **costruiti prima del 1974**, anno dell'entrata in vigore della Normativa antisismica;
- Il calcolo della struttura eseguito con il metodo delle tensioni ammissibili;
- L'utilizzo di **barre lisce**;
- La **staffatura** di pilastri e travi a **passo molto elevato**, con ganci a 90° in ferro liscio e diametri ridotti;
- L'inadeguato o addirittura assente confinamento nelle zone di potenziale formazione di cerniere plastiche;
- L'uso di **sagomature terminali a uncino**;
- La sovrapposizione dell'armatura longitudinale dei pilastri al di sopra del livello di piano;
- L'utilizzo di **calcestruzzi con bassi valori di resistenza**.



## NODO STRUTTURALE N.1

- Carico verticale
- Totale assenza di staffatura
- Eccessiva luce libera di inflessione
- Esplosione del nodo
- Ultima staffa pilastro
- Filante inferiore trave



## NODO STRUTTURALE N.2

- Totale assenza di staffatura
- Eccessiva luce libera di inflessione
- Espulsione del copriferro
- Disassamento armatura
- Frattura passante
- Assenza staffatura pilastro





I **vantaggi** dell'utilizzo del metodo **SIS.MI.C.A.**<sup>®</sup> sono molteplici e possono essere distinti fra le varie figure coinvolte nel processo edilizio.

## PER LA COMMITTENZA

- Intervento totalmente dall'**esterno** senza intrusione negli edifici;
- **Nessuna demolizione/rottura parziale** di tamponamenti e solai;
- **Rapidità** di esecuzione;
- Benefici fiscali **Sismabonus** e **Superbonus**.

## PER LA DIREZIONE LAVORI

- **Facilità di controllo** di applicazione in cantiere;
- Nessuna manodopera specializzata;
- Intervento **validato** sperimentalmente;
- Materiali certificati **CE**;
- Nessuna saldatura in cantiere.

## PER I PROGETTISTI ARCHITETTONICI

- Minimi spessori di intervento;
- Compatibile con l'intervento di efficientamento energetico del **cappotto**.

## PER I PROGETTISTI STRUTTURALI

- Utilizzo di materiali normati e compatibili con la struttura esistente;
- Incremento di **duttilità e resistenza**;
- Software di progettazione dedicato (**Logica3**);
- Facilmente ripetibile per grandi quantità.

# COMPONENTI DEL KIT NODO

MALTA  
STRUTTURALE  
GEOLITE® 40

CONNETTORI

SOFTWARE  
LOGICA3

PIASTRA  
SIS.MI.C.A.®

DISPOSITIVO  
DI CENTRAGGIO  
GUIDA FORO

RESINA EPOSSIDICA  
CERTIFICATA  
EPOFIX



Il software **Logica3** è stato sviluppato per i progettisti che vogliono analizzare il rinforzo strutturale dei nodi in cemento armato e successivamente progettarne il rinforzo con il metodo **SIS.MI.C.A.**<sup>®</sup>.

In considerazione del fatto che non sempre si ha a disposizione un modello di calcolo per effettuare l'analisi e il progetto del rinforzo, sono previsti due metodi di analisi che sono denominati:

- MA - Metodo Analitico;
- MS - Metodo Semplificato.

Il MA consente l'analisi del comportamento al nodo tramite la definizione delle sollecitazioni e, quindi, necessita la definizione del modello di calcolo globale dell'edificio.

Il MS è pensato appositamente per gli interventi locali e consente di studiare il comportamento del nodo senza avere un modello di calcolo globale dell'edificio, tramite pochi dati di input.

Al fine di incrementare la velocità di progettazione è prevista la possibilità di inserire gli elementi tramite file .csv a partire da un template predefinito e disponibile sul sito web, importabile direttamente all'interno del software **Logica3**.

L'ambiente di progettazione è estremamente semplice e di immediata comprensione, attraverso un percorso guidato su sette step.

Il progetto del rinforzo di nodi d'angolo e di facciata deve essere svolto all'interno dello stesso file di salvataggio, tramite inserimento multiplo di tutti i nodi da analizzare e scegliendo le caratteristiche del rinforzo e ancoraggi.

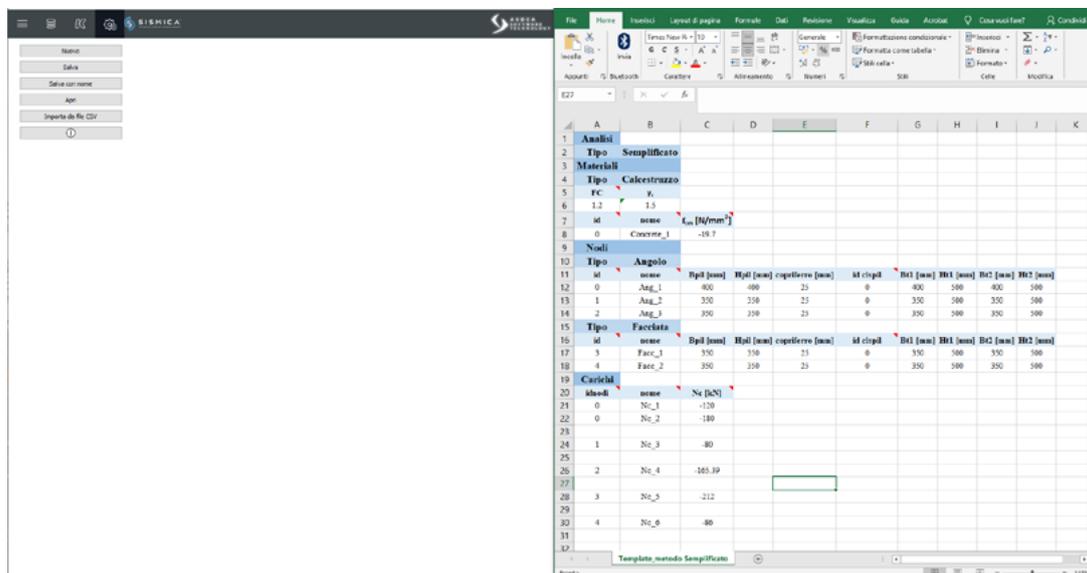
Tramite i dati definiti dall'utente, quali le geometrie degli elementi convergenti al nodo, le caratteristiche dei materiali e le sollecitazioni agenti, è possibile procedere all'analisi dei nodi esistenti e studiarne il comportamento in **presenza di rinforzi**.

Particolarmente utile, nei casi in cui venga svolta un'analisi di vulnerabilità, è la definizione della **staffa equivalente**, funzione disponibile dopo aver definito le caratteristiche del rinforzo. Questo comando consente di restituire una staffa con caratteristiche equivalenti al rinforzo, tramite diametro, tensione di snervamento di progetto e passo equivalente. Questi valori possono essere importati all'interno del nodo della struttura esistente per svolgere l'analisi allo stato di progetto e cogliere il comportamento globale dell'edificio rinforzato con metodo **SIS.MI.C.A.**<sup>®</sup> ottenendo un valore di  $\alpha$ PGA che quantifica l'effettivo miglioramento apportato alla struttura.

# IMPORT CSV

Consente l'inserimento di tutte le informazioni per materiali e caratteristiche geometriche degli elementi esistenti. Chi utilizza questo comando deve solamente definire da step 3 le caratteristiche del rinforzo e successivamente procedere con l'analisi.

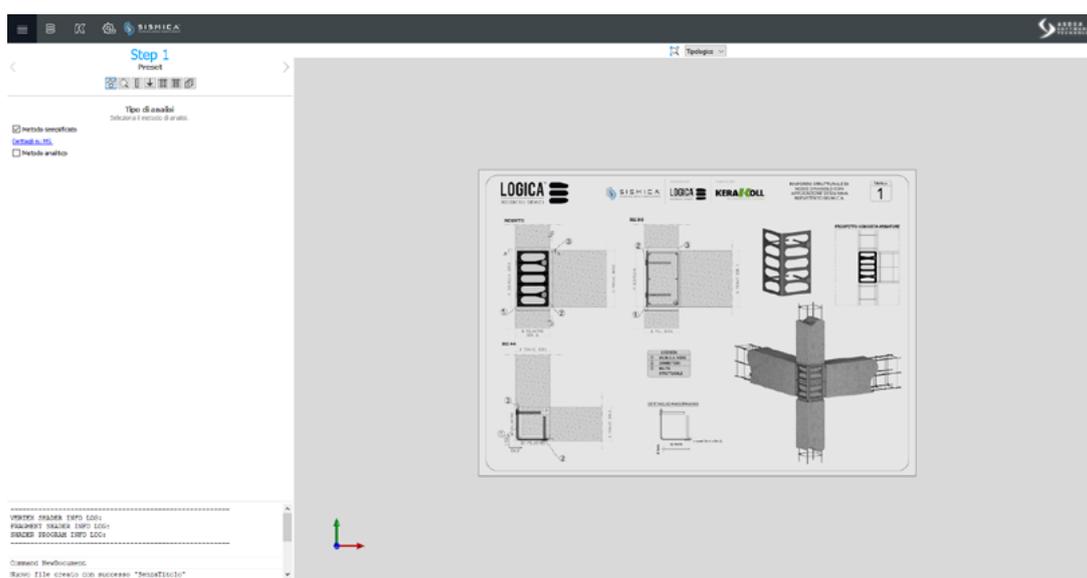
Dopo avere compilato il file Excel, salvarlo in formato CSV, infine importarlo nel software dal menù "impostazioni" > "importa file da CSV".



Template_metodo Semplificato										
1	Analisi									
2	Tipo	Semplificato								
3	Materiali									
4	Tipo	Calcestruzzo								
5	fc	x								
6	1.2	1.3								
7	id	nome	$E_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]							
8	0	Coccine_1	-18.7							
9	Nodi									
10	Tipo	Angolo								
11	id	nome	Bp1 [mm]	Hp1 [mm]	copertiera [mm]	M clip1	B1 [mm]	BH1 [mm]	BH2 [mm]	BH3 [mm]
12	0	Ang_1	400	400	25	0	400	500	400	500
13	1	Ang_2	350	350	25	0	350	500	350	500
14	2	Ang_3	350	350	25	0	350	500	350	500
15	Tipo	Facciata								
16	id	nome	Bp1 [mm]	Hp1 [mm]	copertiera [mm]	M clip1	B1 [mm]	BH1 [mm]	BH2 [mm]	BH3 [mm]
17	3	Facr_3	350	350	25	0	350	500	350	500
18	4	Facr_2	350	350	25	0	350	500	350	500
19	Carichi									
20	id	nome	Nc [kN]							
21	0	Nc_1	-120							
22	0	Nc_2	-180							
23										
24	1	Nc_3	80							
25										
26	2	Nc_4	-165.89							
27										
28	3	Nc_5	-212							
29										
30	4	Nc_6	80							
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										

## STEP 1 - PRESET

Si sceglie il **metodo di analisi** tra MA e MS.



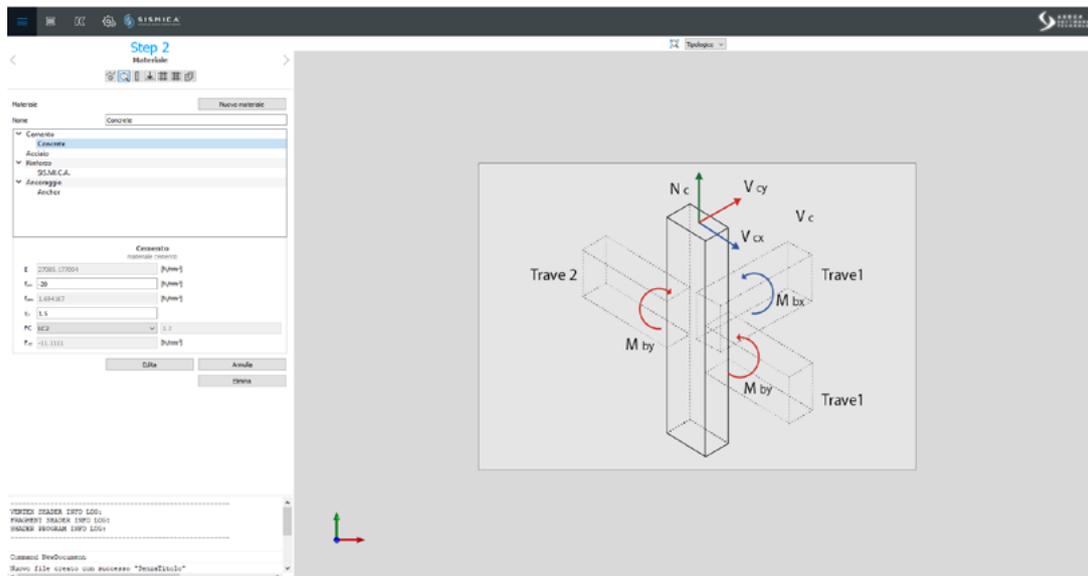
## STEP 2 - MATERIALI

Si definisce un database di **materiali**.

MA - Cemento, acciaio e condizioni del sistema di ancoraggio.

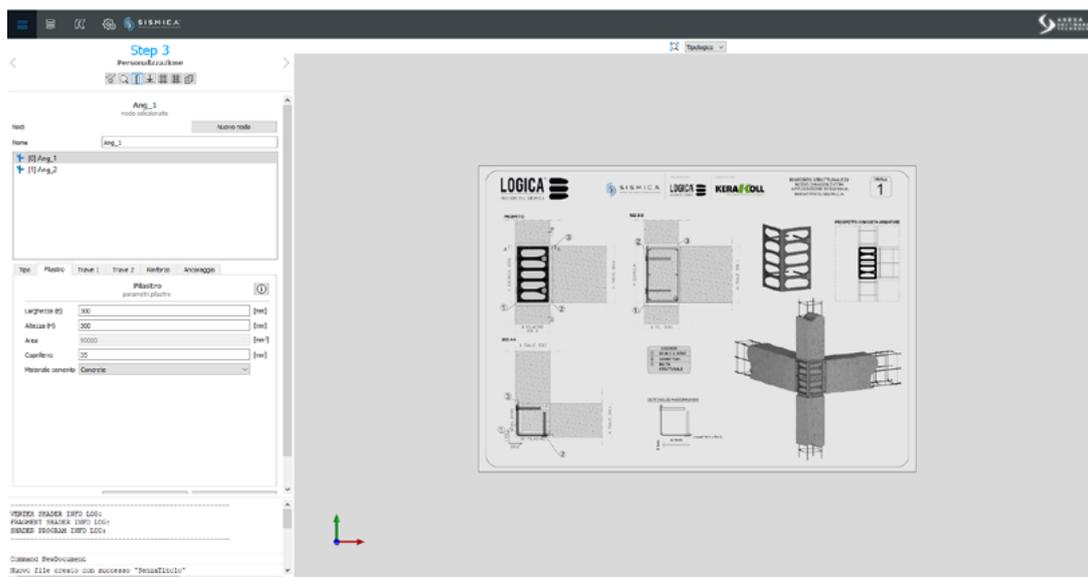
MS - Cemento e condizioni del sistema di ancoraggio.

Il materiale assunto per l'acciaio della piastra SIS.MI.C.A.<sup>®</sup> rimane sempre quello di default.



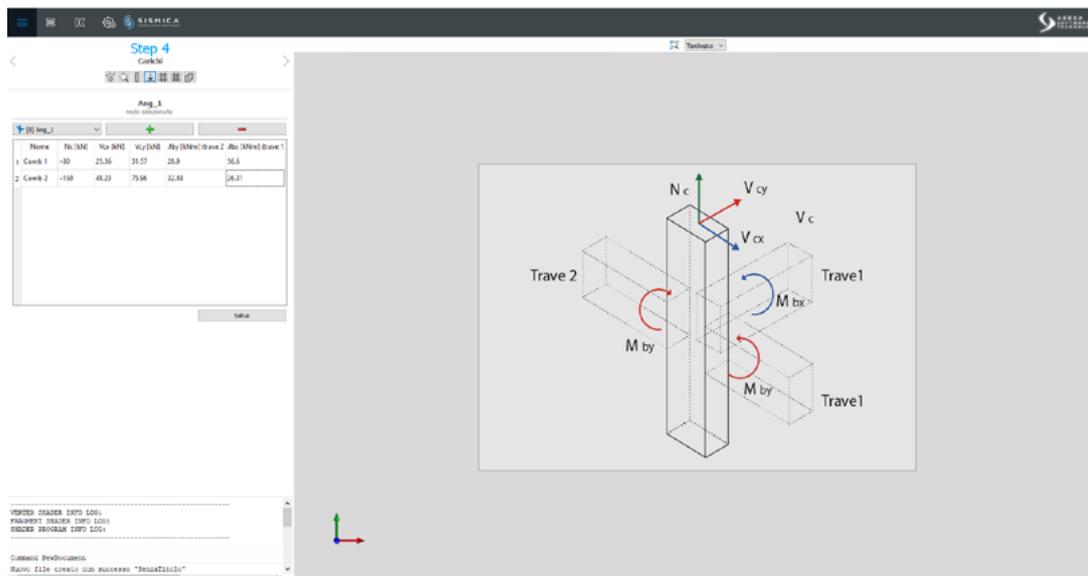
## STEP 3 – GEOMETRIE ESISTENTI E CARATTERISTICHE RINFORZI SIS.MI.C.A.<sup>®</sup>

Definizione delle **caratteristiche geometriche** degli elementi convergenti al nodo, oltre a caratteristiche di rinforzo e ancoraggi. Al fine di uniformare le caratteristiche degli elementi di rinforzo, sono presenti dei comandi molto funzionali, che consentono di applicare a tappeto su tutti gli elementi le caratteristiche definite per un singolo nodo, al fine di uniformare la progettazione. Tali caratteristiche possono essere variate anche successivamente, qualora non siano rispettate le verifiche.



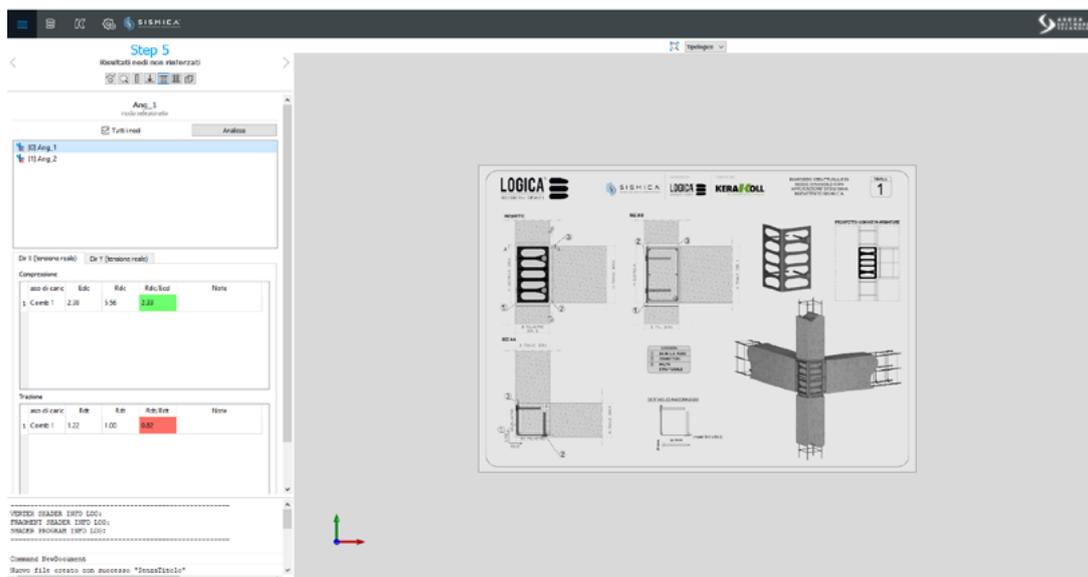
## STEP 4 - CARICHI

Per MA si definiscono **N**, **V<sub>cx</sub>**, **V<sub>cy</sub>**, **M<sub>by</sub>**, **M<sub>bx</sub>**. Per MS si definisce **N** sempre con la convenzione dei segni indicata. (Compressione:  $N < 0$ )



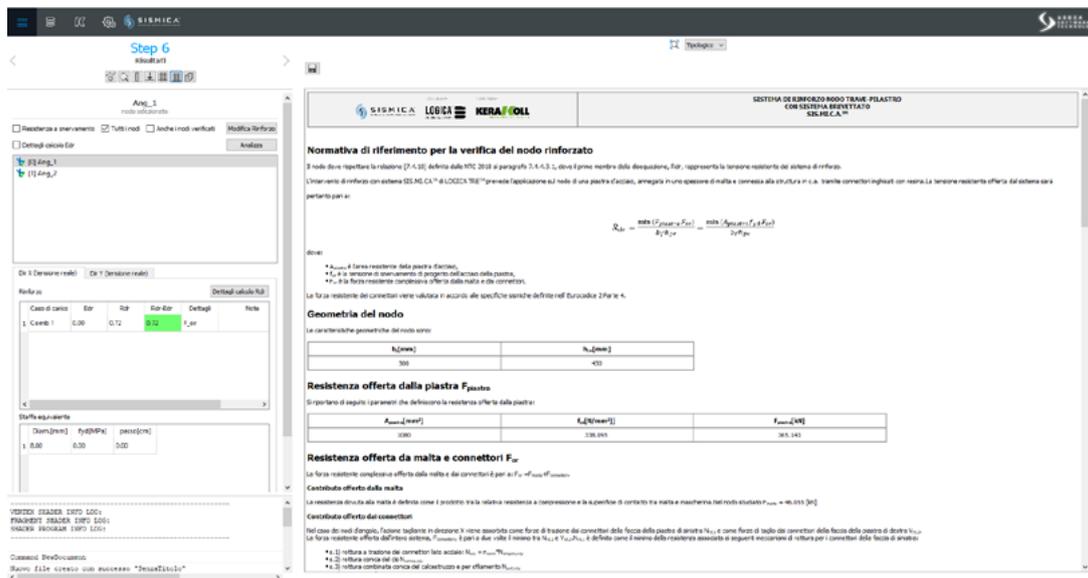
## STEP 5 - RISULTATI NODI NON RINFORZATI

**Analisi di tutti i nodi definiti**, con indicazione della modalità di rottura. Sono segnalati anche eventuali problemi nelle travi convergenti.



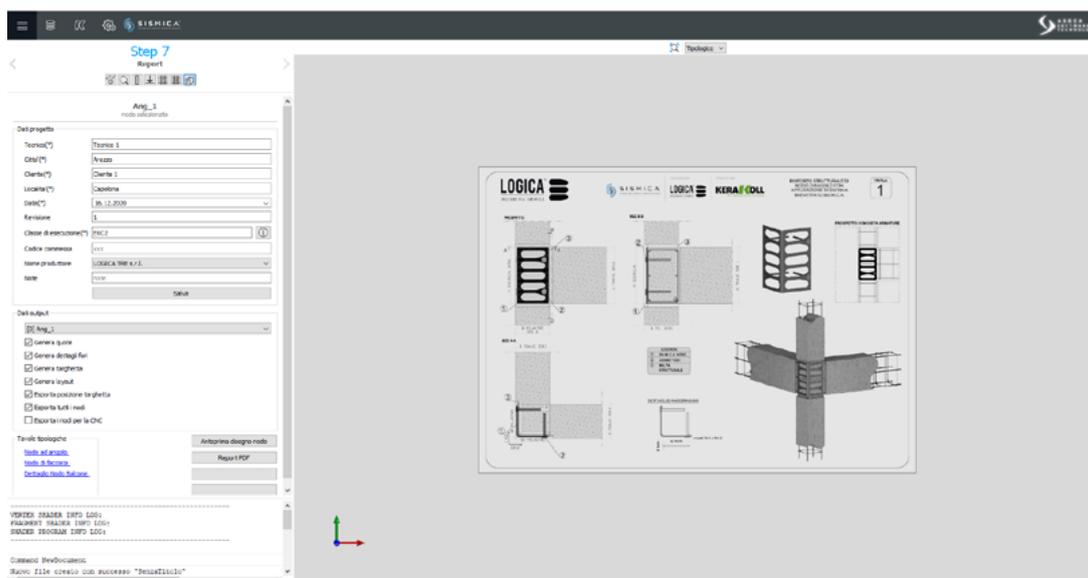
# STEP 6 - RISULTATI NODI RINFORZATI

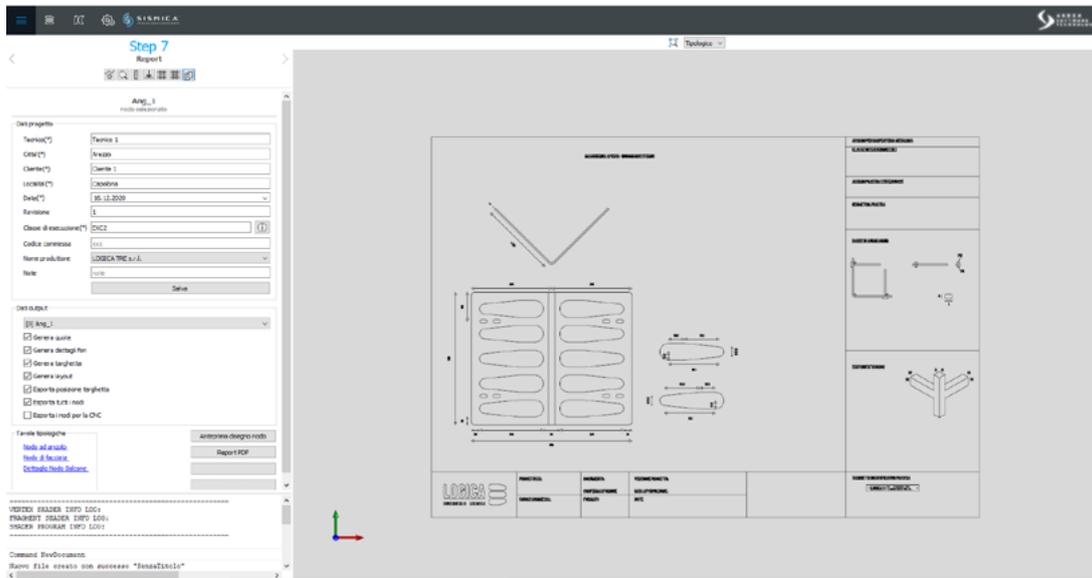
Questa sezione consente di **analizzare tutti i nodi con i rinforzi definiti**, prendere visione del dettagliato report che indica la modalità di rottura di ogni elemento e definire la **staffa equivalente**.



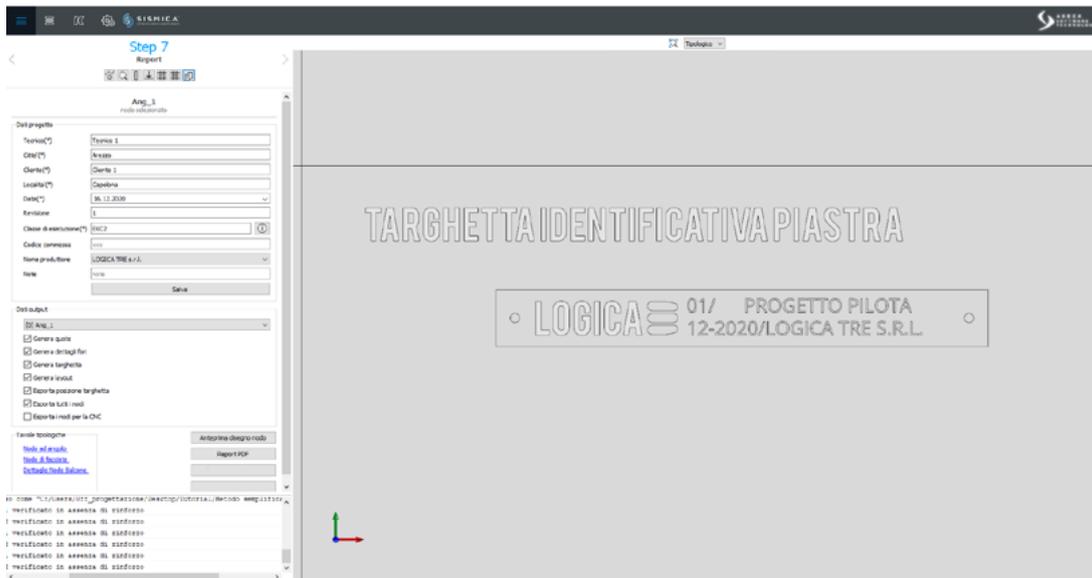
# STEP 7 - REPORT E ANTEPRIMA RINFORZI

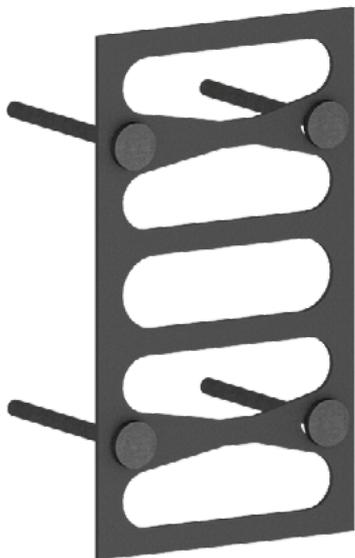
Definizione dei dati di progetto e anteprima grafica di tutti i rinforzi analizzati. Esportazione del report pdf della commessa.





Nella **targhetta** del sistema SIS.MI.C.A.® di ogni rinforzo viene stampato il numero Id assegnato al nodo corrispondente negli step di progettazione precedenti. In questo modo in cantiere tutti gli elementi possono essere individuati con l'Id assegnato garantendo la piena tracciabilità degli elementi.





### **PIASTRE SIS.MI.C.A.®**

Piastre in acciaio S355 appositamente progettate e ottimizzate per incrementare le prestazioni dei nodi di tipo angolo e di tipo facciata.

Le versioni disponibili a catalogo prevedono una versione Standard (con estremità delle piastre dritte) e una versione Strong (con piega terminale). L'adozione di una o dell'altra versione consentono ai progettisti di individuare il prodotto più idoneo su ciascun progetto.

La conformazione geometrica del prodotto è definita in funzione delle sollecitazioni agenti al nodo tramite il software "Logica3".

Le piastre sono marcate CE secondo UNI EN 1090-2.

Spessori disponibili per la versione Standard: 5/6/8/10/12 mm

Spessori disponibili per la versione Strong: 5/6/8 mm.

### **CONNETTORI**

#### **BARRA NERVATA CON TAPPO SALDATO**



Ancoraggio passivo che prevede l'installazione senza applicazione della coppia di serraggio. La particolarità offerta dalla testa del connettore garantisce l'applicabilità anche a situazioni in cui si ha poco ricoprimento.

Diametri disponibili  $\Phi$  12/16/20/24.

Il prodotto è conforme alla categoria di prestazione sismica C1.

#### **BARRA FILETTATA CON RONDELLA E DADO**



Ancoraggio che prevede l'installazione con applicazione della coppia di serraggio come da scheda tecnica dell'ancorante. La barra filettata garantisce una resistenza dell'acciaio in classe 8.8.

Diametri disponibili M 12/16/20/24.

Il prodotto è conforme alla categoria di prestazione sismica C2.



### **DISPOSITIVO DI CENTRAGGIO GUIDA FORO**

Dispositivo di centraggio guida foro removibile, comprendente un corpo tubolare dotato di base di supporto ed elemento distanziale con angolo predeterminato.



## GEOLITE® 40

I limiti tecnici e prestazionali delle comuni malte a base di cemento e additivi chimici e dei complessi sistemi stratificati per il recupero del calcestruzzo sono oggi superati da GEOLITE® 40, la rivoluzionaria geomalta® minerale eco-compatibile, che passiva, ripristina, rinforza, rassa e protegge in un'unica soluzione le strutture in calcestruzzo. Risultato: ripristini naturalmente stabili in assenza di ritiri e fessurazioni assicurando un'elevata durabilità nel tempo.

GEOLITE® 40 con una sola applicazione:

- passiva i ferri d'armatura
- ricostruisce e ripristina il calcestruzzo
- rassa e regolarizza la superficie
- protegge dall'aggressione ambientale



## EPOFIX

Epofix è la resina epossidica, pronta all'uso, ad alte prestazioni ideata per far fronte alle applicazioni di fissaggio in ambito strutturale, anche nelle situazioni più estreme. Permette di realizzare applicazioni anche su supporti umidi, bagnati e con foro allagato mantenendo costanti i tempi di reticolazione e le prestazioni.

Epofix grazie alla sua versatilità è il prodotto ideale per realizzare:

- ancoraggi in zona sismica soggetti a carichi statici, semi statici e carichi sismici in categoria sismica C1 e C2;
- inghisaggio di barre d'armatura post-installate, per applicazioni di ingegneria civile ed industriale e riprese di getto;
- applicazioni di carpenteria metallica pesante e lignea, infrastrutture viali ed infrastrutturali.

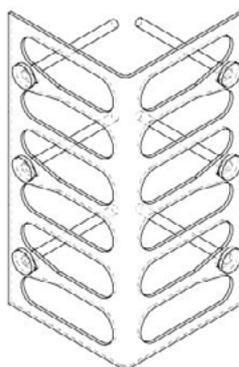
Epofix è certificata con Benestare Tecnico Europeo (ETA) ottenuto secondo EAD 330499-00-0601 per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato in categorie sismiche C1 e C2 (Opzione 1, Allegato E) con estensione (allegato C) della vita utile in esercizio fino a 100 anni. Il Benestare Tecnico Europeo (ETA) ottenuto secondo EAD 330087-00-0601 inoltre ne certifica l'utilizzo con barre di armatura post installate.



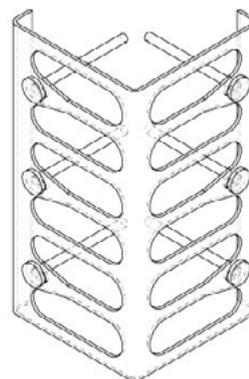
# CARATTERISTICHE

- Fornisce confinamento con aumento di resistenza e duttilità;
- Nessun aumento della geometria degli elementi e perdita di spazi;
- Nessun aumento della massa e della rigidità degli elementi;
- Non comporta interruzioni d'uso dell'edificio;
- Minimi tempi di intervento;
- Nessun impatto estetico.
- Abbinabile a sistemi a cappotto.
- Piastra SIS.MI.C.A.® versione strong per performance ancora più elevate.

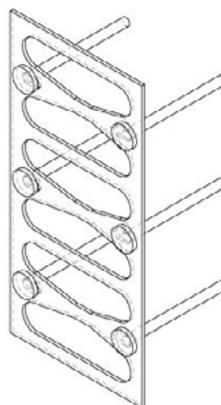
Standard



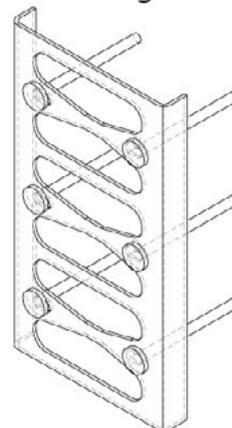
Strong



Standard



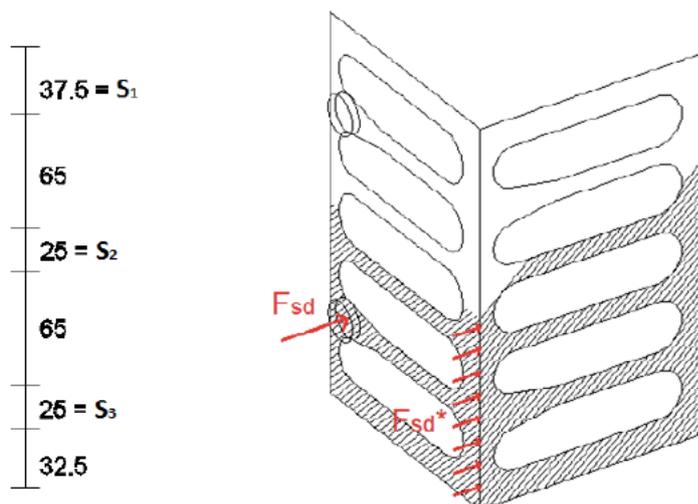
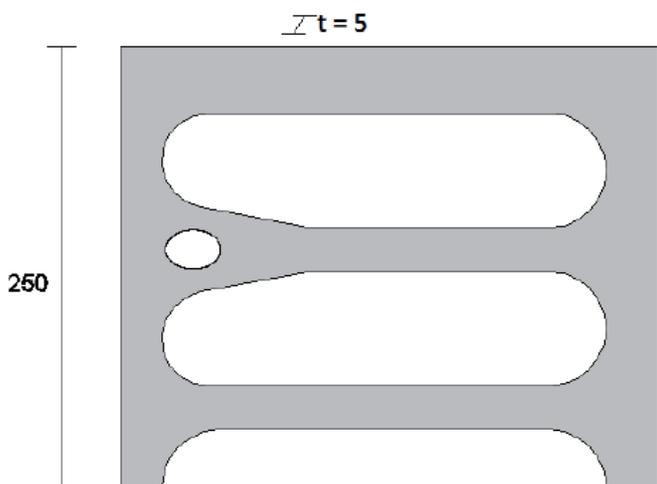
Strong



## ALGORITMO DI CALCOLO

Il rinforzo del nodo viene dimensionato in funzione dei seguenti parametri:

- Spessore dell'inserto;
- Dimensioni delle staffe equivalenti;
- Rapporto finestrature;
- Interasse finestrature;
- Angolo inghisaggio e numero di ancoraggi;
- Versioni Standard e versioni Strong.



# TARGET

## L'INTERO PATRIMONIO EDILE IN CEMENTO ARMATO (DA ANNI '50 A "NTC 2008")

- **EDILIZIA PUBBLICA**

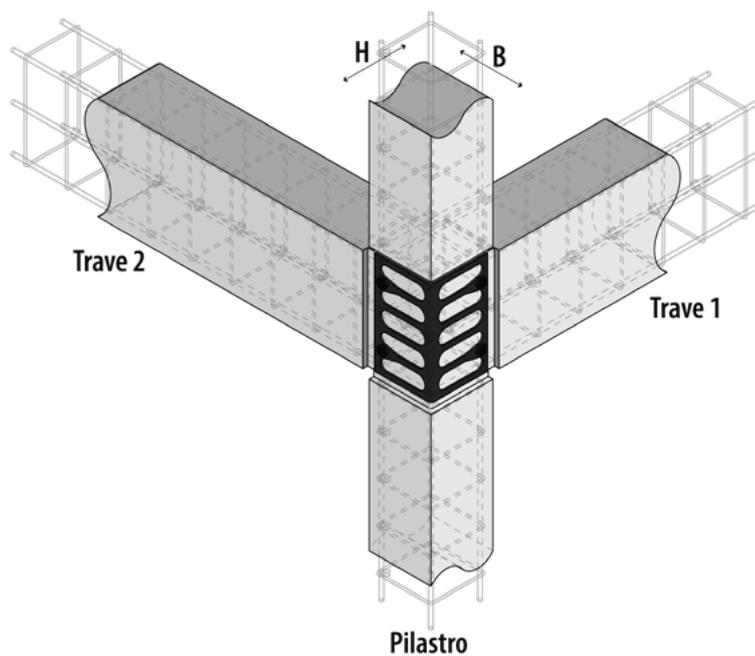
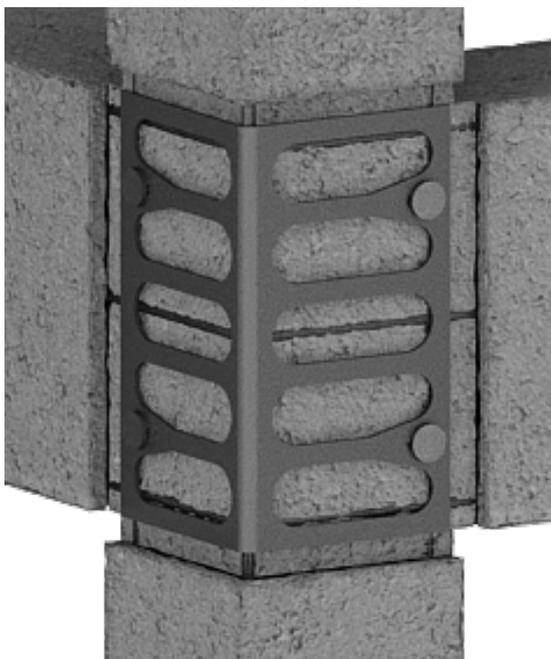
Edifici sensibili, scuole, ospedali,  
caserme, impianti sportivi ecc.

- **EDILIZIA PRIVATA**

Abitazioni, condomini, impianti di  
produzione ecc.



## ESEMPIO DEL KIT NODO (TEORIA)



## ESEMPIO DEL KIT NODO (PRATICA)



**PRIMA**



**DOPO**



Questi studi sono documentati dalle seguenti relazioni tecniche:



**TEST SUPERATO**  
RESISTENZA AUMENTATA DEL 40%



**TEST SUPERATO**  
DUTTILITÀ PIÙ CHE RADDOPPIATA



**TEST SUPERATO**  
NESSUNA INSTABILIZZAZIONE  
DELLE BARRE DEL PILASTRO



**TEST SUPERATO**  
SPINTE DELLA TRAVE CONTENUTE  
DAL RINFORZO



**Dichiarazione del  
Prof. Ing. Paolo Riva**  
Dalmine, 14 giugno, 2018



**Prove cicliche su campioni in scala  
reale di nodi  
trave-pilastro rinforzati con sistema  
SIS.MI.C.A.<sup>®</sup>**  
Rapporto n. 464 - Dalmine, 20  
dicembre 2017



**Manuale esplicativo di foglio  
elettronico per il calcolo di  
intervento di rinforzo su nodi  
trave-pilastro d'angolo con sistema  
SIS.MI.C.A.<sup>®</sup>**  
Realizzato da Di.Mo.Re. s.r.l. – Spin-off  
accademico dell'Università degli Studi  
di Bergamo - Rev. 1 - 23/07/2018



**Valutazioni preliminari su nodo  
d'angolo  
trave-pilastro rinforzato con sistema  
SIS.MI.C.A.<sup>®</sup>**  
Realizzato da Di.Mo.Re. s.r.l. – Spin-off  
accademico dell'Università degli Studi di  
Bergamo - Rev. 1 - 24/07/2017



# INQUADRAMENTO NORMATIVO DEI NODI

Con l'entrata in vigore delle attuali norme tecniche per le costruzioni emanate attraverso il **D.M. 17/01/2018** sono state introdotte importanti novità in merito ai nodi delle strutture in cemento armato al **punto 7.4.4.2.**

Come noto ai tecnici del settore è stata introdotta la possibilità di **progettare strutture in cemento armato ipotizzandone un comportamento non dissipativo**, questo aspetto può pertanto essere applicato a tutti gli elementi costituenti la struttura evitando di applicare i criteri di progettazione in capacità. Il concetto appena espresso **non vale per i nodi**, i quali vanno concepiti in modo che la loro rottura avvenga comunque per ultima nella gerarchia degli elementi.

Altra importante novità introdotta riguarda **l'obbligatorietà** durante la fase di progettazione di **verificare i nodi per tutte le strutture in cemento armato**, quindi non più soltanto quelle progettate in CD A ma anche quelle progettate in CD B e quelle non dissipative (oltre naturalmente a tutte le costruzioni esistenti quando viene effettuata un'analisi di vulnerabilità).

Attualmente è stata inoltre **eliminata la quantità minima di armatura** da disporre nei nodi, specificando che l'armatura da inserire è la **maggiore** fra quella dei pilastri superiore e inferiore.

Nel caso in cui i nodi siano interamente confinati è lasciata la possibilità al progettista di raddoppiare il passo delle staffe rispetto a quello precedentemente individuato, con il limite massimo dei 15 cm.



LA ROTTURA DEI NODI  
DEVE ESSERE L'ULTIMA  
IN GERARCHIA



OBBLIGATORietà DI  
VERIFICARE I NODI



ELIMINATA LA  
QUANTITÀ MINIMA  
DI ARMATURA



## PRIMO “RINZAFFO”

Prima di stendere il primo strato di GEOLITE® 40, per l'allettamento del rinforzo bagnare la superficie del calcestruzzo con acqua a rifiuto.



## POSIZIONAMENTO SIS.MI.C.A.® E INIEZIONE DELLA RESINA EPOSSIDICA

La piastra SIS.MI.C.A.® viene posizionata al di sopra dell'elemento strutturale da rinforzare e viene fissata in via provvisoria al ferro dell'armatura longitudinale del pilastro presente in corrispondenza dell'angolo.

Dopodiché, si procede con l'iniezione della resina epossidica EPOFIX all'interno dei fori fino a circa 2/3 di profondità previa adeguata pulizia degli stessi.



## ANCORAGGIO DEI TIRANTI.

I tiranti di ancoraggio, anch'essi frutto di uno specifico calcolo di dimensionamento, vengono inseriti lentamente con movimento rotatorio all'interno dei fori effettuati.



# FASI DI APPLICAZIONE

*Dopo la prima fase di localizzazione delle armature e dopo essersi accertati dell'effettiva mancanza di staffatura idonea, si procede alla posa in opera del Sistema secondo la procedura seguente.*

## MESSA A NUDO DELLE ARMATURE

Vengono messe a nudo le armature e si procede alla loro pulitura. Da notare (in questo caso specifico di edificio costruito nella fine degli anni 70) la totale assenza di staffe nel nodo, il ridotto diametro delle staffe delle travi e i ganci a 90° delle staffe dei pilastri, nonché **l'assenza di staffatura nei nodi, l'esiguità del copriferro ed i ganci di innesto dei filanti delle travi nel nodo.**



## FORATURA

Praticare il foro per alloggiamento dei connettori utilizzando come dima la piastra SIS.MI.C.A.® tenuta in posizione sulla faccia del nodo tramite filo metallico legato all'armatura esistente e il dispositivo di centraggio al fine di adottare l'angolo di inclinazione previsto in fase di progetto e facilitare la foratura fino alla profondità prevista. Si provvede in un secondo momento alla pulizia e alla rimozione dei residui della foratura.

Il dispositivo di centraggio guida foro ha la caratteristica di essere removibile e comprendente un corpo tubolare dotato di base di supporto con elemento distanziale e angolo predeterminato.



## RIPRISTINO DEL COPRIFERRO

Terminate le operazioni di fissaggio dei tiranti si provvede a ripristinare il copriferro rimosso precedentemente. Lo spessore di GEOLITE® 40 disposto sopra alla piastra come ripristino del copriferro deve essere di almeno 15 mm.



## RISULTATI

Rispetto ad altri metodi di rinforzo, il sistema **SIS.MI.C.A.**® consente di raggiungere risultati notevoli in modo molto meno invasivo, con tempi di intervento ridotti e senza interferire con l'uso quotidiano dell'edificio su cui si interviene, migliorando le caratteristiche degli elementi in cemento armato tramite l'aggiunta di uno dei suoi due componenti: l'**acciaio**.

Il ripristino del copriferro consente di rendere l'intervento di rinforzo invisibile a posteriori senza alcun impatto estetico sulla struttura.

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla geomalta® **GEOLITE® 40** l'applicazione del sistema GEOLITE® FRC composto da **GEOLITE® MAGMA XENON & STEEL FIBER**, prevedendo adeguata cassetta per il getto.

Il progettista potrà scegliere un idoneo trattamento superficiale per la piastra SIS.MI.C.A.® al fine di incrementare la durabilità in ambienti estremamente aggressivi.





**Kerakoll è la prima azienda al mondo a offrire una soluzione globale nei materiali e nei servizi per il GreenBuilding**, per costruire e vivere nel rispetto dell'ambiente e del benessere abitativo.

Il GreenBuilding è lo stile costruttivo orientato all'ambiente e al miglioramento della salute e della qualità della vita attraverso materiali da costruzione ecocompatibili, naturalmente traspiranti e ad elevata efficienza energetica.

**Dal 1968** – anno in cui il Gruppo è nato a Sassuolo, nel cuore del più importante comprensorio ceramico mondiale, dall'iniziativa imprenditoriale di Romano Sghedoni – **Kerakoll ha avviato un percorso di crescita nel mercato nazionale e internazionale dei materiali per l'edilizia**, fino ad arrivare all'attuale leadership nel GreenBuilding, con un riconosciuto primato tecnologico a livello internazionale.

**La mission del gruppo è di rappresentare il GreenBuilding come nuova filosofia costruttiva e di promuovere una migliore qualità dell'abitare** a livello globale, attraverso materiali da costruzione ecocompatibili e soluzioni innovative orientate all'ambiente e al miglioramento della salute.

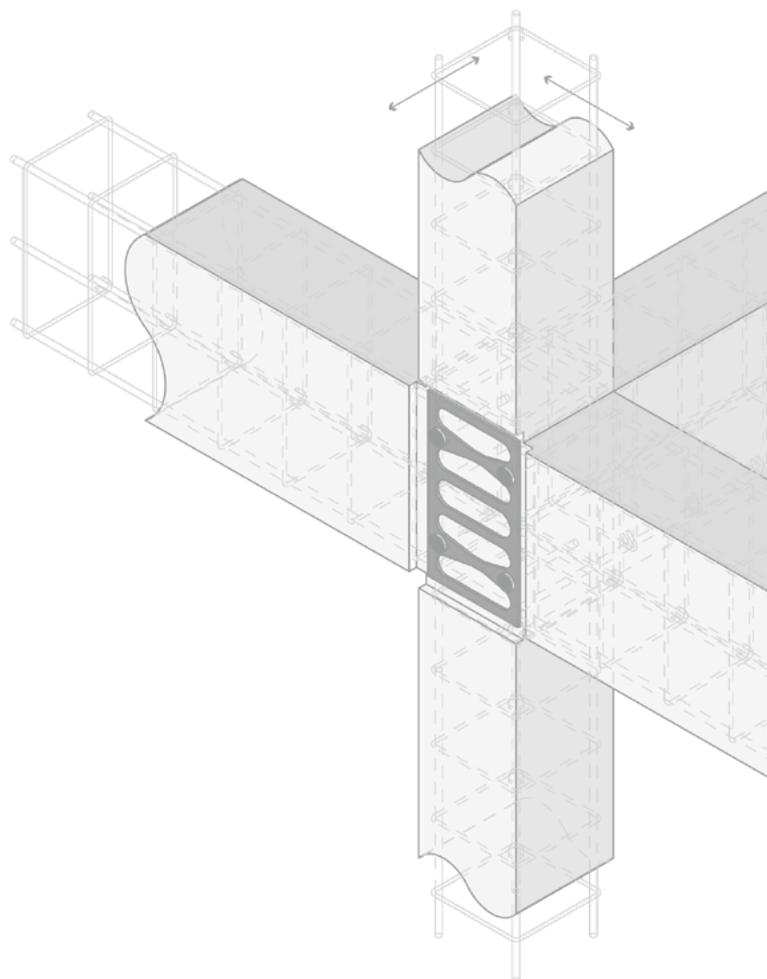


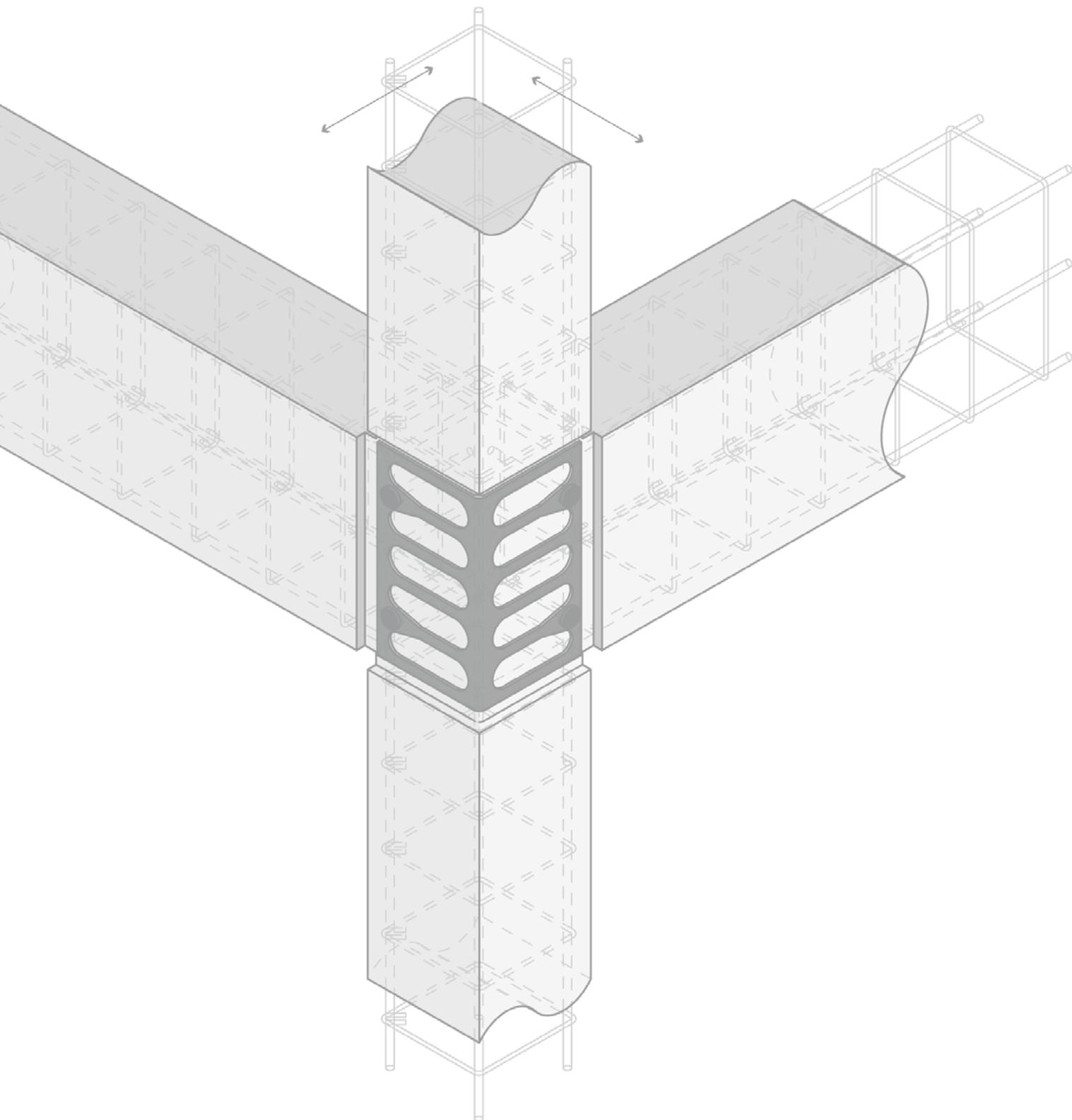
**Logica Tre®** è una startup impegnata nel settore dell'Ingegneria Sismica nata per portare soluzioni tecnologiche innovative, meno invasive per gli abitanti della struttura e più performanti rispetto a quelle attualmente in uso.

L'attività dell'azienda si è concentrata sullo sviluppo del brevetto SIS.MI.C.A.® fin dalla sua nascita, incontrando nel proprio percorso notevoli successi e interessanti dagli addetti al settore.

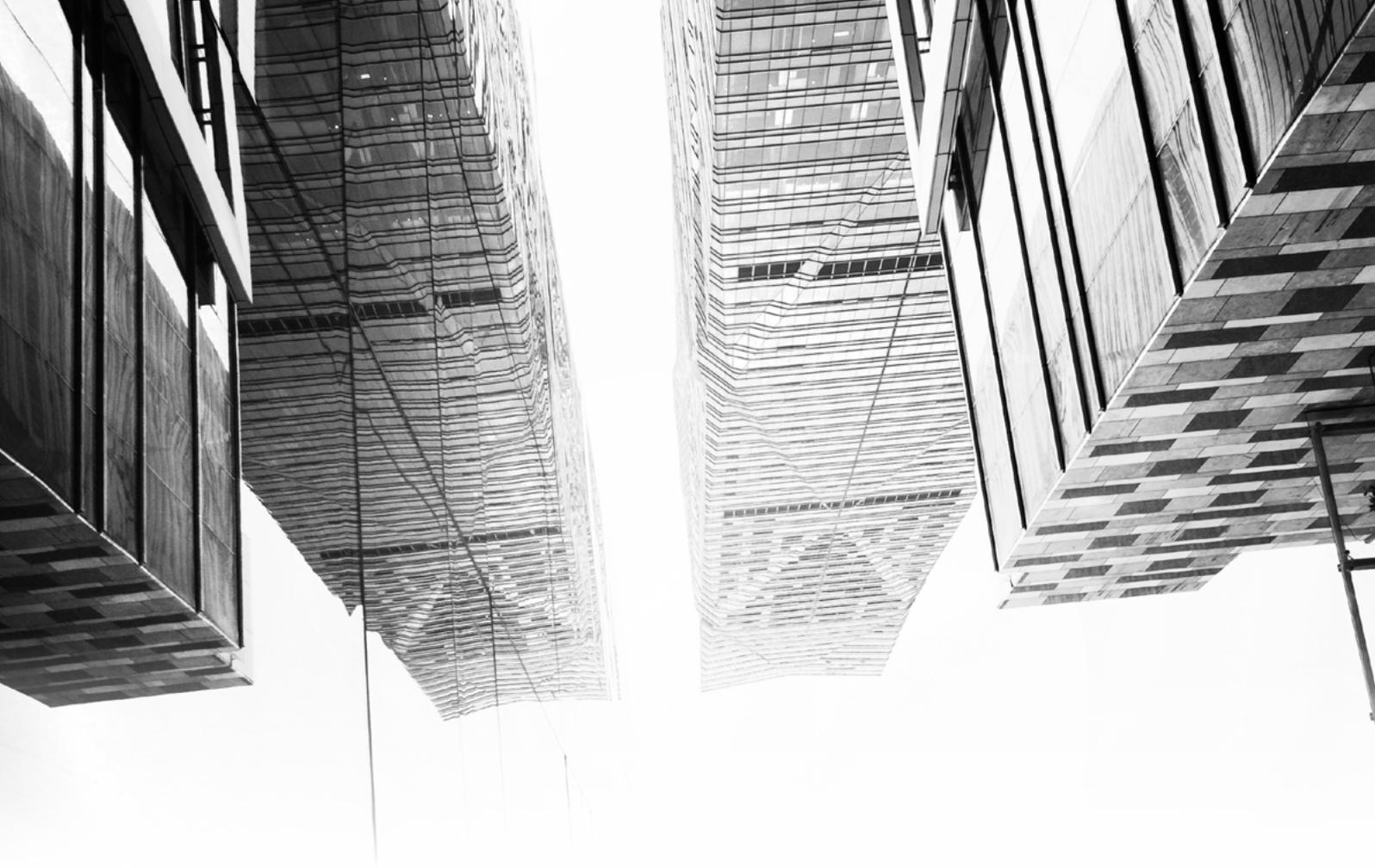
Logica Tre® ha da sempre l'obiettivo di **semplificare** e portare un **rinnovamento** nelle procedure di analisi strutturale degli edifici al fine di proporre **interventi innovativi** che comportino una **diminuzione dell'invasività** delle opere ed il conseguente disagio per gli inquilini dell'immobile.

Il team di Logica Tre®, forte del suo **consolidato background nell'Ingegneria Sismica**, ha sviluppato soluzioni alternative in questo settore, limitando sensibilmente l'impatto dell'intervento sulla struttura e raggiungendo contestualmente il maggior livello di sicurezza possibile.









**Sede Legale:**  
Piazza Generale Sacconi  
52011 - Bibbiena (Ar)

**Sede operativa:**  
Via La Casella 2 - 52010  
Capolona (AR)

**Mail:** [strutturale@logicatre.it](mailto:strutturale@logicatre.it)

**Tel** +39 0575 1696560

**Web:** [www.logicatre.it](http://www.logicatre.it)



**Sede Legale:**  
Via dell'Artigianato, 9, 41049  
Sassuolo (MO) Italia

**Mail:** [strutturale@kerakoll.com](mailto:strutturale@kerakoll.com)

**Tel** +39 0536 816511

**Web:** [www.kerakoll.com](http://www.kerakoll.com)

